“ Où sont passées les économies d’eau ? ” Paradigmes, instruments et territorialisations des politiques d’économie et réallocation d’eau dans le bassin de la Durance (France)

Martin Laurenceau

▶ **To cite this version:**

Martin Laurenceau. “ Où sont passées les économies d’eau ? ” Paradigmes, instruments et territorialisations des politiques d’économie et réallocation d’eau dans le bassin de la Durance (France). Environnement et Société. AgroParisTech, 2021. Français. NNT : 2021AGPT0022 . tel-03637002

HAL Id: tel-03637002
https://pastel.hal.science/tel-03637002

Submitted on 11 Apr 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AgroParisTech

NNT: 2021AGPT0022

THÈSE DE DOCTORAT

pour obtenir le grade de

Docteur d'AgroParisTech

Spécialité : sciences de l'environnement

École doctorale n°581
Agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé (ABIES)

par

Martin LAURENCEAU

« *Où sont passées les économies d'eau ?* » Paradigmes, instruments et territorialisations des politiques d'économie et réallocation d'eau dans le bassin de la Durance (France)

Directeur de thèse : **François MOLLE**

Thèse présentée et soutenue à Montpellier, le 14 décembre 2021

Composition du jury :

Rémi BARBIER, Professeur, ENGEES	Président
Sara FERNANDEZ, ICPEF (HDR), INRAE Strasbourg	Rapporteur & Examinatrice
David BLANCHON, Professeur, Université Paris Nanterre	Rapporteur & Examinateur
Marielle MONTGINOUL, Directrice de recherche, INRAE Montpellier	Examinatrice
Bernard BARRAQUÉ, Directeur de recherche émérite, CNRS Paris	Examinateur
Stéphane GHIOTTI, Directeur de recherche, CNRS Montpellier	Examinateur
François MOLLE, Directeur de recherche, IRD	Directeur de thèse

UMR G-EAU
AgroParisTech 361 rue Jean-François Breton 34196 Montpellier Cedex 5

Remerciements

Cette thèse n'aurait pas été possible sans le travail collectif et les soutiens nombreux qui l'ont accompagnée.

Je tiens en premier lieu à remercier François Molle pour m'avoir soutenu au cours de ces trois ans. Son encadrement bienveillant m'a laissé beaucoup de liberté pour explorer et reformuler la problématique, tout en questionnant méthodiquement chaque hypothèse ou résultat. Il m'a amené à remettre en cause certains détails présentés comme évidents, et se révélant par la suite d'une grande importance. Enfin, François m'a toujours encouragé à confronter mes avancées au terrain et à multiplier les sources d'information. Cette rigueur a été essentielle pour parvenir à terminer cette thèse.

Je tiens à remercier les membres du comité de thèse, Stéphane Ghiotti, Sylvain Barone, Sophie Richard et Sandrine Dhénain, pour leurs précieux conseils. Les discussions, les conseils de lecture et les questionnements au cours des différentes présentations ont fortement contribué à la réalisation de ce travail. Les apports théoriques ont notamment été déterminants.

Je remercie également le comité d'orientation et de validation, ainsi que la commission de formation doctorale des IPEF, pour avoir soutenu ce projet de recherche.

De plus, je remercie sincèrement les nombreux acteurs qui m'ont accordé de leur temps dans le cadre de ce travail. Il s'agit des services de l'État de la Dreal Paca et de l'Agence de l'eau de Marseille pour m'avoir accueilli, de l'association de pêche de Sisteron et en particulier Jean Gully qui m'a fait découvrir le terrain, mais plus généralement de l'ensemble des acteurs qui ont accepté de m'expliquer leur point de vue et de répondre à mes questions. Je remercie aussi Martin Grau, qui a participé à cette recherche avec son excellent stage sur le bassin du Jabron.

Je souhaite par ailleurs remercier Alexandre Gaudin pour nos échanges, et les membres de l'équipe Socio-Hydro, notamment Anne-Laure Collard et Jeanne Riaux, pour les discussions passionnantes, et pour m'avoir permis de découvrir le terrain des Cévennes !

Bien sûr, je remercie toute l'équipe de l'unité G-EAU, et les doctorant(es) et post-docs, avec qui nous avons partagé beaucoup de moments, au laboratoire et pendant de longues périodes de télétravail.

Je remercie ma famille et mes amis de toujours pour m'avoir soutenu au cours de ces trois années. Enfin, merci à toi, Grecia, pour ton accompagnement, et sans qui ce travail n'aurait pu aboutir.

TABLE DES MATIERES

Remerciements **1**

Sigles et acronymes **11**

Introduction Générale **13**

CHAPITRE 1 : Réallouer l'eau vers l'environnement ? Contexte, problématique, et cadre d'analyse **19**

1 Contexte : les instruments permettant la réallocation d'eau vers les milieux naturels 20

1.1 Des grands aménagements à la gestion de la demande et aux réallocations entre usages 20

1.2 Les mécanismes de concurrence et fondés sur le marché 24

1.2.1 Les marchés de l'eau 24

1.2.2 La tarification : « putting the right price tag on water » 32

1.2.3 Les labels et 'best practices' 34

1.3 Les mécanismes incitatifs et de coopération 34

1.3.1 Les investissements publics pour la modernisation des réseaux d'irrigation 34

1.3.2 Institutions pour la gestion collective de l'eau 43

1.3.3 Observation et connaissance 44

1.4 Les mécanismes réglementaires 44

1.5 Une boîte à outils pour réallouer l'eau vers l'environnement 44

2 Problématique et questions de recherche 47

2.1 De la boîte à outils à la sociologie de l'action publique : trajectoires et territorialisations des politiques de réallocation d'eau vers l'environnement 47

2.2 Objectifs et questions de recherche 48

3 Cadre théorique 48

3.1 L'analyse des politiques publiques dans le temps long : dépendances au sentier, paradigmes et incrémentalisme 48

3.1.1 Dépendances au sentier dans les politiques de l'eau : le poids des infrastructures, des relations de pouvoir et des facteurs cognitifs 48

3.1.2 Les paradigmes d'action publique : cadres cognitifs, objectifs et instruments 50

3.1.3 Changement de paradigme et ambiguïtés des arrangements institutionnels 52

3.2 Analyse des instruments d'action publique : de l'élaboration à la mise en œuvre 53

3.3 *Political ecology* et territoires hydro-sociaux 54

3.4 Sciences politiques et *Political Ecology* 56

4 Méthodologie et terrain d'étude 57

4.1 Approche monographique dans un terrain « laboratoire » : le bassin de la Durance .. 57

4.2 Etudes de cas 64

4.2.1 Compte Epargne Volume (CEV) 64

4.2.2 Contrats de canaux (Basse-Durance et plaine de la Crau, système CED) 64

4.2.3 PGRE (Moyenne Durance) 64

4.3 Matériel de recherche et analyse des données 64

4.3.1 Littérature scientifique et grise 64

4.3.2 Entretiens semi directifs et enquêtes 65

4.3.3 Observations participantes et séjours en administration 66

4.3.4 Analyse des données 67
5 Axes de recherche et hypothèses 67

CHAPITRE 2: Paradigmes d'action publique et gestion quantitative : de l'allocation totale des ressources aux économies d'eau 71
1 Le paradigme des grands ouvrages (1946 – 1980) : aménagement de la vallée de la Durance et exploitation de l'eau, de l'espace et des sédiments 72
1.1 Les origines de la mission hydraulique : des premiers aménagements à 1945 72
1.1.1 La Durance, des premiers aménagements à 1800 : protection contre les crues et déboisement..... 72
1.1.2 XIXe siècle : conquête agricole, développement de l'irrigation et reboisement 73
1.1.3 Première moitié du XXe siècle : projets de barrage pour répondre aux « pénuries d'eau agricoles et industrielles »..... 77
1.2 Etat providence, mission hydraulique et le temps des grands aménagements 80
1.2.1 Etat providence d'après-guerre..... 80
1.2.2 La mission hydraulique et le paradigme des grands ouvrages..... 80
1.2.3 L'aménagement de la Durance : « le chantier du siècle »..... 85
1.3 Les deux phases d'aménagement du bassin de la Durance 86
1.3.1 La première phase d'aménagement du bassin de la Durance : 1946-1970 86
1.3.2 La deuxième phase d'aménagement du bassin de la Durance : 1970 – 1980 90
1.3.3 Vers une allocation totale des ressources en eau 96
1.4 Conséquences des aménagements sur les usages historiques et développement de nouveaux usages 99
1.4.1 Evolution des droits d'eau agricoles dans le cadre de l'aménagement Durance-Verdon 99
1.4.2 Evolution des surfaces irriguées et de desserte en eau 103
1.4.3 Extraction de sédiments 107
1.5 Un jeu d'acteurs structuré autour des filières agricole et hydroélectrique 108
2 Paradigme de gestion de la demande et économies d'eau pour les usages productifs : 1982-2002 109
2.1 Le tournant des années 1980 : les économies d'eau pour répondre aux nouveaux usages 109
2.1.1 Fin du modèle de l'Etat Providence : des grands investissements à la limitation des dépenses 109
2.1.2 Le paradigme de gestion de la demande : économies d'eau pour les usages productifs dans le bassin RMC 110
2.1.3 La gestion de la demande en eau à l'international 114
2.2 De nouveaux compromis pour développer la politique de gestion de la demande en eau 114
2.2.1 L'enrôlement des irrigants : redevance prélèvement et subvention pour la modernisation des ouvrages 114
2.2.2 L'enrôlement d'EDF : une participation financière aux modernisations et l'absence de redevance pour l'hydroélectricité 117

2.2.3 Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance et la politique d'économie d'eau pour les usages productifs (1980-2000) 119
2.3 Évolution des usages pendant la période 1980-2000 120
2.3.1 Prélèvements CED et économies d'eau 120
2.3.2 Evolution des surfaces irrigables/irriguées au niveau régional 122
2.3.3 Evolution du fonctionnement de la chaîne hydroélectrique 122
3 Paradigme environnemental et économies d'eau pour les milieux aquatiques (2003-2020) 124
3.1 Sélectivité des aides et objectifs environnementaux : les économies d'eau pour les milieux aquatiques et l'adaptation au changement climatique 124
3.1.1 Modernisation de l'action publique et évolution de la gouvernance (2000-2020) 124
3.1.2 Les politiques de l'eau en France et en Europe : nouvel essor des économies d'eau pour les milieux aquatiques (2000-2020) 125
3.1.3 Les économies d'eau pour l'environnement dans le district hydrographique Rhône Méditerranée : sélectivité des aides et principe pollueur-payeur 126
3.2 Instruments et acteurs du paradigme environnemental des économies d'eau dans le bassin de la Durance 127
3.2.1 Financements des économies d'eau (2000 – 2020) 127
3.2.2 Diminution des prélèvements de Basse-Durance en cas de dépassement de la réserve agricole de Serre-Ponçon 130
3.2.3 Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance et économies d'eau (2000-2020) 131
3.3 Evolution des usages de l'eau 131
3.3.1 Prélèvements CED et économies d'eau 131
3.3.2 Evolution des surfaces irrigables/irriguées (1970-2020) 133
3.3.3 Fonctionnement de la chaîne hydroélectrique 134
4 L'évolution des paradigmes de gestion quantitative : nouvelle configuration hydro-social et changements graduels 135

CHAPITRE 3 : Ouvrir la boîte noire des réallocations d'eau vers l'environnement : le Compte Epargne Volume et la naturalisation d'arbitrages politiques 137
1 Introduction : ouvrir la boîte noire des réallocations d'eau vers l'environnement 138
2 Origine du Compte Epargne Volume : 1997-2016 140
2.1 Statut juridique des économies d'eau 140
2.2 Les premiers accords entre irrigants et EDF (protocole de 1997 et convention C1) 140
2.3 Accords entre l'Agence de l'eau et les irrigants (contrats de canaux, 2008-2019) 141
2.4 Renouvellement de la convention entre irrigants et EDF (convention C2) 143
2.5 Le Compte Epargne Volume (2016) 144
3 Calculs, mesures et équivalences dans le CEV : de l'eau économisée à l'eau réallouée 147
3.1 Principes de fonctionnement du CEV 147
3.2 Eligibilité des projets et transparence du fonctionnement du CEV 152
3.3 Economies calculées et économies réelles 152
3.3.1 Incertitudes liées aux économies d'eau 152
3.3.2 Le caractère performatif des procédures de quantification 153
4 Réallocations vers l'environnement depuis le Compte Epargne Volume 155
4.1 Enjeux environnementaux dans le bassin de la Durance 155

4.1.1 Evolutions réglementaires, évènements extrêmes et mise en évidence des impacts écologiques des aménagements 155
4.1.2 Les impacts des aménagements sur l'hydromorphologie et les milieux naturels .. 155
4.1.3 Les affluents déficitaires du bassin de la Durance 159
4.1.4 Les impacts des aménagements sur l'étang de Berre 160
4.1.5 Problématiques du régime de restitution d'eau en Basse-Durance 160
4.1.6 Continuité écologique pour les espèces amphihalines migratrices 161
4.1.7 Bilan sur les enjeux environnementaux dans le bassin de la Durance 161
4.2 Lâchers de décolmatage 163
4.2.1 Contexte et objectifs 163
4.2.2 Analyse des expériences de lâchers réalisées (2007-2017) 164
4.3 Mise en transparence des ouvrages pendant les crues 166
4.3.1 Les « transparences en crue » : des études globales au contrat de rivière 166
4.3.2 Positions des acteurs sur les mises en transparence des ouvrages 168
4.4 Réallocations vers les affluents déficitaires du bassin de la Durance 169
4.4.1 Contexte 169
4.4.2 Le Buëch 169
4.4.3 Le Sasse 171
4.4.4 Le Vanson 172
4.4.5 Le Jabron 174
4.4.6 Autres projets potentiels et lien avec l'article 50 175
4.5 Expérimentation de lissage des restitutions d'eau à Mallemort 176
4.6 Ambiguïtés et incertitudes en lien avec les réallocations d'eau vers l'environnement 180
5 Gouvernance du Compte Epargne Volume 181
5.1 Gouvernance environnementale et outils de coordination/participatif 181
5.2 Le cadre de gouvernance tel qu'il est décrit dans le protocole 182
5.3 Le cadre de gouvernance tel qu'il est pratiqué actuellement 182
6 Intérêts historiques en faveur des économies d'eau, effets de « verrouillage » et rationalité moderne 185
6.1 Intérêts croisés des acteurs pour parvenir à un accord et poursuivre les économies d'eau 185
6.1.1 Agence de l'eau 185
6.1.2 EDF 186
6.1.3 Les services de l'Etat 186
6.1.4 Le secteur agricole 187
6.1.5 La Région Paca et les conseils départementaux 188
6.1.6 Associations environnementales et fédérations de pêche 188
6.1.7 Autres usagers de l'eau du bassin de la Durance 188
6.2 Effets de verrou des infrastructures et institutions existantes, et rationalité « moderne » 189

7 Le CEV : un arrangement ambigu permettant une avancée graduelle vers une nouvelle répartition des volumes économisés 190

CHAPITRE 4 : Territorialisations des politiques d'économie d'eau dans les grands périmètres irrigués de Basse-Durance 193

1 Introduction : modernisation et dynamique des territoires hydro-sociaux 194
2 Contrats de canaux et évolution des règles de financement de l'hydraulique agricole 196
2.1 Origine des contrats de canaux 196
2.2 Premiers contrats de canaux : ASAs dépendant du canal mixte (84) et ASA du canal de Manosque (04) 199
2.3 Part des contrats financés par l'Agence de l'eau et évolution des règles de financement de l'hydraulique agricole au niveau régional 202
2.4 Economies d'eau prévues et réalisées dans le cadre des six premiers contrats de canaux 203
2.5 Autres contrats de canaux 203
3 Moderniser et faire revivre les fondateurs du canal de Carpentras : justice pour « les gens d'en haut » 209
3.1 Le cas du canal de Carpentras 209
3.2 1857-1960 : la lutte d'ingénieurs visionnaires, vers l'atteinte de l'âge d'or du Comtat 210
3.2.1 Des échecs à l'inauguration du canal le 12 juillet 1857 210
3.2.2 Problèmes financiers, désengagement des propriétaires et crise agricole (1850-1890) 211
3.2.3 1890 – 1960 : l'âge d'or du comtat irrigué ou « royaume de la fraise » 211
3.2.4 Déterminants politiques et conséquences de l'âge d'or du Comtat 213
3.3 1970-2004 : économies d'eau et extensions, vers un nouveau modèle économique et politique 215
3.3.1 Les changements majeurs des années 1960-1970 215
3.3.2 Les économies d'eau pour entrer dans la modernité et étendre les réseaux sous pression 217
3.4 2005-2017 : le contrat de canal, prolongement et ajustements de la politique amorcée dans les années 1980 222
3.4.1 Prolongement de la politique de modernisation/extension 222
3.4.2 Ajustements pour une nouvelle répartition des économies d'eau et impacts environnementaux 229
3.4.3 Conclusion 235
4 La recherche de consensus dans la plaine de la Crau : optimiser un « territoire d'équilibre entre espaces et usages » 236
4.1 Le cas de la plaine de la Crau 236
4.2 La plaine de la Crau : un agro-écosystème diversifié soumis à des tensions nouvelles 236
4.2.1 La Crau sèche et le pâturage ovin extensif 236
4.2.2 Infrastructures hydrauliques de la Crau et irrigation (« Crau Humide ») 238
4.2.3 Le foin de Crau et l'élevage ovin : deux productions complémentaires 241
4.2.4 Un agroécosystème aux multiples bénéfices environnementaux 243
4.2.5 Usages dépendant de la nappe de Crau 245

4.2.6 Un système qui a perduré depuis de nombreuses années mais qui montre des signes de fragilité 246
4.3 Compromis historiques et négociations sur la redevance prélèvement et les subventions pour l'hydraulique agricole 249
4.3.1 La construction d'un territoire hydro-social systémique ou « d'équilibre entre espaces et usages complémentaires » pour remettre en cause la redevance prélèvement (1980-2000) 249
4.3.2 Modification du calcul de la redevance et nouvelles conditions de financement de l'hydraulique agricole (2000-2020) 252
4.4 Le contrat de canal et son échec : mise en valeur du territoire « d'équilibre entre usages et espaces » et optimisation 253
4.4.1 Défendre l'irrigation en Crau et les équilibres qui en dépendent 253
4.4.2 Optimiser » la gestion de l'eau en Crau : tentative d'agencement du territoire hydro-social avec la politique d'économie d'eau 255
4.5 Recherche de consensus pour la modernisation du canal de Craponne Branche d'Arles 257
4.5.1 Le canal de Craponne Branche d'Arles et le projet de régulation 257
4.5.2 Etude SCP et scénarios de régulation envisagés 260
4.5.3 Echec du projet de régulation du canal de Craponne 262
4.5.4 Vers de nouveaux circuits de financements pour l'hydraulique agricole ? 263
5 Les contrats de canaux et la recherche d'ajustements entre territoires hydro-sociaux et circuits de financement 263

CHAPITRE 5 : Territorialisation des politiques de réallocation d'eau vers l'environnement en Moyenne-Durance 267
1 Introduction : traduction des règles de gestion quantitative en nouveaux projets d'infrastructures 268
2 Gestion quantitative de l'eau et débits environnementaux en Europe, en France et dans le bassin RMC 270
2.1 Gestion quantitative de l'eau et débits réservés en Europe 270
2.2 Gestion quantitative de l'eau et débits réservés en France 271
2.2.1 Réglementation liée aux débits écologiques 271
2.2.2 Réglementation liée aux financements d'infrastructures 274
2.3 Gestion quantitative de l'eau dans le bassin RMC 276
3 Traduction de la réforme des volumes prélevables dans le bassin de la Durance : nouveaux transferts d'eau vers les affluents déficitaires 279
3.1 Les affluents déficitaires du bassin de la Durance 279
3.2 Vers de nouveaux transferts d'eau pour la sécurisation des bassins déficitaires 283
3.2.1 Sécurisation de l'accès à l'eau, équité et adaptation au changement climatique 283
3.2.2 L'eau du CEV pour les transferts d'eau, et les transferts pour légitimer le CEV 284
3.2.3 Les PGRE du bassin de la Durance 284
4 Traduction de la réforme des volumes prélevables dans le bassin du Jabron : de la contestation au développement d'un « *hydro-social fix* » 286
4.1 Présentation du bassin du Jabron : hydrologie et usages de l'eau 286
4.1.1 Caractéristiques principales du bassin du Jabron 286

4.1.2 Usages de l'eau agricoles 288
4.1.3 Des étiages naturellement sévères aggravés par les activités anthropiques 290
4.2 L'Etude Volume Prélevables et ses contestations au niveau local 292
4.3 Le Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE) pour élaborer un « *hydrosocial fix* » 295
4.3.1 Le projet d'extension du réseau du Thor 295
4.3.2 Assemblage » des acteurs autour de la solution d'extension du réseau du Thor .. 296
4.4 La ZRE pour assurer la rentabilité du projet et l'efficacité de la substitution 297
5 Traduction de la réforme des volumes prélevables dans le bassin du Sasse : pratiques de recyclage pour « mettre fin aux privilèges monarchiques » 299
5.1 Présentation du bassin du Sasse 299
5.1.1 Caractéristiques générales 299
5.1.2 Occupation du sol et usages de l'eau 299
5.1.3 Des dynamiques hydrologiques complexes à l'étiage 300
5.2 Deux siècles de conflits entre agriculteurs de Sisteron et de Valernes (1780-1980) .. 301
5.2.1 Construction du canal de Saint Tropez et conflits entre usagers amont/aval 301
5.2.2 Nouveaux aménagements et augmentation des tensions dans les années 1960 .. 304
5.3 Un projet de modernisation pour en finir avec « les privilèges monarchiques » (1980-2004) 305
5.4 Réforme des volumes prélevables et dépolitisation du projet de modernisation 308
6 Incertitudes liées aux projets de transfert d'eau et modernisation et effets sur l'environnement 311
6.1 Incertitudes techniques et économiques liées aux projets de modernisation 311
6.2 Effets sur l'environnement et incertitudes 312
6.2.1 Incertitudes dans les Etudes Volumes Prélevables 312
6.2.2 Calcul des économies d'eau 313
6.2.3 Changements de système de culture 314
7 Traduction-évitement et traduction-recyclage en Moyenne-Durance 315
CHAPITRE 6 : Paradigmes d'action publique, instruments et territoires hydro-sociaux 317
1 Les types de changement dans un contexte de dépendance au sentier 318
1.1 Les facteurs de dépendance au sentier (résultats et comparaison) 318
1.2 Changements graduels en faveur d'une réallocation vers les milieux naturels et ambiguïtés 320
2 Les effets propres de l'instrumentation de l'action publique : techniques de gouvernement et effets cognitifs 324
2.1 Instrumentation, nouvelle gouvernance et New Public Management (NPM) 324
2.1.1 Les instruments d'une « nouvelle gouvernance » 324
2.1.2 Instruments et New Public Management 331
2.2 Les effets cognitifs des techniques de commensuration : un « outil de preuve » 335
3 Evolution des territoires hydro-sociaux et dynamiques de l'action publique 339
Conclusion Générale 345
Bibliographie 351
Liste des Figures 379

Liste des Tableaux 389
Listes des Annexes 391

Sigles et acronymes

AERMC : Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse

ASA : Association Syndicale Autorisée

ASCO : Association Syndicale Constituée d'Office

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DDT : Direction Départementale des Territoires

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DOE : Débit d'Objectif d'Étiage

CACG : Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne

CED : Commission Executive de la Durance

CEN PACA : Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur

CJCE : Cour de Justice des Communautés européennes

CNARBRL : Compagnie Nationale d'Aménagement Régional du Bas-Rhône Languedoc

COP : Céréales – Oléoprotéagineux

CS : Comité Scientifique

EDF : Électricité De France

EPTB : Établissement Public Territorial de Bassin

EVP : Étude Volume Prélevable

FPEIR : Facteurs, Pressions, États, Impacts, Réponses

GEMAPI : Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations

GIPREB : Gestion intégrée, prospective et restauration de l'étang de Berre

HVA : Haute Valeur Ajoutée

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

MTES : ministère de la Transition Écologique et Solidaire

OFB : Office Français de la Biodiversité

ONDE : Observatoire National des Données sur l'Étiage

ONEMA : Office National des Eaux et des Milieux Aquatiques

OUGC : Organisme Unique de Gestion Collective de l'irrigation

PACA : Provence-Alpes-Côte d'Azur

PGRE : Plan de Gestion de la Ressource en Eau

PTGE : Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau

RGA : Recensement Général Agricole

RMC : Rhône Méditerranée Corse

RTM : Restauration des Terrains de Montagne

SCP : Société du Canal de Provence

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SICAS : syndicat intercommunal des Alpilles septentrionales

SMAVD : Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance

SOURSE : Schéma d'Orientations pour une Utilisation Raisonnée et Solidaire de la ressource en Eau

SPEPE : Secrétariat Permanent à l'Étude du Problème de l'Eau

SRAE : Service Régional de l'Aménagement des Eaux

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZRE : Zone de Répartition des Eaux

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

Introduction générale

Depuis le début des années 2000, la gestion quantitative de l'eau est devenue centrale dans les politiques européennes et françaises pour répondre aux objectifs environnementaux fixés dans la Directive Cadre sur l'Eau. En application du schéma *« Facteurs, Pressions, États, Impacts*, *Réponses (FPEIR) »,* l'augmentation de l'efficience des réseaux d'irrigation constitue l'une des principales réponses visant à diminuer la pression des prélèvements sur les milieux aquatiques (Berman et al., 2012).

Le gain d'efficience est le plus souvent généré par le passage de systèmes d'irrigation gravitaires traditionnels, à la raie ou par submersion, à des systèmes tels que l'aspersion ou le goutte-à-goutte. Il s'agit aussi de passer de canaux à ciel ouvert, en terre ou en béton (souvent associé à des prairies), à des conduites sous pression enterrées (plus adaptées à l'arboriculture et au maraichage notamment) (Figure 1). Le cuvelage des canaux en terre (qui sont alors bétonnés) est une deuxième action permettant de réduire les fuites lors du transport de l'eau. Enfin, la régulation des systèmes constitue une troisième option, par exemple avec l'automatisation de vannes de distribution de l'eau.

En France, alors que la création de retenues d'eau est devenue particulièrement conflictuelle, l'augmentation de l'efficience des infrastructures d'irrigation est généralement consensuelle et fait l'objet de peu de débats. Un communiqué conjoint des ministères de l'Agriculture et de l'Environnement sur la gestion quantitative de l'eau soulignait récemment qu' « *Il s'agit de raisonner en premier lieu sur les actions en faveur des économies d'eau et à intégrer si nécessaire les actions sur l'offre, tel que le stockage d'eau* »[1]. Lors d'un colloque national organisé par les agences de l'eau sur le thème « eau et changement climatique », la modernisation des infrastructures est apparue également comme la première mesure à mettre en œuvre pour s'adapter aux tensions futures sur la ressource. Le gain d'efficience est considéré comme une mesure « sans regret », c'est-à-dire dont les effets seront positifs quelle que soit l'ampleur du changement climatique[2]. L'augmentation de l'efficience des réseaux d'irrigation correspond ainsi à une mesure technique s'imposant d'elle-même, nécessairement bénéfique pour les milieux naturels.

Cependant, de nombreuses études ont permis de renseigner des exemples où les résultats attendus étaient inférieurs, voire même contraires, à ce qui était prévu (Grafton et al., 2018). Dans les cas de l'Espagne et de l'Australie, qui ont fait l'objet de nombreuses analyses, les bénéfices environnementaux des économies d'eau ont rarement pu être mis en évidence. Le point essentiel consiste à différencier l'eau *prélevée* par un canal (prélèvement brut), et l'eau *consommée* par les plantes (prélèvement net). En faisant évoluer les infrastructures d'irrigation, on diminue principalement les prélèvements bruts, mais on considère rarement le fait que l'eau qui n'est pas consommée par les plantes rejoint les nappes ou les rivières plus à l'aval, et soutient éventuellement d'autres usages ou des milieux naturels.

En fait, les économies d'eau correspondent à une redistribution des flux à l'échelle du bassin versant. Les impacts de la modernisation dépendent donc de nombreux facteurs, comme la possibilité d'augmenter les surfaces irriguées et les rendements, les réglementations existantes sur les autorisations à prélever, l'existence de quotas, la modification des chemins de l'eau, ou encore les possibilités techniques de réallouer l'eau vers l'environnement. La Cour des Comptes Européenne a très récemment publié un rapport qui souligne certains de ces problèmes dans l'allocation des fonds de la Politique Agricole Commune à la modernisation des infrastructures. D'après ce rapport, les

[1] Communiqué des ministères de l'Agriculture et de l'Environnement du 25 septembre 2018. www.ecologie.gouv.fr/gestion-ressource-en-eau-agriculture-et-changement-climatique-francois-rugy-et-stephane-travert

[2] Eau et Changement Climatique, Agir pour ne pas subir. Colloque du 15 novembre 2018. https://www.lesagencesdeleau.fr/2018/11/14/2375/

subventions sont ainsi susceptibles « *d'encourager à consommer plus qu'à consommer mieux* » (Cour des Comptes Européennes, 2021).

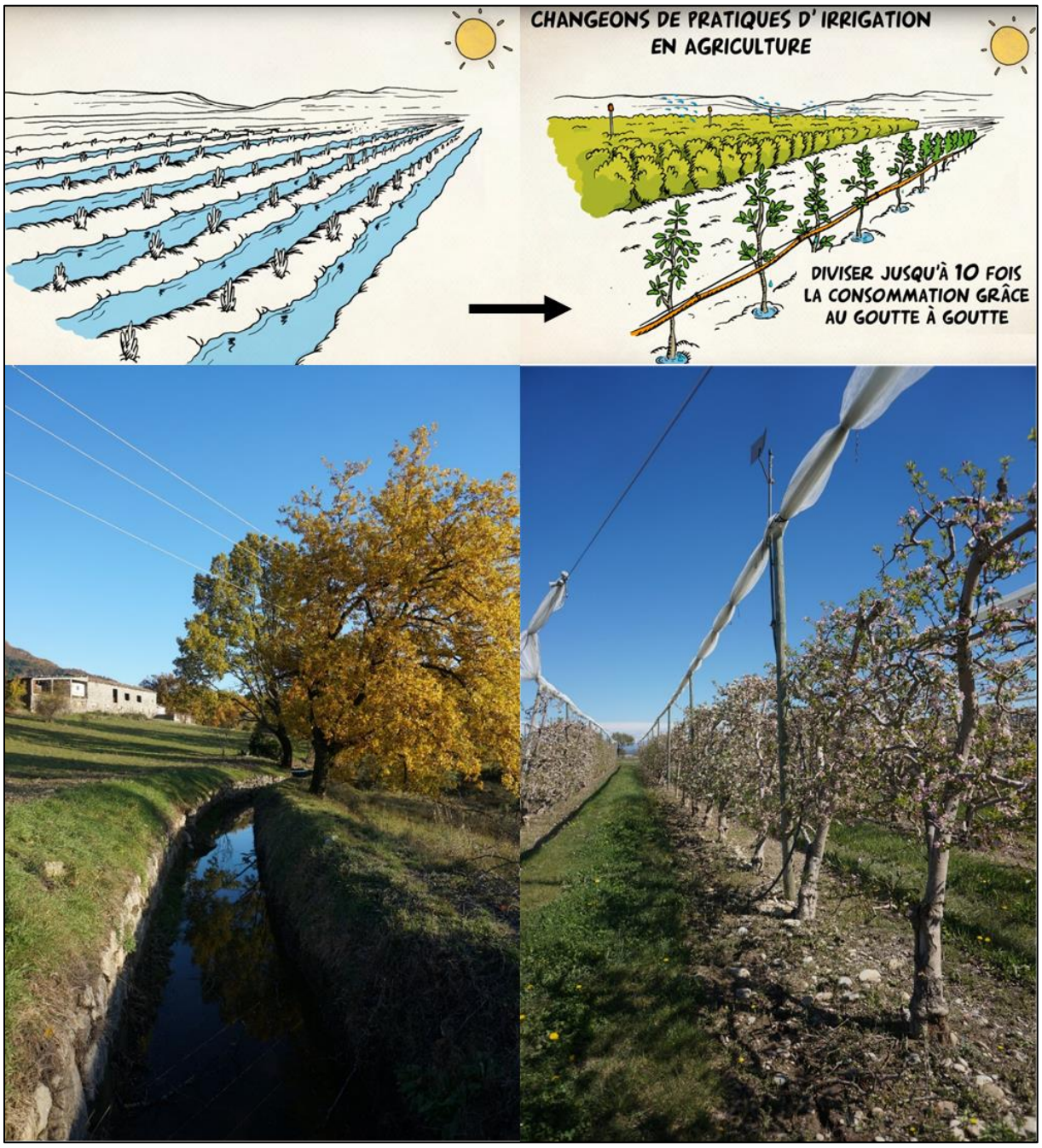


Figure 1 : Passage depuis des systèmes d'irrigation gravitaires à des systèmes sous pression (aspersion). Source : AERMC, 2014 (haut) et M. Laurenceau (bas).

Dans ce contexte, comment les modernisations agricoles peuvent-elles apparaître comme de simples interventions techniques, non discutables ? Si la littérature scientifique est très riche sur l'analyse des aspects hydrauliques et hydrologiques, comme l'évaluation des économies d'eau éventuelles et leurs impacts, les enjeux politiques liés à la modernisation des canaux d'irrigation ont été plus rarement explorés (Venot et al., 2017), en particulier dans le cas de la réallocation d'eau vers l'environnement (Marshall & Alexandra, 2016).

Les économies d'eau dans le secteur agricole ont aujourd'hui pris une dimension nationale, mais les précurseurs ont été l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse et la Région Paca. En effet, les politiques de modernisation ont été promues dans le Sud Est de la France dès le début des années 1980. Les principaux secteurs concernés étaient le bassin de la Durance et les territoires desservis par ses eaux.

Grâce à cette profondeur historique, et aux multiples infrastructures rendant visibles les interdépendances multiples entre usagers de l'eau et l'environnement, le bassin de la Durance représente un cas idéal pour explorer les enjeux politiques liés aux économies d'eau et à leur réallocation.

En effet, les redistributions de l'eau suite à la modernisation des infrastructures sont souvent difficiles à évaluer, car elles sont complexes, irrégulières et peu visibles. Dans le cas de la Durance, les aménagements des années 1960 ont totalement transformé la circulation des flux d'eau et de sédiments, avec la construction de 15 barrages alimentant 22 centrales hydro-électriques et de nombreuses villes et industries. Un canal a été construit pour dévier la majeure partie des flux d'eau et longe la rivière sur près de 200 kilomètres, en partant depuis le barrage de Serre-Ponçon (canal EDF ; Figure 2). Suite à ces aménagements, les prises d'eau des canaux agricoles ont été connectées au canal EDF. De ce fait, l'eau économisée au sein des différents périmètres irrigués rejoint directement l'aménagement hydro-électrique, rendant « visibles » les réallocations à l'échelle du bassin. Cette redirection massive d'une rivière vers un canal parallèle, qui a peu d'équivalents dans le monde, fait de la Durance un bassin tout à fait exceptionnel.

Trois instruments de politique publique spécifiques ont ainsi été mis en place à partir des années 2000, afin de déterminer les volumes qui devraient revenir aux milieux naturels, aux canaux agricoles ou à la production hydroélectrique. La possibilité de suivre où va l'eau économisée, la multiplicité d'acteurs, d'usages et de dispositifs de gestion, ainsi que l'historique des politiques d'économie d'eau, font du bassin de la Durance un « laboratoire » pour explorer les négociations politiques autour de la redistribution des ressources en eau.

Nous suivrons trois axes principaux d'investigation. Premièrement, nous explorerons les paradigmes qui sous-tendent les politiques d'économie d'eau dans le Sud Est de la France et leur évolution au cours du temps. L'objectif est d'identifier les visions du monde et les coalitions d'acteurs qui les supportent. Il s'agit également d'analyser les dynamiques du changement institutionnel et les transitions entre les différents paradigmes. Deuxièmement, nous analyserons les instruments de politique publique qui permettent la mise en œuvre des politiques d'économie d'eau. L'enjeu est de dépasser leur neutralité apparente pour étudier les arbitrages et les compromis liés à leur fonctionnement et leurs réglages. Troisièmement, nous interrogerons les dynamiques de territorialisation des modernisations d'infrastructure dans quatre terrains différents. Cela nous permettra d'analyser les dynamiques ascendantes et descendantes de traduction, reformulation et réappropriation des projets, financements et instruments.

Le cadre théorique repose sur les sciences politiques et la *Political Ecology*. Nous mobilisons le néo-institutionnalisme historique, qui vise à caractériser les trajectoires d'évolution de politiques publiques dans le temps long, et les possibilités de changements dans des contextes contraints par les décisions passées. Nous nous appuyons également sur l'approche sociologique des instruments de politique publique, qui permet de rentrer dans la « mécanique interne des instruments », d'analyser leur élaboration et réglages, ainsi que les résistances auxquelles ils font face. L'instrument est alors le véhicule de rationalités, provoque des effets de cadrages, et participe à la naturalisation d'arbitrages politiques. Enfin, la *political ecology* met au cœur de l'analyse la compréhension des effets, des flux d'eau et des infrastructures, en contrepoint des justifications qui les accompagnent. En particulier, il s'agit alors de faire le lien entre la répartition des coûts et bénéfices entre acteurs et avec l'environnement, et les instruments et discours qui légitiment cette répartition.

Figure 2 : Barrage de Serre Ponçon à la confluence de l'Ubaye et de la Durance (haut) et canal EDF qui longe la Durance (bas). Source : M. Laurenceau.

La thèse est organisée en six chapitres. Dans le premier chapitre, nous présentons les différents instruments d'action publique qui ont été déployés pour la réallocation d'eau vers les milieux aquatiques, et les vifs débats qui animent la littérature scientifique. Les lacunes et éléments que nous tenterons de développer sont présentés, ainsi que la problématique générale. Le cadre théorique, la

méthodologie, et le terrain de la thèse sont ensuite décrits. Enfin, les principaux axes de recherches et hypothèses sont présentés.

Le deuxième chapitre retrace l'évolution de la gestion quantitative de l'eau dans le bassin de la Durance. Il met en avant trois paradigmes qui se sont succédé entre 1946 et 2020 : a) gestion de l'offre et grands aménagements, b) gestion de la demande pour le développement des usages agricole et hydro-électrique, et c) économies d'eau pour les milieux naturels. Ces trois paradigmes sont présentés, puis nous discutons de la question du changement institutionnel et de la place des compromis entre paradigmes.

Dans le troisième chapitre, nous détaillons le processus d'élaboration et le fonctionnement du Compte Epargne Volume, qui correspond au principal instrument de politique publique visant à réallouer l'eau économisée vers les milieux naturels du bassin de la Durance. Nous analysons comment fonctionne la comptabilité des économies d'eau et les ambiguïtés qui la caractérisent. Nous soulignons ensuite la place de ces ambiguïtés et incertitudes dans la mise en place du changement institutionnel, en particulier dans un cadre contraint par des coalitions d'acteurs et institutions héritées du passé.

Dans le quatrième chapitre, nous étudions la mise en œuvre des politiques d'économies d'eau à l'échelle de deux territoires de Basse-Durance : le canal de Carpentras et la plaine de la Crau. Nous montrons comment le succès ou l'échec des projets de modernisation repose sur des constructions discursives permettant d'aligner les dimensions idéelles et matérielles des territoires hydro-sociaux, avec des règles de financement et des objectifs environnementaux.

Dans le cinquième chapitre, nous présentons les processus de traduction ayant permis la mise en œuvre de débits environnementaux en Moyenne Durance, à partir des cas d'étude du bassin du Sasse et du Jabron (deux affluents). Nous montrons comment les objectifs environnementaux ont été traduits en nouveaux projets d'infrastructure, largement consensuels.

Finalement, le sixième chapitre offre une discussion des résultats présentés en les confrontant à la littérature scientifique. Trois thématiques sont abordées : les processus de changement institutionnel et la place des ambiguïtés ; les effets propres des instruments de politique publique ; et les enjeux liés à la territorialisation des politiques d'économie d'eau.

Réallouer l'eau vers l'environnement ? Contexte, problématique, et cadre d'analyse

Dans de nombreux endroits du monde, une meilleure prise en compte des besoins en eau des milieux aquatiques est devenue l'une des priorités de la gestion de l'eau. Les prélèvements excessifs représentent la deuxième pression anthropique sur les masses d'eau européennes, et des efforts sont déployés afin de réallouer une partie de l'eau vers l'environnement. Ce chapitre introductif présente les différents instruments d'action publique qui ont été déployés pour la réallocation d'eau vers les milieux aquatiques, et les vifs débats qui animent la littérature scientifique. Trois aspects ont peu été explorés jusqu'à maintenant : les paradigmes d'action publique dans lesquels s'insèrent la réallocation d'eau vers l'environnement, l'analyse sociologique des instruments de politique publique, et les dynamiques de territorialisation. Il est proposé d'étudier ces trois questionnements et leurs interactions à partir du cas de la Durance, dans le sud-est de la France. Après une courte description du terrain, le cadre théorique, la méthodologie et les hypothèses de notre travail sont présentés.

1 Contexte : les instruments permettant la réallocation d'eau vers les milieux naturels

1.1 Des grands aménagements à la gestion de la demande et aux réallocations entre usages

L'analyse des trajectoires de bassins versants, définies comme l'évolution des relations entre les dynamiques environnementales d'une part, et les dynamiques socio-économiques et politiques d'autre part, a permis de mettre en évidence des régularités caractéristiques au cours du temps (Molle & Wester, 2009). Bien qu'elles puissent être en partie concomitantes, deux phases majeures ont été identifiées. La première repose sur une mobilisation accrue de la ressource, et se caractérise par de grands projets d'infrastructures et une augmentation des prélèvements. Les aménagements sont généralement pilotés par les États et leurs « *bureaucraties hydrauliques* » (Molle et al., 2009), et gérés par des agences comme la Tennessee Valley Authority (TVA) aux États-Unis. Cette période débute en France à partir du XIX^{e} siècle et s'intensifie après la seconde guerre mondiale avec la construction de grands barrages jusque dans les années 1970 (Narcy, 2004 ; Ghiotti, 2006).

L'augmentation excessive des prélèvements pour répondre à la croissance continue des besoins historiques (agriculture, eau potable, industrie), l'émergence de nouveaux besoins comme l'environnement et le tourisme, et la possible diminution des ressources disponibles (sécheresses plus fréquentes et intenses sous l'effet du changement climatique), mènent généralement à une seconde phase de gestion de la demande (Molle & Wester, 2009) (Figure 3).

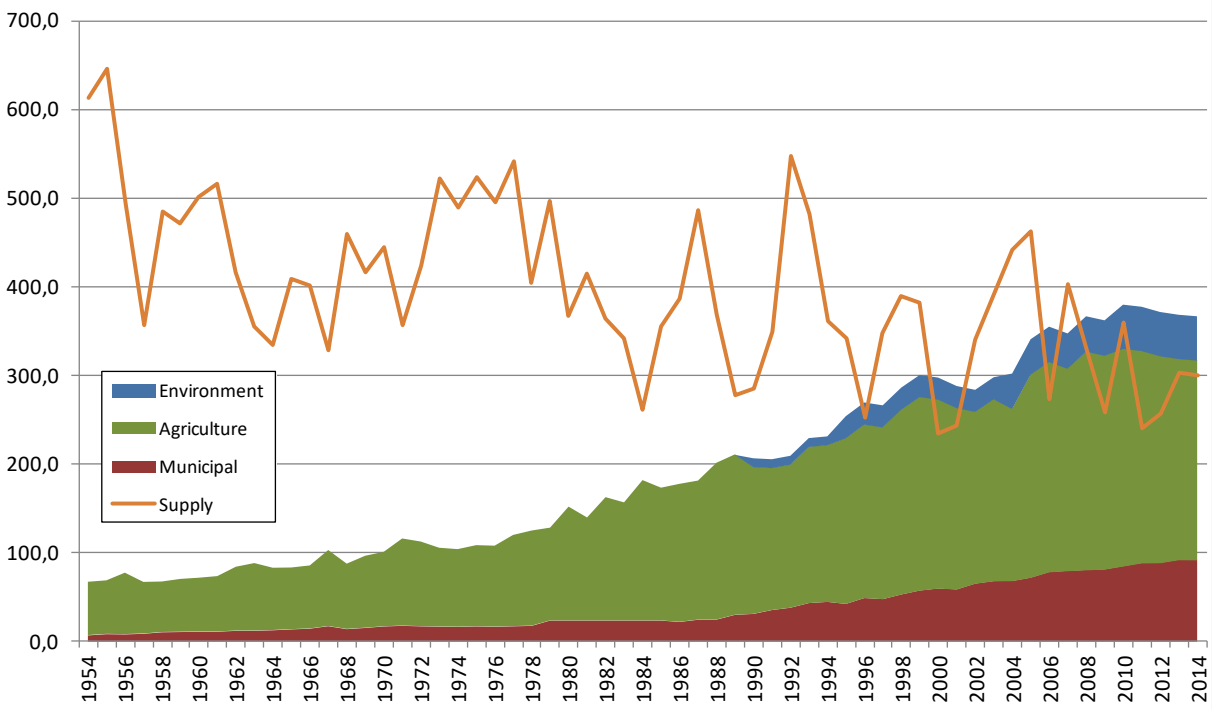


Figure 3 : Évolution schématique de l'offre et de la demande en eau dans un bassin versant. Source : Molle & Sanchis-Ibor, 2019.

La gestion de la demande (*water demand management*) consiste à privilégier l'optimisation des usages de l'eau plutôt que la mobilisation de nouvelles ressources, dont les coûts deviennent trop importants dans des bassins déjà très aménagés.

Dans un rapport de la banque mondiale, il est mentionné que la gestion de la demande en eau fait suite au consensus d'après lequel « *l'eau doit être gérée comme un bien économique et social, avec*

une approche intégrée et participative » (Bhatia et al., 1995, p. 3). Elle est définie comme « *toute mesure permettant de réduire le volume d'eau douce prélevé depuis une source souterraine ou superficielle, sans réduire la satisfaction du consommateur ou le niveau de production* » (Bhatia et al., 1995, p. 4). Il s'agit d'augmenter l'efficience d'utilisation de l'eau, par exemple en augmentant les rendements agricoles par unité d'eau prélevée ('more crop per drop' ; Vos et al., 2019), ou en réallouant l'eau depuis des secteurs peu rémunérateurs (certaines productions agricoles) vers des secteurs dégageant beaucoup de valeur économique, comme les villes et les industries (Bhatia et al., 1995 ; Rogers et al., 1998 ; Rosegrant & Ringler, 1998 ; Brooks, 2006 ; Molle & Berkoff, 2008). L'eau est ainsi comparée à l'énergie, en tant que ressource rare à économiser :

> *The analogy works despite its imperfections: water is often oversupplied relative to demand, generally underpriced relative to its intrinsic and economic values, and governed by institutions geared to augment supply rather than to manage demand* (Brooks, 2006, p. 522).

De nombreuses mesures existent afin de gérer la demande en eau, notamment : les campagnes de sensibilisation ou le développement de labels en faveur d'une utilisation rationnelle des ressources ; les investissements et subventions pour la réduction des pertes grâce à l'optimisation des systèmes de distribution d'eau potable ou agricole, la réduction des fuites, et la modification des techniques d'irrigation ; la fixation de prix incitatifs visant à diminuer la demande et à favoriser les usages les plus efficients économiquement ; la mise en place de systèmes de réallocation des droits d'usage de l'eau (réglementations, négociations formelles et informelles, ou marchés de l'eau) (Bhatia et al., 1995 ; Savenije & Van Der Zaag, 2002 ; Molle, 2010).

Molle (2010) définit la gestion de la demande en eau en fonction de trois types principaux de mesures : réduction des pertes en eau, réduction de la demande ou réallocations (Figure 4).

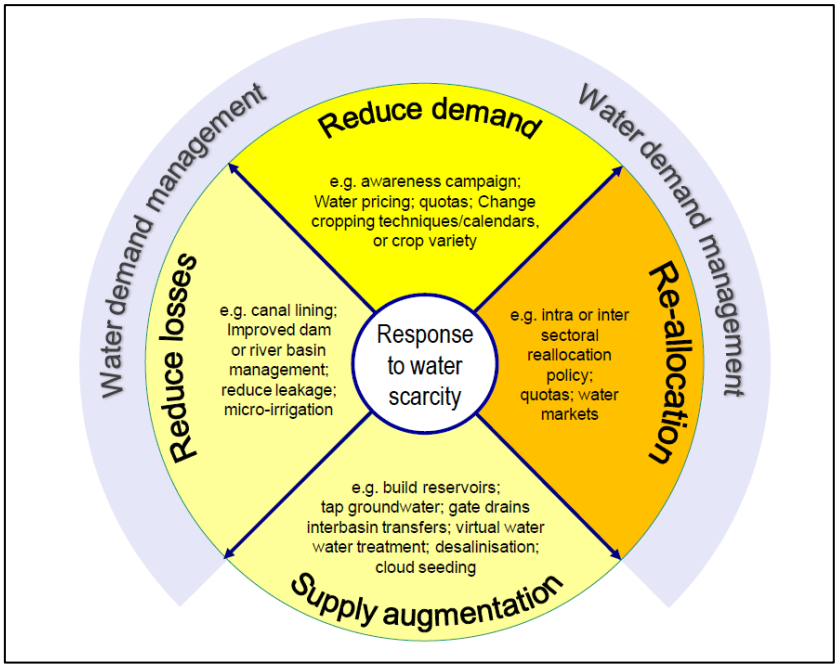


Figure 4 : Options de gestion de l'offre et de la demande en eau. Source : Molle, 2010.

Les réallocations ont également fait l'objet de différentes classifications, en fonction de l'entité concernée (marché, administration, gestion collective ; Dinar et al., 1997 ; Meinzen-Dick & Ringler, 2008), du caractère « volontaire » ou « involontaire » de la réallocation (Garrick et al., 2019), ou encore des secteurs visés (Marston & Cai, 2016).

En nous inspirant des travaux de sciences politiques sur les différents types d'instruments d'action publique (Hood, 2007 ; Lascoumes & Le Galès, 2007), nous proposons ici de classer les mesures de gestion de la demande en fonction du type de mécanisme sur lequel elles reposent : mécanismes de concurrence et de marché ; mécanismes volontaires et de coordination ; mécanismes réglementaires (Tableau 1). Cela permet de cibler les logiques sous-jacentes dans lesquelles s'intègre une grande diversité d'instruments de gestion de la demande en eau et de réallocation, faisant le lien avec différents modes de gouvernement et de légitimité (Hood, 2007 ; Lascoumes & Le Galès, 2007).

Tableau 1 : Instruments principaux de gestion de la demande en eau. Source : auteur, adapté à partir de Meinzen-Dick & Ringler (2008) ; Molle (2010).

Instruments de gestion de la demande en eau	Définition/illustrations	Type d'instrument (Hood, 2007 ; Lascoumes, 2007)
Labels/Indicateurs	Certifications et labels volontaires Indicateurs de performance	
Tarification de l'eau	Taxes sur les prélèvements/rejets "utilisateur-payeur" et/ou "polleur-payeur"	Mécanismes de concurrence et fondés sur le marché
Marchés de l'eau	Réallocations volontaires, rachats de droits d'eau pour l'environnement par des institutions publiques ou privées	
Information / connaissance	Réseaux de mesure, campagnes de sensibilisation, études	
Coordination multi-acteurs / Gestion collective	Institutions pour la gestion de l'eau, Contrats de nappe ou de rivière, Négociations formelles et informelles	Mécanismes volontaires de coordination et d'incitation
Subventions pour la modernisation des réseaux (cuvelage, régulation, conversion)	Plans d'investissements publics pour la modernisation	
Réallocations imposées par l'administration	Limites sur les droits d'eau et volumes prélevables conditions de fonctionnement des ouvrages, débits environnementaux, transferts	Mécanismes réglementaires

Beaucoup des travaux sur la gestion de la demande en eau ont porté sur l'analyse économique des comportements des usagers (Renzetti, 2012 ; Young & Loomis, 2014 ; Maggioni, 2015), et la réallocation d'eau depuis le secteur agricole vers les villes et les industries (Meinzen-Dick & Appasamy, 2002 ; Meinzen Dick & Ringler, 2008 ; Molle & Berkoff, 2008 ; Donnell et al., 2019 ; Garrick et al., 2019).

La question de la réallocation d'eau vers l'environnement était moins abordée jusqu'au développement dans les années 1990-2000 de nouvelles réglementations, de programmes de subventions et/ou de marchés de l'eau aux États-Unis, en Australie, en Chine et en Europe principalement (Tisdell, 2001 ; European Commission, 2007 ; Cai, 2008 ; Grafton & Wheeler, 2018). Après avoir largement porté sur la définition des besoins des milieux naturels aquatiques (Tharme,

2003), la littérature scientifique s'est orientée vers la question de la réallocation, avec un ancrage dans les sciences économiques (Horne et al., 2018 ; Crespo et al., 2019 ; Garrick et al., 2020) et la modélisation (Roozbahani et al., 2015 ; Momblanch et al., 2016 ; Li et al., 2019).

Depuis le début des années 2000, des objectifs ambitieux de bon état des milieux aquatiques ont été fixés dans différentes parties du monde, notamment en Europe, en Australie et aux États-Unis. La meilleure prise en compte des besoins des milieux aquatiques, dans un contexte de changement climatique et de diminution potentielle des ressources en eau, est ainsi devenue une priorité dans les politiques environnementales (European Commission, 2007 ; 2012b). Les prélèvements d'eau excessifs représentent la deuxième pression la plus importante sur les écosystèmes aquatiques européens (European Commission, 2012 b, p. 6).

Toutefois, les programmes de réallocation d'eau vers l'environnement ont subi de nombreuses critiques (Figure 5), et de vifs débats ont lieu dans la littérature scientifique (Grafton et al., 2018 ; Garrick et al., 2020 ; Lankford et al., 2020 ; Wheeler et al., 2020).

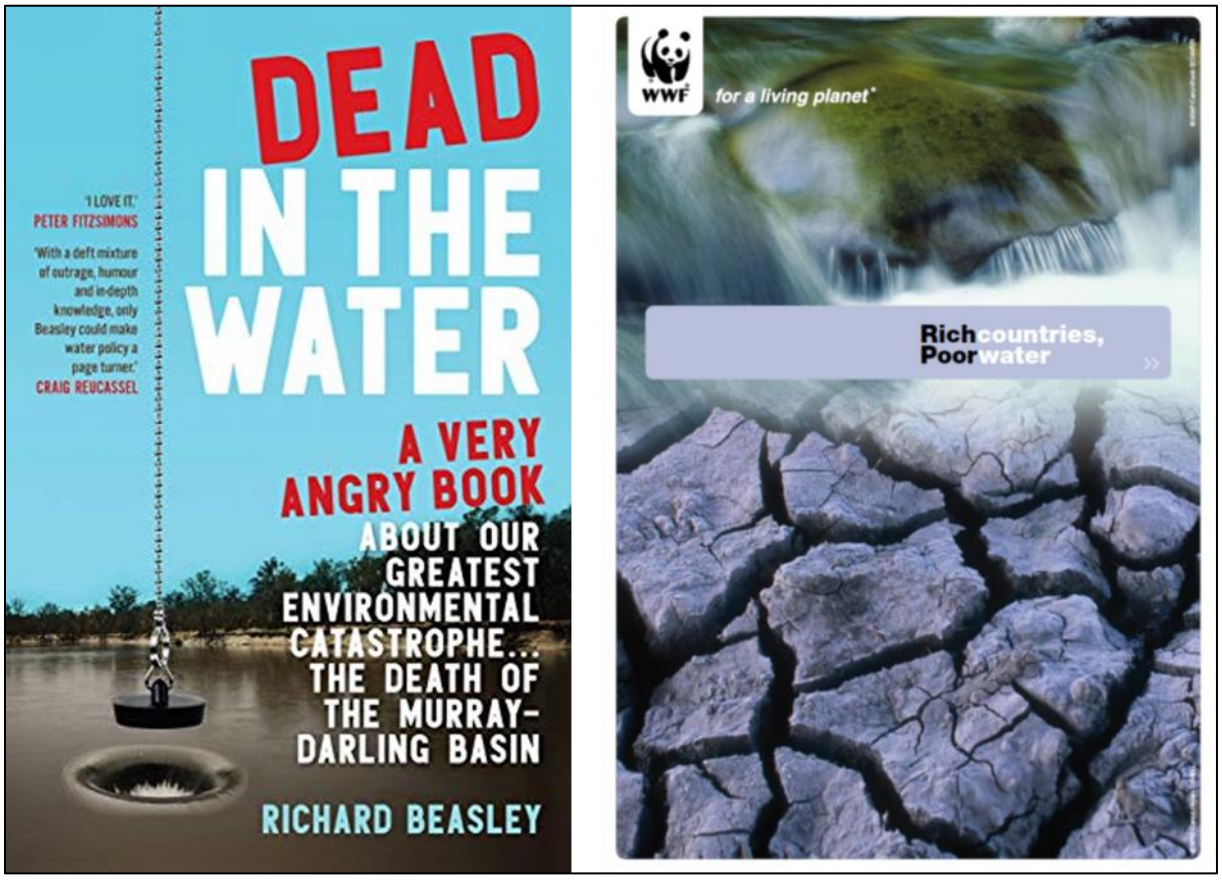


Figure 5 : Photo de couverture du libre de Beasley "Dead in the Water" sur le Murray Darling Basin en Australie (gauche). Rapport du WWF pour alerter sur les problèmes de manque d'eau, 2006 (droite).

Dans les sections suivantes, nous proposons un résumé des principales études portant sur la question de la réallocation d'eau vers l'environnement, en nous intéressant aux mécanismes de marché, de coordination et réglementaires.

1.2 Les mécanismes de concurrence et fondés sur le marché

1.2.1 Les marchés de l'eau

1.2.1.1 Principes généraux des marchés de l'eau

Concernant les réallocations vers l'environnement, le marché de l'eau est l'un des outils qui a été le plus analysé, en particulier aux États-Unis et en Australie.

Les premiers marchés de l'eau ont été créés aux États-Unis à la fin des années 1980, afin de gérer des épisodes de sécheresse intense et de diminuer les impacts des prélèvements sur l'environnement (Meinzen-Dick & Ringler, 2008 ; Kendy et al., 2018).

Les promoteurs du « *free market environmentalism* » les ont soutenus comme une solution permettant « *d'optimiser les usages, de diminuer les impacts environnementaux négatifs, et de limiter l'épuisement des dépenses publiques* » (Anderson & Leal, 2001, p. 90). Une des conditions pour l'établissement d'un marché est l'existence de droits d'eau « *clairement définis, respectés et transférables* » (ibid., p. 90). D'après la logique économique, les marchés doivent permettre une réallocation de l'eau depuis les usages les moins productifs vers ceux générant le plus de valeur ajoutée, en cas de pénurie d'eau. Ils sont également censés permettre une réallocation vers l'environnement, grâce à l'achat de droits d'eau par des administrations publiques ou des acteurs privés. L'enjeu était de parvenir à « *remplacer les politiques de l'eau par les marchés de l'eau* » :

> *Dire predictions that the blue planet will face global water shortages may unfold if we cannot supplant water politics with water markets. Growing demands for consumption, pollution, dilution, and environmental amenities will put pressure on limited resources. But those pressures need not create a water crisis if individuals are allowed to respond through market processes. Perhaps more than with other natural resources, water allocation has been distorted by politics under the notion that water is different. Some would say that water cannot be entrusted to markets because it is a necessity of life. To the contrary, because it is a necessity of life, free market environmentalism argues that water is so precious that it must be entrusted to the discipline of markets that encourage conservation and innovation* (Ibid., 2001, p. 105).

Toutefois, après plusieurs décennies d'expériences, les marchés sont aujourd'hui envisagés comme devant être intégrés dans des arrangements institutionnels plus larges, faisant intervenir de multiples acteurs dont des gestionnaires de bassin et des entités publiques (Bakker, 2014 ; Garrick et al., 2019). Les cadrages juridiques et institutionnels apparaissent essentiels pour gérer des situations de conflits, des évolutions de contexte et les impacts que peuvent avoir les échanges de droits d'eau sur certains usages exclus des transactions (« third party ») (Howe et al., 1990 ; Murphy et al., 2011 ; Wheeler et al., 2017) (Figure 6).

Les acquéreurs de droits d'eau peuvent être des acteurs associatifs privés (« *water trusts* »), des organisations gouvernementales ou des gestionnaires de bassin versant (King, 2004 ; Garrick et al., 2011). Les arrangements institutionnels constitués, selon les différents programmes et marchés mis en place, font intervenir ces acteurs à de multiples échelles entre les niveaux fédéral et local (Garrick et al., 2011).

Plusieurs études ont montré la capacité des marchés de l'eau à réallouer la ressource en temps de crise vers les usages les plus productifs, en particulier vers les villes et les industries, et ainsi limiter les dommages économiques de ces évènements (Michelsen & Young, 1993 ; Brooks & Harris, 2008). Le problème de l'effet sur les tiers (ne participant pas aux marchés) reste toutefois encore trop peu exploré (Dellapenna, 2000 ; Etchells et al., 2006).

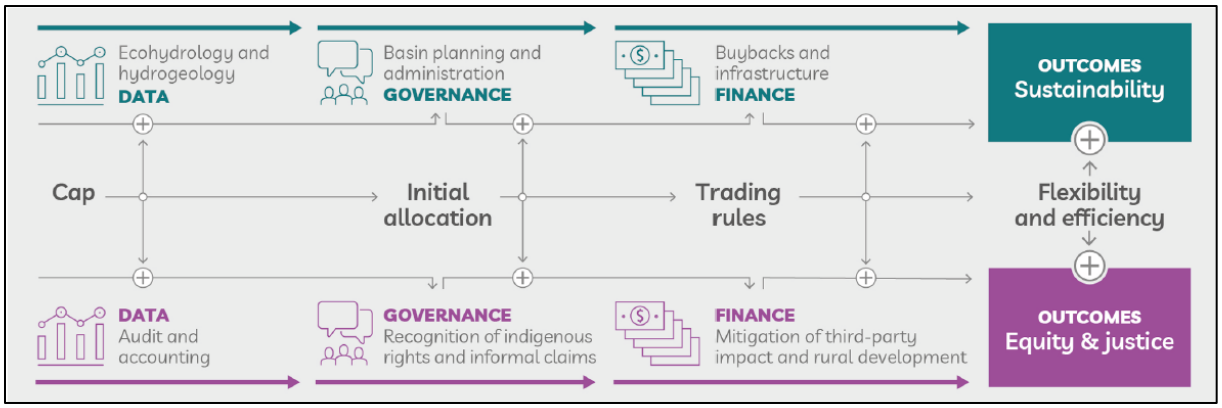


Figure 6 : A Results Chain for Water Markets to Incentivise Sustainable Water Use. Necessary Conditions and Synergistic Investments in Data, Finance and Governance. Source : Garrick et al., 2020.

Pour les réallocations vers l'environnement, les effets apparaissent plus mitigés et dépendent de nombreux facteurs, comme la possibilité d'acquérir des droits anciens (« *senior water rights* ») assurés même en cas de sécheresse (Kendy et al., 2018), le caractère temporaire ou permanent des acquisitions (Landry, 1998 ; Garrick et al., 2011), les infrastructures du bassin et la capacité de modifier leur fonctionnement (Chen et al., 2020).

Deux types principaux de réallocation existent en fonction des infrastructures présentes. Dans des bassins où peu d'ouvrages structurants ont été construits, la réallocation se fait en diminuant les prélèvements du bassin, ce qui permet d'augmenter les débits écologiques. Dans des bassins très aménagés, les droits d'eau peuvent être stockés dans des réserves et réalloués sous différentes formes (débit environnemental, « pulses hydrauliques » ou crues artificielles par exemple) (Ibid., 2020).

Nous revenons plus précisément sur les cas américain, australien et espagnol dans les prochaines sous-parties.

1.2.1.2 Marchés de l'eau pour l'environnement aux États-Unis

Dans l'Ouest américain, les transactions d'eau environnementale auraient atteint environ 30 M€ entre 1990 et 1997 (Landry, 1998), puis plusieurs centaines de millions d'euros par an entre 1998 et 2005 (environ 300 M€ et plusieurs centaines de millions de mètres cubes) (Garrick et al., 2011). Les estimations sont toutefois complexes, avec une certaine confusion entre les contrats annuels, pluriannuels et les ventes définitives, et certains programmes de restauration qui se chevauchent, pouvant amener à compter plusieurs fois une partie des volumes (Howitt & Hanak, 2005).

Les États[3] ont été les principaux acheteurs de droits d'eau (plus de 90% ; Garrick et al., 2011), et parfois les seuls autorisés à détenir ces droits. Dans le cas de l'Oregon, les acteurs privés peuvent acheter des droits sur le marché, mais ces derniers sont ensuite détenus par l'État (King, 2004).

Le *Deschutes River Conservancy* (DRC) (Oregon) a constitué la première organisation de bassin à acheter des droits d'eau pour l'usage environnemental et est devenu un cas emblématique (King, 2004 ; Kendy et al., 2018). L'objectif environnemental était de retrouver un débit minimum dans le *Whychus Creek* (affluent de la *Deschutes River*) afin de permettre à la forme migratrice de la truite arc-en-ciel (*Steelhead trout, Oncorhynchus mykiss*) d'avoir une qualité d'habitat satisfaisante pour se

[3] Les États suivants ont mis en place des marchés de l'eau : Oregon (1987), Washington (1998), Colorado (2001), Montana (2002), Arizona (2008), et plus récemment New Mexico et le Texas (Garrick et al., 2011).

reproduire et se développer[4]. Le *Whychus Creek* était reconnu comme l'un des plus importants sites de reproduction du bassin (Mork & Houston, 2016) (Figure 7).

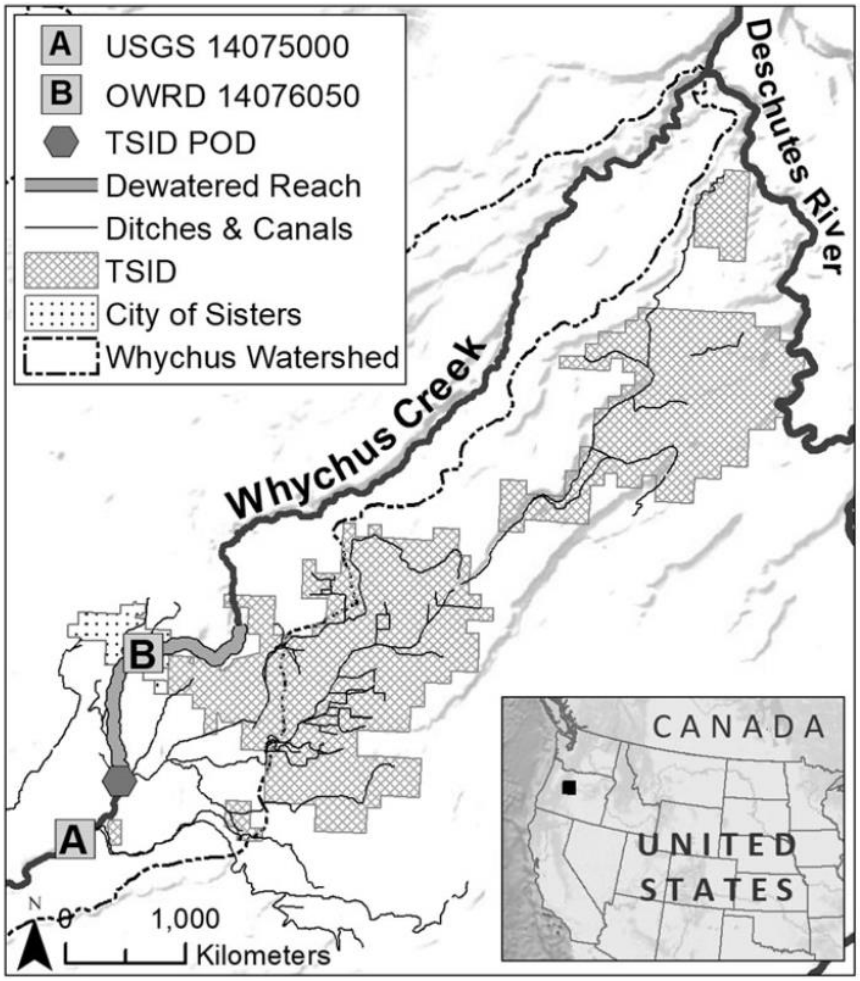


Figure 7 : Whychus Creeck, Deschute River, Oregon. Source : Mork & Houston, 2016.

Le débit écologique minimum a été fixé à 0,6 m^3/s, puis à 0,9 m^3/s. Entre 2000 et 2015, 160 droits d'eau agricoles ont été rachetés pour environ 17 millions USD, permettant d'atteindre l'objectif de droit d'eau environnemental de 0,9 m^3/s. Dans les faits, le débit écologique est réduit à environ 0,6 m^3/s pendant la période de plus bas débit de l'année, car certains droits d'eau anciens restent prioritaires (Figure 8). La part réservée à l'environnement a constamment augmenté, sauf pour l'année 2015.

Le système de marché a été étendu à l'ensemble du bassin Deschutes River avec la mise en place d'une « banque de l'eau » gérée par le DRC, totalisant environ 50 Mm^3 chaque année (Garrick et al., 2009). L'augmentation des débits écologiques et des droits d'eau correspondants dans le bassin est décrite comme l'une des réussites des marchés de l'eau pour répondre à l'enjeu de réallocation vers l'environnement (Hoffman Babbit et al., 2018 ; Kendy et al., 2018). Toutefois, d'après les gestionnaires du bassin, les débits écologiques sont encore inférieurs aux besoins des populations de truite pendant plusieurs mois de l'année, et l'acquisition de droits d'eau devrait encore se poursuivre (Mork & Houston, 2016).

[4] Cette espèce se développe dans l'océan et remonte dans les rivières entre décembre et mars pour se reproduire, elle est dite anadrome. Les juvéniles retournent vers l'océan au printemps ou pendant l'hiver. La *steelhead trout* nécessite des eaux oxygénées et des températures fraiches.

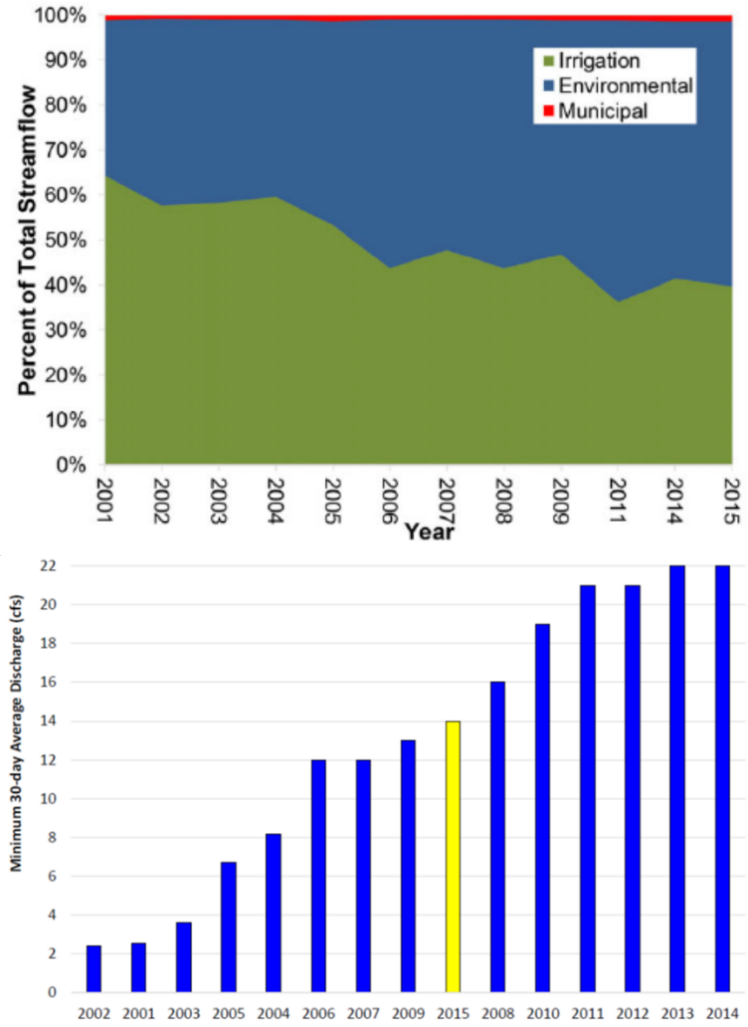


Figure 8 : Usages par rapport au pourcentage de débit annuel total entre 2001 et 2015, Whychus Creek (haut). Débits minimums moyens (période de 30 jours) entre 2001 et 2015. Sources : Mork & Houston, 2016 ; Kendy et al., 2018.

En Californie, un « compte pour l'eau environnementale » (*environmental water account*) a été créé au début des années 2000 afin d'assurer des débits d'eau suffisants à l'embouchure du fleuve San Joaquin, et le maintien des populations de salmonidés et d'une espèce d'éperlan endémique (*delta smelt* or *Hypomesus transpacificus*) (Lejano & Ingram, 2009 ; Figure 9). Assuré grâce à un financement du gouvernement, le compte permet de racheter des droits de prélèvement aux agriculteurs et de les réallouer depuis les barrages pour augmenter les débits arrivant dans le delta (Hollinshead & Lund, 2006 ; Brown et al., 2009). Les volumes achetés auraient varié entre environ 100 et 400 Mm^3 par an (Brown et al. 2009). Bien que décrit comme une innovation en termes de gouvernance (Lejano & Ingram, 2009), le compte n'aurait permis d'augmenter les débits arrivant au delta que de quelques pourcents (Moyle et al., 2018).

Plus précisément, l'achat d'eau pour l'environnement n'a pas permis d'enrayer le déclin du *delta smelt*, dont les comptages révèlent une extinction prochaine (Moyle et al., 2018 ; Hobbs et al., 2019). Cette extinction apparaît liée également à des enjeux de salinité, de pollution et de qualité des habitats (Hasenbein et al., 2013 ; Hobbs et al., 2019).

Figure 9 : Article du Guardian sur l'extinction du Delta smelt en Californie. Source : Maanvi Singh, 2019[5].

Plus généralement, malgré les nombreux marchés de l'eau existant dans l'Ouest américain, peu d'études permettent d'évaluer leurs effets sur l'environnement (O'Donnell & Garrick, 2019). L'achat d'eau pour les milieux aquatiques reste très minoritaire dans le système, par rapport aux 4,3 milliards de dollars échangés entre 1987 et 2010, pour réallouer l'eau vers les usagers urbains (Grafton et al., 2012).

Les données hydrologiques et biologiques sur de longues périodes d'observation sont rares à cause des investissements économiques nécessaires, limitant les évaluations. La longue période d'observations pour la Deschutes River représente l'une des exceptions (Mork & Houston, 2016). Les effets sont souvent reconnus comme positifs en considérant que les ventes se traduiront mécaniquement en augmentation de débit écologique, grâce à l'existence d'un volume prélevable maximum (« *cap* » ; O'Donnell & Garrick, 2019). Par ailleurs, la majorité des transactions correspond à des prêts (*leasing*) et non à des ventes définitives, rendant également complexe une analyse sur le long terme (Brown, 2004 ; Howitt & Hanak, 2005). Enfin, les évaluations sont limitées, car les marchés de l'eau sont presque systématiquement accompagnés d'autres mesures, comme des programmes d'investissement publics ou des réglementations, ce qui ne permet pas d'isoler les impacts de chaque mesure (Mork & Houston, 2016).

1.2.1.3 Marchés de l'eau pour l'environnement en Australie

En Australie, le rôle du gouvernement fédéral et des États a été plus marqué qu'aux États-Unis dans le développement des marchés de l'eau (Hanemann & Young, 2020). En 2007, le gouvernement s'est engagé à dépenser 10 milliards de dollars pour la restauration du Murray Darling Basin (Figure 10), avec environ 3 milliards réservés à l'achat de droits d'eau agricoles sur les marchés de l'eau (Wheeler et al., 2013).

En 2017, les droits d'eau achetés par le gouvernement représentaient un volume d'environ 1200 Mm^3 par an (Grafton & Wheeler, 2018). Les deux principaux acheteurs sont des administrations gouvernementales : le *Commontwealth Environmental Water Holder* (CEWH) au niveau fédéral et le *Victorian Environmental Water Holder* (VEWH) pour l'État de Victoria. Des acteurs privés comme des associations ou des « banques de l'eau » peuvent également acheter des droits d'eau environnementaux, mais cela reste limité dans le MDB (O'Donnell, 2011 ; Garrick & O'Donnell, 2017).

[5] https://www.theguardian.com/environment/2019/dec/22/delta-smelt-fish-trump-california-aoe

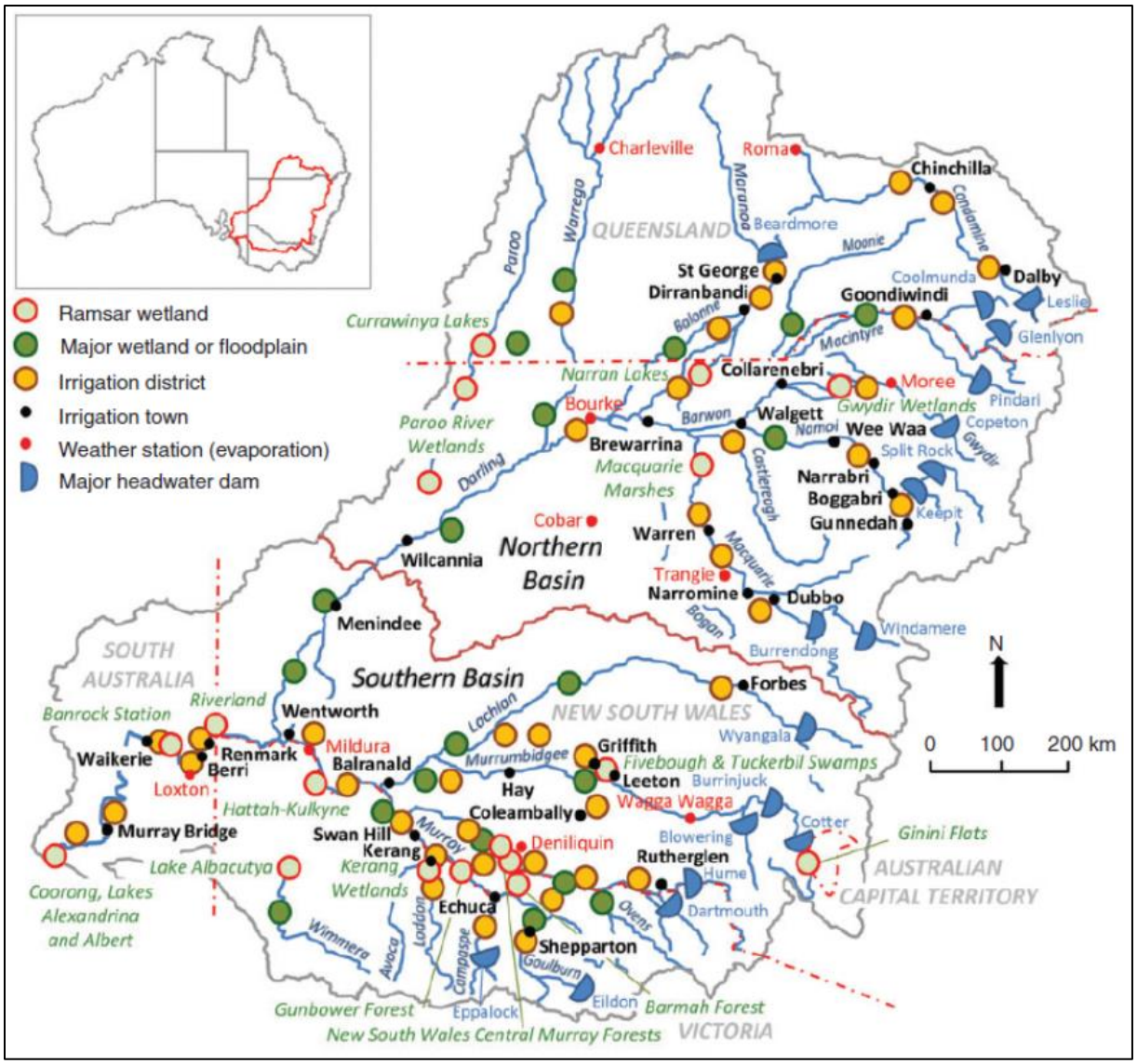


Figure 10 : Murray Darling Basin, Australie. Chen et al., 2020.

La littérature met en avant l'intérêt des rachats de droits d'eau en termes d'efficience économique par rapport aux investissements dans la modernisation des réseaux d'irrigation, qui seraient jusqu'à vingt-cinq fois plus couteux par mètre cube récupéré (Williams & Grafton, 2019 ; Grafton et al., 2020). Les marchés sont également utilisés pour mieux gérer les épisodes de sécheresse grâce à des transactions entre agriculteurs (Brooks & Harris, 2008).

Toutefois, les impacts environnementaux de ces acquisitions sont encore mal évalués (Pittock et al., 2015 ; Grafton & Wheeler, 2018 ; Chen et al., 2020). Premièrement, il existe un enjeu autour de la comptabilité des volumes réellement disponibles pour les milieux naturels. À partir d'une enquête auprès d'environ 600 agriculteurs, des premiers résultats ont été obtenus (Wheeler & Cheesman, 2013). Entre 2007 et 2012, parmi les agriculteurs qui ont participé aux ventes, 30% ont vendu l'ensemble de leurs droits d'eau et arrêté leur activité agricole, 10% ont vendu tous leurs droits d'eau, mais ont poursuivi leur activité (substitution grâce à des pompages ou l'achat de droits d'eau temporaires, passage au pluvial), et 60% n'ont vendu qu'une partie de leurs droits et se sont maintenus en activité. Pour la dernière catégorie, seuls 16% des agriculteurs disent avoir diminué leurs surfaces irriguées (ibid., 2013). En effet, 75% des agriculteurs interrogés (toutes catégories) avaient à leur disposition un « excès d'eau » qu'ils n'utilisaient pas (ibid., 2013). Par ailleurs, plus de 10% des

agriculteurs ont augmenté les surfaces irriguées (ibid., 2013). Des droits d'eau autrefois sous-utilisés ont donc pu être vendus et augmenter les usages du bassin.

De plus, environ 40% des droits d'eau détenus par le CEWH sont de « sécurité faible », c'est-à-dire que le gouvernement a estimé qu'ils ne seraient disponibles en moyenne qu'une année sur deux, à cause du manque d'eau les années sèches (Moore et al., 2020). En prenant en compte le changement climatique, une récente étude prévoit une disponibilité autour d'une année sur dix seulement (ibid., 2020).

Il est également essentiel de prendre en compte le fait qu'une partie des surfaces sont irriguées avec des systèmes gravitaires, générant des flux de retours vers les nappes et les cours d'eau superficiels pouvant être supérieurs à 50% des volumes prélevés autorisés (Williams & Grafton, 2019). Enfin, il existe un déficit de suivi et de contrôle des débits effectivement prélevés, avec de nombreux cas de prélèvements non déclarés (environ un millier de lettres d'avertissement ont été envoyées sur la période 2016-2017 ; Grafton & Wheeler, 2018 ; Wheeler et al., 2020). Les ventes de droit d'eau ne se traduisent donc pas « mécaniquement » en surplus net pour les rivières et les zones humides, et peu d'analyses détaillées existent (Horne, 2017 ; Grafton & Wheeler, 2018).

Deuxièmement, les réallocations vers l'environnement seraient encore limitées et trop peu efficaces. Dans le million de km^2 couvert par le bassin du Murray-Darling, plus de 30 000 zones humides ont été recensées et 11 d'entre elles sont classées comme sites Ramsar. Ces nombreuses zones humides, situées sur les plaines d'inondation, sont normalement connectées à la rivière lorsque des débordements ont lieu. Le fonctionnement des écosystèmes du bassin est intimement lié à ces échanges d'eau, d'énergie, de matière organique et de nutriments qui ont lieu entre la rivière, les plaines d'inondations et les zones humides (Williams, 2011).

À cause de la régulation des flux, une grande partie des inondations a disparu, et les écosystèmes sont fortement impactés (Ibid., 2011). Les nombreux barrages et les prélèvements associés, en particulier agricoles, ont également participé à la diminution drastique des débits minimums présents dans la rivière (Ibid., 2011).

Les deux enjeux environnementaux prioritaires sont donc la réalisation de crues artificielles depuis les barrages pour reconnecter la rivière aux zones humides de sa plaine d'inondation, et l'augmentation des débits minimums (en particulier pour éviter la « fermeture » du fleuve Murray qui a lieu maintenant plus de 60% du temps) (Ibid., 2011).

Cependant, d'après une récente étude, les mises en eau ou crues artificielles (« *watering* ») seraient très inférieures aux objectifs qui ont été fixés (Chen et al., 2020). Seulement 12% des zones humides qui étaient ciblées dans la stratégie initiale auraient reçu suffisamment d'eau entre 2012 et 2019, représentant 1% de l'ensemble des zones humides du bassin (Chen et al., 2020). Alors que le total de droits d'eau environnementaux détenus serait de 1900 Mm^3 (comprenant les droits d'eau achetés -1200- et ceux obtenus grâce à la modernisation des infrastructures d'irrigation -700), 1100 Mm^3/an auraient été relâchés en moyenne sur cette période, dont 80% dans le chenal d'écoulement principal (sans débordements sur la plaine d'inondation) (Chen et al., 2020). Ces résultats sont en accord avec d'autres études portant sur les lâchers d'eau et leur inadéquation avec des processus écologiques complexes (Crase et al., 2011 ; Crase et al., 2012).

Pour ce qui est des débits environnementaux à l'aval du bassin, aucune corrélation n'a été montrée entre leur évolution et la mise en place du programme de rachat des droits d'eau (Grafton & Wheeler, 2018). Cela pourrait être dû à de multiples facteurs, comme des prélèvements réalisés sur les débits écologiques, l'augmentation des captages d'eau souterraine et la diminution des flux de retour (Grafton et al., 2020). Par ailleurs, Adamson & Loch (2021) ont récemment rappelé que les quelques centaines de millions de mètres cubes représentaient un volume particulièrement faible, dans un bassin totalisant la superficie de la France et l'Espagne[6].

[6] Water Alternatives Forum : https://www.water-alternatives.org/index.php/blog/20or80

Finalement, comme dans le cas de l'Ouest américain, beaucoup de flou persiste sur la gestion des droits d'eau environnementaux et leurs effets d'après la littérature (Colloff & Pittock, 2019 ; Chen et al., 2020 ; Grafton et al., 2020). Plusieurs auteurs mettent en avant le manque de mesure et de contrôle des débits prélevés ou restitués, ou encore le déficit de participation du public dans l'élaboration des programmes de restitution, au profit de certains groupes d'acteurs et en particulier du secteur agricole (Colloff & Pittock, 2019 ; Grafton et al., 2020). Mais les arrangements institutionnels locaux permettant les lâchers d'eau pour l'environnement sont multiples et ont peu été analysés (Chen et al., 2020). Les multiples négociations qui interviennent depuis l'élaboration des documents stratégiques à la mise en œuvre concrète des actions sont peu visibles dans la littérature.

1.2.1.4 Marchés de l'eau en Europe (Espagne)

En Europe, la Commission européenne a encouragé le recours aux instruments économiques pour la gestion quantitative de l'eau :

> *La Commission préconise fortement le recours aux instruments fondés sur le marché dans le domaine de l'environnement […]. Le cadre juridique existant dans la DCE offre de nombreuses possibilités de s'attaquer aux problèmes de rareté de la ressource en eau et de sécheresse en recourant à de tels instruments. En dépit des exigences spécifiques de la DCE (article 9), les instruments économiques n'ont pas été à ce jour suffisamment utilisés par les États membres (European Commission, 2007, p. 5).*

Parmi ces instruments, on retrouve notamment la tarification et les systèmes d'échanges de droits d'eau (European Commission, 2007 ; 2012 b ; 2014). D'après la Commission, un marché de l'eau « *pourrait contribuer à rationaliser l'utilisation de l'eau et à surmonter le stress hydrique, si un plafond global durable pour l'utilisation de l'eau était appliqué* » (European Commission, 2012 b, p. 14).

L'Espagne est le seul pays d'Europe où des marchés de l'eau ont été développés. Très peu de transactions ont eu lieu, excepté durant les épisodes de sécheresse de la période 2006-2009 (Hernandez Mora & Del Moral, 2015). Les achats de droits d'eau n'avaient pas d'objectifs environnementaux, et consistaient à augmenter les volumes transférés depuis le bassin du Tajo vers celui du Segura, fortement affecté par les sécheresses (Ibid., 2015).

Alors que les volumes d'eau transférables sont limités notamment pour des questions de débits écologiques à maintenir dans le Tajo, le système de marché a permis d'aller au-delà des limites annuelles. Les échanges ont représenté en moyenne 17% des volumes transférés depuis le Tajo sur la période 2006-2009 (soit environ 30 Mm^3 par an ; Ibid., 2015). Le système de marché a été interprété comme un moyen de dépolitiser des décisions publiques très conflictuelles, portant sur les échanges d'eau interbassins vers le sud-est de l'Espagne (Ibid., 2015).

Par ailleurs, des marchés « informels » ont été mis en place, correspondant à des réallocations temporaires depuis le secteur agricole vers les villes grâce à des compensations économiques (Sanchis-Ibor et al., 2019). Ce type de transferts d'eau a eu lieu par exemple depuis le bassin du Jucar vers des villes de la côte plus au Sud et au sein du bassin pour compenser les problèmes d'alimentation en eau à partir des puits pour les usagers domestiques (Ibid., 2019). Les effets environnementaux de ces transferts n'ont pas été analysés (Ibid., 2019).

1.2.1.5 Bilan sur les marchés de l'eau

Une analyse comparative des systèmes de marché aux États-Unis, en Australie et en Espagne permet de réaffirmer le fait que ces instruments sont chaque fois enchâssés dans des arrangements institutionnels, et éloignés de la théorie du « *free market environmentalism* » (Bakker, 2014). La Figure 11 présente le rôle des administrations fédérales, nationales, des organisations de bassin et des associations d'agriculteurs dans la mise en œuvre des marchés de l'eau dans ces trois pays (Garrick et al., 2018). Le rôle des administrations étatiques est le plus important en Espagne et limité aux États-Unis, alors qu'il apparaît intermédiaire en Australie.

S'il n'est plus question de remplacer « *les politiques de l'eau par les marchés de l'eau* », le cas espagnol montre cependant que ces instruments peuvent légitimer certaines décisions en les justifiant par la maximisation des bénéfices obtenus à partir de ressources rares (Hernandez Mora & De Moral, 2015).

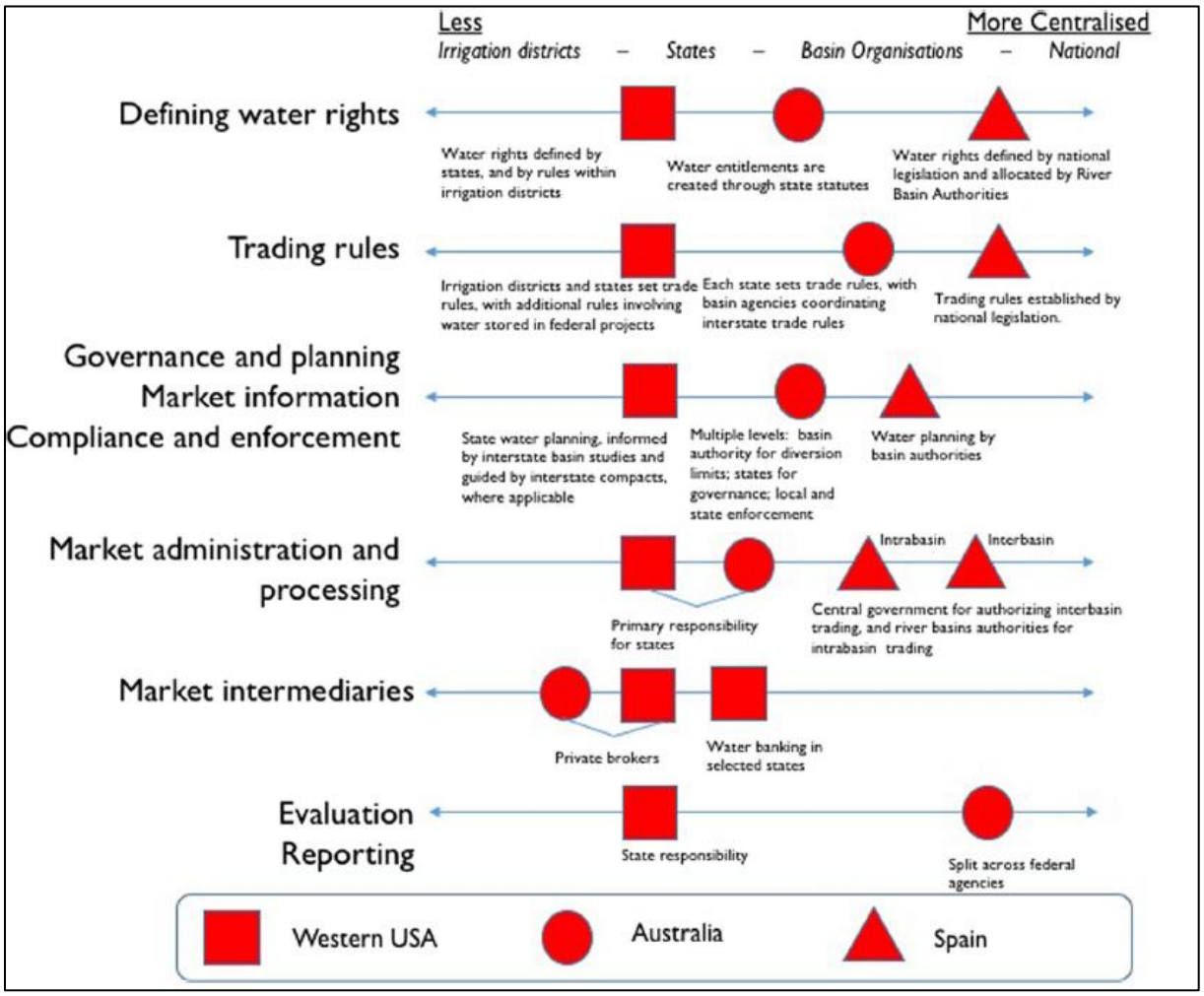


Figure 11 : Comparaison de la place des acteurs publics et privés dans la gestion des marchés de l'eau en Australie, Espagne et aux États-Unis. Source : Garrick et al., 2018.

Les systèmes d'échange de droit d'eau ont d'abord été mis en place afin de gérer des épisodes de pénurie d'eau intenses, et les plus grosses transactions ont été faites entre les secteurs agricoles et urbains. L'enjeu de réallocation d'eau vers l'environnement a été le plus développé en Australie, mais présente toutefois de nombreuses limites. Dans la plupart des cas, les bénéfices environnementaux sont assumés plutôt que démontrés, et la mise en œuvre concrète des arrangements institutionnels en faveur des milieux ont été relativement peu étudiés (Brown et al., 2009 ; Chen et al, 2020).

1.2.2 La tarification : « putting the right price tag on water » [7]

La tarification de l'eau est l'une des mesures les plus citées pour la gestion de la demande en eau et a fait l'objet de nombreuses analyses (pour une synthèse dans le domaine agricole, voir Molle & Berkoff, 2007).

[7] European Commission, 2007

Il a été montré que si les systèmes de tarification incitatifs peuvent avoir un effet positif sur les usagers domestiques et industriels, leurs impacts sur le secteur agricole sont généralement surestimés, en particulier pour les périmètres irrigués gravitaires (Ibid., 2007).

Dans de nombreux cas, (1) lorsqu'il y a des pénuries d'eau récurrentes, et que le système irrigué est déficitaire en eau, les gâchis/pertes d'eau sont limités du fait de la compétition entre usagers, et des récupérations des flux de retour plus à l'aval dans le bassin (Ibid., 2007, p. 45) ; (2) les « pertes réelles »[8] sont plus souvent liées à la gestion des systèmes d'irrigation qu'aux comportements individuels des agriculteurs (Ibid., 2007, p. 46) ; (3) la demande en eau agricole est très peu élastique, car fortement dépendante des types de culture et d'irrigation, et des conditions climatiques (Ibid., 2007, p. 46) ; (4) les systèmes de suivi volumétrique au niveau individuel sont très rares (Ibid., 2007).

En Europe, l'article 9 de la DCE porte sur l'application d'une tarification qui reflète les coûts de mobilisation et d'utilisation des ressources en eau, y compris les effets potentiellement négatifs sur l'environnement[9]. C'est ainsi le principe du « utilisateur-payeur » qu'il est demandé de mettre en œuvre. Cette option constitue l'une des principales mesures pour la lutte contre le manque d'eau en Europe, et correspond à :

> *Mettre en place une tarification de l'eau fondée sur une analyse économique cohérente des utilisations de l'eau et de la valeur de l'eau, incitant de manière adéquate à une utilisation efficace des ressources hydriques et prévoyant une contribution appropriée des différents secteurs économiques à la récupération des coûts des services de l'eau, conformément aux exigences de la DCE. Le principe du « utilisateur-payeur » doit devenir la règle, quelle que soit la provenance de l'eau* (European Commission, 2007, p. 5).

Le prix de l'eau, reflétant les coûts de prélèvement économique (investissement et utilisation) et environnementaux (dégradation potentielle des milieux aquatiques, pollutions avec les flux de retour), doit permettre la récupération des coûts et induire une diminution des pressions sur les masses d'eau (Berbel & Exposito, 2020).

La récupération des coûts d'utilisation de l'eau est totale dans plusieurs cas comme la France, le Portugal ou l'Espagne. En revanche les coûts d'investissement sont rarement totalement inclus dans le prix de l'eau (Berbel & Exposito, 2020). Finalement, l'intégration des coûts environnementaux semble peu probable, et apparaît à la fois trop impactante sur l'économie des exploitations agricoles, politiquement complexe à mettre en place, ainsi que très incertaine au niveau méthodologique (Ibid., 2020).

L'impact positif de l'augmentation du prix est visible principalement dans les régions où les prix de l'eau sont bas, et l'eau est abondante (Ibid., 2020 : 663). De fortes diminutions des prélèvements ont notamment été observées lorsque l'augmentation des prix s'est faite en parallèle avec un passage à des systèmes de goutte-à-goutte (Ibid., 2020 : 668). Les variables pouvant influencer l'élasticité de la demande en eau au prix sont par exemple le type de culture, le fonctionnement des exploitations agricoles et la situation géographique (Montginoul & Rieu, 1996).

L'élasticité est généralement faible pour les cultures à forte valeur ajoutée comme l'arboriculture ou le maraichage (Montginoul & Rieu, 1996 ; Berbel & Exposito, 2020). Le potentiel du prix de l'eau pour réallouer la ressource vers l'environnement apparaît également faible dans des situations de manque d'eau (Molle & Berkoff, 2007 ; Albiac et al., 2020 ; Berbel & Exposito, 2020 ; Garrick et al., 2020).

[8] Du point de vue de l'efficience en eau, ces pertes sont dues à l'évapotranspiration des adventices de culture, l'évaporation depuis les canaux à ciel ouvert ou les retenues, les rejets arrivants à la mer et dans des aquifères salins.

[9] Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Article 9 « récupération des coûts des services liés à l'utilisation de l'eau ». https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32000L0060

1.2.3 Les labels et 'best practices'

La Commission européenne promeut également l'élaboration d'un « *label écologique de l'UE facultatif et des critères relatifs aux marchés publics écologiques pour les principaux produits liés à l'eau* » (European Commission, 2012 b, p. 13). Ce type d'instrument est considéré comme « *simple pour les consommateurs étant donné qu'à l'avenir ils ne trouveront sur le marché que des dispositifs permettant une utilisation plus rationnelle de l'eau et des produits étiquetés clairement en fonction de leur efficacité* » (Ibid., 2012 b, p. 14).

Les labels ont été fortement mobilisés dans les politiques environnementales européennes, notamment dans le cas des produits chimiques et des pesticides (Halpern, 2010). Peu contraignants, ils présentent de plus l'avantage de favoriser la compétitivité des produits européens au niveau international (Ibid., 2010). Leurs effets directs sur la réallocation d'eau vers l'environnement sont toutefois limités.

1.3 Les mécanismes incitatifs et de coopération

1.3.1 Les investissements publics pour la modernisation des réseaux d'irrigation

1.3.1.1 Conservation vs productivité de l'eau

Avec les marchés de l'eau, les investissements pour la modernisation des infrastructures d'irrigation constituent le principal levier mobilisé pour la réallocation d'eau vers les milieux aquatiques (Garrick et al., 2020). Plus généralement, il s'agit d'une des options de gestion de la demande en eau les plus communes, et ayant fait l'objet de nombreux débats dans la littérature.

En effet, des politiques d'économies d'eau visant à augmenter l'efficience de l'utilisation de l'eau agricole ont été mises en œuvre depuis plusieurs décennies dans de nombreux bassins, par exemple en Chine (Kendy et al., 2004), en Inde (Batchelor et al., 2014), au Maroc (Molle & Tanouti, 2017), en Australie (Grafton & Wheeler, 2018), aux États-Unis (Gordon et al., 2020) et en Espagne (Berbel et al., 2019 ; Sampedro Sanchez, 2020). Des milliards d'euros/dollars ont été investis généralement par les administrations étatiques, comme en Australie avec un programme de 7 milliards USD pour la modernisation des réseaux du Murray Darling Basin (Sustainable Rural Water Use and Infrastructure Program – SWRUIP) (Grafton & Wheeler, 2018).

Les deux objectifs les plus cités de ces programmes sont (Perry & Steduto, 2017) :

1) D'économiser de l'eau afin de libérer des volumes disponibles pour d'autres usages / ou l'environnement
2) D'augmenter les revenus agricoles et la productivité de l'eau : amélioration des rendements et/ou diversification vers des cultures à plus haute valeur ajoutée

Un troisième objectif est également lié au développement dans les pays du sud, et à la lutte contre la pauvreté (Kuper et al., 2017). Les nouvelles technologies comme le goutte-à-goutte seraient alors un moyen pour moderniser l'agriculture familiale (Ibid., 2017).

Toutefois, les effets de ces programmes se sont révélés au mieux en deçà des prévisions, et au pire contraires aux objectifs de préservations des ressources en eau (Perry & Steduto, 2017). Les analyses portant sur les cas de l'Inde (Batchelor et al., 2014), la Chine (Kendy et al., 2004), du Maroc (Molle & Tanouti, 2017), de l'Australie (Williams & Grafton, 2019) ou de l'Espagne (Sampedro Sanchez, 2020) arrivent à la même conclusion : si de nombreux bénéfices ont pu être obtenus en termes de production agricole ou de diversification grâce à la modernisation des irrigations, les volumes d'eau consommés ont en revanche généralement augmenté, conduisant à une plus forte tension sur les ressources disponibles à l'échelle du bassin versant. Ce « paradoxe de l'efficience d'irrigation » (Grafton et al., 2018) constitue une forme « d'effet rebond », où le gain en efficience s'accompagne d'une augmentation des consommation (Alcott, 2005).

Cela s'explique principalement par le fait que les « pertes » au niveau de la parcelle agricole ne sont pas forcément consommées, mais participent à recharger les nappes et rejoignent les rivières plus à l'aval. Si ces « pertes » sont réallouées pour de nouveaux usages augmentant l'évapotranspiration totale du bassin, alors la consommation nette augmentera (Figure 12).

La variable essentielle est ainsi l'évapotranspiration totale du bassin (l'eau consommée), qui dépend principalement des surfaces irriguées, du type de culture et des rendements.

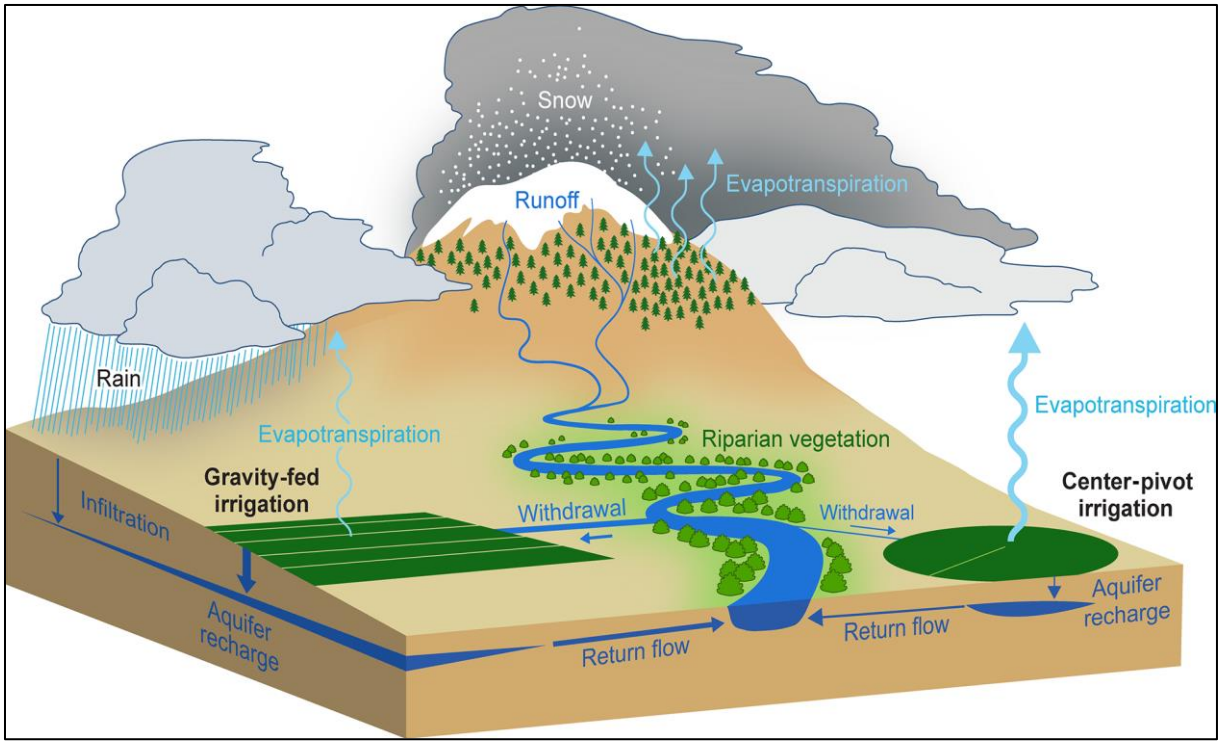


Figure 12 : Représentation schématique des prélèvements d'eau et des flux de retours de différentes techniques d'irrigation (gravitaire = gravity-fed ; aspersion = center-pivot) dans un bassin versant. Source : Vanderhoof et al., 2019.

Les deux objectifs d'économie d'eau et d'augmentation des revenus agricoles apparaissent donc contradictoires dans la majorité des cas. Deux exceptions existent : il s'agit des volumes d'eau consommés par les adventices de culture (non récupérables pour d'autres usages et ne participant pas aux gains agricoles, même s'ils peuvent avoir un intérêt environnemental), ou des flux de retour non récupérables, c'est-à-dire arrivant directement à la mer ou dans des aquifères salins (Figure 13).

En augmentant l'efficience d'utilisation de l'eau au niveau de la parcelle agricole (eau prélevée / eau consommée par les plantes), on participe en fait à une redistribution des flux à l'échelle du bassin versant. En particulier, on réalloue la ressource entre les usages (et l'environnement) dépendant des flux de retours, et les nouveaux bénéficiaires potentiels de ces flux (Figure 13).

Le cas de la grande plaine du nord de la Chine est à ce titre très illustratif. À partir d'une étude de l'utilisation agricole de l'eau du département Luancheng et sur la base d'un modèle hydrologique, Kendy et al. (2004) ont montré comment s'appliquent les principes énoncés ci-dessus de façon concrète.

Avec l'accès à l'irrigation dans les années 1960 (par pompage dans la nappe), les agriculteurs ont peu à peu remplacé le système pluvial « culture d'été à cycle de développement long / jachère » par une combinaison « maïs (été) / blé d'hiver ». Cela s'est traduit par une forte augmentation de l'évapotranspiration et des volumes appliqués jusque dans les années 1970 (Figure 14, a).

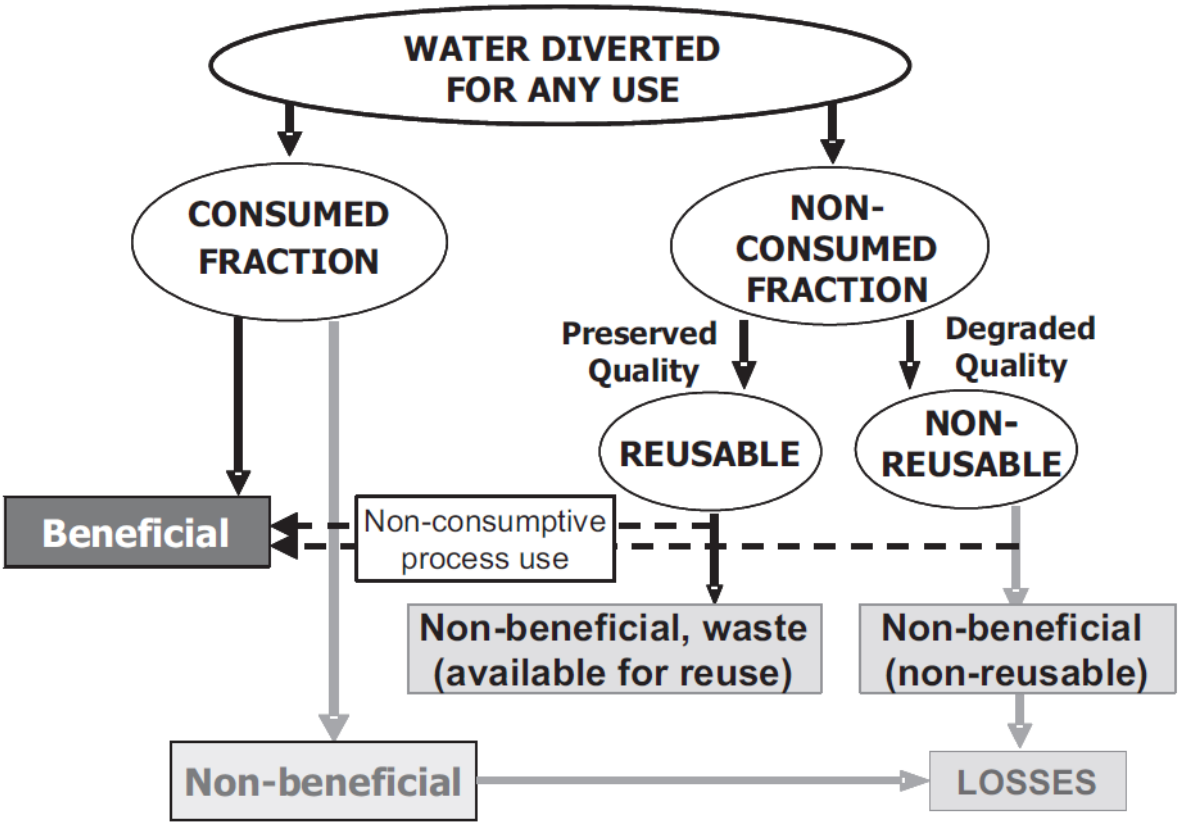


Figure 13 : Parts consommées et non consommées de l'eau prélevée, générant ou pas un bénéfice pour les usagers. Source : Pereira et al., 2012.

Afin de faire face à une baisse du niveau de la nappe, le passage à des systèmes sous pression (aspersion et goutte à goutte) a été encouragé à partir des années 1970. Les volumes prélevés ont ainsi diminué de façon importante, mais la nappe a continué de baisser (Figure 14, a et b).

En effet, les sols sont drainants avec une porosité élevée (40 à 50%), les eaux de pluie et les surplus d'irrigation rejoignent donc rapidement la nappe sous-jacente à quelques dizaines de mètres sous la surface. En modernisant les réseaux, on a diminué les volumes prélevés, mais également les volumes restitués à la nappe (volumes correspondant à la fraction « *non consumed, reusable* », Figure 13).

En revanche, le système « maïs/blé d'hiver » a été maintenu, et l'évapotranspiration est donc restée stable. La baisse du niveau de la nappe, due à des quantités d'eau consommées par les plantes supérieures aux quantités restituées par les pluies, s'est ainsi poursuivie malgré la modernisation (Figure 14). D'après les modélisations, c'est seulement en modifiant les systèmes de culture (une culture par an au lieu de deux) ou en diminuant les surfaces irriguées que la nappe arrêterait de baisser (Figure 14, c).

Pour s'assurer de ne pas augmenter la pression sur les ressources en eau lorsque des modernisations sont réalisées, l'enjeu consiste donc à vérifier que les économies d'eau générées ne contribuent pas à intensifier la production ou à développer de nouveaux usages.

L'augmentation des surfaces irriguées, comme dans le cas de l'Espagne (Guadalquivir ; Sampedro Sanchez, 2020), ou l'intensification des productions (densification des cultures, augmentation des rendements, mise en place de cultures plus consommatrices en eau), comme dans le cas du Maroc (Molle & Tanouti, 2017), sont les deux pratiques les plus répandues pouvant conduire à une augmentation de la consommation d'eau dans le bassin.

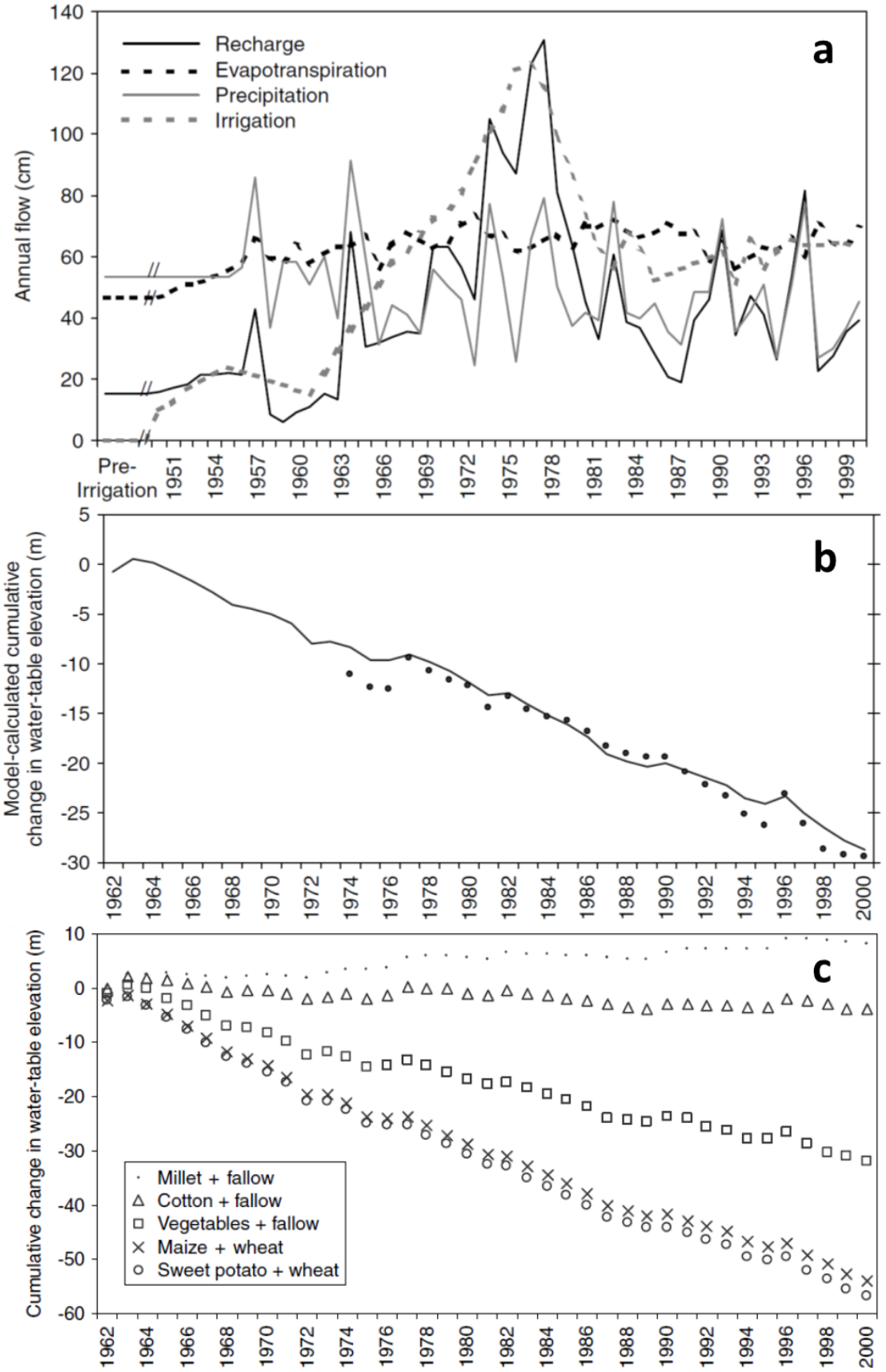


Figure 14 : Entre les années 1960 et 2000, a) estimations des volumes de précipitation, irrigation, recharge et ET b) niveau de la nappe en modélisant le scénario historique c) niveau de la nappe en modélisant des scénarios alternatifs. Source : Kendy et al., 2004.

Dans un article faisant la synthèse de nombreuses études, plusieurs recommandations ont été formulées afin de s'assurer que les économies d'eau n'aient pas d'impacts négatifs (Grafton et al., 2018). On retrouve quatre recommandations principales :

1) le premier point consiste à évaluer de manière précise la ressource disponible et les prélèvements actuels. Quels sont les volumes prélevés et consommés, par qui et à quelle période ?

2) Il est également nécessaire d'analyser les flux de retours des canaux gravitaires. Qui en sont les bénéficiaires, qu'est-ce qui sera impacté par leur modification ? Quelle est la proportion qui recharge les nappes ou retourne en rivière ?

3) Troisièmement, une limite de prélèvements ou de surfaces irriguées doit être mise en place. Cela suppose une mesure des prélèvements d'eau des canaux qui vont être modernisés, avant et après réalisation des projets.

4) Enfin, une évaluation de l'effet des politiques d'économie d'eau sur le comportement des irrigants est intéressante après réalisation des projets. Observe-t-on une modification des cultures, une extension des surfaces irriguées ou une intensification des pratiques ?

Ces différentes actions d'évaluation sont censées permettre de sortir de l'ambiguïté que l'on retrouve dans de nombreux projets d'économie d'eau, faisant valoir à la fois des objectifs de conservation, et une possibilité d'augmentation des surfaces irriguées et d'intensification (Venot et al., 2017).

Premièrement, dans les nombreuses études analysant les enjeux autour du débat « conservation / productivité », les questionnements sont souvent restés d'ordre technique (économise-t-on ou pas de l'eau grâce à la modernisation ?). Les aspects politiques ont été rarement explorés à part quelques exceptions (Boelens & Vos, 2012 ; Venot et al., 2017 ; Lankford et al., 2020). Les études ont montré le lien entre la modernisation des réseaux d'irrigation, et des discours de « naturalisation » du gain d'efficience qui découlent d'une vision d'ingénieur (Boelens & Vos, 2012). Par ailleurs, l'adoption de technologies comme le goutte à goutte n'a rien de naturel ou « d'évident », mais repose sur des réseaux d'acteurs et des financements faisant intervenir les vendeurs de matériel au niveau local (Lejars & Venot, 2017), les bailleurs de fonds, les ONG internationales, les instituts de recherche (Wanvoeke et al., 2017) ou encore d'importantes entreprises d'agro-export (Hoogesteger, 2017). En Espagne, il a été montré comment l'adoption du goutte à goutte correspond à une innovation sociotechnique coproduite par l'État, les administrations régionales et de bassin, et les associations d'irrigants (Poblador et al., 2021).

Deuxièmement, peu d'analyses portent directement sur la question de la réallocation vers les milieux naturels. Plusieurs explications peuvent être avancées : (1) tout d'abord, la problématique environnementale a rarement été la raison première des politiques de modernisation. Dans beaucoup de cas, le principal objectif était un gain de productivité et une augmentation des revenus agricoles (Sanchis-Ibor et al., 2020). (2) Lorsqu'une économie d'eau était souhaitée, elle servait en premier lieu la volonté d'extension des irrigations, ou bien le dégagement de volumes d'eau pour d'autres usages non/ou mal alimentés. En effet, comme cela a déjà été souligné précédemment, la majorité des projets de réallocation ont jusqu'à maintenant concerné des transferts d'eau depuis le secteur agricole vers les villes (Marston & Cai, 2016). (3) Enfin, le manque de données, la difficulté de suivre les flux de retour et de mesurer les gains environnementaux éventuels, peuvent expliquer la rareté des études à ce sujet.

Dans la partie suivante, les cas d'étude ayant visé explicitement une réallocation des économies d'eau vers les milieux aquatiques sont présentés, ainsi que leurs limites.

1.3.1.2 Modernisation des irrigations et réallocations vers l'environnement

AUSTRALIE

Le cas de l'Australie est devenu emblématique de la réalisation d'économies d'eau pour l'environnement. Suite au manque de résultats concrets des réformes et programmes d'investissements menés depuis 1994 par les cinq États australiens, le gouvernement fédéral a lancé un nouveau plan de gestion en 2007 (Marshall & Alexandra, 2016). Entre 2007 et 2018, le *Sustainable Rural Water Use Infrastructure Program* (SRWUIP) a permis d'investir 5,8 milliards USD dans la modernisation des réseaux (Grafton & Wheeler, 2018). Sur la base de l'estimation des volumes bruts économisés, la moitié bénéficie aux agriculteurs et l'autre moitié à l'environnement (sous forme de droits d'eau environnementaux détenus par le CEWH). D'après l'administration, 700 Mm^3 auraient été économisés grâce aux investissements dans la modernisation des irrigations (Williams & Grafton, 2019) (Figure 15).

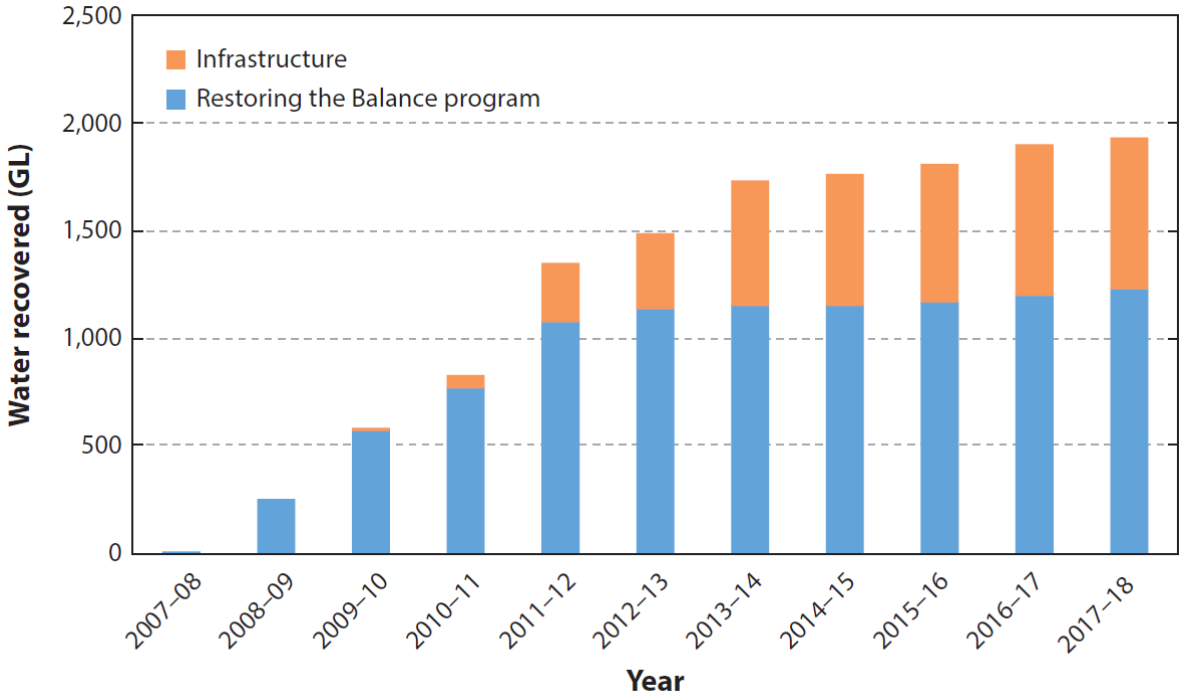


Figure 15 : Estimation des volumes d'eau réalloués à l'environnement. Source : Grafton & Wheeler, 2018.

Toutefois, de nombreuses critiques du programme ont émergé dans la littérature, soulignant notamment le fait que les flux de retours ne sont pas considérés dans les estimations d'économie d'eau (Qureshi et al., 2010 ; Colloff & Pittock, 2019 ; Williams & Grafton, 2019 ; Grafton et al., 2020). En les prenant en compte, les économies d'eau seraient estimées entre 70 et 210 Mm^3, au lieu des 700 comptabilisés par le gouvernement (Williams & Grafton, 2019) (Figure 15).

Les analyses sont généralement ancrées dans les sciences économiques, et concluent sur une meilleure efficacité des marchés de l'eau par rapport aux investissements dans la modernisation des irrigations (Qureshi et al., 2010 ; Adamson & Loch, 2014 ; Grafton & Wheeler, 2018 ; Williams & Grafton, 2019 ; une exception est Marshall, 2020). Deux limites peuvent être mentionnées.

Premièrement, l'efficience est calculée en mètres cubes économisés (comptabilisés) par rapport à l'argent investi. Mais comme cela a été présenté dans la partie précédente sur les marchés de l'eau, tout volume environnemental comptabilisé (achat ou gain grâce aux économies d'eau) ne se traduit

pas en gain net disponible, et la mise en œuvre des réallocations reste bien en deçà des objectifs affichés (Crase et al., 2011 ; Crase et al., 2012 ; Chen et al., 2020).

Deuxièmement, les différentes options de réallocation d'eau vers l'environnement sont comparées comme si elles faisaient partie d'une boite à outils, et que l'enjeu principal consistait uniquement à maximiser les bénéfices environnementaux (Horne et al., 2017 ; O'Donnell et Garrick, 2017 ; Loch et al., 2020). Comme le rappellent Horne et al. (2017), « *environmental water should not be perceived as a political tool, and should be buffered against arbitrary alterations* ». Ainsi, O'Donnell (2012) estime par exemple que les « *water trusts* » sont plus à même de réallouer efficacement l'eau environnementale, grâce à leur capacité à s'extraire des enjeux politiques. Horne (2020, p. 477) propose de privilégier les régulations et la participation de l'administration pour réduire le rôle des élus politiques.

Seuls quelques articles envisagent les choix d'instruments dans le cadre de trajectoires institutionnelles longues, en montrant les contraintes qui existent (Crase et al., 2009 ; Marshall & Alexandra, 2016 ; Horne, 2017). Le fait de privilégier les investissements dans les économies d'eau apparaît fortement lié au poids du secteur agricole dans les politiques de l'eau depuis plusieurs décennies en Australie, à la culture institutionnelle des administrations étatiques basée sur l'ingénierie et les projets d'infrastructure, et à l'engouement des élus pour de telles solutions (Crase et al., 2009 ; Marshall & Alexandra, 2016 ; Horne, 2017). Toutefois, la compréhension de la mise en œuvre concrète des différents instruments de réallocation fait encore défaut, en particulier l'analyse des arrangements institutionnels à des échelles plus fines. La seule comparaison « marchés/subventions » reste très globale, et ne permet pas de saisir les jeux d'acteurs au niveau des nombreux territoires concernés, les positions certainement complexes et disparates du monde agricole selon leurs types de prélèvement et leur modèle cultural, ou encore la mise en œuvre des restitutions vers l'environnement par les gestionnaires de barrage et de canaux.

EUROPE

En Europe, les économies d'eau ont été largement encouragées dans les dernières communications de la Commission sur la gestion des pénuries d'eau (European Commission, 2007) :

> *L'Europe peut faire beaucoup pour économiser l'eau. Elle continue à gaspiller au moins 20% de ses ressources en eau par manque d'efficacité. Il faut accorder la priorité aux économies d'eau et donc explorer toutes les possibilités pour améliorer l'utilisation rationnelle de l'eau*.

En 2007, il a été estimé que l'Europe pouvait économiser plus de 10 milliards de mètres cubes dans le secteur agricole (Dworak et al., 2007, p. 185-186) :

> Today's potential water savings that would result from improvements in conveyance efficiency (e.g. via lining of earthern canals) and shifts to more efficient irrigation technologies (sprinkler and drip) are estimated at 14 520 Mm^3 per year for the irrigation sector in the EU-27. This is equivalent to 22% of total water abstraction.

Dans le plan d'action pour la sauvegarde des ressources en eau (European Commission, 2012a), il est indiqué que le deuxième pilier de la PAC pourrait contribuer « *à améliorer l'efficacité de l'irrigation de manière compatible avec les objectifs de la directive-cadre sur l'eau, et à éviter l'effet de rebond* ». Pour la période 2014-2020, les programmations du second pilier de la PAC destinées à l'augmentation de l'efficience des systèmes d'irrigation atteignaient plus de trois milliards d'euros (domaine prioritaire 5A « accroître l'efficacité d'utilisation de l'eau dans l'agriculture ») (Figure 16, a). Les montants investis fin 2018 étaient supérieurs à 50 M€ pour les pays du Sud de l'Europe : Italie, France, Portugal, Grèce, Espagne (Figure 16, b). Plusieurs centaines de milliers d'hectares ont ainsi été convertis depuis des systèmes gravitaires à des systèmes sous pression (aspersion ou goutte-à-goutte ; Figure 16, c).

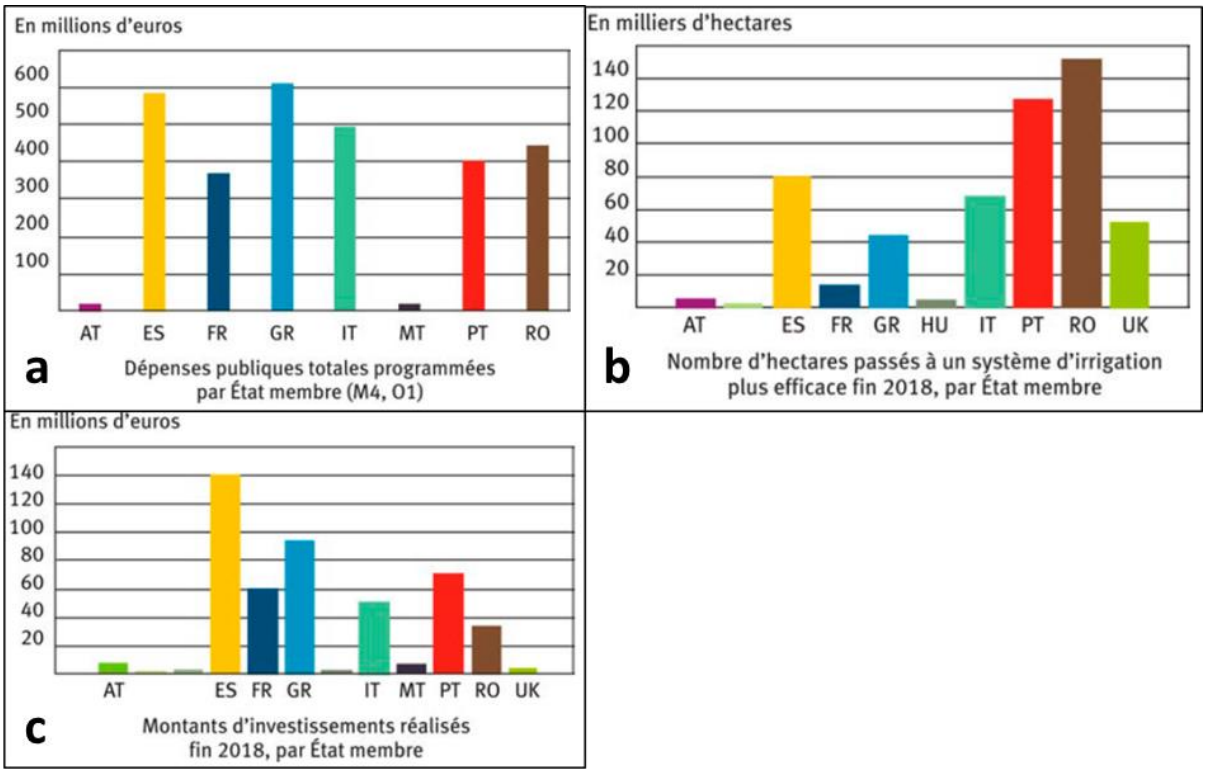


Figure 16 : Investissements du second pilier de la PAC en faveur de la réalisation d'économie d'eau dans le secteur agricole, sur la période 2014-2018. Investissements programmés (a), nombre d'hectares concernés (b), investissements réalisés (c). Source : Lammens (2020).

Les analyses restent encore rares sur les impacts environnementaux de ces investissements, tout comme l'étude des enjeux politiques liés aux projets de modernisation. Très peu de littérature décrit la mise en œuvre des politiques de modernisation dans le Sud de l'Europe, excepté pour le cas de l'Espagne (Berbel et al., 2011 ; Berbel et al., 2015 ; Sanchis-Ibor et al., 2017; Cabello et al., 2018 ; Jiminez-Aguirre & Isidoro, 2018 ; Borrego-Marin & Berbel, 2019).

Entre 2002 et 2015, environ 7 600 M€ ont été investis pour la modernisation des réseaux d'irrigation en Espagne, avec des interventions sur plus de 2 millions d'hectares (Berbel et al., 2019). Les résultats varient selon les études et les contextes, avec généralement un effet rebond dans les périmètres déficitaires en eau et lorsqu'il y a des possibilités d'augmentation des superficies irriguées. Dans les périmètres non déficitaires, et limités en termes d'extension, la consommation d'eau apparaît stable ou diminue après modernisation (Sanchis-Ibor et al., 2017 ; Berbel et al., 2019).

Des économies d'eau auraient ainsi été réalisées dans la région de Valencia, avec toutefois une partie de l'eau qui a été réallouée dans le bassin du Vinalopo plus au sud (transfert), et la diminution des retours de canaux gravitaires qui affecte les zones humides qui en dépendent (en particulier l'albufera de Valencia ; Albiac et al., 2021). Par ailleurs, il a été relevé une fragilisation économique des exploitations à cause de l'augmentation du prix de l'eau et de la consommation d'énergie (Sanchez Ibor et al., 2017), et une évolution des modes de gestion de l'eau avec une augmentation de la présence du secteur privé (Sanchis-Ibor et al., 2017 ; Garcia Molla et al., 2020). Enfin, d'après une récente enquête auprès des associations d'irrigants, environ 70% des interviewés estiment qu'il est nécessaire d'investir dans le renouvellement des systèmes de goutte-à-goutte, dont la majorité est déjà détériorée (Sanchis-Ibor et al., 2021).

Dans le bassin du Guadalquivir (Andalousie), les projets de modernisation menés depuis plusieurs décennies ont été accompagnés d'une forte augmentation des surfaces irriguées : environ 750 000 ha en 2005, 850 000 en 2015 et la volonté d'atteindre 885 000 d'ici 2027 (Sampedro Sanchez, 2020,

p. 327). Les estimations donnent une augmentation nette de la consommation d'eau (172 Mm^3 entre 2010 et 2015), supérieure à la diminution des prélèvements bruts (138 Mm^3) (Ibid., 2020).

Les effets sur les milieux se traduisent donc a priori par une augmentation des pressions dues aux prélèvements, excepté dans les cas de déprise agricole, ou dans les secteurs non déficitaires et sans possibilité d'extension. Les projets de modernisation ont toutefois été validés comme étant des mesures permettant de répondre à l'objectif d'atteinte du bon état des masses d'eau dans les différents programmes de mesure du bassin (Commission européenne, 2015, p. 71 ; Sanchis-Ibor et al., 2021).

ÉTATS-UNIS

Aux États-Unis, les résultats des projets de modernisation varient selon les États, et sont généralement basés à l'échelle de la parcelle agricole (Perry & Steduto, 2017). Cependant, la littérature est importante et seuls quelques exemples sont analysés ici. On retrouve différents cas de figure avec des baisses d'évapotranspiration à l'échelle des parcelles, mais aussi l'observation d'effet rebond avec une augmentation des consommations d'eau, des enjeux de réallocations des économies d'eau vers les villes, et des impacts environnementaux liés à la diminution des flux de retour.

Les études font ressortir des diminutions possibles d'évapotranspiration pour l'irrigation des vergers, avec une baisse de 5 à 10% pour le goutte-à-goutte par rapport à l'inondation des parcelles (par exemple, Thorenson et al., 2013). Les gains d'efficience peuvent également avoir lieu en augmentant les rendements à partir d'une même quantité d'eau, en optimisant les périodes d'irrigation, maintenant les résidus de culture, etc. (Howell, 2001). Cependant, peu d'études ont montré une augmentation des débits environnementaux grâce à ces améliorations.

Dans le bassin du Yakima (État de Washington), les investissements dans la modernisation des techniques d'irrigation se sont accompagnés d'une augmentation d'environ 20% des surfaces irriguées, entre 1990 et 2018 (Malik et al., 2021). Pendant la même période, les débits annuels moyens en rivière ont augmenté. En revanche, les débits d'étiage pendant l'été auraient tendance à diminuer légèrement avec la modernisation, à cause de la baisse des flux de retour (Ibid., 2021). Dans le Kansas, la modernisation s'est également traduite par un accroissement de la consommation en eau et du pompage dans les nappes souterraines, principalement lié à une diminution des périodes de jachères après modernisation et une augmentation des cultures de maïs, soja et luzerne (Pfeiffer & Lin, 2014 ; Perry & Steduto, 2017).

Hanak (2014) considère que les espérances liées aux économies d'eau constituent l'un des « mythes » de l'eau en Californie. En effet, les estimations sont généralement basées sur des volumes bruts et donc largement surestimées. Dans le cas des économies d'eau réalisées dans l'Imperial Valley grâce aux travaux visant à rendre étanche le « *all-American canal* », les volumes n'ont pas bénéficié à l'environnement, mais principalement à la ville de San Diego (Scott et al., 2014). Plusieurs études mettent en avant l'impact d'une réduction des retours des canaux gravitaires vers la rivière ou les zones humides plus à l'aval (Carrillo-Guerrero et al., 2013 ; Scott et al., 2014 ; Perry & Steduto, 2017). Dans le cas des zones humides du delta du Colorado, les flux de retour de canaux gravitaires seraient l'un des principaux apports :

> *Under water scarcity conditions, the delta ecosystem will be better off if the existing "inefficiencies" of the status quo were to be guaranteed […]. Since the Colorado is an over-allocated river, the accidental sources of water that have helped maintain the delta ecosystem have an owner, or owners. For the most part sources of environ– mental water supply in the delta are neither purposefully delivered to the environment nor guaranteed, and are subject to elimination through changes in the infrastructure and operations of other water uses including the Colorado River itself, agriculture, and urban water supply and treatment (Carrillo-Guerrero et al., 2013, p. 49–50).*

Finalement, lorsque des objectifs environnementaux existent, il est rare qu'ils soient détaillés et explicités clairement, rendant l'évaluation des résultats complexe. Les conclusions portent ainsi sur l'augmentation ou la diminution probable des débits de retour à la rivière, sans que plus de détails soient donnés (i.e. Australie).

La question fondamentale de savoir où va l'eau économisée, et comment elle bénéficie éventuellement à l'environnement, n'est que rarement abordée. Quelques études défendent les effets positifs des économies d'eau, en mettant en avant le fait que les flux de retours se font en décalage avec le cycle hydrologique naturel et que les prélèvements « court-circuitent » une partie de la rivière. Les prélèvements peuvent par exemple avoir lieu au moment le plus critique de l'étiage, et les flux de retour arriveraient alors quelques jours ou semaines plus tard, lorsque les besoins pour le milieu naturel sont plus faibles (Linstead, 2018).

De plus, plusieurs auteurs ont montré que la qualité des flux de retour pouvait être dégradée par l'utilisation d'intrants chimiques (fertilisants et/ou pesticides), affectant la qualité des cours d'eau plus à l'aval (García-Garizábal & Causapé, 2014 ; Ventury et al., 2008 ; Linstead, 2018).

Les enjeux politiques en lien avec la redistribution des coûts et bénéfices, les visions du monde ou les modes de gestion de l'eau (irrigation privée, publique ou collective) sont presque absents de la littérature, excepté pour le cas de l'Espagne. Globalement, peu d'analyses des politiques d'économie d'eau existent en Europe.

1.3.2 Institutions pour la gestion collective de l'eau

Le regroupement d'usagers au niveau local pour déterminer des règles de répartition de l'eau et assurer une gestion durable des ressources a fait l'objet d'une importante littérature (par exemple Ostrom, 1990 sur les associations d'usagers ; Cleaver, 2017 sur les processus de bricolage institutionnel). Il a été montré que ces institutions de gestion collective de l'eau étaient généralement connectées à divers degrés à des administrations de l'État (Ostrom, 2010), formant des systèmes de cogestion ou « *co-management* ».

Dans le cas de la gestion des eaux souterraines, il apparaît que la combinaison entre des institutions locales de gestion et la présence d'une régulation étatique imposant des restrictions en cas de manquement, constitue l'une des solutions les plus efficaces (Closas et al., 2017 ; Molle & Closas, 2020). Toutefois, force est de constater les nombreux échecs, et les niveaux globalement à la baisse des eaux souterraines dans de nombreuses parties du monde (Konikow & Kendy, 2005 ; Famiglieti, 2014).

En lien avec la mise en œuvre des débits environnementaux en France, il a été donné la possibilité aux agriculteurs de s'organiser localement pour se répartir le « volume prélevable » total pour leur activité. Ce volume prélevable est déterminé sur la base d'une évaluation des ressources disponibles et des besoins environnementaux. L'Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC), en charge de la répartition des droits à prélever, est le plus souvent la chambre départementale d'agriculture. Une récente analyse a montré de nombreux avantages liés aux OUGC, en particulier le développement d'une action collective au niveau local, une meilleure connaissance des prélèvements, et des possibilités de gestion plus fine (Rouillard & Rinaudo, 2020). Cependant, l'efficacité environnementale des dispositifs n'a pas encore été montrée, et fait face à plusieurs limites. Premièrement, les volumes agricoles autorisés auraient souvent été surestimés afin d'assurer une forme d'assurance en cas de restrictions. Les réductions d'autorisation ne se traduisent donc pas forcément pas une augmentation des ressources disponibles pour les milieux naturels. Deuxièmement, des délais ont été négociés pour la diminution des prélèvements à hauteur des « volumes prélevables », en particulier avec l'objectif de développer de nouvelles infrastructures de stockage ou de transfert (Ibid., 2020).

Les « projets de territoire » représentent un autre outil en France, visant à rassembler les différents usagers des ressources en eau afin qu'ils s'organisent pour une gestion durable des ressources (Bisch et al., 2018 ; Rouillard, 2020). L'impact environnemental de ces initiatives sera discuté à partir d'études de cas dans le bassin de la Durance.

1.3.3 Observation et connaissance

Les instruments d'information et de communication ont été largement développés dans les politiques environnementales (Halpern). Les campagnes de sensibilisation en période de manque d'eau représentent l'un de ces instruments (Molle, 2010). Ces mesures ont des effets limités en cas de fortes tensions sur les ressources, et sont généralement associées à d'autres outils incitatifs, de marché ou réglementaires.

1.4 Les mécanismes réglementaires

Des réglementations imposant un débit environnemental existent dans de nombreux pays (Le Quesnes et al., 2010 ; European Commission, 2015). Cependant, l'existence d'une législation assurant un débit réservé pour l'environnement n'implique pas sa mise en œuvre :

> *There are dozens of examples of current developments in environmental flow policies across the world. Yet, if there is such apparent policy progress, why do water flows and levels continue to be degraded on such a widespread scale? In the majority of cases, environmental flow provisions remain at the stage of policy and debate. The defining characteristic of many of these situations is precisely the lack of progress in translating agreements and policies into action* (Le Quesnes et al., 2010, p. 15).

Plusieurs des freins à la mise en œuvre des débits environnementaux sont notamment le manque de volonté politique, de ressources humaines et financières, et les conflits d'intérêts entre acteurs (Le Quesnes et al., 2010 ; Pahl Wostl, 2013 ; Harwood et al., 2018). Montginoul et al. (2020) ont également montré que la mise en œuvre des restrictions de prélèvements agricoles était l'un des points faibles des politiques de gestion quantitative de l'eau en France. Le manque de ressources humaines pour contrôler les usagers sur le terrain était le premier facteur de difficulté d'après les agents de l'administration (Ibid., 2020).

Alors que la littérature est extrêmement riche sur la modélisation des besoins environnementaux et le développement de nouvelles méthodologies (Tharme, 2003 ; Acreman, 2016 ; Lamouroux et al., 2017), ou encore les analyses techniques sur les possibilités de modification du fonctionnement des barrages (Richard & Thomas, 2007 ; Thomas, 2017), les cas d'étude décrivant la phase de mise en œuvre sont plus rares.

À travers les exemples du sud-ouest de la France et de l'Afrique du Sud, Bourblanc et al. (2021) ont mis en évidence comment les débits environnementaux participent à « *ré-instituer le pouvoir de logiques aménagistes en les naturalisant, compte tenu des cadrages cognitifs privilégiés et des asymétries qu'elles confortent* » (Ibid., 2021, p. 148). Par ailleurs, il est montré que la mise en œuvre des débits environnementaux est liée à un nouveau mode d'action publique basé notamment sur des indicateurs de performance, et une participation accrue des bureaux d'étude privés (Ibid., 2021).

1.5 Une boîte à outils pour réallouer l'eau vers l'environnement

La littérature qui compare les instruments visant à réallouer de l'eau vers l'environnement propose des analyses issues des sciences économiques et de l'écologie, et les présente comme étant neutres et interchangeables.

Les différents outils apparaissent à disposition du gestionnaire, qui est censé optimiser son choix en fonction du contexte, des objectifs environnementaux et de la possibilité de faire évoluer la situation (Figure 17).

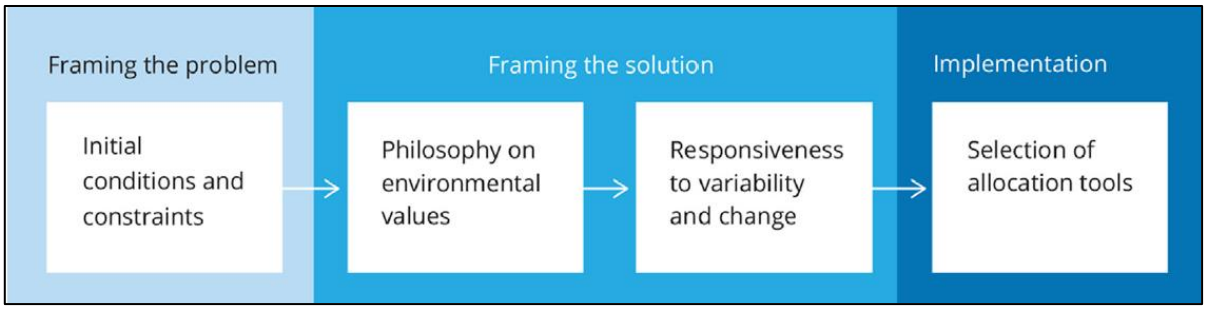


Figure 17 : Procédure en quatre étapes pour le choix des outils de réallocation d'eau vers l'environnement. Source : Horne et al., 2017.

L'enjeu est ensuite d'analyser l'impact de ces différents outils sur l'environnement, d'évaluer le coût des mesures, et finalement d'optimiser « l'efficience de l'eau environnementale » (Figure 18).

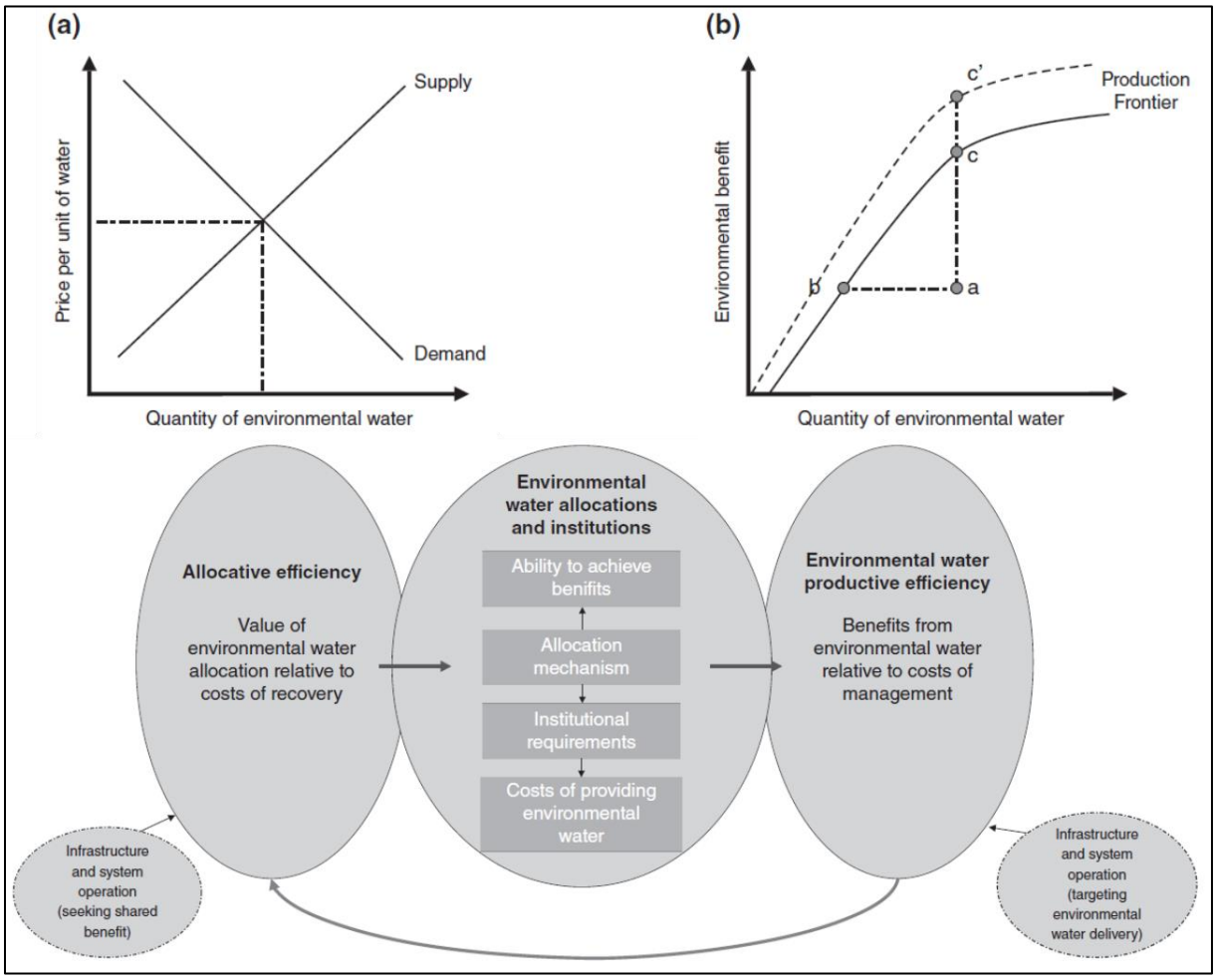


Figure 18 : Efficience des allocations environnementales, (a) allocation (b) productive efficiency. Source : Horne, O'Donnell et al., 2018.

Dans l'article intitulé « *Environmental water efficiency : Maximizing benefits and minimizing costs of environmental water use and management* », Horne, O'Donnell et al. (2018) définissent les différents termes de l'efficience d'utilisation de l'eau environnementale.

Premièrement, « l'efficience d'allocation » (Figure 18, a) correspond au point d'intersection entre l'offre et la demande, c'est-à-dire lorsque le coût marginal pour une réallocation supplémentaire d'eau

vers l'environnement (offre croissante) est égal au bénéfice marginal obtenu suite à cette réallocation (demande décroissante). Deuxièmement, « l'efficience productive » consiste à maximiser les gains environnementaux à partir d'une quantité d'eau donnée (Figure 18, b). Les mécanismes d'allocation (Horne et al., 2017) et le contexte institutionnel sont les principaux facteurs permettant l'optimisation de l'efficience productive de l'eau environnementale.

Les choix d'outils et de « gouvernance » deviennent alors des questions techniques. Le schéma de la Figure 19 illustre par exemple les modalités permettant de déterminer s'il est plus pertinent de fixer des règles fixes pour la gestion des débits environnementaux (gestion « passive »), ou bien de créer des organisations assurant une gestion dynamique tout au cours de l'année (à l'instar des « *Water trusts* » ou « *active environmental organization* »).

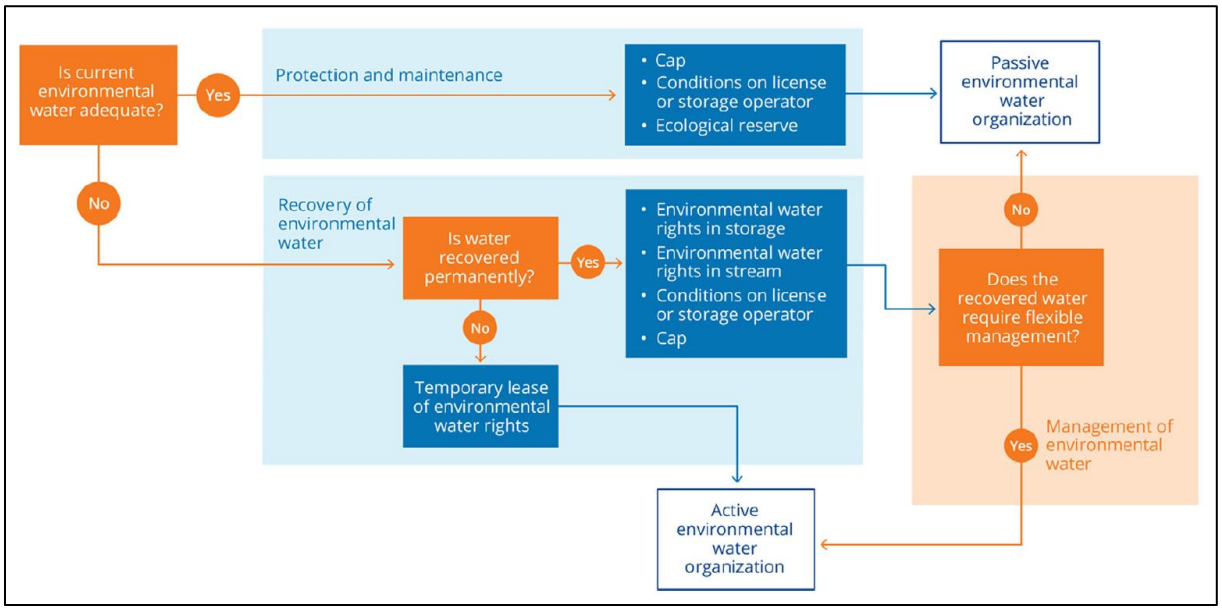


Figure 19 : Choix des organisations pour la réallocation d'eau vers l'environnement. Source : O'Donnell & Garrick, 2017.

Des méthodes de modélisation sont également proposées pour optimiser ces choix de gestion (Horne et al., 2018). Au-delà du mode de réallocation d'eau vers l'environnement, les modèles peuvent aller jusqu'à proposer une répartition de l'eau entre les différents usagers (en particulier production hydroélectrique et agriculture) et l'environnement (pour une revue de littérature sur les modèles utilisés, voir Horne et al., 2016).

Mises à part quelques exceptions dans la littérature sur les mesures réglementaires (Fernandez, 2014 ; Bourblanc et al., 2021)[10], la réallocation d'eau vers l'environnement est généralement « naturalisée » par des approches de modélisation économique et/ou écologique.

Les deux options les plus analysées ont été les marchés de l'eau et les investissements pour la modernisation des réseaux d'irrigation. Cette dernière option est presque systématiquement présente dans les politiques de gestion quantitative de l'eau, soit comme mesure principale, soit pour accompagner d'autres mesures, comme la mise en place de débits environnementaux réglementaires ou l'instauration de marchés de l'eau.

De plus, les politiques d'économie d'eau sont de plus en plus répandues en Europe pour répondre aux objectifs d'atteinte du bon état des masses d'eau, fixé par la Directive Cadre sur l'Eau (Dworak et al.,

[10] Les marchés de l'eau ont quant à eux été l'objet de critiques liées à la marchandisation de la nature, sans être toutefois spécifiques à l'eau environnementale (Bakker, 2005 ; Bakker, 2010).

2007 ; European Commission, 2021). Alors que des centaines de millions d'euros ont été investis, très peu d'analyses détaillées ont été menées, excepté pour le cas de l'Espagne. C'est donc sur la modernisation des réseaux d'irrigation, en tant qu'outil incitatif favorisant la réallocation d'eau vers les milieux naturels, que nous nous concentrerons principalement dans le cadre de ce travail.

La prochaine section résume les principales lacunes de la littérature scientifique en lien avec la réallocation d'eau vers l'environnement, puis présente les questions de recherche et hypothèses qui guideront le manuscrit de thèse.

2 Problématique et questions de recherche

2.1 De la boîte à outils à la sociologie de l'action publique : trajectoires et territorialisations des politiques de réallocation d'eau vers l'environnement

Après l'analyse de la littérature réalisée dans la partie précédente, nous souhaitons ici souligner les limites principales identifiées dans les travaux portant sur les instruments permettant la réallocation d'eau vers l'environnement. D'après nous, au moins trois aspects fondamentaux n'ont été que très peu envisagés dans la littérature sur la réallocation d'eau vers l'environnement, et en particulier concernant les projets d'économie d'eau :

Premièrement, ces politiques reposent sur des paradigmes d'action publique et des arrangements institutionnels, hérités du passé, et encore peu explicités. Elles font intervenir des représentations, des cadres cognitifs, et des instruments spécifiques (Hall, 1993 ; Muller, 2005). De plus, l'évolution de ces politiques au cours du temps, en lien avec les recompositions institutionnelles, la transformation des circuits financiers et les nouvelles réglementations, est peu renseignée. L'intégration des outils de réallocation de l'eau vers l'environnement dans des trajectoires institutionnelles longues représente donc un aspect intéressant à développer.

Deuxièmement, les outils permettant la mise en œuvre des politiques d'économie et réallocation d'eau sont généralement considérés comme faisant partie d'une « boite à outils » à disposition du gestionnaire ou de l'administration. Toutefois, les instruments d'action publics ont également des effets propres, et ils participent au cadrage des problèmes qu'ils traitent (Lascoumes & Simard, 2011). Par exemple, nous avons vu que l'accent est mis sur les caractéristiques « active » ou « passive » des organisations gérant les réallocations environnementales, mais leurs liens avec l'État, les communautés locales ou le secteur privé, ainsi que les formes de légitimité sur lesquelles elles reposent, ne sont que très rarement abordés (les travaux sur les débits environnementaux en Afrique du Sud et dans le Sud-Ouest de la France représentent un exemple).

Troisièmement, les programmes de réallocation environnementale de l'eau sont souvent formulés à l'échelle de régions administratives ou de grands bassins versants. L'analyse de la territorialisation de ces programmes, comprise ici comme « un processus tensionnel […] entre une logique politique descendante et une dynamique ascendante où s'expriment pratiques, pouvoirs et enjeux locaux » (Ghiotti, 2018, p. 87), fait encore défaut. Face à un discours descendant modernisateur, les acteurs locaux reformulent, s'adaptent et éventuellement intègrent l'économie d'eau dans des projets territoriaux (Marié, 1984). Quelques études ont montré que les marges de manœuvre au niveau local pouvaient être extrêmement importantes, et déterminantes sur les effets sociaux, politiques et hydrologiques de l'implantation de nouvelles technologies économes en eau (Kuper et al., 2018). En modifiant les ouvrages hydrauliques et/ou leur fonctionnement, les économies d'eau amènent à une redistribution spatiale des coûts et bénéfices entre des acteurs multiples et l'environnement. Elles participent ainsi à une reconfiguration des composantes politiques et hydrologiques des territoires de l'eau (Ghiotti & Rivière-Honegger, 2012).

Ces trois dimensions ne sont pas indépendantes. La trajectoire historique institutionnelle, l'élaboration des IAP et la construction des territoires hydro-sociaux interagissent et produisent les résultats biophysiques, sociaux et politiques des économies d'eau.

2.2 Objectifs et questions de recherche

Alors que l'optimisation des systèmes d'irrigation apparaît comme une « évidence » pour l'amélioration des milieux aquatiques, l'objectif principal de la thèse est de *repolitiser* le débat en lien avec les politiques d'économies et réallocation d'eau.

C'est-à-dire d'analyser les liens entre les politiques d'économie d'eau et des aspects cognitifs ou des modes de représentation, une répartition éventuellement contestée des flux d'eau entre différents usagers ou fonctions environnementales, et plus généralement la reconfiguration de territoires hydro-sociaux dans leurs multiples dimensions socio-économique, culturelle et environnementale.

La problématique est la suivante :

Comment les paradigmes et instruments d'action publique d'une part, et les territoires hydro-sociaux, les infrastructures et les flux d'eau d'autre part, interagissent et définissent les dynamiques d'élaboration, de mise en œuvre et les effets des politiques d'économie et réallocation d'eau vers l'environnement ?

Quatre sous-questions découlent de cette problématique :

- Comment s'intègrent la gestion de la demande en eau et la réallocation vers l'environnement dans l'évolution des paradigmes de gestion quantitative de l'eau ? Qui les a portés et comment s'est opéré le changement ? Comment ce nouveau paradigme permet l'alignement d'intérêts multiples et d'éléments d'ordre réglementaire et financier ?
- Comment les réglages des instruments et leur élaboration reflètent des effets de cadrage et des négociations politiques ?
- Comment se territorialisent les instruments de gestion de la demande en eau, et quelles sont les reformulations et résistances auxquelles ils font face ?
- Quels sont les impacts des politiques d'économies d'eau au sein des territoires hydro-sociaux, et comment elles participent à une réorganisation des flux d'eau et des coûts et bénéfices associés ?

Dans la partie suivante, nous présentons notre cadre théorique. Il s'appuie sur trois courants principaux : le néo-institutionnalisme (historique et sociologique), la sociologie des instruments de politique publique et la *political ecology*. Le cadre a été construit en faisant des allers retours constants avec la problématique et les séjours de terrain, afin de répondre à de nouvelles questions qui émergeaient au fur et à mesure de l'avancée du travail de thèse.

3 Cadre théorique

3.1 L'analyse des politiques publiques dans le temps long : dépendances au sentier, paradigmes et incrémentalisme

3.1.1 Dépendances au sentier dans les politiques de l'eau : le poids des infrastructures, des relations de pouvoir et des facteurs cognitifs

3.1.1.1 Néo-institutionnalisme historique : le rôle des groupes d'intérêts et des investissements sur le long terme

Dès le début de notre travail, il est vite apparu essentiel de se plonger dans le temps long. En effet, réallouer de l'eau vers les milieux aquatiques, c'est aussi potentiellement remettre en cause des

usages historiques, des droits d'eau, et un certain fonctionnement des infrastructures, pouvant dater de plusieurs siècles. De telles évolutions sont soumises à des effets de résistances, d'inertie et s'inscrivent dans de longues périodes de négociation. Comment les acteurs historiques du système et les règles héritées du passé participent-ils au modelage de nouveaux accords de répartition de la ressource ?

Afin de comprendre comment a été élaborée la politique d'économie d'eau et comment elle a évolué au cours du temps, nous mobilisons principalement la littérature néo-institutionnaliste (historique et sociologique). Nous présentons les trois intérêts majeurs de cette approche dans notre cas : le concept de dépendance au sentier, les paradigmes de politiques publiques, et la compréhension des processus de changement dans le temps long.

La littérature issue du « néo-institutionnalisme historique » a permis de montrer comment les décisions politiques présentes étaient contraintes par les trajectoires passées (Thelen, 1999 ; Pierson 2004). Plus précisément, les auteurs ont mis en évidence des « effets de rétroaction positive » (self-reinforcing or positive feedback processes) (Pierson, 2004, p. 10), générant une « dépendance au sentier » (path dependency) (Pierson, 2000), et rendant le changement de direction de certaines politiques publiques très complexe à mettre en œuvre.

D'abord observés en économie sur l'adoption de nouvelles technologies, ces effets de « retours sur investissement croissants » (*increasing returns*) reposent sur l'existence d'investissements financiers lourds sur de longues périodes et sur les coûts d'apprentissage des utilisateurs (Pierson, 2004, p. 24). Dans le cadre de l'analyse du changement institutionnel et de l'évolution des politiques publiques dans le temps long, des processus de rétroaction positive peuvent également être observés, et résultent de la complexité à provoquer des changements à partir d'actions collectives (coûts de coordination, capacité d'influencer de nombreux acteurs, etc.), des asymétries de pouvoir qui peuvent se renforcer au cours du temps, ou encore du « verrouillage » (*lock-in*) de certaines options alternatives (Pierson, 2004, p. 30-34).

Le maintien du *statu quo* est moins couteux pour les acteurs politiques, se projetant dans un horizon relativement court, par rapport à un changement radical de trajectoire. Les néo-institutionnalistes historiques « *rejettent une vision fonctionnaliste des institutions, et voient ces dernières comme des héritages durables résultant des conflits politiques passés*[11] » (Thelen, 1999). Ils insistent sur le fait que certains acteurs ou coalitions d'acteurs peuvent mobiliser leur autorité politique pour renforcer des asymétries de pouvoir déjà présentes (Pierson, 2000). Cette approche amène ainsi à analyser, dans une dimension stratégique, « *qui est investi dans des arrangements institutionnels spécifiques, comment leur implication est maintenue dans le temps, et comment ceux qui ne sont pas présents dans ces arrangements sont maintenus en dehors*[12] ».

Le concept de *path dependency* est très utile pour analyser les phénomènes d'inertie dans les politiques de l'eau (Hassenforder & Barone, 2018 ; Ingram & Fraser, 2008). En effet, les infrastructures et équipements tels que les barrages reposent généralement sur des investissements pluriannuels voire sur des décennies, et structurent les flux d'eau dans un bassin en générant des effets de « verrouillage » qui limitent les possibilités de retour en arrière. Les régimes juridiques de droits d'eau, dont l'histoire s'étend sur plusieurs siècles, constituent un autre élément qui contraint fortement les politiques visant à instaurer une nouvelle répartition de la ressource, par exemple au bénéfice de l'environnement. Par ailleurs, de puissantes coalitions d'acteurs existent et vont privilégier certaines trajectoires de développement (Molle, 2008). Il a ainsi été montré comment certains États et leurs administrations, des élus locaux, des entreprises de construction et des banques de développement,

[11] "Rejecting a functionalist view of institutions, historical institutionalists see institutions as enduring legacies of political struggles" (Thelen, 1999).

[12] Who is invested in particular institutional arrangements, exactly how that investment is sustained over time, and perhaps how those who are not invested in the institutions are kept out (Thelen, 1999).

ont influencé le processus politique pour favoriser des trajectoires reposant sur des grandes infrastructures de gestion de l'eau (barrages, transferts interbassins, développement de l'agriculture irriguée), pouvant conduire à la « fermeture » de bassins versants (Ibid., 2008).

Plusieurs auteurs ont également insisté sur le rôle que jouent les idées dans la durabilité des arrangements institutionnels, et les possibilités de leur changement (Hall, 1993 ; 1997 ; Campbell, 1998). Ces aspects ont particulièrement été développés dans le cadre du courant « sociologique » du néo-institutionnalisme, inspiré de la sociologie des organisations (DiMaggio & Powell, 1983 ; Hall & Taylor, 1996).

3.1.1.2 Néo-institutionnalisme sociologique : le rôle des facteurs culturels et cognitifs dans la durabilité des organisations et des institutions /socio construction of targets population

Les analyses issues du néo-institutionnalisme sociologique ont montré l'importance des facteurs culturels et cognitifs dans les dynamiques de maintien des organisations au cours du temps, notamment pour acquérir une certaine légitimité (DiMaggio & Powell, 1997 ; March & Olsen, 1989). Les codes au sein d'une profession, les procédures et les modèles de gestion détermineraient ainsi l'acceptation « culturelle » des organisations :

> *We take the view that organizational legitimacy refers to the degree of cultural support for an organization–the extent to which the array of established cultural accounts provide explanations for its existence (Meyer and Scott, 1983).*

Les institutions sont dans ce cadre à la fois formelles et informelles, et définies comme des « *routines, procédures, conventions, rôles, stratégies, organisations,* […] », ainsi que des « *croyances, paradigmes, codes, cultures et savoirs qui entourent, soutiennent, élaborent et contredisent ces rôles et routines* » (March & Olsen, 1989, p. 22).

Dans le domaine de la gestion de l'eau, il a été montré comment la diffusion de normes professionnelles et de cadres cognitifs participait au maintien de certaines organisations, comme les « bureaucraties hydrauliques » (Molle et al., 2009). Ces dernières sont ainsi caractérisées par une forte présence d'ingénieurs civils, une proximité avec les grandes filières économiques de gestion de l'eau (hydroélectricité, agriculture,…) et une reconnaissance de l'expertise technique comme fondement légitime pour la prise de décision, plutôt que la participation (Espeland, 1998 ; Molle et al., 2009 ; Barone & Mayaux, 2019).

Après nous être intéressés au processus de dépendance au sentier, résultant de facteurs économiques, politiques et culturels, nous allons voir comment peuvent être définis les cadres cognitifs des politiques publiques, et leur évolution.

3.1.2 Les paradigmes d'action publique : cadres cognitifs, objectifs et instruments

La place des cadres cognitifs dans l'élaboration, le maintien et l'évolution des politiques publiques a fait l'objet de nombreux travaux**,** comme pour le cas de la politique économique britannique ou la politique agricole française (Hall, 1993 ; Campbell, 1998 ; 2002 ; Muller, 2000a ; 2000 b ; 2005). D'après Peter Hall (1993), les « paradigmes d'action publique » reposent sur un cadre structuré d'idées et de représentations, se traduisant par une certaine problématisation des situations, une hiérarchisation des objectifs à atteindre et des instruments spécifiques pour y parvenir :

> […] *Policymakers customarily work within a framework of ideas and standards that specifies not only the goals of policy and the kind of instruments that can be used to attain them, but also the very nature of the problems they are meant to be addressing* (Hall, 1993).

Le changement de paradigme d'une politique publique correspond à un changement « de troisième ordre », faisant généralement suite à une évolution des instruments de politique publique (deuxième ordre), et/ou à une modification de leur mise en œuvre (premier ordre).

Le cadre cognitif et normatif qui sous-tend le paradigme d'action publique (Hall, 1993) nous semble proche du concept de « référentiel sectoriel » de Muller (2000), défini comme « un cadre d'interprétation du monde » (Muller, 2000a). Ces cadres reposent sur des interprétations causales (explication des causes des problèmes) et des interprétations normatives (solutions à appliquer). Pour Muller, les référentiels sectoriels s'articulent avec des « référentiels globaux », comme le référentiel « modernisateur » ou le référentiel « de marché » (Muller, 2005), correspondant à des évolutions beaucoup plus larges que celles qui traversent un secteur donné.

Dans les deux cas, les notions reposent à la fois sur une certaine conception des problèmes et des solutions, et sur des cadres d'interprétation permettant de les articuler. Cela rejoint l'apport de Campbell (1998) sur la place des idées dans le changement institutionnel :

> *The point is that ideas facilitate policy-making action not just by serving as road maps, but also by providing symbols and other discursive schema that actors can use to make these maps appealing, convincing, and legitimate (Campbell, 1998).*

Finalement, Surel (2000) propose un résumé des différents éléments présents dans les paradigmes de politique publique, à partir des concepts de Hall (1993), Muller (2000a), et de la théorie de la coalition des causes de Paul Sabatier (Sabatier, 1998) (Figure 20). La théorie de la coalition des causes (*Action Network Theory*) formule l'hypothèse que les coalitions d'acteurs reposent sur trois niveaux principaux : le *deep core* qui correspond aux systèmes de valeurs, le *policy core* qui comprend les objectifs de politique publique et des principes d'action, et les aspects secondaires qui font référence à des choix stratégiques pouvant être plus facilement modifiés (Sabatier & Weible, 2007, p. 194).

<table>
<tr><th></th><th>Paradigm</th><th>Advocacy coalition framework</th><th>Référentiel</th></tr>
<tr><td>Metaphysical principles</td><td rowspan="2">Policy paradigm</td><td>Deep core</td><td>Values, images</td></tr>
<tr><td>Specific principles</td><td rowspan="2">Policy core</td><td>Norms</td></tr>
<tr><td>Forms of action</td><td>Choice of instruments</td><td>Algorithms</td></tr>
<tr><td>Instruments</td><td>Specifications of instruments</td><td colspan="2">Secondary aspects</td></tr>
</table>

Figure 20 : Comparaison de différents cadres théoriques sur la notion de paradigme. Source : Surel, 2000.

D'après Palier & Surel (2005) et Surel (2000), un paradigme d'action publique se compose de la façon suivante :

- Des « principes métaphysiques généraux » ou encore « visions du monde » (Guérin, 2014 : 53) (hiérarchie des objectifs, Hall).
- Des « normes d'action » permettant l'opérationnalisation du système symbolique dans l'univers concret, à partir d'hypothèses, d'axiomes ou de raisonnements
- Des instruments de politique publique privilégiés (traduisant la place de l'État et le rapport au marché par exemple)
- Des images ou modèles

C'est cette définition que nous retiendrons dans le cadre de cette thèse. Par ailleurs, Palier & Surel (2005) insistent sur l'importance d'analyser les « récits » ou « *narratives* » dans lesquels les différents éléments des paradigmes d'action publique peuvent apparaître, de façon plus ou moins consciente de la part des acteurs. Différents exemples existent dans le cas des politiques publiques de la sécurité sociale (Palier, 2007), des politiques agricoles (Muller, 2005) ou encore des politiques environnementales (Hajer, 1995).

Dans le cas des politiques de l'eau, la notion de référentiel a été mobilisée pour décrire l'évolution des interventions des agences de l'eau en France (Bouleau, 2007), et le concept de paradigme pour l'analyse de la gestion des inondations du Rhône (Guerrin, 2014).

3.1.3 Changement de paradigme et ambiguïtés des arrangements institutionnels

Différentes théories en science politique abordent la question du changement institutionnel : la dépendance au sentier qui insiste sur les phénomènes d'inertie et de continuité (Pierson, 2000), ainsi que de changement incrémental (Lindblom, 1959 ; 1979) ; les *policy streams* qui montrent comment le changement résulte de l'alignement des courants politiques, des problèmes et des solutions par des entrepreneurs, lorsque s'ouvrent des « fenêtres d'opportunité » (Zahariadis, 2007) ; la théorie du « *punctuated equilibrium* » qui fait l'hypothèse de l'alternance entre des périodes de stabilité et des changements radicaux lors de « *critical junctures* » ou « crises » lors desquelles le champ des options politiques s'élargit (Palier & Surel, 2005). En accord avec ces derniers, les changements d'ampleur, ou de paradigme au sens de Hall (1993), ont lieu lors d'épisodes courts et brutaux, principalement sous l'effet de crises (par exemple économique). Les changements sont considérés comme marginaux lors des périodes de stabilité.

Streeck & Thelen (2005) avancent en revanche l'hypothèse que les changements paradigmatiques peuvent également résulter de processus incrémentaux, et avoir lieu dans des contextes contraints (par les choix passés et les phénomènes de dépendance au sentier). Ils proposent plusieurs mécanismes permettant de décrire les processus de transformation incrémentale. Les trois principaux sont présentés ici : la conversion (« *conversion »),* la superposition *(« layering »)* et la dérive (« *drift »)* (Streeck & Thelen, 2005 ; Palier & Surel, 2010 ; Dedieu, 2019, p. 94-95).

Le changement par superposition (*layering*) implique l'introduction de nouveaux éléments (règles, instruments, processus politiques, niveaux de gouvernements, organisations, acteurs…), s'ajoutant aux institutions et programmes déjà présents (Dedieu, 2019, p. 94). Ces changements incrémentaux, pouvant apparaître seulement « à la marge » du système (Palier, 2005, p. 157), produisent finalement des transformations de politique publique dans le temps long (Palier & Surel, 2010).

La conversion (*conversion*) d'une institution donnée intervient quand, face aux changements survenus dans son environnement ou à l'évolution des relations de pouvoir au sein de l'institution, celle-ci est redirigée vers de nouveaux buts et de nouvelles fonctions (Dedieu, 2019, p. 95). En termes de politique publique, les programmes existants sont modifiés pour répondre à de nouveaux objectifs (Palier & Surel, 2010). Ces modifications peuvent se faire de façon progressive, et reposent typiquement sur des compromis et des ambiguïtés (Streeck & Thelen, 2005, p. 46 ; Mahoney & Thelen, 2010).

La dérive des institutions (*drift*) se traduit par l'immobilisme, l'absence de réponse, de réinvention, d'ajustement d'une institution donnée face aux changements qui se produisent dans son environnement (Dedieu, 2020, p. 94). Cela produit une « érosion » (Streeck & Thelen, 2005, p. 24) des institutions, et éventuellement leur dysfonctionnement.

Dans les différents cas envisagés, ils montrent : « *how significant change can emanate from inherent ambiguities and 'gaps' that exist by design or emerge over time between formal institutions and their actual implementation or enforcement* » (Streeck & Thelen, 2005, p. 19).

Dans l'analyse de l'évolution des politiques publiques de sécurité sociale en France, Palier (2005) montre comment l'ambiguïté est déterminante dans l'adoption des différentes réformes, afin de générer un consensus entre des acteurs ayant des intérêts différents, voire contradictoires.

Bien qu'ayant lieu de façon lente, sur plusieurs décennies, l'accumulation des réformes conduit d'après lui à un changement de paradigme, depuis le système historique de « l'État providence » (*welfare state*) basé sur des financements solidaires avec une forte intervention des syndicats, à une sécurité sociale reposant sur l'intervention d'assurances privées de façon complémentaire, un renforcement du rôle de l'État, et le ciblage des plus vulnérables pour la distribution d'allocations minimum (Palier, 2005, p. 141 ; Palier & Martin, 2007).

Cette compréhension des changements de paradigme d'action publique dans le temps long, et pouvant résulter de multiples modifications incrémentales, nous semble extrêmement intéressante pour l'analyse des politiques de gestion quantitative de l'eau.

En effet, la gouvernance des politiques de l'eau repose principalement sur les Agence de l'eau et leur comité de bassin. Même si des changements d'ampleur ont eu lieu, principalement à travers l'adoption de textes législatifs européens (DCE, 2000) et nationaux (lois sur l'eau de 1984, 1992 et 2006), ces instances se sont maintenues au cours du temps. Elles ont en revanche constamment répondu à des évolutions du contexte, notamment le renforcement du rôle de l'État dans leur fonctionnement, l'augmentation du poids des objectifs environnementaux, et récemment une diminution des financements disponibles.

La présence des différents usagers de l'eau (agriculteurs, producteurs d'électricité, industriels, consommateurs, associations environnementales…), des élus, et des représentants de l'État dans le conseil d'administration de l'Agence et au sein du comité de bassin, a entraîné l'adoption d'un mode de décision basé sur la participation et le consensus (Narcy, 2004 ; Bouleau, 2007). Les SDAGE sont en général adoptés à l'unanimité par l'ensemble des acteurs des comités de bassin. Dans ce cadre, des changements brusques sont politiquement complexes à mettre en place, et les évolutions incrémentales les plus à même de se produire (Mahoney & Thelen, 2010).

Le néo-institutionnalisme historique permet d'analyser ces processus de changement, en suivant les cadres cognitifs, les discours et les acteurs qui les supportent. Toutefois, il apporte peu d'éléments pour saisir comment s'opérationnalisent concrètement les instruments de politique publique sur le terrain, quelle est la « mécanique interne » des outils, et comment les acteurs se les approprient et les reformulent. Ces multiples négociations et jeux d'acteurs représentent une dimension essentielle pour comprendre la mise en œuvre concrète des dispositifs, et l'impact de la trajectoire historique sur les arbitrages réalisés au niveau local. La sociologie politique des instruments de politique publique représente un champ d'analyse pertinent pour compléter le cadre du néo-institutionnalisme historique.

3.2 Analyse des instruments d'action publique : de l'élaboration à la mise en œuvre

D'après Halpern et al. (2014, p. 12), un instrument d'action publique est défini comme « *un dispositif à la fois technique et social qui organise des rapports sociaux spécifiques entre la puissance publique et ses destinataires en fonction des représentations et des significations dont il est porteur* ».

L'approche sociologique permet « d'ouvrir les instruments », de décortiquer les modes de fonctionnement, les réglages internes, les ajustements, et d'analyser les constructions politiques sur lesquelles ils reposent. Inspiré de la sociologique de la quantification, il est proposé de rompre avec la neutralité des instruments et leurs seules caractéristiques techniques :

> *A. Desrosières a montré comment la production statistique véhicule un langage commun et des représentations qui créent des effets de vérité et d'interprétation du monde s'imposant à tous les acteurs et naturalisant les situations sociales qu'elle saisit. De la même façon, il est possible d'envisager les instruments d'action publique en rompant avec l'illusion de leur neutralité, en*

> *spécifiant leurs propriétés et leurs effets et en montrant les formes de légitimité qui les valident. Les instruments d'action publique ne sont pas inertes, librement disponibles pour des mobilisations sociopolitiques, ils détiennent une force d'action autonome qui se développe en interaction avec les acteurs qui les utilisent. Ils ne sont pas statiques et réductibles à de la pure technique, ils produisent souvent des effets indépendants des objectifs qui leur avaient été assignés* (Lascoumes & Simard, 2011, p. 19).

Le choix de l'instrument et le type d'instruments mobilisés sont ainsi liés à un mode d'exercice du pouvoir et à des formes de légitimation des acteurs qui les portent. Ce cadrage donne des clés d'analyse pour étudier finement les instruments visant à réallouer de l'eau vers l'environnement, au-delà d'une comparaison de leur efficacité technique, comme nous l'avons vu dans les parties précédentes. Par exemple, Espeland (1998) a montré comment l'usage des analyses coûts-bénéfices, et le paramétrage de ces analyses, étaient au cœur de débats entre différentes conceptions de l'aménagement hydraulique, de la place des populations amérindiennes et de l'environnement (visions portées par deux groupes d'acteurs, appelés « ancienne et nouvelle gardes » ; Espeland, 1998).

Enfin, l'analyse sociologique des instruments d'action publique met l'accent sur les pratiques de « traduction » (Callon, 1986) et de reformulation des problèmes permettant l'agrégation des divers intérêts en jeu (Lascoumes, 1996 ; Lascoumes & Simard, 2011). L'instrument n'est pas considéré comme « *un dispositif clos, il est indissociable de modes d'appropriation contextualisés. À partir de lui s'observent aussi bien des mobilisations professionnelles que des activités de reformulation (au profit des intérêts et rapports de pouvoir d'acteurs) et de résistance (réduire la portée de l'instrument ou le contourner par des alliances paradoxales)* (Lascoumes & Simard, 2011, p. 20).

Le processus de traduction s'opère également à travers des entreprises de recyclage des cadres cognitifs et des pratiques hérités du passé (Lascoumes, 1996 ; Bourblanc et al., 2017) :

> *Tous les discours portant sur la "nouveauté" des problèmes et des politiques sont d'abord là pour occulter l'essentiel, à savoir qu'il s'agit en grande partie d'entreprises de recyclage. C'est-à-dire de conversion-adaptation du "déjà là" de l'action publique, de ses données préexistantes, de ses catégories d'analyse, de ses découpages institutionnels, de ses pratiques routinisées* (Lascoumes, 1996, p. 335).

L'enjeu de traduction des instruments au niveau local nous semble essentiel, et nous souhaitons l'explorer grâce au concept de territoire hydro-social (Boelens et al., 2016), issue de la *political ecology*. En effet, si les dynamiques de traduction d'un instrument sont mises en avant dans la sociologie de l'action publique, le « territoire de l'eau » (Ghiotti, 2006), et notamment ses dimensions matérielles, ne sont pas explorées en science politique. Cela est toutefois apparu fondamental au cours de notre travail pour comprendre le processus de traduction/territorialisation.

3.3 *Political ecology* et territoires hydro-sociaux

La *political ecology* regroupe une diversité d'approches théoriques et de méthodes, et peut être comprise comme « une communauté de pratiques […] analysant généralement les conditions et l'évolution des systèmes sociaux/environnementaux, avec une considération directe/explicite des relations de pouvoir » (Robbins, 2012, p 20). Nous ne rentrerons pas ici dans une description détaillée du courant de la *political ecology* et de ses différentes ramifications, mais souhaitons préciser les éléments que nous retiendrons dans le cadre de la thèse.

De nombreux débats ont eu lieu sur la place relative des sciences sociales et des sciences de l'environnement dans les études appartenant à la *political ecology* (Walker, 2005 ; 2007). Dans notre cas, c'est bien « la prise au sérieux » des infrastructures de gestion de l'eau, des usages et des enjeux environnementaux qui justifient la mobilisation de la *political ecology*. Trois raisons principales sont présentées.

Premièrement, au cours de nos séjours sur le terrain, l'analyse fine des différents usages de l'eau et la compréhension des problèmes d'environnement à résoudre grâce aux politiques d'économie d'eau, sont apparues essentielles pour prendre de la distance par rapport aux différents discours d'acteurs. Il ne s'agit pas de produire des explications parfaitement objectives des enjeux environnementaux analysés, mais plutôt d'étudier les tensions existantes entre les données biophysiques, les productions de ces données et les discours des parties prenantes (Forsyth, 2004 ; Benjaminsen et al., 2010). Ce type de posture a été qualifié de *critical realist*, au sens où il prend en compte les données matérielles/biophysiques des problèmes étudiés, mais reconnaît une diversité d'interprétation et de positionnement de la part des acteurs. Cela peut permettre de déconstruire certains récits environnementaux, dont l'objectif est d'abord la légitimation de quelques acteurs dominants qui imposent un cadre normatif, et de mettre en valeur des propositions alternatives (i.e. les cas de l'érosion des sols ou de la gestion des forêts ; Forsyth, 1996 ; Forsyth, 2004). En lien avec la gestion de l'eau, il a également été montré que différentes « ontologies » et expertises pouvaient exister (Zwarteveen et al., 2017). Les tensions entre discours et prise en charge concrète des enjeux environnementaux font aussi l'objet d'analyse en sciences de gestion (par exemple, Leroy, 2004).

Deuxièmement, les infrastructures de gestion de l'eau et la répartition des flux sont liées à une certaine distribution sociale et spatiale des coûts et bénéfices (Molle, 2012). Dans les bassins très aménagés, de nombreuses interdépendances existent entre les usagers : disponibilité de la ressource en eau en quantité et dans le temps, qualité, charge en sédiments, occupation de l'espace alluvial (Ibid., 2012). Les nouvelles interventions sur le cycle de l'eau, telles que des barrages, des extensions de périmètres irrigués ou des changements de technologie, vont avoir de multiples conséquences sur les différents usagers impliqués, à l'échelle du bassin versant et des territoires desservis. Les liens entre répartition des flux et usages interdépendants permettent d'analyser les compromis par exemple entre les secteurs hydroélectrique, agricole, et l'environnement, et de mieux cerner les jeux d'acteurs. Les flux d'eau représentent ainsi l'une des clés d'analyse de la « gouvernance de l'eau », définie comme « *les pratiques de coordination et de prise de décision de différents acteurs autour de répartitions d'eau contestées/disputées* » (Zwarteveen et al., 2018, p. 19). Les répartitions de l'eau, de l'autorité et du pouvoir de décision, et de l'expertise et des savoirs légitimes apparaissent fortement reliées, agissant les unes sur les autres (Zwarteveen et al., 2017).

Enfin, il a été montré que les infrastructures de gestion de l'eau ne sont pas seulement des ouvrages techniques, mais peuvent également véhiculer des valeurs, des formes de contrôle et des projets politiques (Bischel, 2016 ; Aubriot et al., 2018). Cet aspect a été largement étudié dans le cas des grands projets hydrauliques du XX^{ème} siècle, permettant de construire des « bureaucraties hydrauliques » (Molle et al., 2009) puissantes, comme dans le cas de l'Espagne (Swyngedouw, 2015), des États-Unis (Espeland, 1998), ou encore du Mexique (Wester et al., 2009). Se rapportant à l'exemple plus récent du Soudan, Bichsel (2016) souligne :

> *Controlling and harnessing the physical properties of water for the purposes of economic development and human improvement serve to discursively justify political hierarchies, to forge collective ideologies and to mobilise public support* (Ibid., 2016, p. 362).

Plus généralement, comprendre comment l'eau circule et qui la gère est un moyen d'analyser l'organisation de la société, d'éventuelles asymétries de pouvoir et les liens avec différentes formes de savoir (Aubriot et al., 2018). La notion de territoires hydro-sociaux permet de saisir ces relations complexes entre les dimensions matérielles et biophysiques, et les dimensions culturelles, politiques et idéologiques de la gestion de l'eau. Le territoire hydro-social correspond à :

> *La matérialisation imaginaire et socio-environnementale contestée d'un réseau multi-scalaire spatialement délimité dans lequel les humains, les flux d'eau, les relations écologiques, les infrastructures hydrauliques, les moyens financiers, les arrangements juridico-administratifs et les institutions et pratiques culturelles sont définis, alignés et mobilisés de manière interactive*

par des systèmes de croyances épistémologiques, des hiérarchies politiques et des discours de naturalisation (Boelens et al. 2016).

La construction de ces territoires de l'eau est intimement liée aux infrastructures présentes, qui participent à la fois à l'établissement « *de limites et de connexion, canalisant les flux d'eau pour relier (ou perturber) les lieux, les personnes et les pratiques* » (Hommes et al., 2019, p. 85). Ces territoires ne sont pas figés, mais constamment rediscutés et redéfinis. Différentes conceptions des territoires peuvent se superposer sur un même espace géographique, donnant lieu à un « pluralisme territorial » (Hommes et al., 2019).

Cette notion nous intéresse particulièrement pour interroger les formes de territorialisation de l'action publique, correspondant à un processus tensionnel entre logiques descendantes d'une part, et construction des territoires de l'eau d'autre part (Ghiotti, 2018). Les projets d'économie d'eau n'ont pas lieu « hors sol », mais dans des territoires ayant une « épaisseur sociale » (Marié, 1987, p. 93) et capables de résister au changement, « *d'incorporer progressivement […] des savoirs locaux, de fonctionner, de faire avec des contradictions, des contraintes locales* » (Ibid., 1987, p. 66). Deux aspects ressortent donc : du point de vue des territoires hydro-sociaux, il s'agit de comprendre comment de nouvelles mesures environnementales, notamment d'économie d'eau, sont intégrées dans la construction matérielle et idéelle des territoires ; comment ces mesures viennent bousculer ou remanier l'existant, faisant éventuellement coexister différents projets (différentes territorialités). Du point de vue d'action publique, l'enjeu est d'analyser comment les objectifs, les programmes d'action ou les instruments générés à des échelles de grand bassin hydrographique ou de région administrative, s'adaptent et se modifient au contact de différentes réalités hydro-sociales. L'analyse de ces « *adaptations réciproques* » (Ibid, 1987, p. 67) constitue l'un des objectifs de la thèse.

3.4 Sciences politiques et *Political Ecology*

Nous mobilisons ainsi un cadre interdisciplinaire, faisant intervenir les sciences politiques et la *political ecology*. Ce cadre d'analyse s'est construit tout au long des trois dernières années, en interaction avec les questions de recherche et les séjours sur le terrain.

Il met l'accent sur trois aspects interdépendants, qui permettent selon nous de comprendre comment se pose aujourd'hui la question de la réallocation d'eau vers l'environnement :

- l'évolution des paradigmes d'action publique dans le temps long et des coalitions d'acteurs qui les supportent ;
- la mécanique interne des instruments de politique publique, comme marqueur des compromis et des traductions ;
- l'évolution matérielle et idéelle des territoires hydro-sociaux pour répondre aux enjeux de redistribution des ressources.

Le temps long, « l'ouverture » des instruments, et l'ancrage spatial de l'analyse doivent permettre de poursuivre les réflexions sur la réallocation d'eau vers l'environnement, dans la lignée des travaux réalisés sur plusieurs outils réglementaires (Bourblanc et al., 2021) et les économies d'eau (Venot et al., 2017). La Figure 21 synthétise les principaux éléments du cadre d'analyse.

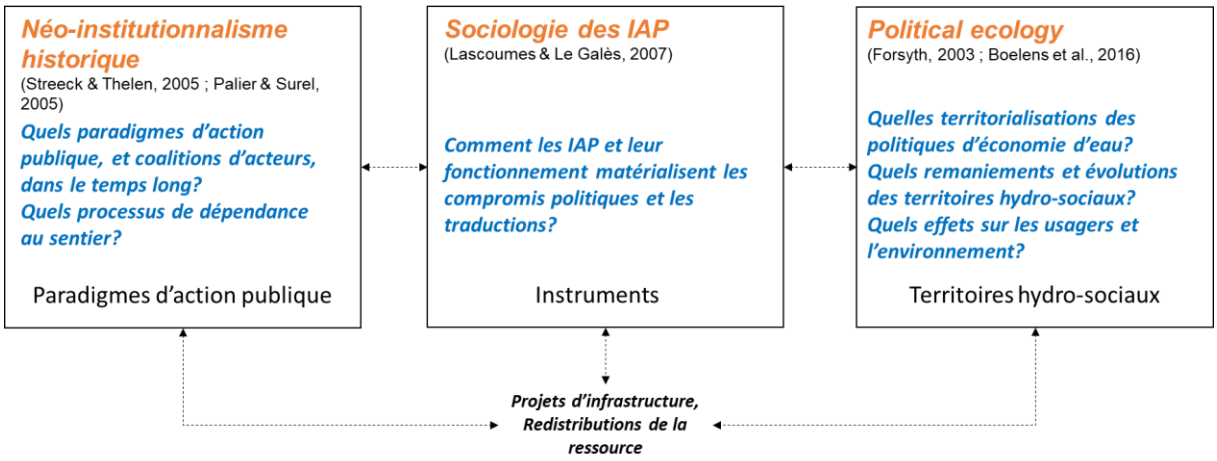


Figure 21 : Cadre d'analyse montrant les liens entre paradigmes d'action publique, instruments et territoires hydro-sociaux. Source : auteur

4 Méthodologie et terrain d'étude

4.1 Approche monographique dans un terrain « laboratoire » : le bassin de la Durance

Le bassin de la Durance, dans le sud-est de la France, représente un cas idéal pour l'analyse des politiques d'économie et réallocation d'eau pour plusieurs raisons. Premièrement, ce bassin est extrêmement artificialisé, les aménagements de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle ayant mené à une modification totale des flux d'eau et de sédiments (Figure 22).

La Durance est caractérisée par un régime pluvio-nival méditerranéen. Les étiages sont marqués l'été et l'hiver (30 à 50 m^3/s), et l'eau est abondante au printemps (fonte de neige) et en automne (pluies). Le haut du bassin (Ubbaye, Haute-Durance) génère des crues fréquentes (annuelles ou bisannuelles) et modérées (entre 1000 et 2000 m^3/s) au printemps, alors que les affluents de Moyenne-Durance (Buëch, Bléone, Verdon principalement) génèrent les crues les plus spectaculaires de fréquence cinquantennale (4000 m^3/s à Cadarache) ou centennale (5000 m^3/s), à l'automne (Sogreah, 2001). L'hydrologie est donc très variable, avec des débits variant d'un facteur 100 entre les étiages d'environ 50 m^3/s et les crues centennales de 5000 m^3/s. Les apports moyens annuels varient quant à eux entre 3 et 8 milliards de m^3 (Dreal, 2008). Deuxièmement, la Durance se caractérise par des apports sédimentaires très élevés. Avant les aménagements, elle charriait environ 500 000 m^3 de matériaux grossiers par an et faisait transiter plus de 2 millions de m^3 de matières en suspension (MES ou limons). Les apports proviennent majoritairement du bassin versant intermédiaire (Sasse, Buëch, Bléone, Verdon…) (Figure 22).

La pente importante sur la majeure partie du cours d'eau, les apports en matériaux grossiers de plusieurs centaines de milliers de m^3 annuel, et le régime hydrologique permettant leur transport donnent à la Durance son style fluvial de rivière en tresse méditerranéenne. Elle fait la jonction entre les zones alpines et méditerranéennes qui représentent deux zones biogéographiques contrastées, et représente ainsi un corridor essentiel de déplacement et diversification des espèces (Syndicat Mixte d'Aménagement de la vallée de la Durance, 2011). Elle est intégrée au réseau Natura 2000 et classée Zone de Protection Spéciale en Moyenne-Durance (ZPS, Directive « Oiseaux ») et Zone Spéciale de Conservation (ZSC, Directive « Habitats ») de Serre-Ponçon au Rhône. Dix-neuf habitats d'intérêts communautaires ont été recensés et 14 d'entre eux sont liés au style fluvial en tresse de la Durance (habitats pionniers des bancs de galets, zones annexes d'eau calmes, ripisylves…) (Syndicat Mixte d'Aménagement de la vallée de la Durance, 2011).

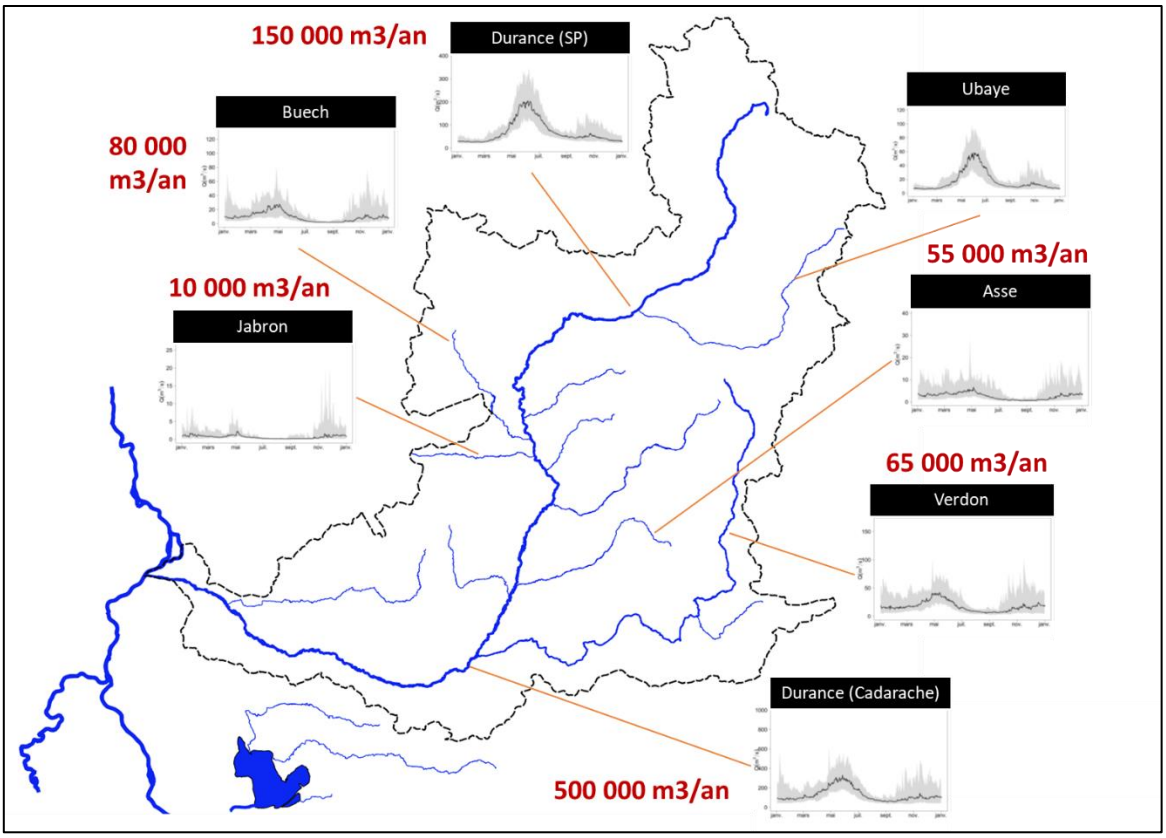


Figure 22 : Bassin de la Durance avant les aménagements agro-industriels EDF. En rouge : charriage de matériaux grossiers. Source : auteur à partir de Sauquet et al., 2015, p. 40 ; Sogreah, 2001, p. 123.

Les premiers aménagements datent du XII^{ème} siècle, mais la construction des principaux barrages a eu lieu à partir des années 1960. Aujourd'hui, les 15 barrages de la rivière la divisent en tronçons successifs, la plupart étant totalement court-circuités par le canal EDF qui longe la rivière. Serre-Ponçon et Sainte-Croix sont les réservoirs « de tête » avec une forte capacité de stockage, alors que les autres barrages permettent principalement de capter les affluents et de les diriger vers le canal EDF pour approvisionner les 22 centrales hydroélectriques, en ne laissant dans la rivière que le débit réservé minimum. Au total, c'est presque 80% du cours de la rivière qui est court-circuité entre le barrage de Serre-Ponçon et la confluence avec le Rhône, et réduit à son débit réservé. En moyenne, plus de 3 milliards de mètres cube étaient initialement dérivés vers l'étang de Berre, dans la partie aval du bassin, mais ces volumes sont aujourd'hui réduits à un peu plus d'1 milliard de m^3. Ces aménagements ont également une vocation agricole forte : lors de la construction du canal EDF, la majorité des canaux existants ont été connectés directement au canal (canaux de Basse-Durance, Ventavon, Manosque, canaux du Buëch…), et de nouveaux ont été construits, comme le réseau de la Société du Canal de Provence (SCP) alimenté par les eaux du Verdon. Les territoires desservis sont dits « régulés », car ils bénéficient d'un apport sécurisé depuis les infrastructures EDF et d'une « réserve agricole » de 450 Mm^3 (200 Mm^3 pour les canaux de Basse-Durance, gérés par la Commission Exécutive de la Durance (CED), et 250 Mm^3 pour la SCP) stockée dans le barrage de Serre-Ponçon. En revanche, la plupart des affluents de la Durance ne sont pas connectés au système Durance-Verdon, et subissent des aléas d'approvisionnement important pendant les périodes d'étiage (certains apparaissent comme « bassins déficitaires » dans la Figure 23). Finalement, presque toute l'eau du bassin est allouée à un usage (production d'électricité, agriculture, industrie, AEP) ou à l'environnement (débit réservé).

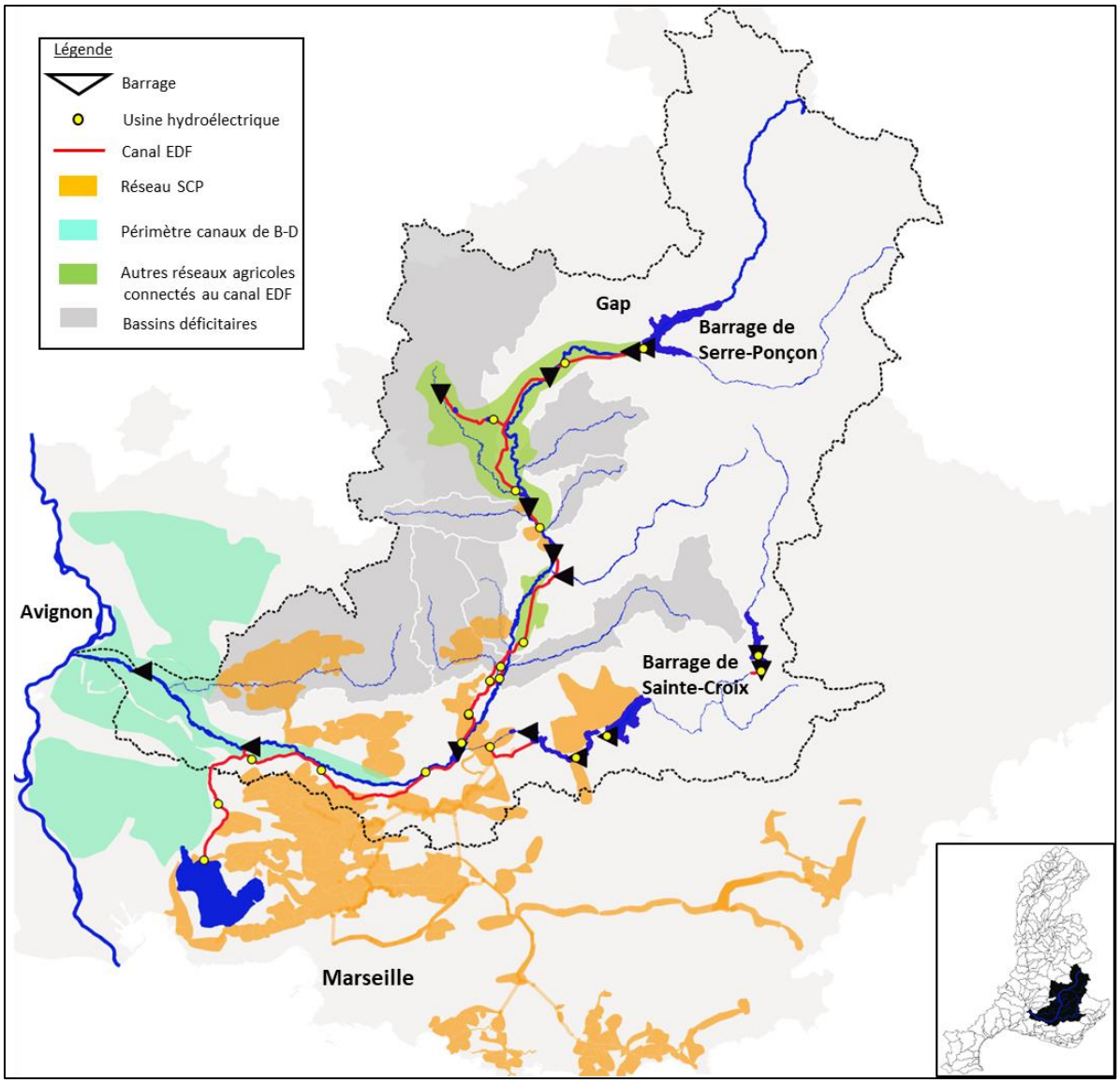


Figure 23 : Bassin de la Durance avec ses principaux aménagements hydroélectriques et agricoles. Source : auteur à partir de données HYDRA2015, BD TOPO, Dreal Paca.

Cette situation permet de matérialiser et de rendre visible la redistribution des flux en lien avec les politiques d'économie d'eau (ce qui est généralement peu visible dans un bassin non aménagé). En effet, les prises des canaux agricoles étant connectées au canal EDF, l'eau économisée en réduisant le prélèvement rejoint ce dernier. Trois instruments de politique publique spécifiques ont ainsi été mis en place à partir des années 2000, afin de déterminer les volumes qui devraient revenir aux milieux naturels, aux canaux agricoles ou à la production hydroélectrique :

- Les contrats de canaux sont des démarches volontaires et contractuelles, permettant d'avoir accès aux financements de l'Agence de l'eau pour des projets de modernisation agricole à condition qu'une partie des économies générées soit attribuée aux milieux naturels (50% jusqu'à maintenant).
- Les Plans de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE) sont également des démarches contractuelles, mais le contexte de mise en œuvre est tout à fait différent de celui des contrats de canaux. En effet, la mise en œuvre des PGRE a lieu dans des bassins dits « déficitaires » au sens des circulaires

de 2008[13] et 2010[14], et vise le rétablissement de l'équilibre quantitatif des bassins. Ils correspondent aux outils contractuels de la réforme des volumes prélevables, visant à mettre en place des débits d'objectif étiage (DOE)[15] dans l'ensemble des bassins en France. Les contrats de canaux et les PGRE se déclinent chacun dans des territoires hydro-sociaux contrastés.

- Enfin, le Compte Epargne Volume (CEV) est un contrat entre l'État, l'Agence de l'eau et EDF, qui vise à comptabiliser l'eau économisée d'une part, et l'eau réallouée vers les milieux d'autre part, depuis les barrages EDF. Il repose sur un principe d'équivalence entre Kwh et volumes d'eau, pour assurer une neutralité économique des opérations de réallocation d'eau vers l'environnement pour EDF (AERMC, 2016).

Il est important de noter ici la spécificité du bassin de la Durance, dans lequel les prélèvements agricoles sont relativement faibles par rapport à l'usage hydroélectrique. La Figure 24 (haut) présente la différence entre les débits qui circulaient en rivière avant aménagement et après réalisation des barrages à partir des années 1960. Cependant, il faut bien noter que les 95% des volumes moyens annuels qui sont déviés ne sont pas évapotranspirés. La Figure 24 (bas) permet de mieux comprendre comment sont répartis les volumes entre usages. Elle fait apparaître les usages agricoles et d'alimentation potable en vert et jaune, comptant pour environ 1,5 milliard de mètres cubes par an. 150 millions de mètres cubes sont réservés au débit environnemental, et une partie très variable, entre environ 0 et plus d'un milliard de mètres cubes, s'écoulent lors d'épisodes de crue. Tout le reste, soit plus de 4 milliards de mètres cubes par an lors d'une année moyenne (6 milliards de mètres cubes), est turbiné pour la production d'électricité, et rejeté dans l'étang de Berre, ou restitué en Basse Durance à l'aval du barrage de Mallemort (Figure 24, bas). C'est ce captage d'eau extrêmement important qui permet au bassin de la Durance de produire environ 10% de l'énergie hydroélectrique totale de France (Balland et al., 2002).

Le deuxième aspect pouvant être contre-intuitif repose sur l'effet de ces restitutions d'eau après avoir été turbinées. Comme nous le verrons au cours de la thèse, ces derniers apparaissent problématiques au niveau environnemental aussi bien dans l'étang de Berre qu'à l'aval du bassin, en particulier à cause de leur forte irrégularité.

La Durance est couramment nommée « château d'eau de la Provence », car elle dessert la quasi-totalité de la région pour les besoins agricoles, industriels et urbains (Figure 25). En effet, les prélèvements totaux en région Paca correspondent à environ 3,4 milliards de mètres cubes par an (hors hydro-électricité), et 65% vient directement des ressources en eau de la Durance (Dreal Paca, 2008, p. 125).

[13] Circulaire du 30 juin 2008 relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation.
http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=28179

[14] Circulaire du 3 août 2010 relative à la résorption des déséquilibres quantitatifs en matière de prélèvements d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation dans les bassins où l'écart entre le volume prélevé en année quinquennale sèche et le volume prélevable est supérieur à un seuil de l'ordre de 30 %.
URL : https://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Bulletinofficiel-0024505&reqId=85d89b0c-78a2-4f5e-953a-0f9950d98bb9&pos=6

[15] Le Débit d'Objectif Étiage correspond à l'objectif de débit environnemental pendant la période d'étiage. Il est censé comprendre les besoins des milieux aquatiques et des usagers à l'aval (Floury et al., 2013).

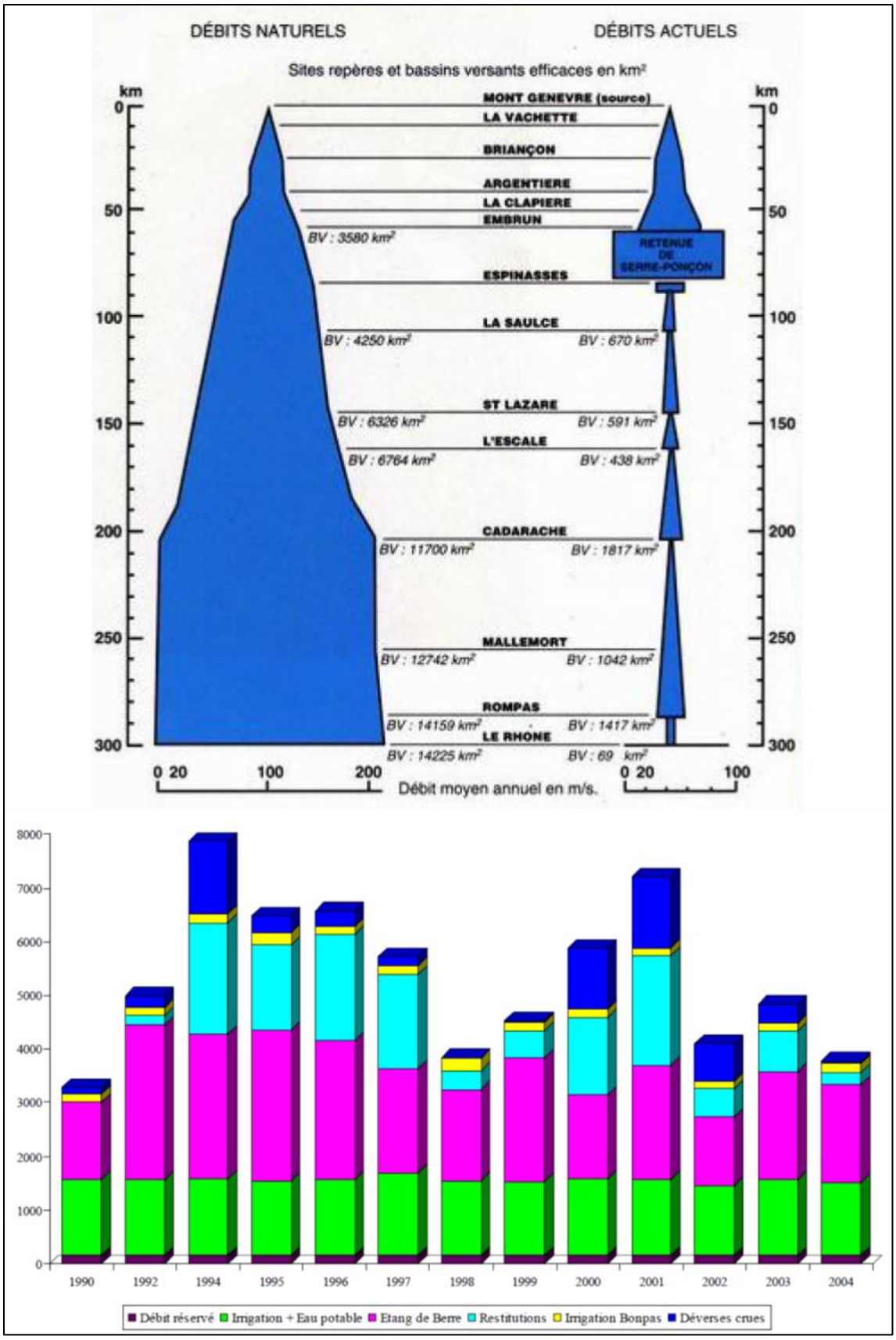


Figure 24 : Débits de la Durance avant et après aménagements des années 1960-1990. Source : Balland et al., 2002 (haut) ; répartition des prélèvements d'eau annuels en Durance entre les différents usages (millions de mètres cubes). Source : Dreal Paca, 2008, p. 45 (bas).

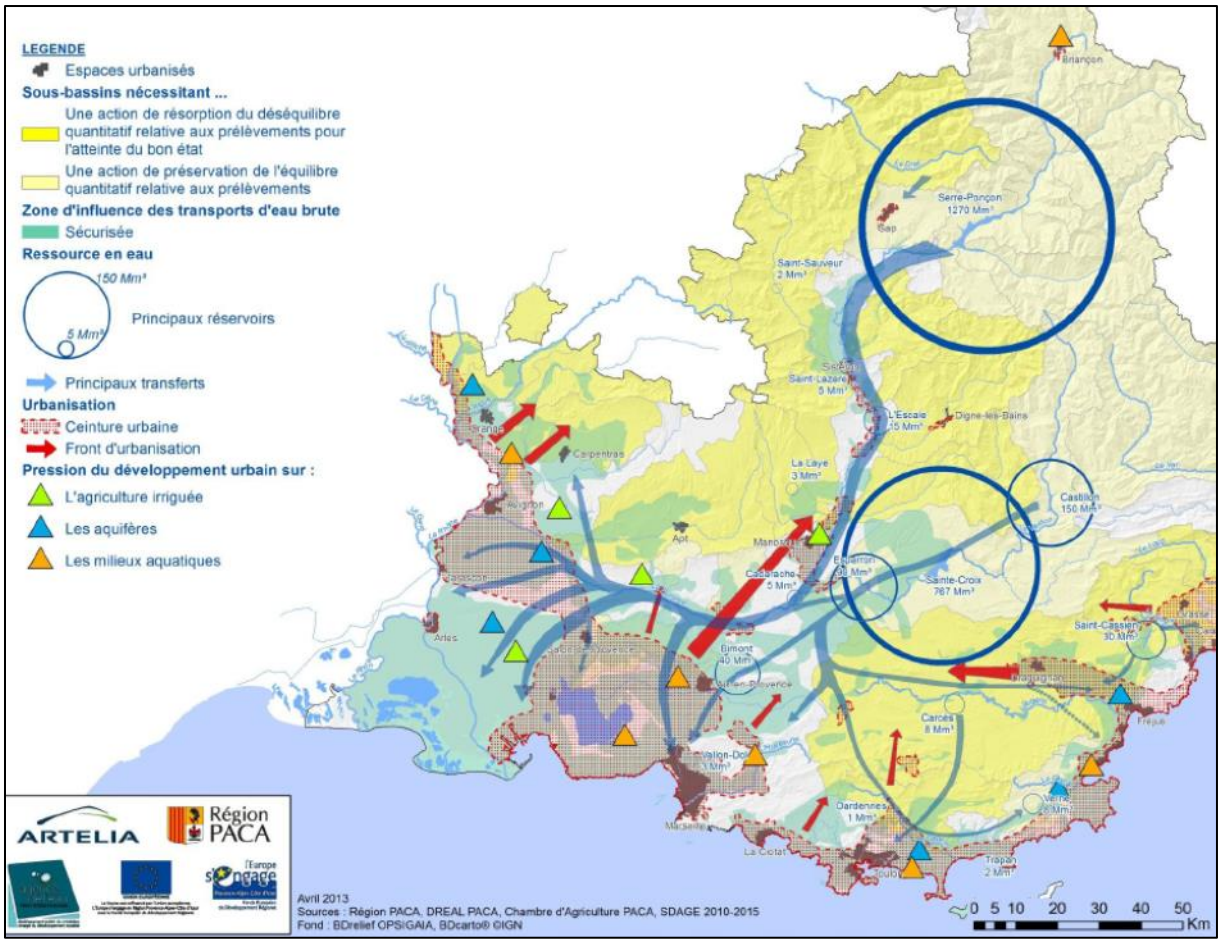


Figure 25 : Enjeux de gestion quantitative de l'eau en région Paca. Source : Région Paca, 2013.

Plus généralement, les interdépendances entre usages de l'eau sont extrêmement fortes et font intervenir l'ensemble des éléments du cycle de l'eau : quantité, qualité, sédiments fins et sédiments grossiers, répartition des débits dans le temps au cours de l'année. De nombreux dispositifs ont été mis en place pour gérer les manque ou excès d'eau, les accords entre de multiples usages (agriculture, hydroélectricité, eau potable, tourisme, sports d'eau vive…), les aspects hydro-morphologiques (extraction de gravier, objectif de préservation des rivières « en tresse ») ou encore l'occupation du lit majeur : deux Schémas d'Aménagement et de Gestion (SAGE ; Verdon et Calavon) sont en place, et deux autres en cours d'élaboration (Durance et Crau), et cinq contrats de rivière ont été adoptés. Une diversité d'acteurs intervient : les syndicats mixtes[16] (Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance –SMAVD, et autres syndicats par exemple dans les bassins du Buëch, de l'Asse et de la Bléone, ou sur la plaine de la Crau), les parcs naturels régionaux (Verdon et Lubéron), la Région Paca et les départements, les représentants des usagers, comme la Commission Executive de la Durance (CED), EDF, la SCP… (Figure 26).

[16] Le syndicat mixte est un établissement public constitué par différentes collectivités territoriales, comme les communes ou établissements publics de coopération intercommunale (EPCI), les départements et les régions.

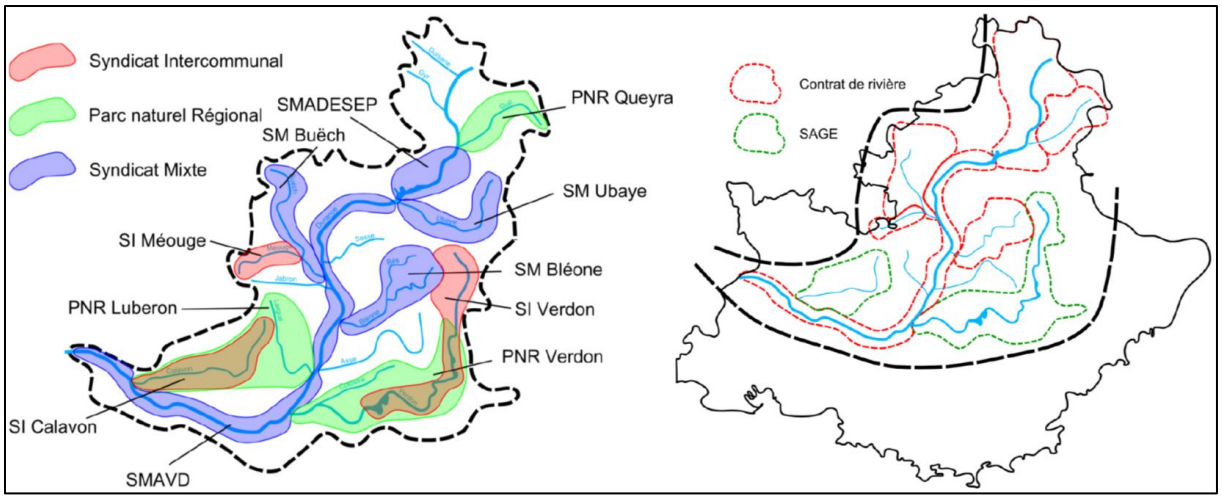


Figure 26 : Schéma représentant les différentes structures gestionnaires dans le bassin de la Durance (à gauche) et les dispositifs de gestion existants (à droite) Cros, 2012

Une étude de prospective a récemment été menée dans le bassin, afin d'étudier la question de gestion quantitative de l'eau, et la vulnérabilité de l'équilibre entre offre et demande en eau, à l'horizon 2050 (Sauquet et al., 2015 ; Samie et al., 2017). Dans les six scénarios étudiés du rapport R^2D^2 2050 « Risque, ressource en eau et gestion durable de la Durance en 2050 », les économies d'eau ont systématiquement été mises en avant comme l'un des leviers majeurs devant permettre d'éviter les risques de pénurie d'eau (Sauquet et al., 2015).

Enfin, les politiques d'économie d'eau sont anciennes dans la région Paca et remontent aux années 1960-1970, ce qui permet une analyse historique approfondie. L'allocation totale des ressources et la possibilité de suivre où va l'eau économisée, la multiplicité d'acteurs, d'usages et de dispositifs de gestion, ainsi que l'historique des politiques d'économie d'eau, font du bassin de la Durance un « laboratoire » pour explorer les négociations politiques autour de la redistribution des ressources en eau. Cet enjeu de redistribution se trouve au carrefour de différents problèmes : adaptation au changement climatique, production d'énergie renouvelable, demande en eau environnementale croissante, et renouvellement des concessions hydro-électriques à l'horizon 2050 (Serre-Ponçon, 2052).

Nous faisons l'hypothèse que la monographie du bassin de la Durance peut permettre de faire ressortir plusieurs variables décisives sur la mise en place des projets de réallocation d'eau vers l'environnement, et enrichir les réflexions globales sur cette question.

Pour compléter l'analyse historique des politiques d'économie d'eau dans le bassin, plusieurs études de cas sont mobilisées : trois instruments de politique publique et quatre projets de modernisation. Les trois instruments sont les contrats de canaux, les PGRE et le CEV. Pour les contrats de canaux et les PGRE, quatre projets de modernisation ont été choisis, afin de représenter une diversité de situation. Les contrats de canaux ont lieu sur les territoires « régulés » et les PGRE dans des territoires « non régulés » (n'étant pas connectés au système Durance-Verdon, à l'exception du Buëch et du Calavon). Parmi les territoires « non régulés », nous différencions ceux qui sont à proximité des réseaux de la SCP de ceux qui ne le sont pas. En effet, la présence de la SCP offre des opportunités de connexion au système d'infrastructure du bassin de la Durance.

4.2 Études de cas

4.2.1 Compte Epargne Volume (CEV)

L'un des instruments de politique publique analysé est le Compte Epargne Volume, qui assure la réallocation des volumes économisés par les canaux agricoles dans le bassin de la Durance, par l'intermédiaire des infrastructures EDF. L'objectif est d'analyser en détail le fonctionnement de cet outil, et les liens éventuels avec des compromis et arbitrages politiques, ou encore des effets de cadrage sur les débats portant sur l'allocation des économies d'eau. Il constitue le principal arrangement institutionnel visant à gérer les économies d'eau à l'échelle du bassin de la Durance.

4.2.2 Contrats de canaux (Basse-Durance et plaine de la Crau, système CED)

Les deux cas analysés sont les contrats de canaux de Carpentras (modernisation du secteur de Monteux) et « Crau Sud Alpilles » (animé par l'Association des arrosants de la Crau). En effet, les ASAs des arrosants de la Crau et de Carpentras sont toutes les deux situées dans la zone aval du bassin, mobilisent la réserve de Serre-Ponçon et sont membres de la Commission Executive de la Durance (CED). Alors que le canal de Carpentras est engagé depuis les années 1970 dans des travaux de modernisation et d'extension, les irrigants de la Crau défendent quant à eux l'irrigation gravitaire, du fait de son adaptation aux systèmes agricoles locaux et de son impact positif sur la recharge de la nappe.

4.2.3 PGRE (Moyenne Durance)

Deux zones contrastées sont concernées par les PGRE, en fonction de la proximité des réseaux de la SCP. La présence de la SCP produit des différences notables au sens où il s'agit de l'un des acteurs principaux du territoire, promoteur des économies d'eau depuis leur origine et particulièrement engagé dans cette politique (Gaudin, 2017). Les deux cas retenus ont été les PGRE du Jabron (projet d'extension du réseau SCP du Thor) et du Sasse (projet de modernisation du canal de Saint-Tropez). La modernisation sur le Sasse correspond au projet le plus avancé en Moyenne-Durance (débuté en 2012) et le plus important au niveau financier (plus de 12 millions d'euros). Ces deux cas permettent de voir deux processus de territorialisation très différents, avec des contestations pour l'un et une ré-appropriation pour l'autre. : alors que dans le bassin du Jabron l'infrastructure représente un moyen de calmer les contestations locales et de mettre en œuvre la réforme des volumes prélevables, cette même réforme sur le Sasse constitue une opportunité de financement pour un projet ancien et controversé.

4.3 Matériel de recherche et analyse des données

4.3.1 Littérature scientifique et grise

L'analyse bibliographique a porté sur une littérature grise abondante, composée de rapports produits sur les différents projets de modernisation, des études sur l'état écologique de la Durance et les usages de l'eau, les rapports administratifs, et les textes législatifs.

Des documents historiques ont également été consultés aux archives départementales de Dignes (Alpes-de-Haute-Provence), sur l'historique des bassins versants du Sasse et du Jabron, et quelques études générales sur la Durance. D'autres documents ont été récupérés auprès de l'Agence de l'eau RMC, et des archives départementales du Rhône à Lyon (Programmes d'intervention de l'Agence de l'eau depuis les années 1960, analyse juridique sur les droits d'eau, comptes rendus de conseils d'administration et comité de bassin, échanges de courrier entre services de l'État et avec EDF en lien avec les économies d'eau).

Enfin, la littérature scientifique a été mobilisée, comprenant l'ensemble des études portant sur la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance, et des articles sur la réallocation d'eau vers l'environnement de manière générale (voir la revue dans la section « contexte »).

4.3.2 Entretiens semi-directifs et enquêtes

La réalisation d'entretiens semi-directifs repose principalement sur les méthodes de l'ethnographie et de la sociologie (Olivier de Sardan, 1995 ; Beaud & Weber, 2010). Ces entretiens sont longs (entre une heure et plus de trois heures), approfondis, et enregistrés (dans la mesure du possible). Au total, une centaine d'entretiens ont été réalisés entre avril 2018 et février 2021, auprès d'une diversité d'acteurs importante (Figure 27). 45 entretiens ont été totalement retranscrits, en priorisant les échanges les plus pertinents au regard de la problématique, et dans une recherche d'optimisation du temps. Plusieurs catégories d'entretiens peuvent être différenciés :

- 43 entretiens à portée générale sur les politiques d'économie et réallocation d'eau, et visant pour certains directement le fonctionnement du Compte Epargne Volume. Services de l'état au niveau du bassin (dreal de bassin, 3), de la région (dreal Paca, 2) et du département (DDT, 6). Région Paca (2). Agence de l'eau (6). Chambres d'agriculture (3), EDF (3), fédérations de pêche (4), FNE 04 (1), autre association environnementale (1), élus locaux (1), scientifiques (3), syndicats mixtes (5), CED (1), SCP (2).
- 8 entretiens spécifiques au cas du contrat de canal de Carpentras. Agriculteurs (5), Association d'irrigants (2), élu à la mairie (1).
- 11 entretiens spécifiques au cas du PGRE du Sasse. 2 avec des responsables de l'ASA de Saint-Tropez, 1 avec l'ASA de Ventavon, 5 agriculteurs (couvrant la quasi-totalité du périmètre du projet de modernisation), 2 gardes-canal, 1 syndicat intercommunal.
- 17 entretiens spécifiques au cas du PGRE du Jabron (réalisés par Martin Grau seul dans le cadre de son stage de 5 mois portant sur la mise en œuvre du PGRE dans ce bassin, ou à deux). Agriculteurs (13), ONF (1), élus locaux (2), riverain (1), ainsi que la DDT et chambre d'agriculture du 04 (voir ci-dessus).
- 9 entretiens spécifiques au cas de la Crau. Association des arrosants de la Crau (2), personne en charge du contrat de canal (1), CEN Paca (1), Symcrau (1), agriculteurs (2), fédération départementale des associations d'irrigants (1), département des Bouches-du-Rhône (1), ainsi que DDT 13 et Agence de l'eau (voir ci-dessus).
- 30 entretiens réalisés dans le cadre d'un stage à la Dreal Paca, sur la restauration écologique du système Berre/Basse-Durance. Avril à août 2018. Ces entretiens n'ont pas été enregistrés (sur demande de la Dreal Paca, car le sujet est actuellement délicat). Ils ont toutefois fait l'objet d'une prise de notes importante sur ordinateur pendant les entretiens.
- Par ailleurs, des enquêtes ont été réalisées auprès des agriculteurs sur nos quatre terrains d'études (Sasse, Jabron, Carpentras, Crau). Les enquêtes ont concerné un total 25 agriculteurs, et les questions portaient principalement sur le fonctionnement de l'exploitation, les types de cultures et les surfaces correspondantes, les pratiques d'irrigation (quelles surfaces irrigables, irriguées, problématiques rencontrées, quantité, coût,…).

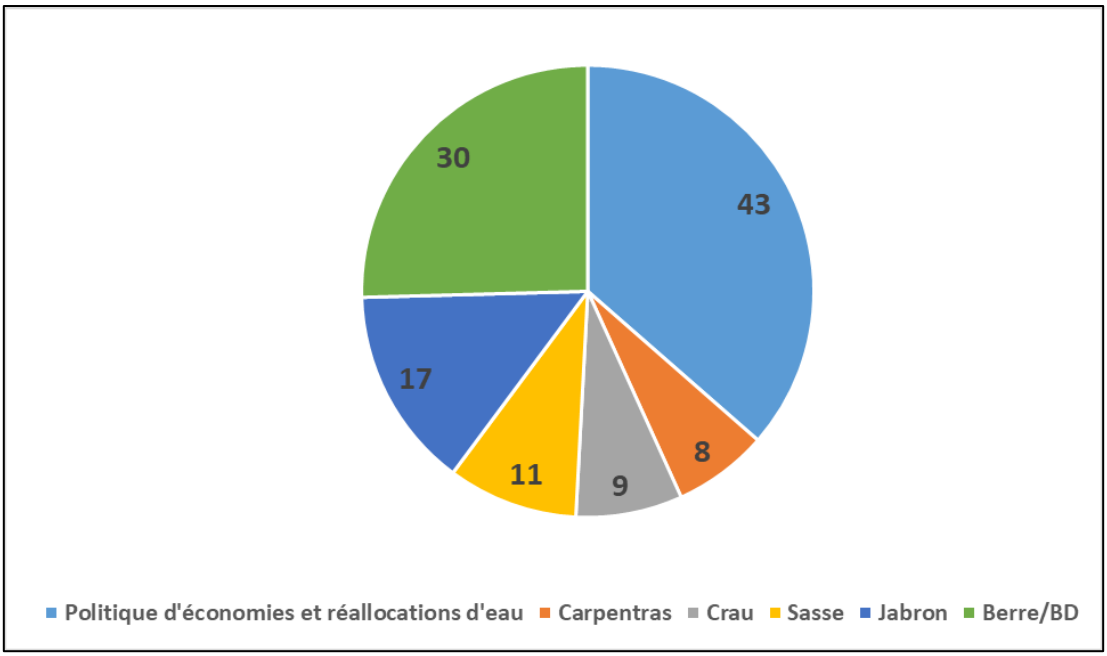


Figure 27 : Entretiens réalisés entre avril 2018 et juin 2021. Source : auteur.

4.3.3 Observations participantes et séjours en administration

4.3.3.1 Séjours en administration

Deux séjours ont été menés dans des administrations. Le premier s'est déroulé à la Dreal Paca pendant 4 mois, dans le cadre de la formation du Mastère Spécialisé Politiques Publiques et Stratégie pour l'Environnement, et portait sur la restauration des masses d'eau de l'étang de Berre et de la Basse-Durance. Un rapport a été rédigé et deux présentations ont été faites (Dreal Paca et AERMC).

Le deuxième a eu lieu au sein de la délégation de Marseille de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, sur le fonctionnement du Compte Epargne Volume et l'analyse des projets de réallocation d'eau vers l'environnement. Il a duré 5 semaines pendant lesquelles j'étais basé à Marseille, puis a donné lieu à un rapport et plusieurs présentations (Délégation de Marseille et siège à Lyon).

4.3.3.2 Réunions

J'ai pu assister à de nombreuses réunions pendant le déroulement de la thèse. Premièrement, plusieurs réunions se sont déroulées en lien avec la restauration de l'étang de Berre et des masses d'eau de Basse-Durance.

Deuxièmement, j'ai été associé aux échanges du groupe de travail sur la gestion quantitative du bassin Rhône Méditerranée et Corse, faisant partie du Secrétariat Technique du Sdage. J'ai assisté à quatre journées de réunion, sur les six ayant eu lieu pendant le déroulé de la thèse. J'ai pu participer ponctuellement à quelques réunions organisées par les services de l'État.

Enfin, grâce à des échanges réguliers avec le SMAVD, j'ai été convié à plusieurs réunions organisées par l'EPTB, en particulier en ce qui concerne les commissions « gouvernance » (1), « eau et usages » (3), et « connaissance » (1).

14 réunions en lien avec la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance :

- Réunion sur la restauration de l'étang de Berre à la sous-préfecture d'Istres, avril 2018. Réunion sur la mise en place d'objectifs moins stricts sur l'étang de Berre, Dreal Paca, juin 2018.

- Réunion sur la Durance et les enjeux d'inondation, à la DDT du Vaucluse à Avignon, novembre 2018.
- Comité technique sur le lissage des restitutions d'eau depuis le canal EDF à Mallemort, à la Dreal Paca, février 2019.
- Réunion sur les politiques d'économie d'eau à la Draaf Paca, mars 2019.
- Trois commissions « Eau et Usages » de la Durance.
- Une commission « Gouvernance » de la Durance.
- Une Commission « Connaissances ».
- Quatre réunions du Groupe de travail sur la gestion quantitative de l'eau du bassin Rhône Méditerranée Corse. Secrétariat technique du Sdage, coordonné par la Dreal de bassin et l'Agence de l'eau.

4.3.4 Analyse des données

Une partie des entretiens retranscrits a été analysée en utilisant le logiciel NVIVO, permettant de regrouper certains morceaux des entretiens par thèmes, acteurs ou problématiques. Pour chaque acteur, et grâce à un croisement des entretiens entre eux, l'objectif a été d'identifier son rôle dans la gestion de l'eau, ses actions concrètes et marges de manœuvre, les problématiques auxquelles il tente de répondre, et les relations de conflits ou d'alliances avec d'autres acteurs.

En lien avec les économies d'eau et la réallocation vers l'environnement, les différents modes de justification ou les argumentaires s'y opposant ont été analysés.

Pour chaque instrument, l'objectif était de révéler les tensions existantes entre l'idéal conceptuel des dispositifs de gestion et leur mise en œuvre concrète, après avoir traversé les multiples couches politiques, culturelles et environnementales des lieux d'application.

Au niveau des projets d'infrastructure, l'analyse reposait sur une triangulation des données entre les entretiens semi-directifs, l'analyse de la littérature et des données quantitatives, et les questions de recherche.

5 Axes de recherche et hypothèses

1 - Les politiques d'économie d'eau reposent sur des visions du monde, des paradigmes, qui ont évolué au cours du temps et influencent leur mise en œuvre actuelle.

La politique d'économie d'eau du bassin de la Durance n'est pas seulement une réponse technique permettant de répondre au manque d'eau disponible pour les milieux aquatiques. Elle repose sur des interprétations du monde, des cadres cognitifs et des réseaux d'acteurs qui la supportent, et ont évolué au cours du temps.

Grâce à une analyse ancrée dans le temps long, nous souhaitons montrer comment les politiques actuelles d'économie/réallocation d'eau héritent, du moins en partie, des pratiques, institutions et cadres cognitifs du passé (Pierson, 2004 ; Hassenforder & Barone, 2018). Il nous semble en effet possible de différencier plusieurs paradigmes de gestion quantitative de l'eau.

Nous faisons l'hypothèse que ces évolutions ne représentent pas des ruptures strictes, mais font intervenir des phénomènes d'hybridation entre logiques d'action et des compromis. Il en résulte un fort ancrage du paradgime environnemental actuel dans une vision d'ingénierie hydraulique, où les enjeux naturels et sociétaux sont strictement séparés.

2 - Les instruments permettant l'opérationnalisation des politiques d'économie d'eau ne sont pas neutres, ils ont leur logique propre et participent à naturaliser les arbitrages qui ont piloté leur

élaboration et mise en œuvre. La mise en débat de ces dispositifs pourrait permettre une repolitisation de la gestion quantitative de l'eau.

Les contrats de canaux, les PGRE et le compte épargne volume sont ici compris comme des instruments de politique publique (Lascoumes & Simard, 2011). Ils ne correspondent pas à des outils neutres à disposition des autorités ou des gestionnaires, mais constituent des dispositifs socio-techniques ayant leurs logiques propres et reposant sur une certaine problématisation de la situation, des rapports entre administration et acteurs locaux spécifiques, et sont sujets à des modes d'appropriation contextualisés (Ibid., 2011).

Les instruments d'action publique et leurs réglages participent à une naturalisation de multiples arbitrages politiques qui ont lieu pendant leur élaboration. Les ambiguïtés et les zones de flou représentent des ressources pour l'action stratégique des acteurs, et faciliterait l'adoption de consensus (Chapitre 3)

3 - Les économies d'eau sont mises en œuvre dans des territoires hydro-sociaux contrastés, et les projets d'infrastructure ainsi que leurs modalités de mise en œuvre reflètent deux logiques en tension : une action descendante visant à moderniser les réseaux d'irrigation, et des logiques montantes portant un ou plusieurs projets de territoires hydro-sociaux.

En effet, les instruments d'action publique ne sont pas des dispositifs clos et sont soumis à des phénomènes de contestation, de contournement ou de neutralisation (Le Bourhis & Lascoumes, 2014). Leur mise en œuvre passe donc par des processus de traduction différenciés, de « territorialisation » (Ghiotti, 2006 ; Germaine et al. 2019) dépendant du contexte local (rapports de pouvoir, enjeux socio-économiques, historique…).

3-1/ Les ASAs et sociétés de gestion de l'eau développent des stratégies pour s'adapter à la politique d'économie/réallocation d'eau, en construisant des discours et problématisations visant à discréditer ou justifier cette dernière. Ces stratégies varient fortement en fonction de la zone du bassin versant (haute, moyenne, basse-Durance), de la trajectoire d'évolution des canaux, de la dynamique agricole du territoire (possibilité de s'étendre, types de production,…), du mode de gestion des allocations en eau (Chapitre 4).

3-2/ La politique de gestion quantitative de l'eau fait l'objet de plusieurs traductions, depuis les échelles européennes et nationales jusqu'aux échelles locales. Dans le cas des PGRE, les trajectoires alternatives à la situation actuelle tendent à être écartées, au profit de nouvelles infrastructures permettant de construire un consensus au niveau local. Ces nouveaux compromis politiques favorisent la sécurisation des ressources en eau sans répondre à plusieurs incertitudes au regard des impacts environnementaux (Chapitre 5).

3-3/ L'environnement, au cœur des discours qui soutiennent les économies d'eau, reste en fait à la marge lors de la conception et de la mise en œuvre des projets de modernisation. Trois raisons majeures pourraient être avancées : une forte dépendance au sentier ; de multiples intérêts en faveur des économies d'eau, au-delà de la seule question environnementale (redistributions entre usages et adaptation au changement climatique, problèmes financiers des ASAs, développement économique…) ; un cadre cognitif issu de l'ingénierie hydraulique, qui favorise la modernisation (Chapitres 3, 4, 5).

Tableau 2 : Résumé des questions de recherche, hypothèses et méthodes. Source : auteur.

Contexte / Lacunes dans la littérature	**Questions de recherche**	**Hypothèses**	**Cadre théorique/Méthodologie**
Les paradigmes d'action publiques en lien avec les politiques d'économie/réallocation d'eau ont peu été explorés dans la littérature. L'exploration de ces paradigmes et leur évolution dans le temps long, ainsi que des arrangements institutionnels qui les accompagnent, pourrait permettre de mieux comprendre la forme actuelle de ces politiques, et l'origine des principes sur lesquelles elles s'appuient	Comment s'intègrent la gestion de la demande en eau et la réallocation vers l'environnement dans l'évolution des paradigmes de gestion quantitative de l'eau ? Qui les a portés et comment s'est opéré le changement? Comment ce nouveau paradigme permet l'alignement d'intérêts multiples et d'éléments d'ordre réglementaire et financier ?	Deux paradigmes majeurs nous semblent apparaître : un « paradigme agricole des économies d'eau » des années 1960 à 1990 d'une part, piloté par « l'Etat-entrepreneur » (Marié 1984), et un « paradigme environnemental des économies/réallocations » des années 1990-2000 à nos jours, en lien avec des acteurs multiples, une gouvernance polycentrique et les outils du New Public Management (en particulier les accords contractuels et les indicateurs). Le paradigme environnemental des économies d'eau est hybride, dans le sens où il permet le recyclage d'anciennes pratiques et maintien ou renforce une partie des relations de pouvoir historique. Il permet toutefois de mieux prendre en compte les enjeux liés à la préservation des milieux	Néo-institutionnalisme historique. Analyse des paradigmes d'action publique et des arrangements institutionnels dans le temps long. Archives, programmes d'intervention de l'agence de l'eau, entretiens semi-directifs
Les outils permettant la mise en œuvre des politiques d'économie et réallocation d'eau sont généralement considérés comme faisant partie d'une « boite à outils » à disposition du gestionnaire ou de l'administration. Toutefois, les instruments d'action publics ont également des effets propres, et ils participent au cadrage des problèmes qu'ils traitent. La littérature a peu analysé ces effets de naturalisation des compromis politiques.	Comment l'élaboration et la mise en oeuvre des instruments reflètent des effets de cadrage et des négociations politiques? Comment ces aspects sont naturalisés à travers les réglages des instruments?	Les instruments permettant l'opérationnalisation des politiques d'économie d'eau ne sont pas neutres, ils ont leur logique propre et participent à naturaliser les arbitrages qui ont piloté leur élaboration et mise en œuvre. Le compte épargne volume (CEV) repose sur des ambiguités ayant permis son adoption par de nombreux acteurs, et ses effets environnementaux restent limités. Cela résulte de phénomènes de dépendance au sentier, des multiples intérêts des économies d'eau au delà de la seule question environnementale, et d'un cadre cognitif moderne en faveur de la modernisation. Les compromis politiques se trouvent naturalisés dans le fonctionnement du CEV.	Sociologie des instruments d'action publique. Analyse des tensions entre la formulation des IAP et leur mise en œuvre concrète ; des phénomènes de naturalisation de compromis politiques Littérature, entretiens
Les programmes d'économie et réallocation d'eau sont généralement élaborés au niveau de régions administratives ou de grands bassins versants. Les enjeux liés à la « territorialisation » de ces programmes et à leur appropriation par les acteurs locaux fait encore défaut. L'hybridation entre les objectifs globaux des dispositifs et les logiques d'action des acteurs à différentes échelles reste à explorer.	Comment se territorialisent les instruments de gestion de la demande en eau, et quelles sont les reformulations et résistances auxquelles ils font face? Quels sont les impacts des politiques d'économies d'eau au sein des territoires hydro-sociaux, et comment elles participent à une réorganisation des flux d'eau et des coûts et bénéfices associés?	Les Asas et sociétés de gestion de l'eau développement des stratégies pour s'adapter à la politique d'économie/réallocation d'eau, en construisant des discours et problématisations visant à discréditer ou justifier cette dernière La politique de gestion quantitative de l'eau fait l'objet de plusieurs traductions, depuis les échelles européennes et nationales jusqu'aux échelles locales. Dans le cas des PGRE, les trajectoires alternatives à la situation actuelle tendent à être écartées, au profit de nouvelles infrastructures permettant de construire un consensus au niveau local L'environnement, au cœur des discours défendant les économies d'eau, reste en fait à la marge lors de la conception et de la mise en œuvre des projets de modernisation	*Political Ecology* , analyse des processus de traduction de la politique dans des territoires hydro-sociaux contrastés. Analyse détaillée de deux contrats de canaux et deux PGRE ; mise en œuvre du CEV Littérature, entretiens, enquêtes

Paradigmes d'action publique et gestion quantitative : de l'allocation totale des ressources aux économies d'eau

Les visions du monde, les normes d'action, les instruments de politique publique et les modalités de financement de la gestion quantitative de l'eau ont évolué au cours du temps. Dans ce chapitre, nous identifions trois paradigmes qui se sont succédés entre 1946 et 2020. Premièrement, le « paradigme hydraulique » de la gestion de l'eau reposait sur une idéologie de domination de la nature grâce au progrès technologique, visant à capter le maximum de ressources par l'intermédiaire de grands barrages. Il a son origine au début du XIX^{ème} siècle, mais s'intensifie suite à la seconde guerre mondiale. Dans le bassin de la Durance, il s'étend de 1946 à 1980, période pendant laquelle l'ensemble des grands barrages sont construits. Deuxièmement, le paradigme de gestion de la demande en eau est marqué par le développement d'une large politique d'économie d'eau, financée par l'Agence de bassin à partir de 1982, ainsi que par la Région et le ministère de l'agriculture. L'objectif n'est plus de capter de nouvelles ressources, mais de mieux les gérer afin de maximiser les bénéfices des différents usagers, en particulier les secteurs agricole et hydroélectrique. Des années 1980 à 2000, la gestion de la demande reste ancrée dans un modèle où l'Agence de l'eau permet une mutualisation des investissements, assurant un « juste retour », selon les zones géographiques et les types d'activité, aux usagers payant des redevances. À partir des années 2000, avec l'écologisation et l'européanisation des politiques de l'eau, un troisième paradigme environnemental émerge. Dès lors, il s'agit de s'assurer du retour de l'eau économisée vers les milieux naturels, du gain écologique des actions entreprises, et de redevances répondant au principe « pollueur-payeur ». Ces trois paradigmes sont présentés, puis nous discutons de la question du changement institutionnel et de la place des compromis et hybridations entre paradigmes.

1 Le paradigme des grands ouvrages (1946 – 1980) : aménagement de la vallée de la Durance et exploitation de l'eau, de l'espace et des sédiments

1.1 Les origines de la mission hydraulique : des premiers aménagements à 1945

1.1.1 La Durance, des premiers aménagements à 1800 : protection contre les crues et déboisement

Bien que les plus gros aménagements soient réalisés après la seconde guerre mondiale, les habitants de la région ont essayé de dominer le régime capricieux de la Durance depuis plusieurs siècles. Cette sous partie permet ainsi de revenir sur l'origine de la mission hydraulique, qui atteindra son apogée dans les années 1950.

Il existe des traces de civilisation dès le paléolithique dans la vallée de la Durance, où l'homme *habilis* était attiré par les galets de la rivière pour la création d'outils (Direction régionale de l'environnement, 2001). Puis l'homme *sapiens* se sédentarise et s'installe à distance du cours d'eau, sur les collines, où les crues ne peuvent l'atteindre. Plusieurs siècles avant J.-C., les premiers *oppida* (abris fortifiés rudimentaires, installés en hauteur sur des éperons rocheux) apparaissent avec les Ligures (X^{e} siècle avant J.-C. ; Ibid., 2001). La vallée devient très tôt un lieu de passage important, où s'échangent les produits des Alpes (viande ovine, fromages, bois de construction) et les produits venus du sud (sel, poisson, poteries, étoffes). (Ibid., 2001). Avec la colonisation romaine, de grands domaines agricoles apparaissent dans la vallée, qui se trouve au cœur de la *via domitia*. Elle acquiert ainsi une importance pour les échanges commerciaux. Peu d'aménagements sont réalisés à cette époque, et la rivière est déjà réputée pour ses crues dévastatrices, qui lui vaudront plus tard le titre de « *fléau de la Provence* » (Ibid., 2001).

Dès le premier siècle après J.-C., un auteur latin faisant référence au passage de l'armée d'Annibal par les Alpes, indique :

> *La Durance impétueuse avait détruit et couvert de troncs d'arbres le chemin choisi par Annibal. Sortie des Alpes, cette rivière roule à grand bruit dans ses ondes rugissantes des ormes et des rochers arrachés aux flancs des montagnes, et, toujours inconstante, elle change constamment ses gués perfides. Dangereuse pour les piétons, elle se refuse à porter des navires, et, récemment accrue alors par les pluies, elle entraîna dans des gouffres écumeux beaucoup de guerriers couverts de leurs armures et les engloutit, après avoir brisé leurs membres (Pelloux, 1899).*

Au Moyen-Age, les premiers canaux et digues apparaissent, en particulier le canal de Saint-Julien au XII^{e} siècle, le canal de la Durançole au XIII^{e} (utilisés pour le fonctionnement des moulins), et les protections de la ville d'Avignon aux environs de 1500 (Ibid., 1899). Ces travaux de protection entraînent des conflits entre les habitants du Comtat Venaissin (sous l'autorité du pape) et les Etat de Provence (sous l'autorité du roi) jusqu'à la révolution. En effet, les États de Provence accusaient le Comtat Venaissin, de « *rejeter les eaux sur la rive opposée* » (Ibid., 1899). Des hommes du sénéchal de Provence sont envoyés pour détruire certains ouvrages de la rive droite de la Durance (Ibid., 1899). Plusieurs procès ont lieu et la ville d'Avignon est condamnée à détruire une partie de ses digues. Le roi et le pape signèrent finalement un accord en 1623 établissant « *que deux lignes seraient tracées des deux côtés de la Durance, à trois cents cannes* [375 mètres] *de distance l'une de l'autre, depuis le pont de Bonpas jusqu' au Rhône. Au-delà de ces deux lignes, les sujets des deux États sont autorisés à faire tels ouvrages qu'ils croiront devoir leur être utiles* » (Ibid., 1899, p. 23).

Le canal de Craponne est ensuite construit au XVI^{e} siècle, pour l'alimentation de moulins et l'irrigation des terres. Malgré ces aménagements, la Durance est décrite en termes négatifs notamment du fait de ses crues redoutables. Nostradamus (1503-1566) indique ainsi qu'elle est « *naturellement brusque, rapide, violente, limoneuse, furieuse, inconstante, inapprivoisable et meschante, inguéable presque partout, en tout temps dangereuse et d'un fil tant roide, dédaigneux et revêche, que, qui ne la pratique de longtemps et ne connait les gués et les détours, n'oserait l'aborder* » (Féraud-Giraud, 1893, p. 22).

Les travaux de protection contre les crues restent en effet limités et peu efficaces (Seguin, 1863, p. 189). C'est au XIX^{e} siècle que débuta réellement la « conquête agricole » (Féraud-Giraud, 1893) de l'espace alluvial. Si la plaine alluviale reste relativement peu aménagée, les parties élevées du bassin sont quant à elles largement déboisées au profit des troupeaux, du XIV^{e} au XIX^{e} siècle (Miramont & Guilbert, 1997 ; Miramont et al., 1998).

1.1.2 XIXe siècle : conquête agricole, développement de l'irrigation et reboisement

1.1.2.1 La conquête agricole de la plaine alluviale

Au cours du XIX^{e} siècle, la rivière autrefois « *inapprivoisable* et méchante » devient « *bienfaitrice* » (Pelloux 1899, p. 198) : « *La Durance, impétueuse, terrible, vagabonde, semblait autrefois personnifier la barbarie ; aujourd'hui, avec ses digues, ses ponts, ses canaux et les jardins qui l'entourent, elle est le symbole de la civilisation* » (Ibid., 1899, p. 202).

La conquête agricole était motivée par le fait que les limons de la Durance, qui se déposent lors des épisodes de crue, enrichissent les terrains et peuvent donner des terres très productives, tout en réduisant leur submersibilité. Nadault de Buffon, qui a par ailleurs rédigé le projet de colmatage de la Crau (1870) (Barraqué, 2002), écrit que « *la fertilité de ces limons […] est aujourd'hui pratiquement démontrée, […] et que la Durance, par ses colmatages, constitue des terrains de première qualité et d'une fertilité incontestable* » (Nadault de Buffon in Féraud-Giraud, 1893, p. 47). Il est signalé toutefois que « les dépôts de sables et de calcaires shisteux » ne deviennent cultivables qu'après plusieurs années d'apports « de fumures multiples » et de « débris de produits végétaux ». Les prix de ces terrains colmatés ont été évalués entre 3000 et 6000 francs à l'hectare, les variations dépendant notamment du niveau de protection contre les crues et de la qualité du colmatage (Féraud-Giraud, 1893, p. 67 ; Pelloux, 1899, p. 82).

Il en résulte « *la nécessité d'assurer au cours de la Durance une direction régulière, normale et certaine* » (Féraud-Giraud, 1893 p. 113). Il n'est plus possible de « *songer à laisser aux eaux une liberté absolue, pour exercer leurs ravages et accomplir leur œuvre de dévastation et de ruines* ». Les aménagements de la plaine doivent permettre de *« transformer les marécages infects* » en « *riche vallée* » (Féraud-Giraud, 1893 p. 113) :

> […] *lorsque la main de l'homme a pu emprisonner dans les canaux qu'elle a construits, cette eau, en régler le cours, et la soumettre à sa direction. Combien la situation change, et à tous les maux et les désastres qui marquent leur passage dans la vallée de la Durance, succèdent au loin d'innombrables bienfaits, les terres incultes sont changées en riches prairies, les sécheresses calamiteuses qui désolent la Provence sont oubliées, une luxuriante végétation couvre des coteaux que tous les efforts de l'homme et toutes les dépenses étaient impuissants pour peupler ; des chutes, sans diminuer le volume de ces eaux, fournissent à l'industrie les forces motrices dont elle a besoin. Les populations agglomérées reçoivent les eaux nécessaires à leurs besoins de toute nature et les plus indispensables* (Féraud-Giraud, 1893, p. 63).

De nombreuses techniques sont ainsi mises en place afin de parvenir à « *la correction puis l'extinction* » du torrent (Ibid., 1893, p. 70). Ces techniques comprennent des digues perpendiculaires à la rivière « en T » (les plus communes), des digues longitudinales insubmersibles, des digues obliques, des perrés (terre et graviers), des épis (petites digues, transversales à la rivière et dont la « tête » est bien fortifiée), des enrochements (blocs bruts de grande taille), ou encore des gabions (paniers remplis de pierre, formés avec des pieux et des branches (Pelloux 1899, p. 109-111). Il a même été envisagé de creuser un canal de plus de 250 mètres de large, entre Mirabeau et le Rhône, dans lequel la rivière serait contrainte et bordée par des digues longitudinales :

> *Si j'ai mis cette rivière dans l'impuissance de sortir du canal que je lui trace, et si je l'oblige à me fournir et à me donner volontairement toutes les eaux que je puis désirer, sans qu'elle abandonne la ligne de sa direction, je crois pouvoir espérer d'avoir donné à mon projet toute la*

perfection dont il est susceptible, et d'être parvenu à enchaîner cette rivière et à la rendre aussi sage et utile qu'elle était vagabonde et dévastatrice (Billard, 1825, p. 66).

Toutefois, les « digues transversales en T » ont été privilégiées par rapport aux digues longitudinales insubmersibles, du fait de l'enrichissement en limons qu'elles permettaient, en même temps que l'exhaussement des terrains (Poirel, 2007 ; SMAVD, 2008, p. 7). De nombreux syndicats communaux se constituent (14 dans les Bouches-du-Rhône et 13 dans le Vaucluse à la fin du XIX^{e} siècle ; Pelloux, 1899, p. 116) afin de mener ces travaux d'endiguement. Le manque de coordination entre communes et entre les deux rives mènent à des conflits en lien avec la gestion de l'espace alluvial. En 1843, le ministère des travaux publics fixe réglementairement le lit non aménageable de la Durance (ce dernier varie de 250 à 400 mètres selon les tronçons, entre la confluence du Verdon et le Rhône) (Ferraud-Giraud, 1893, p. 30).

Quelques digues sont présentes à Embrun, à Savines, au Mées et à Manosque, mais la grande majorité se trouve en Basse-Durance. Pelloux (1899) estime que sur les 20 000 hectares constituant les « terrains à conquérir » entre le confluent avec la Bléone et le Rhône, 7000 hectares ont été gagnés de façon pérenne sur la plaine alluviale, 6000 hectares sont cultivés, mais risquent d'être repris par les eaux, et 7000 hectares restent à conquérir. Les terres conquises durant les cinquante dernières années représenteraient 28 millions de francs (au prix moyen de 4000 francs l'hectare) (Pelloux, 1899, p. 119).

1.1.2.2 Le développement des canaux d'irrigation

En même temps que l'aménagement de la plaine alluviale, de nombreux canaux sont construits au cours du XIX^{e} siècle. Les grands canaux de la Durance apparaissent presque tous à cette époque : canal de Marseille (Figure 28), de Ventavon, de Manosque, canaux du Vaucluse… (Tableau 3).

Figure 28 : Fontaine du palais Longchamps, représentant la Durance amenant l'eau à Marseille, sur un char tiré par des taureaux. Source : A. Delfosse (Flickr).

Au total, plus de 25 canaux prélevant des volumes supérieurs à 500 l/s sont construits. Les volumes concédés en 1881 atteignent ainsi 100 m^3/s en Durance, et 28 m^3/s supplémentaires sont demandés, alors que les étiages sont d'environ 50-70 m^3/s à Mirabeau (Tableau 4).

Tableau 3 : Canaux bénéficiant d'un droit d'eau supérieur à 500 l/s dans le bassin de la Durance en 1881. Source : auteur à partir de Ferraud-Giraud, 1893

Concessions accordées pour l'irrigation	Date	Volume d'eau concédé (l/s)	Département
Canal de Ventavon	20 juillet 1881	2500	Hautes-Alpes
Canal de Manosque	7 juillet 1881	2000	Alpes de Haute-Provence
Canal de La Brillanne	12 décembre 1837	1634	Alpes de Haute-Provence
Canal d'Oraison	?	500	Alpes de Haute-Provence
Canal du Verdon	4 juillet 1838	1500	Bouches-du-Rhône
Canal du Verdon	20 mai 1863	4500	Bouches-du-Rhône
Canal de Peyrolles	19 octobre 1843	2000	Bouches-du-Rhône
Canal du Puy-Ste-Réparade	?	1000	Bouches-du-Rhône
Canal de Marseille	3 juillet 1838	5750	Bouches-du-Rhône
Canal de Marseille	25 mai 1864	1000	Bouches-du-Rhône
Canal de Marseille	19 juin 1867	2250	Bouches-du-Rhône
Canal de Craponne	17 août 1554	11000	Bouches-du-Rhône
Canal domanial des Alpines	dates diverses	16844	Bouches-du-Rhône
Canal de Sénas	4 mai 1303	750	Bouches-du-Rhône
Canal de Saint-Andiol	1352	1000	Bouches-du-Rhône
Canal de Cabannes	28 juin 1856	700	Bouches-du-Rhône
Canal de Châteaurenard	?	3000	Bouches-du-Rhône
Canal de Rognonas, 2ème branche septentrionnale des Alpines	31 juillet 1854	5000	Bouches-du-Rhône
Canal de Pertuis et Cadenet	18 juin 1864	4000	Vaucluse
Canal de Cadeban-Neuf	13 février 1853	2000	Vaucluse
Canal de l'Isle	13 février 1853	2000	Vaucluse
Canal de Carpentras	13 février 1853	6000	Vaucluse
Canal de Cadeban-Vieux	21 février 1857	1160	Vaucluse
Canal de Saint Julien	1171	3240	Vaucluse
Canal de la Durançole (Hôpital-Durançole)	1229	2000	Vaucluse
Canal Crillon	23 juin 1853	4000	Vaucluse
Canal du Puy ou cambis	1808	1800	Vaucluse

Les surfaces irriguées sont estimées entre 100 000 et 125 000 hectares dans le bassin (Pelloux, 1899). Des tensions importantes ont lieu certaines années, pouvant mener à la destruction de prises par les usagers aval (Wilhelm, 1910).

Tableau 4 : Bilan des droits d'eau accordés et des demandes supplémentaires par département. Source : auteur à partir de Féraud-Giraud, 1893.

Concessions par département	Débit (l/s)
Hautes-Alpes accordées	7658
Hautes-Alpes demandées	*1850*
Alpes de Haute-Provence accordées	8787
Alpes de Haute-Provence demandées	*18309*
Vaucluse accordées	27006
Vaucluse demandées	*4000*
Bouches-du-Rhône accordées	56493
Bouches-du-Rhône demandées	*3765*
Total concessions accordées	**99944**
Total concessions demandées	***27924***

1.1.2.3 La reforestation du bassin versant

Les parties amont du bassin sont aussi l'objet de bouleversements importants. Après une période de croissance de la population et une déforestation des versants (Miramont, 1998), la direction des Eaux et Forêts engage des projets de reforestation et de « correction des torrents » à partir de la fin du XIX^{e} siècle (Direction générale des Eaux et Forêts, 1911) (Figure 29).

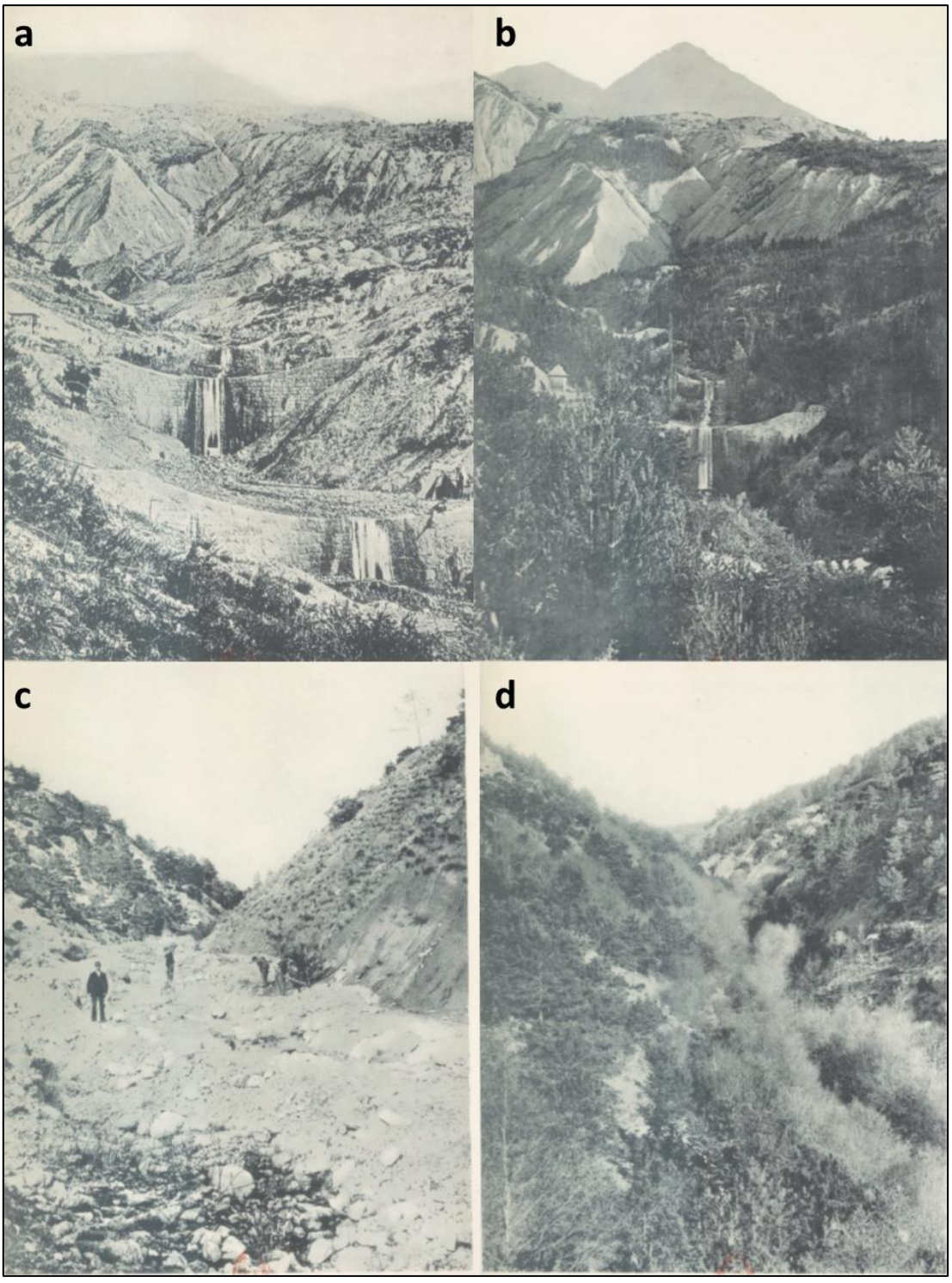


Figure 29 : Travaux de reforestation dans le bassin de la Durance. Ubbaye, avant (a) et après (b). Petit Buëch, avant (c) et après (d). Source : Direction générale des Eaux et Forêts, 1911.

Il s'agit de construire des barrages de pierres et des clayonnages, et de reboiser les versants. La déforestation était en effet accusée de générer des crues importantes à l'aval des bassins, ainsi que des glissements de terrain (Direction générale des Eaux et Forêts, 1911 ; Vallauri, 1998). Dans le bassin de la Durance, le bilan donné par les ingénieurs des Eaux et Forêts en 1911 totalise 128 000 hectares reboisés ou en cours de reforestation, depuis 1865 (Tableau 5). Les espèces utilisées sont multiples, même si le pin noir est majoritaire. On retrouve notamment le pin sylvestre, le pin à crochet, le mélèze, le chêne, les saules et peupliers (Vallauri, 1998).

Tableau 5 : Bilan des efforts de reforestation dans le bassin de la Durance. Source : Direction générale des Eaux et Forêts, 1911.

Bassin versant	Département	Périmètre reboisé	Début des travaux
Haute Durance	Hautes-Alpes	3202	1865
Guil	Hautes-Alpes	2702	?
Durance-Embrun	Hautes-Alpes	4518	1885
Ubbaye	Alpes de Haute-Provence	13700	1901
Blanche	Alpes de Haute-Provence	2765	1910
Durance-Luye	Hautes-Alpes	3993	1882
Durance-Déoule	Hautes-Alpes	2874	1885
Buech	Hautes-Alpes	18213	1890
Durance-Sasse	Alpes de Haute-Provence	8546	1866
Duarnce-Vanson	Alpes de Haute-Provence	5651	1882
Durance-Jabron	Alpes de Haute-Provence	4565	1896
Bléone	Alpes de Haute-Provence	13377	1868
Asse	Alpes de Haute-Provence	10561	1894
Durance-Lauzon	Alpes de Haute-Provence	1752	?
Durance-Largue	Alpes de Haute-Provence	3723	?
Verdon	Alpes de Haute-Provence	27672	?
Coulon	Alpes de Haute-Provence	528	?
Total		**128342**	

Cette reforestation se poursuivra ensuite tout au long du XX^{e} siècle. Le couvert forestier passa dans le bassin de la Durance, compris dans le département des Alpes-de-Haute-Provence, de 0% à la fin du XIX^{e} à 56% à la fin du XX^{e} (Fabre & Vernet, 2006). La population atteint environ 100 000 habitants en Basse-Durance (Ferraud-Giraud, 1893).

1.1.3 Première moitié du XX^{ème} siècle : projets de barrage pour répondre aux « pénuries d'eau agricoles et industrielles »

Les premiers projets de barrages avaient été envisagés vers 1850 pour la prévention des crues puis abandonnés. À la fin du XIX^{e} siècle, les sécheresses de 1895 et 1896, et les projets d'extension des surfaces irriguées remettent les barrages au centre des discussions (Wilhelm, 1919). En effet, l'ingénieur des Ponts et Chaussées Ivan Wilhelm rapporte en 1910 que des manques d'eau se font sentir environ une année sur deux, depuis 1895. Cette année aurait été la pire :

> *En septembre 1895, de nombreux arrosants de Vaucluse furent sur le point de démolir les ouvrages volants qui dirigeaient l'eau de la Durance vers la rive opposée. D'autres usagers, dont les canaux étaient alimentés à peu près suffisamment, gardaient leurs prises, armés de fusils, pour empêcher au besoin par la force qu'on vînt prendre leur eau* (Wilhelm, 1910).

Les conflits entre irrigants devenant réguliers, il est décidé de créer un organisme ayant l'autorité de répartir l'eau pour les différents usagers. La Commission Exécutive de la Durance (CED) est ainsi créée

par la loi de 1907[17], rassemblant les 15 prises principales desservant les Bouches-du-Rhône et le Vaucluse (80 m^3/s au total). Elle est composée de 15 membres : un représentant régional du ministère de l'agriculture, deux représentants de chaque département (directeur et directeur adjoint), cinq représentants des prises agricoles du Vaucluse et cinq représentants des prises des Bouches-du-Rhône. Le souhait de créer des réserves agricoles afin de sécuriser l'approvisionnement en eau était au cœur des débats à cette époque. Ils permettraient alors de poursuivre l'extension des irrigations, à la fois de la « *vingtaine de milliers d'hectares à mettre en valeur par le colmatage et l'irrigation* » en Crau (Wilhelm, 1910), mais aussi dans le département du Var (Mayer, 2019, courrier PNR Verdon).

Par ailleurs, dès la fin du XIX^{ème} siècle, les premiers projets d'usines hydroélectriques au fil de l'eau voient le jour. Ils se multiplient rapidement au début des années 1900, grâce aux investissements de nombreuses sociétés privées. En 1910, six usines sont construites, deux en cours de construction, et beaucoup d'autres en projet (Wilhelm, 1910) (Tableau 6).

Tableau 6 : Usines hydroélectriques réalisées ou en projet dans le bassin de la Durance, en 1910. Source : Wilhelm, 1910 ; Sogreah, 2001.

Usine	Débit prélevé maximum	Hauteur de chute	Puissance max (MW)	Date de mise en marche
Briançon	1	60	0,4	1895
Serre	7	7	0,4	1899
La Brillanne	60	23		1907
Ventavon	88	51	42	1909
L'argentière	20	150	22	antérieur à 1910
Biaisse	3	200	4	antérieur à 1910
Verdon	8	200	12	postérieur 1910
Ubaye	8	160	9	postérieur 1910
Le Largue	80	9	7	1916
Fort-La-Saulce	6	?	?	env. 1920
Sainte Tulle (I)	?	34	37	1922
Poët	90	25	28	1926
Basse-Durance	80	50	30	projet en 1910
Saint André	30	75	17	projet en 1910
Valserres	40	50	15	projet en 1910
Guil	6	325	15	projet en 1910
Saint Auban	60	23	13	projet en 1910
Savines	30	50	11	projet en 1910
Le Sauze	30	50	11	projet en 1910
La Saulce	40	30	9	projet en 1910

Les usines de Fort-La-Saulce, de Sainte-Tulle et du Poët seront construites dans les années 1920 (Sogreah, 2001). Ce nouvel usage prend donc vite de l'importance dans le bassin de la Durance, et cela va contribuer à l'argumentaire en faveur de la construction de barrages. Dans l'article intitulé « *nécessité de régulariser le régime de la Durance* » (Wilhelm, 1910), l'ingénieur Wilhelm décrit les problèmes d'alimentation en eau auxquels font face les industriels :

> *L'industrie de la houille blanche est à peine née dans la vallée de la Durance que déjà l'on se préoccupe de la situation qui va lui être faite par le régime capricieux de cette rivière. La question est particulièrement importante, […], car les pénuries d'eau industrielles se feront sentir régulièrement chaque année pendant au moins quatre mois* (Ibid., 1910).

[17] Loi du 11 juillet 1907 sur la réglementation des eaux de la Durance, et décret du 14 août 1908 portant application de cette loi et création d'une Commission Locale chargée de définir les besoins stricts des canaux et de surveiller les réductions des prélèvements imposés à chacun d'eux au fur et à mesure du constat de réduction des débits en Durance (Balland et al., 2002).

D'après l'auteur, ces pénuries d'eau remettent en question les investissements dans la houille blanche, qui aurait besoin « *de forces motrices abondantes et à très bas prix* » (Wilhelm, 1910). Ce secteur apparaît stratégique afin de développer l'autonomie énergétique de la France, qui « *importe annuellement 20 millions de tonnes de charbons* » (Côte, 1912).

Les deux projets principaux de barrage sont envisagés dès les années 1860, puis feront l'objet de nombreuses études : la retenue de Serre-Ponçon sur la Durance et de Sainte-Croix sur le Verdon (Wilhelm, 1910). Le projet du barrage de Serre-Ponçon, soutenu pendant plusieurs décennies par l'ingénieur Ivan Wilhelm, propose ainsi la création de l'un des plus hauts barrages du monde, avec une capacité de 600 Mm^3 (Wilhelm, 1910 ; Figure 30). Il s'inspire des techniques des Etats-Unis, pour la réalisation des grands barrages réservoirs du Sud-Ouest (Côte, 1912).

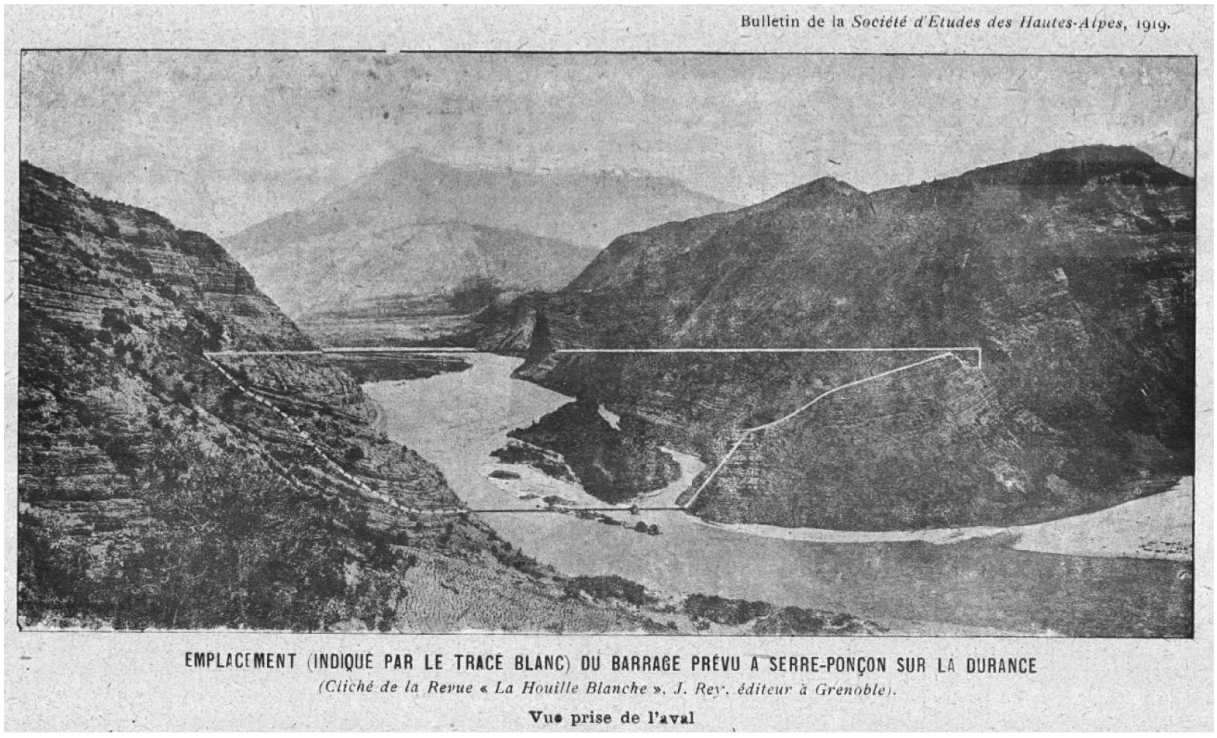


Figure 30 : Photo présentant le projet de barrage de Serre-Ponçon, à Embrun. Source : Wilhelm, 2010.

Il sera réalisé en 1959, et le barrage de Sainte-Croix en 1975. D'autres projets, plus modestes, sont également envisagés. En particulier, le Verdon apparaît intéressant, car « *grâce à une succession d'étranglements faisant suite à des parties larges, et grâce aussi à une pente générale assez faible, [il] offre des facilités exceptionnelles pour la création de grands réservoirs* » (Wilhelm, 1919). Ces investissements sont aussi moins élevés que pour les réservoirs de Serre-Ponçon et de Sainte-Croix, et furent privilégiés par les ministères de l'agriculture et des travaux publics (Ibid., 1919). Il s'agit notamment des barrages du Gréoux, de Chaudanne et de Castillon.

Les projets de retenue devaient permettre d'assurer les prélèvements des irrigants de la Basse-Durance, tout en étendant les réseaux d'irrigation et d'eau potable dans le Var et pour la ville de Marseille. En effet, les tensions sont vives entre ces derniers depuis plusieurs décennies, par rapport aux projets de dérivation des eaux de Fontaine-L'évêque (une des sources du Verdon, aujourd'hui sous les eaux du barrage de Sainte-Croix), visant à alimenter le Var et Marseille (Meyer, 2019).

Finalement, la loi du 5 avril 1923, « *relative au développement des irrigations et de l'amélioration de l'alimentation publique dans les départements des Bouches-du-Rhône, du Var et du Vaucluse au moyen*

des eaux du Verdon »[18], donnera les premiers éléments réglementaires en vue de l'aménagement du bassin de la Durance. Premièrement, elle reconnaît le fait que de nouvelles dérivations ne devront pas affecter les usages existants à l'aval. Deuxièmement, elle propose de réaliser la dérivation des eaux de Fontaine-L'évêque à condition de construire les barrages réservoirs de Chaudanne et de Castillon. Une concession est accordée à la société hydroélectrique du Verdon pour l'exploitation des réserves (Meyer, 2019). Ce n'est toutefois qu'après la seconde guerre mondiale que seront réalisées ces retenues.

1.2 État providence, mission hydraulique et le temps des grands aménagements

1.2.1 État providence d'après-guerre

Le paradigme de construction des grands ouvrages dans la politique de l'eau s'inscrit dans la période de reconstruction suite à la guerre, marquée par une forte intervention de l'État, dit « Etat-Providence » (Muller, 2009). Alors que pendant la première moitié du XX^{ème} siècle c'est la doctrine du « laisser faire » qui était appliquée, l'intervention de l'État dans l'économie devient la nouvelle norme (Ibid., 2009). Le Commissariat Général au Plan est créé en 1946 par le général de Gaulle, afin de répondre à « *des mots d'ordre simples et clairs : relever les ruines de la guerre, équiper et moderniser les activités de base, rendre les productions compétitives, restaurer les équilibres fondamentaux, promouvoir l'expansion économique dans la stabilité monétaire* (Massé, 1962, p. 94). La planification porta en premier lieu sur les domaines « de base » (Ibid., 1962), tels que l'électricité (charbon, eau, puis nucléaire), le ciment et l'acier. Les financements venaient principalement du plan Marshall déployé par les États-Unis pour prêter massivement de l'argent aux pays européens :

> *[Il s'agissait] avec l'idée de nationaliser les secteurs-clés, celle de substituer le Plan à certains mécanismes du marché qui n'avaient pas été en mesure, avant-guerre, de remédier aux suites économiques et sociales de la grande crise des années 1930. Plus encore que l'idéologie, une appréciation réaliste de la situation du pays incitait à la planification, c'est-à-dire à la définition et à la mise en œuvre d'un dispositif permettant d'obtenir, à partir de moyens de production limités, la maximation du revenu national (Massé, 1962, p. 84).*

Cette doctrine Keyneysienne sera portée jusqu'aux années 1970, et accompagnée d'une forte période de croissance dite des « trente glorieuses » (Muller, 2009).

L'autonomie énergétique était l'un des objectifs principaux de l'époque. Le secteur de l'électricité est nationalisé et EDF est créé en 1946. Les différents plans visent à limiter la dépendance de la France au charbon, puis au pétrole, grâce aux investissements dans l'hydroélectricité et le nucléaire.

Le secteur agricole est également transformé entre les années 1950 et 1980, avec une forte mécanisation, une augmentation des rendements grâce à la sélection variétale, l'usage d'engrais et de pesticides, et un agrandissement des exploitations (remembrement) (Muller, 2000b). Cette modernisation de l'agriculture repose également sur une forte augmentation des surfaces irriguées.

1.2.2 La mission hydraulique et le paradigme des grands ouvrages

À l'après-guerre, la gestion de l'eau en France est principalement dominée par deux secteurs : l'énergie et l'agriculture. Les grands barrages et les périmètres irrigués se développent, faisant suite à quelques projets de la première moitié du XX^{ème} siècle et aux expériences de construction dans les colonies. Cette tendance s'inscrit dans un mouvement similaire au niveau mondial :

> *Depuis la seconde guerre mondiale, des projets d'aménagement de régions géographiques éclosent dans tous les pays, que leur système économique soit socialiste ou libéral. L'U.R.S.S. se*

[18] Loi du 5 avril 1923 relative au développement des irrigations et de l'amélioration de l'alimentation publique dans les départements des Bouches-du-Rhône, du Var et de Vaucluse au moyen des eaux du Verdon. URL : https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000684227etcategorieLien=id

> *tourne vers les steppes de la Russie méridionale, l'Italie met en valeur le Mezzogiorno, le Canada aménage la Fraser Valley, tandis que les U.S.A. animent les vallées du Missouri et de la Delaware. Il semble bien que l'on ait trouvé la voie à suivre pour revitaliser les régions que leur somnolence acheminait vers une asphyxie certaine. En effet, tous ces aménagements témoignent d'un souci commun : exploiter au maximum les possibilités d'une région géographique par la mise en œuvre des techniques les plus récentes […] » (Bertin, 1960, p. 626).*

L'objectif des États d'investir massivement dans les grands ouvrages hydrauliques, ayant son origine à la fin du XIX^{e} siècle et s'intensifiant à l'après-guerre, a été qualifiée de « mission hydraulique » (Molle, 2008). Cette dernière repose sur une vision de « l'eau moderne » (Linton, 2010, p. 46), ou « l'eau-ressource » (Ghiotti, 2006), correspondant à une entité objective et homogène devant être captée grâce aux avancées technologiques : « *pas une seule goutte d'eau ne doit atteindre la mer sans avoir été mise à profit pour les usages de l'homme* » (Molle et al., 2009, p. 332). Elle est directement liée à une volonté de domination des sociétés humaines sur la nature, et l'exploitation maximale des ressources disponibles.

Les grands barrages et les transferts d'eau sont considérés comme les solutions idéales pour répondre aux objectifs de production d'énergie, d'irrigation des terres et d'approvisionnement des villes et industries. La science représente la clé du progrès, avec ses nouvelles techniques de construction et ses ingénieurs (Molle et al., 2009).

Enfin, la mise en œuvre de ces grands aménagements est portée par des administrations dédiées, assurant la distribution des droits d'eau, la planification et la réalisation des travaux, ou encore le financement. Il s'agit par exemple du Bureau of Reclamation et de la Tennessee Valley Authority (TVA) aux États-Unis (Molle et al., 2009), ou des corps d'ingénieurs espagnol (Lopez-Gunn, 2009, p. 375) et français (Corps des Ponts et Chaussées et des Eaux et Forêts ; Auvet, 2018, p. 227).

La TVA a constitué un exemple au niveau mondial pour l'aménagement de vallées entières, avec une coordination du fonctionnement des différents ouvrages et la réponse à des objectifs multiples, en particulier le contrôle des crues, la production d'électricité et l'irrigation (Warner et al., 2008 ; Wester al., 2009).

Pendant les décennies qui suivirent la deuxième guerre mondiale, le nombre de grands barrages est passé d'environ 5 000 au niveau mondial en 1950 à 45 000 dans les années 2000 (Molle et al., 2009), alors que les surfaces irriguées ont doublé (140 millions à 280 millions d'hectares) (Ibid., 2009).

Le développement de l'hydroélectricité est l'un des objectifs principaux des quatre premiers plans de modernisation et d'équipement de la France :

> *Les massifs montagneux, les fleuves et les rivières constituent sur notre territoire des réserves d'énergie électrique particulièrement importantes et encore en partie inexploitées, malgré la construction de nombreux barrages. Une mise en valeur plus poussée de nos possibilités hydrauliques est indispensable pour suppléer à l'insuffisance de nos gisements houillers et répondre à l'accroissement rapide des besoins d'énergie électrique tant dans l'activité économique que dans les foyers* (Commissariat Général au Plan, 1947, p. 142).

Dans le premier plan, plusieurs milliards d'euros (constants 2020) sont prévus pour la construction de barrages dans les Alpes, le Massif Central et les Pyrénées (Ibid., 1947). Le « programme hydraulique » bâti dans le deuxième plan de modernisation et d'équipement (1954-1957) prévoit l'aménagement du Rhône, du Rhin, de l'Isère et de la Durance (Commissariat général au plan, 1954, p. 55). Les troisième et quatrième plans poursuivront ces investissements, qui s'élèveront à plus de 20 milliards d'euros (constants 2020[19]) entre 1947 et 1965 (Tableau 7).

[19] L'ensemble des conversions ont été faites à partir du convertisseur de l'Insee : https://www.insee.fr/fr/information/2417794

Tableau 7 : Investissements dans l'hydroélectricité et l'irrigation dans les quatre premiers plans de modernisation et d'équipement (1947-1965). Sources : Commissariat Général au Plan, 1947 ; 1954 ; 1958 ; 1962.

Plans		Premier plan 1947-1953*	Deuxième plan 1954-1957	Troisième plan 1958-1961	Quatrième plan 1962-1965
Capacité de production Hydroélectricité (TWh)		Objectifs d'augmentation de 10 TWh, avec des aménagements dans les Pyrennées, le Massif Central, les Alpes 1945 : 10 1947 : 14 1953 : 21	Objectifs d'augmentation de 6,5 TWh, avec l'aménagement du Rhône, du Rhin, de l'Isère et la Durance 1955 : 27 1957 : 29	Objectifs d'augmentation de 7,5 TWh (2,5 TWh par an) 1961 : 34	Objectif d'augmentation de 5,4 TWh (1,8 TWh par an) 1965 : 44
Investissements Electricité (millions de NF courants)		1980	7103	12400	14360
Investissements hydroélectricité	**millions de NF courants**	720	2486	*35% des investissements 4340*	*stabilisation des engagements annuels par rapport au troisième programme 5168*
	millions d'euros constants 2020	4150	5654	*7919*	*7919*
Agriculture (et pêche) (millions de NF courants)		3660	11350	*18700*	*?*
Dont Irrigation	**millions de NF courants**	130 (irrigation, drainage)	Début des grands aménagements régionaux	450 (grands aménagements régionaux) (+ 40 000 hectares hors SAR)	526 (grands aménagements régionaux
	millions d'euros constants 2020	750 (irrigation, drainage)	?	944 (+ 40 000 hectares)	806
Objectifs irrigation		25000 ha	45000 ha	85000 ha	Prévoit une augmentation de plusieurs milliards de mètres cubes consommés dans les années à venir

L'hydroélectricité représente environ 50% de la production nationale d'électricité en 1960, à la fin du troisième plan (Cotillon, 1978, p. 83 ; Figure 31). La capacité de production atteint 60 TWh par an en 1970, alors que le potentiel hydroélectrique total métropolitain est estimé entre 60 et 70 TWh produits par an (Figure 31). L'objectif est finalement d'exploiter l'ensemble des ressources en eau disponibles pour la production d'électricité. La part de l'hydroélectricité dans le mixe énergétique français diminuera ensuite petit à petit, au fur et à mesure du développement de l'énergie nucléaire. Elle restera toutefois essentielle, et complémentaire du nucléaire, du fait de sa capacité à répondre aux demandes de pointe, et à l'équilibre entre offre et demande sur le réseau électrique (seule énergie stockable et mobilisable en quelques minutes).

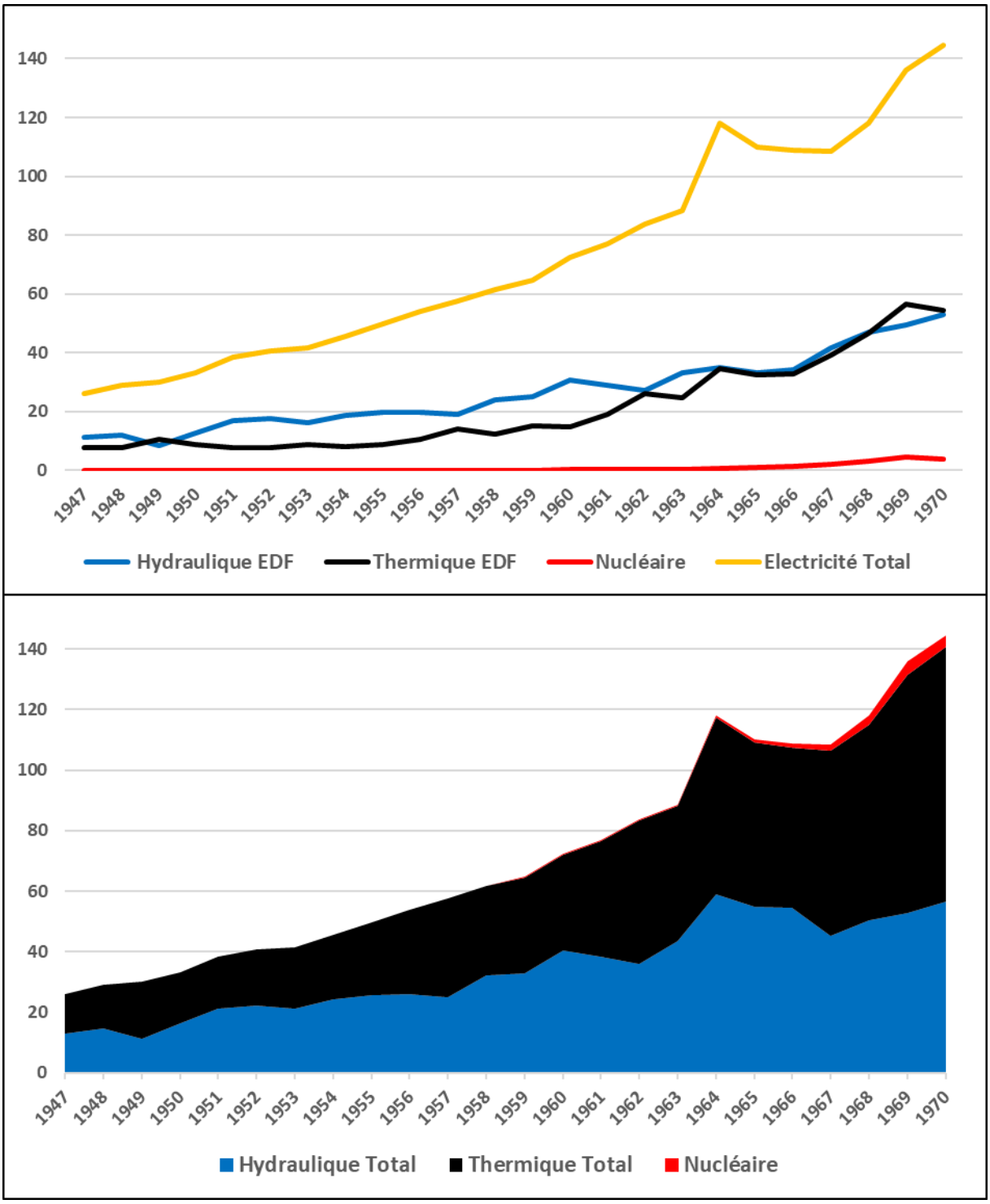


Figure 31 : Évolution de la production d'électricité en France de 1947 à 1970, en TWh. Source : auteur à partir de rapports d'activité EDF de 1946 à 1970.

Par ailleurs, l'hydroélectricité est perçue comme un moyen de développer d'autres usages, et en particulier l'agriculture. Comme cela est souligné dans le quatrième plan, la production d'énergie ne consomme pas d'eau et permet donc une réutilisation à l'aval. Dès lors, il est possible de créer des aménagements à buts multiples, et de faire participer économiquement les différents bénéficiaires (Commissariat Général au Plan, 1962).

En effet, la modernisation de l'agriculture fait partie des objectifs prioritaires des plans d'équipement, et l'irrigation des terres est perçue comme l'un des leviers disponibles. Trois Sociétés d'Aménagement Rural (SAR) sont créées dans les années 1950, pour assurer les travaux d'équipement : en 1955 la Compagnie Nationale d'Aménagement Régional du Bas-Rhône Languedoc (CNARBRL), en 1957 la Société du Canal de Provence (SCP), et en 1959 la Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne (CACG) (Rollin et al., 2013). Ces dernières bénéficient de concessions de l'État ou des collectivités territoriales, et sont chargées d'une mission générale de maîtrise de l'eau et de développement rural (Ibid., 2013).

Il est prévu une augmentation des surfaces irriguées de 25 000 hectares dans le premier plan, 45 000 dans le second, et 85 000 dans le troisième, avec des financements pour chaque programme allant de 700 millions d'euros à 1 milliard (constants 2020) (Tableau 7). Au total, c'est environ 300 000 hectares qui ont été rendus irrigables par les trois compagnies, après plusieurs décennies de travaux (Rollin et al., 2013). Le développement de l'irrigation constitue ainsi l'un des éléments clés dans le pourtour méditerranéen, à partir des années 1950 :

> *En Languedoc comme en Provence, et sur la côte orientale de la Corse, le développement de la culture irriguée est l'une des actions maîtresses. Les travaux d'aménagement du Bas-Rhône Languedoc permettront de diversifier les productions d'une région jusqu'alors presque uniquement consacrée à la vigne, cette conversion du vignoble pouvant être notamment orientée vers les fruits et légumes. La Société du Canal de Provence poursuivra également ses travaux d'irrigation, tout en augmentant le volume des ressources en eau pour les besoins industriels et domestiques de la région de Marseille et de l'étang de Berre* (Commissariat au Plan, 1962, p. 137).

Ce développement de l'irrigation a également lieu en Algérie, au Maroc et en Tunisie, avec le développement de grands périmètres irrigués suite à la construction de barrages[20] (Commissariat Général au Plan, 1954). Pritchard (2012) a qualifié « d'hydro-impérialisme » les liens entre développement des infrastructures de gestion de l'eau et expansion coloniale :

> *[Hydro-imperialism conveys] the ways that water, hydraulic knowledge, and water management practices both revealed and reproduced unequal power relations predicated upon an expansionist mentalité, whether political or economic in orientation. Hydro-imperialism took place within explicit colonial relations such as those between France and its colonies and protectorates in North Africa* (Pritchard, 2012, p. 592).

Ainsi, « *comprendre et réguler l'eau a servi en tant que puissant moyen techno-politique du colonialisme* » (Ibid., 2012, p. 594). Plusieurs ingénieurs du génie rural ayant travaillé dans les colonies reviendront ensuite en France pour intégrer les Sociétés d'Aménagement Rural, suite aux indépendances de 1956 (Tunisie et Maroc) et 1962 (Algérie) (Marié, 1994). C'est en particulier le cas pour BRL, dont le directeur technique, le directeur agricole et le second directeur général sont issus de « l'hydraulique marocaine » (Marié, 1984, p. 22).

De plus, la période du paradigme hydraulique est également marquée par le développement d'institutions dédiées à la gestion de l'eau dans les années 1960, avec la création d'une commission spécialisée au sein du Commissariat général au plan (1959), et d'un secrétariat permanent à l'étude du

[20] « *Après l'achèvement d'un programme important de grands barrages en Afrique du Nord, des superficies très importantes seraient d'ores et déjà irrigables : 460 000 hectares au Maroc, 90 000 hectares en Algérie, 60 000 hectares en Tunisie, si l'achèvement des réseaux d'adduction et la mise en place de canaux de distribution avaient pu permettre l'utilisation optimum des réserves d'eau accumulées dans les barrages. Or les surfaces effectivement irriguées dans de grands périmètres n'atteignent encore actuellement que 45 000 hectares en Algérie et 55 000 au Maroc. Elles sont encore inexistantes en Tunisie. Le deuxième plan doit assurer en priorité la mise en valeur de ces périmètres. Il prévoit l'équipement de 92000 hectares et la mise en eau effective de 70 000 hectares* » (Commissariat général au plan, 1954, p. 89).

« problème de l'eau » (SPEPE, 1961 ; Bouleau, 2016). La loi de 1964[21] va ensuite dessiner les contours de la politique de l'eau française, en créant les six agences de l'eau au niveau des grands bassins versants. Leur modèle s'inspire de plusieurs associations de bassin allemandes, donnant beaucoup de poids aux usagers dans la mise en œuvre des politiques de l'eau (prélèvement des redevances, décision des investissements, maîtrise d'ouvrage, police, etc.) (Barraqué & Laigneau, 2017). Le rôle des agences françaises a toutefois été limité au prélèvement de redevances et au financement d'investissements communs grâce à la mutualisation (Barraqué et al., 2018). Comme nous le verrons ensuite, les trois premiers plans d'investissement de l'Agence Rhône Méditerranée et Corse s'inscrivent dans le paradigme d'équipement et de construction de barrages réservoirs.

1.2.3 L'aménagement de la Durance : « le chantier du siècle[22] »

> *Demain s'élèvera jour après jour le premier barrage en terre d'Europe. Un barrage qui atteindra la hauteur de la tour Eiffel et deux fois sa largeur à la base. Ainsi, entre les promontoires en chicane de serre de Monge et de Serre-Ponçon, s'emmagasineront de vitales réserves d'eau. Dans l'histoire économique de la Provence, ce vendredi 29 mars aura marqué la fin de deux fléaux, qui périodiquement dévastaient la terre de mistral. Sécheresses mortelles, et crues incontrôlables. Vendredi dernier en effet, l'homme a gagné la première manche d'une gigantesque partie engagée contre la Durance il y a plus de 6 ans. […] Bulldozer, Dumper, Euclide, allaient définitivement interdire aux eaux vives de prendre un autre chemin que celui voulu par les audacieux réalisateurs de Serre-Ponçon. La Durance bouillonne maintenant dans la nuit d'une galerie de béton. Plus tard, quand on ne lui commandera pas d'aller étancher la soif des campagnes torrides, cette prisonnière engendrera de l'énergie. […] Et dans les tourbillons boueux de sa défaite, sous le soleil printanier, la Durance mâtée, semblait avouer déjà l'or futur de la fertilité rationnelle, de la force, de la lumière, et du mieux-être de toute une région (Provence Magazine, 1955)[23].*

L'aménagement du bassin de la Durance s'inscrit dans cette période des trente glorieuses, et constitue l'un des chantiers emblématiques de la domestication des rivières. D'après l'un des anciens directeurs de l'équipement d'EDF, l'aménagement de la Durance constituait un « *équipement à la mesure d'EDF* », pour lequel « *l'un des atouts décisifs a été l'existence d'un maître d'ouvrage unique pour l'ensemble de la vallée* » (Picard et al., 1985, p. 74).

L'équipement s'inspire ainsi des aménagements de la TVA, affichant une gestion coordonnée de plusieurs barrages et des objectifs multiples (Warner et al., 2008). En effet, il s'agit à la fois de produire de l'électricité, d'irriguer les terres, d'approvisionner les villes et les industries en eau, et de protéger contre les crues (bien que ce dernier aspect ait ensuite été remis en question). Le centre de conduite hydroélectrique (CCH) de Sainte Tulle (créé en 1981) permet de gérer de façon coordonnée l'ensemble des barrages et des 18 centrales hydroélectriques.

Cet aménagement est un exemple du paradigme hydraulique, où la prouesse des ingénieurs va permettre de dompter l'un des fléaux de la Provence, la « Durance dévastatrice[24] ». En effet, Serre-Ponçon, la « pièce maîtresse de l'aménagement » (Bertin, 1960), constitue le plus grand barrage d'Europe en 1960, et le premier barrage-poids. Les seuls barrages poids existaient aux États-Unis et en Chine à cette époque. De nombreux ingénieurs d'EDF sont allés aux États-Unis pendant la période de gestation du projet, ainsi que des fonctionnaires du ministère de l'industrie (Bordes, 2010, p. 89). Des

[21] Loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution. Lien: https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006068236

[22] Le « chantier du siècle » fut le surnom donné à la construction du barrage de Serre-Ponçon (EDF hydro-méditerranée et SMADESEP, 2021). https://www.serreponcon-tourisme.com/content/uploads/2021/05/DP-60-ans-SerrePoncon.pdf

[23] La nouvelle Durance : la conquête de l'eau en Provence. Provence Magazine, 6 août 1955. https://fresques.ina.fr/sudorama/fiche-media/00000000142/la-nouvelle-durance-la-conquete-de-l-eau-en-provence.html#contexteHistorique

[24] http://www.museoscope-du-lac.com/fr/historique-barrage-serre-poncon.html

experts du Corps des ingénieurs de l'armée américaine ont également intégré la commission technique qui pilotait le projet, et des entreprises américaines participèrent à la maîtrise d'œuvre ensuite (Bordes, 2010, p. 90). De plus, la construction du barrage imposait l'injection de matériaux étanches au sein des milliers de mètres cube d'alluvions. Les premières expérimentations – à partir de ciment silicate et d'argile – avaient été réalisées pour la construction des barrages de Ghrib (1930) et Bou Hanifia (1933) en Algérie. Ce dernier avait été qualifié de « *plus grand laboratoire de mécanique des sols* » (Comité Français des Barrages et Réservoirs, 2014). La technologie mobilisée pour la construction de Serre-Ponçon est donc particulièrement innovante en Europe, et repose sur les dernières avancées scientifiques.

L'envergure du projet d'aménagement de la Durance, ses buts multiples, sa gestion synchronisée et les techniques mobilisées en font l'un des projets phares de l'après-guerre. Deux grandes phases se succèdent, ayant amené à la construction des deux réservoirs « de tête » du système Durance-Verdon. La première période s'étend de 1946 à 1970, avec la construction du barrage de Serre-Ponçon et des usines hydroélectriques de Basse-Durance. La deuxième a lieu pendant les années 1970, avec la réalisation du barrage de Sainte-Croix sur le Verdon, et des barrages de Moyenne-Durance. Ces deux phases sont détaillées dans la partie suivante, ainsi que le contexte institutionnel dans lequel elles se déroulent.

1.3 Les deux phases d'aménagement du bassin de la Durance

1.3.1 La première phase d'aménagement du bassin de la Durance : 1946-1970

L'équipement de la vallée de la Durance doit permettre la création de richesse grâce à la domination de son régime « capricieux » :

> *Des régions, aussi différentes que les pays de la Moyenne Durance alpestre et le Comtat, possèdent une richesse commune qui est l'eau ; mais c'est une richesse qu'il faut domestiquer, car de son bon ou mauvais emploi dépendent l'opulence des récoltes, le développement de l'industrie et le bien-être des hommes. […] (Bertin, 1960, p. 626).*

Il s'agit d'utiliser les ressources en eau « *le plus rationnellement possible dans les domaines agricoles et énergétiques* » (Ibid., 1960). Cet aménagement d'ensemble a été permis par la concession accordée par l'État à EDF, donnant au concessionnaire la possibilité d'exploiter toute goutte d'eau disponible, non réservée à un autre usage. La concession repose sur une architecture juridique complexe, autorisant le captage des ressources de la Durance et du Verdon.

EDF assure la construction des barrages de Castillon et Chaudanne en 1949 et 1953. Ils constituent les deux premiers éléments de l'aménagement Durance-Verdon, et résultent de la loi de 1923. Le barrage de Bimont, alimenté par le canal du Verdon puis le canal de Provence, est finalisé en 1952, pour renforcer l'alimentation des Bouches-du-Rhône.

En 1953, une convention est signée entre l'État et EDF pour la création d'une réserve agricole de 200 Mm^3 au sein du barrage de Serre-Ponçon, au profit des irrigants prélevant l'eau en Basse-Durance. Cette convention est annexée à la loi du 5 janvier 1955[25], déclarant d'utilité publique la réalisation du barrage de Serre-Ponçon et l'aménagement hydroélectrique de la Durance vers l'étang de Berre, en concédant la construction et l'exploitation des ouvrages à EDF (Balland et al., 2002). Le système des droits d'eau du bassin découle de la convention du 27 mai 1959 (approuvée par le décret du 28 septembre 1959), à travers trois articles principaux (Baud, 2003) :

- L'article 21 prévoit l'aménagement et la constitution de réserves d'eau destinées aux besoins agricoles et d'alimentation en eau potable. On retrouve la réserve agricole de Serre-Ponçon et les réserves constituées sur le Verdon.

[25] Loi du 5 janvier 1955 relative à l'aménagement de la Durance. URL : https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000504180etcategorieLien=id

- L'article 12 vise le rétablissement des activités antérieures à l'aménagement. Il s'agit en particulier du maintien de l'irrigation par un transfert des prises d'eau en Durance vers le canal EDF et des opérations de réalimentation de nappe. 114 m^3/s sont accordés à la CED, en tant que « dotations conventionnelles » (différents des 80 m^3/s résultant des droits anciens).
- L'article 50 vise, au titre de l'intérêt général, l'attribution de débits à des fins d'irrigation, d'alimentation des centres habités ou d'un service public après aménagement (1959), sans que le concessionnaire puisse élever aucune réclamation à ce sujet. Ces volumes sont de : 1 m^3/s maximum en amont de Serre-Ponçon ; 7 m^3/s maximum de Serre-Ponçon à la prise de Cadarache sur la Durance et ses affluents (Verdon excepté). Si l'extension des irrigations le justifie, le débit maximum de 7 m^3/s sera augmenté, par décisions conjointes des ministres chargés de l'électricité et de l'agriculture, jusqu'à concurrence de 11 m^3/s. Cette possibilité, offerte aux ministères concernés n'a, à ce jour, pas été activée sur le système Durance.
- Les articles 12, 21, et 50 listent l'ensemble des devoirs du concessionnaire en matière d'alimentation en eau, ne lui ouvrant pas droit à indemnisation. Il en a été déduit que le concessionnaire peut prétendre à indemnisation lorsqu'un prélèvement est projeté dans le périmètre de la concession, mais n'est éligible à aucun des articles de la concession (Baud, 2003). Ce principe, dénommé « article 0 », traduit l'allocation totale de l'eau de la Durance à un usage déterminé. Depuis 1959, tout nouveau prélèvement dans le lit de la rivière (partie court-circuitée par les ouvrages hydro-électriques), dans le canal usinier ou dans une retenue, doit disposer d'une autorisation réglementaire compatible avec la convention entre le concessionnaire et le préleveur qui détermine quant à elle : les conditions d'occupation du domaine concédé ; l'éventuelle indemnisation du concessionnaire (si le prélèvement n'est pas éligible à un article de la concession) ; les conditions du service (en particulier, le dégagement de la responsabilité du concessionnaire en cas de chômage du canal usinier).

La loi de 1955 détermine ainsi la première phase de construction des aménagements du bassin de la Durance, avec les barrages de Serre-Ponçon, Cadarache, Mallemort et Bonpas, et les usines hydroélectriques de Serre-Ponçon, Jouques, Saint-Estève, Mallemort, Salon et Saint-Chamas (Figure 32). Ces aménagements avaient été liés stratégiquement par EDF, afin de « *bénéficier de façon satisfaisante* » de la régularisation permise par Serre-Ponçon (EDF, 1963). Le barrage de Serre-Ponçon est mis en eau en 1959 et ceux de Cadarache et Mallemort en 1961 et 1964. Les usines sont progressivement mises en marche sauf celle de Mallemort, entre 1959 et 1966.

L'aménagement de la Moyenne-Durance se fait progressivement, chaque nouvel ouvrage faisant l'objet d'une concession particulière. Le barrage de l'Escale est mis en place en 1962, avec l'usine d'Oraison la même année. Le barrage de Malijai sur la Bléone alimente également cette usine. Les autres usines du tronçon fonctionnent toutes en 1969 (complément des usines existantes de Sainte Tulle, le Largue et la Brillanne par celles de Sainte Tulle II, Mallemort et Beaumont) (Figure 32).

Figure 32 : Centrales hydroélectriques de Mallemort (gauche) et de Saint-Chamas (droite). Source : auteur.

Afin de piloter à la fois les aménagements hydro-électriques et agricoles dans le bassin, le Service Spécial du Bassin de la Durance est créé (SSBD). Il participera à l'émergence de la « Société du Canal de Provence et d'aménagement de la région provençale » (SCP) en 1957. Cette dernière est une société dite « d'économie mixte », dont le capital est détenu à la fois par l'État et des collectivités territoriales (Meyer, 2019). Une deuxième convention est signée entre le ministère de l'agriculture et EDF le 21 mars 1962, concernant les réserves agricoles du Verdon dont le volume maximum est fixé à 250 Mm^3 (85 Mm^3 dans le barrage de Castillon ; 140 Mm^3 dans la retenue de Sainte-Croix ; 25 Mm^3 dans le barrage de Bimont). La gestion de ces volumes agricoles est confiée à la SCP. Le décret du 15 mai 1963 concède à la SCP la construction et l'exploitation des ouvrages de dérivation des eaux du Verdon et du canal de Provence, pour une durée de 75 ans (Balland et al., 2002). Les débits autorisés sont plafonnés à 35 m^3/s (moyenne mensuelle) et 40 m^3/s (valeur instantanée). En 1967, le barrage de Gréoux est construit et assure l'alimentation du canal de Provence depuis le partiteur de Boutre. L'aménagement du système Durance-Verdon repose ainsi sur un emboîtement des concessions EDF et SCP (Figure 33).

Il a été montré que « la grande sœur EDF » (Marié, 1984, p. 11) a eu une forte influence sur le modèle de développement de la SCP. Ses ingénieurs ont participé directement à certains travaux, comme le creusement de galeries souterraines que peu d'entreprises maîtrisaient à l'époque, et ont influencé les méthodes de planification, de calcul économique des coûts de construction, ou encore de tarification au coût marginal (Ibid., 1984, p. 13).

Les barrages sont censés répondre à la demande d'électricité, mais aussi au manque d'eau qui touche les exploitations agricoles, les industries et les villes de la côte méditerranéenne comme Toulon (approvisionnement par des camions citernes certaines années) (Tarlet, 1980) :

> *Comme le révéleront les années 1960, plus de la moitié des surfaces est occupée par de la vigne […]. Le rapport de cette agriculture était donc considéré comme médiocre et l'on souhaitait se tourner vers des cultures plus intensives et plus rémunératrices. Mais il était impossible de disposer des ressources hydrauliques supplémentaires qui, seules, auraient pu permettre cette mutation. Les activités industrielles et touristiques étaient soumises aux mêmes limitations […]. Toute expansion urbaine semble alors interdite. La Provence apparaît, du fait de cette insuffisance, comme un pays non-irrigué, presque « sous-développé » où se manifeste une grave insuffisance des ressources hydrauliques (Ibid., 1980, p. 41).*

Les infrastructures EDF et SCP constituent « *un grand aménagement régional à objectif hydraulique* », qui prouve que « *la maîtrise de l'eau est clef du développement économique provençal* » (Ibid., 1980). En 1965, le Service Régional d'Aménagement des Eaux (SRAE) est créé, sous tutelle du ministère de l'agriculture, afin d'assurer des missions de « *conseil, d'étude, de coordination et de planification* » (SRAE, 1981). Le Service Spécial du Bassin de la Durance, en charge de « l'élaboration, du contrôle et de la mise en œuvre d'un programme d'aménagement régional dont le financement est assuré par le ministère de l'agriculture », y est rattaché. L'activité du SSBD porte principalement sur les opérations réalisées par la SCP.

Par ailleurs, les canaux agricoles antérieurs aux aménagements sont peu à peu connectés au canal EDF (Vaucluse, Crau, Nord et Sud Alpilles, Manosque, etc.) (Figure 34). Ces derniers subissaient des pertes importantes à cause du manque d'eau, et des restrictions de prélèvement étaient imposées régulièrement (restrictions allant de 10 à 40%, au-delà une année sur 10 ; Bertin, 1960).

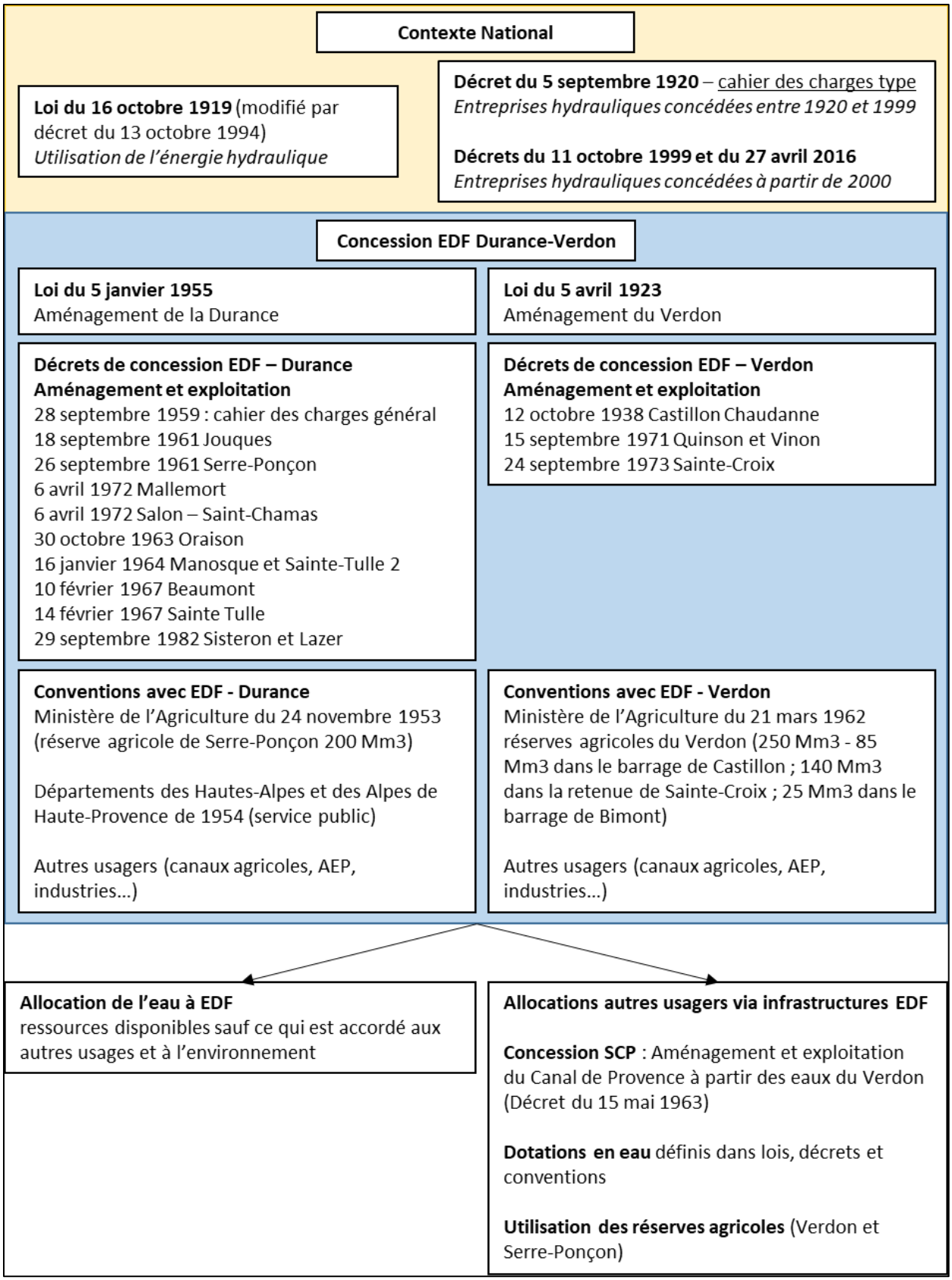


Figure 33 : Cadre juridique de la concession EDF Durance-Verdon. Source : auteur.

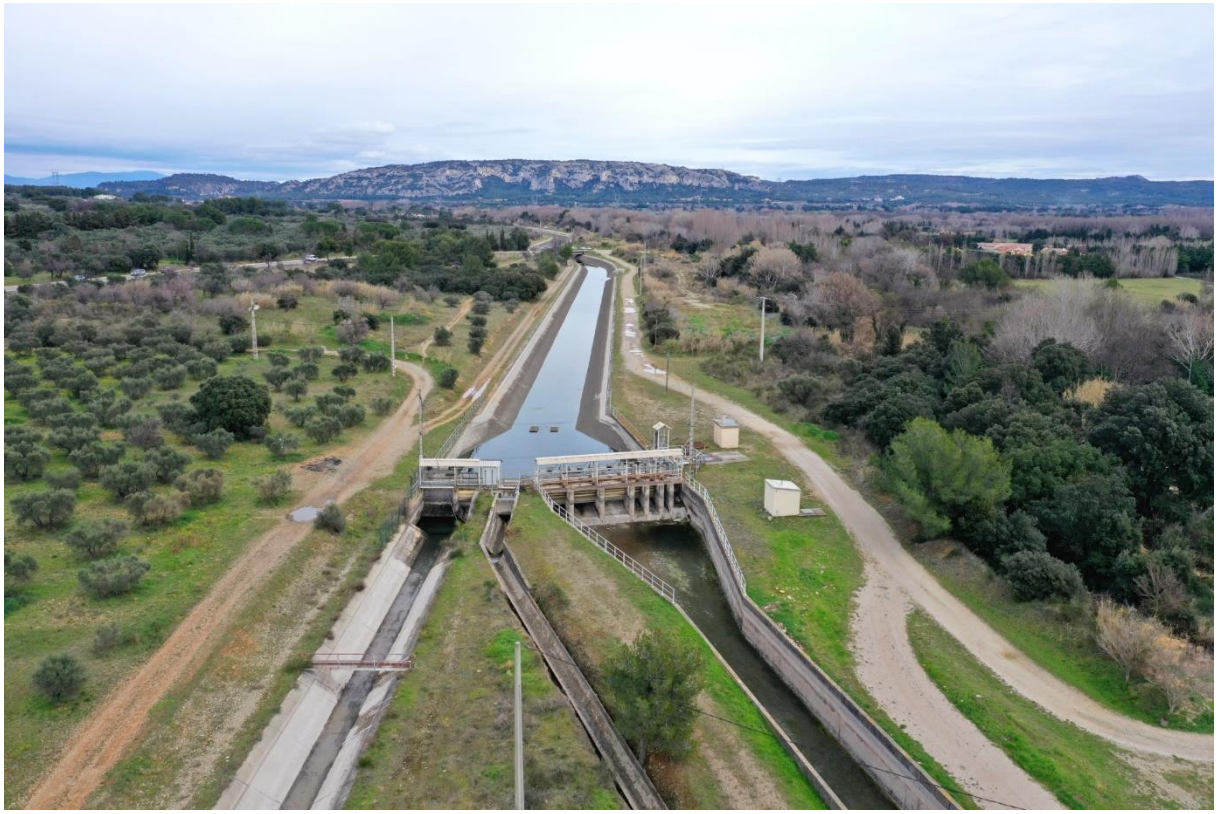


Figure 34 : La majorité des prises agricoles sont connectées au canal EDF. Dans cette photo, on voit les trois canaux principaux de la Crau et leur alimentation depuis le prolongement du canal EDF (Canal de Boisgelin Craponne co-géré par les ASAs et EDF). Source : auteur.

À la fin des années 1960, 12 barrages et 16 centrales hydroélectriques sont en fonctionnement.

1.3.2 La deuxième phase d'aménagement du bassin de la Durance : 1970 – 1980

1.3.2.1 Les premiers programmes d'intervention de l'Agence de l'eau RMC

La fin des années 1960 est marquée par la création des agences de l'eau. À cette époque, le rôle des agences de l'eau reposait d'abord sur le principe de fonctionnement d'une « mutuelle » (Barraqué et al., 2018) ou d'une « épargne collective » (Bouleau, 2007, p. 274), au sein de laquelle les usagers de l'eau mettaient en commun un certain montant d'argent par le biais des redevances, puis décidaient des investissements à réaliser afin de satisfaire les usages et de préserver la ressource. Ce modèle donnait beaucoup de poids aux usagers dans la mise en œuvre des politiques de l'eau, en particulier pour le prélèvement des redevances et pour les décisions d'investissements (Barraqué et al., 2018). Même si le principe pollueur-payeur et la question de l'efficience des redevances ont également fait partie des débats amenant à la création des agences, ils n'ont pas été transcrits formellement dans la loi de 1964 (Bouleau, 2007, p. 166). L'eau était donc d'abord une ressource à gérer en commun et de façon subsidiaire, afin de parvenir à une meilleure équité entre les usagers, tout en maintenant des prérogatives importantes de l'État (police de l'eau) et des collectivités (maîtrise d'ouvrage) (Bouleau 2007, p. 273).

Le principe « d'épargne commune » et de solidarité ente usagers du bassin devait toutefois respecter une certaine recherche d'équilibre entre les redevances payées et les subventions obtenues par les usagers (notion de « juste retour » de la redevance payée ; Ibid., 2007, p. 312). De l'analyse des différents programmes d'intervention de l'Agence de l'eau RMC (1969 à 2006), il ressort qu'un « juste retour » par zone, notamment sur le bassin de la Durance et les territoires alimentés par ses eaux (Ibid., 2007, p. 323), et par type d'usagers, étaient explicitement recherchés. Il est indiqué dans le 5ème

programme d'intervention de l'Agence que « *les redevances doivent donc être modulées suivant les rivières et bassins pour que les aides apportées soient financées par les bénéficiaires* » (Agence de l'eau in : Bouleau, 2007, p. 323). Un équilibre était également recherché entre les aides apportées et reçues par les différents types d'usagers (industriels, domestiques, agricoles) (Ibid., 2007).

La lutte contre la pollution des eaux représentait le principal enjeu, et les investissements dans les stations d'épuration et les réseaux d'assainissement la part majoritaire du budget (Ravier, 1979). Des investissements dans les retenues d'eau étaient également financés (Mattersdorf, 2009). Plus généralement, l'objectif était de pouvoir assurer des usages de l'eau multiples de façon pérenne, grâce à un système de financement original. Il y avait une faible sélectivité des aides, et l'Agence peut financer des « ouvrages d'intérêt commun », dont « *la définition est volontairement très générale. Elle s'applique à la mise en valeur des ressources en eau par tous les usagers* » (Secrétariat Permanent pour l'Étude des Problèmes de l'Eau, 1968, p. 5). Sur le plan quantitatif, les barrages sont le premier type d'intervention mentionné :

> *Ils permettent d'assurer une régularisation annuelle des cours d'eau importants (grands barrages réservoirs ou écrêteurs de crues) ou une régularisation interannuelle sur des cours d'eau plus petits. Ils peuvent avoir pour objet : la production d'énergie électrique […], l'augmentation des quantités d'eau susceptibles d'être prélevées à l'étiage, qui intéresse tous les usagers à l'aval de l'ouvrage […], l'alimentation en eau des agglomérations, des industries et de l'agriculture, le maintien ou le développement de la pêche et de la pisciculture, la création de plans d'eau en vue du tourisme, la satisfaction des besoins de la navigation, l'écrêtement des crues et la protection contre les inondations, une utilisation à buts multiples essayant de concilier la satisfaction simultanée de plusieurs de ces objets (Secrétariat Permanent pour l'Étude des Problèmes de l'Eau, 1968, p. 6).*

On retrouve également dans les ouvrages pouvant être financés par les agences « *les grands transports d'eau, les canaux de navigation, les forages importants, la réalimentation des nappes* »,… (Secrétariat Permanent pour l'Étude des Problèmes de l'Eau, 1968). Dans ses premiers programmes, l'Agence de l'eau RMC aide ainsi à la réalisation des grands ouvrages hydrauliques (barrages, retenues, transferts d'eau,…) et ceci quelle que soit leur fonction (soutien des étiages, écrêtement des crues, stockage,…) (AERMC, 1968, p. 8) (Tableau 8).

Dans le cadre du bassin RMC, le principal ouvrage financé a été le barrage de Sainte-Croix au cours des 2ème et 3ème programmes (1973-1981) (Tableau 8). L'aide de l'Agence a porté sur une part de 140 Mm3 au sein du barrage, réservée à l'usage de l'eau par la SCP. La gestion quantitative de l'eau atteint entre 10 et 20% du budget de l'Agence au cours de ces deux programmes, avec des aides d'environ 136 M€ (constants 2020).

La redevance prélèvement est encore peu importante, et directement liée au financement de travaux. Le premier programme fixait une redevance pour le bassin de la Durance et les prélèvements en nappe, mais les montants obtenus restent faibles (6 M€ pour l'ensemble du programme ; 0,000 25 F/m 3). Pour les deuxième et troisième programmes, un taux est mis en place en fonction d'un zonage du bassin en quatre parties (Figure 35 ; Tableau 9).

Tableau 8 : Résumé des trois premiers programmes d'intervention de l'Agence de l'eau RMC. Source : auteur à partir de AERMC, 1968 ; 1972 ; 1976.

Plans de modernisation et d'équipement		**Vème plan**	**Vième plan**	**VIIème plan**
Programmes d'intervention (PI)		**1er PI 1969-1972**	**2ème PI 1973-1976**	**3ème PI 1977-1981**
Investissement total	MF ou M€ courants	173,5	385,3	1168,0
	M€ constants 2020	203,8	383,6	763,8
Amélioration qualitative	MF ou M€ courants	132	319	935,6
	M€ constants 2020	155,1	317,5	611,8
	% total	76%	83%	80%
Amélioration quantitative	MF ou M€ courants	0	66,3	107,1
	M€ constants 2020	0	66	70
	% total	/	17%	9%
Dont Barrages	MF ou M€ courants	/	49,8	77,3
	M€ constants 2020	/	49,6	50,5
Principaux projets / études en lien avec la gestion quantitative		Etude sur l'utilisation des eaux du bassin de la Durance (problèmes quantitatifs)	Barrage de Sainte Croix (140 Mm3 réservés à la SCP). 30,9 MF Etude sur la modernisation des irrigations	Barrage de Sainte Croix (140 Mm3 réservés à la SCP) 48,7 MF Etude sur la modernisation des irrigations
Etudes	MF ou M€ courants	2,5	23	63,1
	M€ constants 2020	3,1	22,9	41,3
	% total	1%	6%	5%
Fonctionnement de l'agence	MF ou M€ courants	39	Non disponible	125
	M€ constants 2020	48,8	/	81,7
	% total	22%	/	11%

Tableau 9 : Évolution de la redevance prélèvement dans le bassin Rhône Méditerranée (1972-1983). Source : AERMC 1972 ; 1976.

Période	Texte législatif	Montants		Nappe	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
1972-1976	Délibération du 12 juin 1972	Redevances	F/milliers de m3 courants	5	34	5	0	3,5
			€/milliers de m3 constants 2020	4,98	33,84	4,98		3,48
		Restitutions	F/milliers de m3 courants		9	2,5	0	3,5
			€/milliers de m3 constants 2020		8,96	2,49		3,48
1977-1983	Délibération du 14 avril 1976	Redevances	F/milliers de m3 courants	10	43	10	0	7
			€/milliers de m3 constants 2020	5,98	25,71	5,98		4,19
		Restitutions	F/milliers de m3 courants		11	5	0	7
			€/milliers de m3 constants 2020		6,58	2,99		4,19

Les prélèvements en nappe concernent l'ensemble du bassin et toutes les périodes de l'année. Les autres redevances ne s'appliquent que pendant la période allant du 1er juin au 31 octobre (AERMC, 1976). La première zone regroupe les territoires desservis par le Canal de Provence (ou qui seront connectées). La deuxième zone contient les bassins de fleuves côtiers méditerranéens, les affluents rive droite du Rhône à l'aval du confluent avec la Saône. La troisième zone concerne le Rhône, l'Isère, la Durance et leurs dérivations (Isère et Drac à l'amont du confluent Isère-Drac ; bassin Durance Verdon à l'amont de la confluence Durance Verdon). La quatrième zone regroupe les parties du bassin qui n'appartiennent à aucune de trois autres (Figure 35).

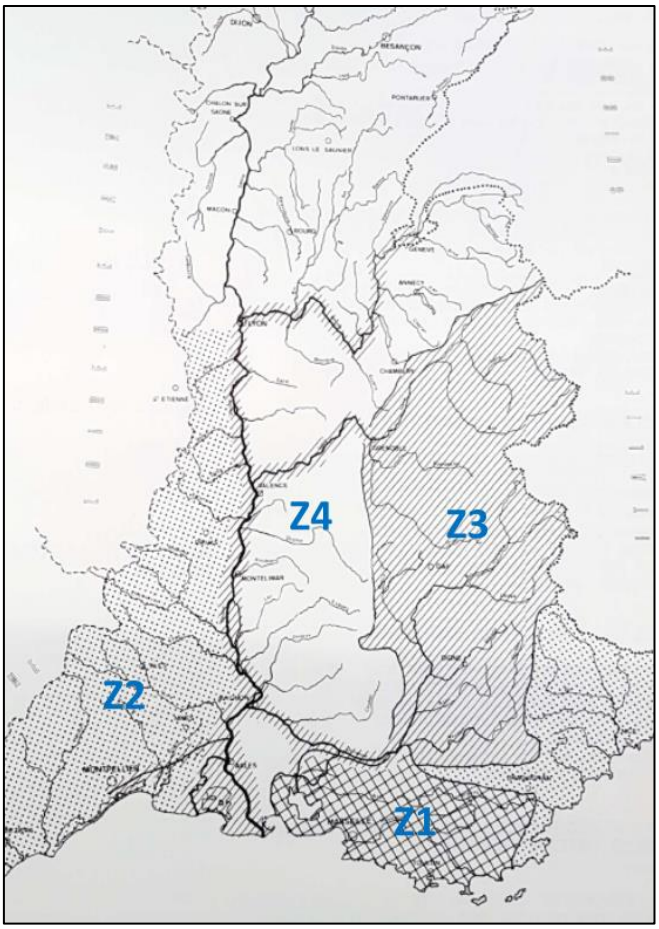


Figure 35 : Zonage pour la redevance prélèvement dans les programmes d'intervention 2 et 3 de l'Agence de l'eau RMC. Source : AERMC, 1968 ; 1976.

Le système revient ainsi à exclure le bassin amont de la Durance du paiement de redevances prélèvement. De loin, la plus importante redevance concerne la Zone 1 qui est desservie par la SCP. On retrouve bien le fonctionnement de mutualisation, avec un investissement particulier (stockage d'eau dans le barrage de Sainte-Croix pour la SCP) qui entraîne une redevance permettant de le financer (redevance payée par les usagers des réseaux SCP). Les rejets des réseaux gravitaires sont estimés à 70% (et ceux des réseaux sous pression à 30%), et les restitutions ont la même valeur que les volumes prélevés. Les réseaux gravitaires de Basse-Durance sont donc théoriquement soumis à une redevance de 3,5€/millier de m3, pour 30% des volumes déclarés (environ 7,5€/ha pour 10 000 m3). Toutefois, aucun versement de redevance ne sera effectué jusqu'à la mise en place d'un nouveau règlement en 1981, dans le cadre du quatrième programme (AERMC, 1981).

1.3.2.2 Poursuite de l'aménagement du bassin de la Durance dans les années 1970

La deuxième phase de construction concerne le Verdon et la Moyenne-Durance. Sur le Verdon, le barrage de Quinson est construit en 1974. Puis le barrage de Sainte-Croix est mis en eau en 1975 et constitue le deuxième barrage le plus important de l'aménagement, avec un volume de 767 Mm3. À l'amont de Sisteron, les barrages de La Saulce et de Saint-Lazare sont mis en place en 1975 et 1976, avec les usines de Sisteron et de Salignac (Figure 36). En Basse-Durance, la centrale de Mallemort débute son fonctionnement et est reliée au tronçon « Mallemort-Berre ». Les débits turbinés par les usines de Salon et Saint-Chamas viennent alors directement du barrage de Cadarache. Pour répondre aux problèmes de gestion des limons, un bassin de délimonage est construit à Cadarache en 1980, à l'aval du barrage. Le barrage de Maison du Roy et l'usine d'Eygliers sont construits sur le Guil en 1982 (affluent à l'amont de Serre-Ponçon).

Figure 36 : Barrage de la Saulce (en haut à gauche vers l'amont, en haut à droite vers l'aval) et de Saint-Lazare (en bas). Source : Laurenceau, 2019.

Enfin, le barrage de Saint Sauveur est construit sur le Buech en 1992. Les retenues de Riou et de Lazer sont aménagées pour répondre aux besoins de productions agricoles et hydro-électriques. L'usine de Lazer est mise en place. La Figure 37 représente l'ensemble des ouvrages (barrages et usines hydroélectriques) du système Durance-Verdon.

Ensuite, les modifications principales du fonctionnement de l'aménagement hydroagricole Durance-Verdon se feront en lien avec la restauration écologique de l'étang de Berre. Les volumes d'eau et de limons envoyés vers l'étang sont progressivement diminués en 1994 (plan Barnier de sauvetage de l'étang de Berre), puis en 2006 (condamnation de la Commission européenne) (Laurenceau & Molle, 2019).

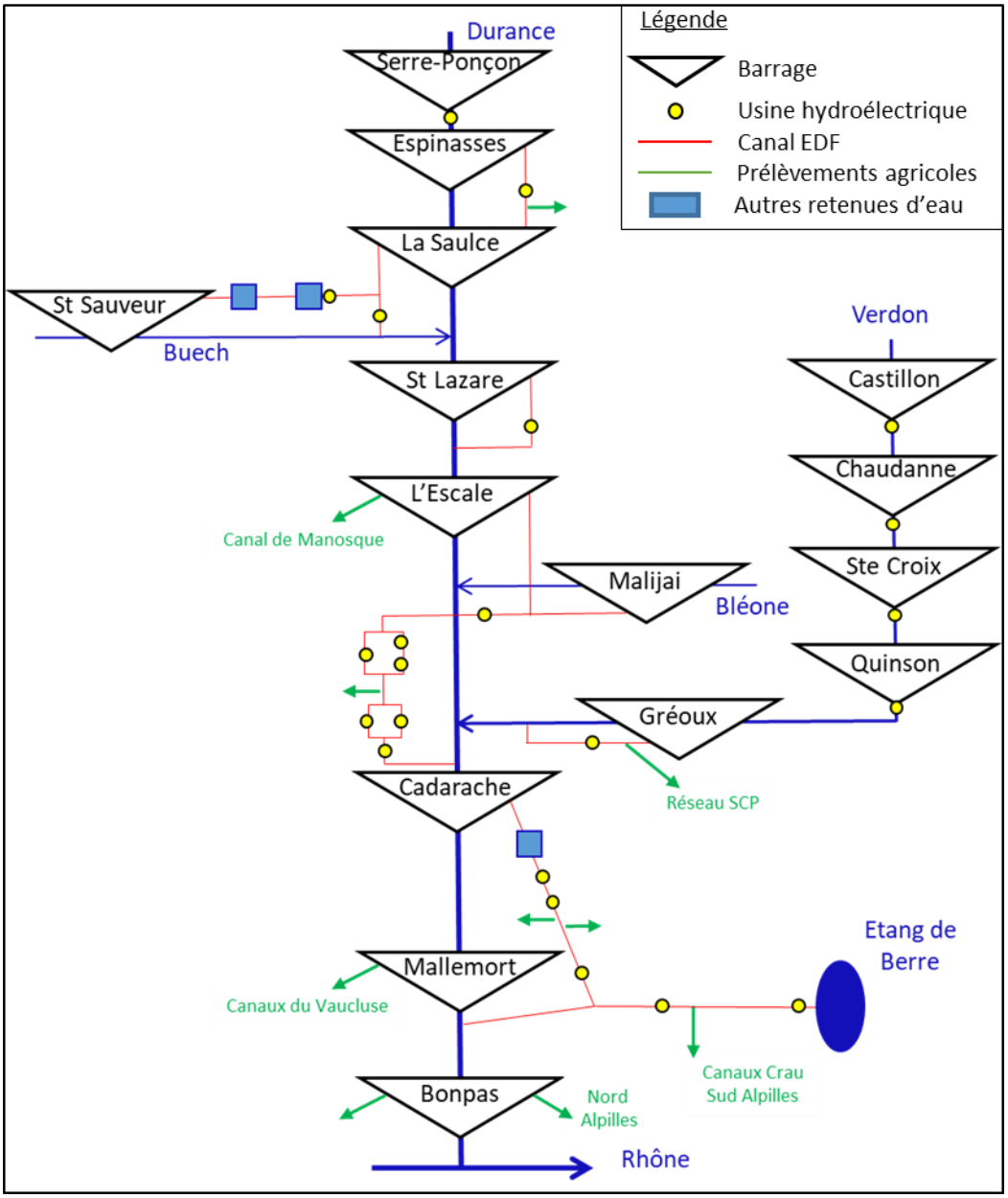


Figure 37 : Système Durance Verdon suite aux aménagements des années 1970 (Moyenne-Durance et Verdon) et 1990 (Buech). Source : auteur.

1.3.3 Vers une allocation totale des ressources en eau

Les aménagements de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle menèrent à une allocation totale de l'eau dans le bassin de la Durance. Les huit barrages de la rivière la divisent en 9 tronçons successifs, certains étant totalement court-circuités par le canal EDF qui longe la rivière (Tableau 10). Serre-Ponçon et Sainte-Croix sont les réservoirs « de tête » avec une forte capacité de stockage, alors que les autres barrages permettent principalement de capter les affluents, pour renvoyer les débits supérieurs au débit réservé au sein du canal EDF, et approvisionner les 16 centrales hydroélectriques.

Tableau 10 : Principaux barrages et usines hydroélectriques sur les différents tronçons de la Durance. Source : auteur à partir de données Dreal Paca.

Tronçons	Long. (km)	Court circuité (km)	Barrages	Usines	Canal EDF (m3/s)	Module naturel (m3/s)	DR avant 2014 (40e)	DR depuis 2014 (20e)
1 (Amont SP)	76	/	Maison du Roy ; (1982)	6 usines ; 371,5 GWh	/	/	/	/
2 (SP-Espinasse)	3	3	SP ; 123m ; 1270Mm3 (1959)	Serre-Ponçon ; 379MW ; 718 GWh	320			
3 (Espinasse-La Saulce)	20,4	20,4	Esp ; 11m ; 6 Mm3 (1960)	Curbans ; 180,2MW ; 443 GWh	220	81,5	2,1	4,1
4 (La Saulce-St Lazare)	40	40	La Saulce ; 11,7m ; 1,8 Mm3 (1975)	Sisteron ; 252,3MW ; 759 GWh	240	88,2	2,2	4,4
5 (St Lazare-L'Escale)	13	5,6	St Lazare ; 19,4m ; 6,2 Mm3 (1976)	Salignac ; 92,6MW ; 221 GWh	345	115,7	2,9	5,8 O-Mars (20e) 8,3 Av-S (14e)
6 (L'Escale-Cadarache)	47,4	47,4	L'Escale ; 24m ; 15,7 Mm3 (1962)	Oraison ; 211,5MW ; 770GWh La Brillanne ; 33,4MW ; 97GWh Largue ; 12,5MW ; 36GWh Manosque ; 50,4MW ; 190GWh Ste Tulle 2 ; 60,5MW ; 250GWh Ste Tulle 1 ; 30MW ; 100GWh Beaumont ; 44,6MW ; 154GWh	250	121,6	3	6,1 O-Mars (20e) 8,7 Av-S (14e)
7 (Cadarache-Mallemort)	50	50	Cadarache ; 15m ; 3Mm3 (1961)	Jouques ; 72,2MW ; 385GWh St Estève J. ; 160MW ; 666 GWh Mallemort ; 105,2MW ; 404GWh Salon ; 110,2MW ; 122GWh St Chamas ; 176,4MW ; 192GWh	250	178,8	4,5	9
8 (Mallemort-Bonpas)	30	0	Mallemort ; 8m ; 0,1 Mm3 (1964)	/	/	183,6	4,6	9,2
9 (Bonpas-Rhône)	15	0	Bonpas ; 7,2m (1964)	/	/	187,5	4,7	4,7 Juil-S (40e) 11 Oct-juin (17e)
Total SP - Rhône	**~219**	**166 (76%)**		**8** **16 usines (~2000 GW)**	/	/	/	/

Les usines sont disposées sur le canal et fonctionnent avec un débit compris entre 250 et 345 m^3/s (sauf pour les usines de Serre-Ponçon et de quatre barrages du Verdon, qui sont directement à l'aval de l'ouvrage). Au total, c'est environ 76% de la rivière qui est court-circuitée entre le barrage de Serre-Ponçon et la confluence avec le Rhône (Tableau 14). Sur ces 166 kilomètres de rivière, les débits correspondent uniquement aux débits réservés tout au long de l'année (80^e du module jusqu'en 1984, puis 40e du module jusqu'en 2014, et 20^e du modèle depuis cette date). Ces débits sont augmentés sur deux tronçons du fait des débits agricoles qui transitent également en rivière (tronçons 4 et 8). Par ailleurs, lorsque les débits sont supérieurs à ce que peut prélever le canal EDF, les vannes des barrages sont ouvertes pour laisser passer la différence vers l'aval (Figure 38). Jusqu'en 1994, les seuls débits arrivant au Rhône correspondent à ces volumes déversés lors des crues, variant extrêmement d'une année sur l'autre. L'étang de Berre reçoit quant à lui plus de 3 milliards de m^3 par an en moyenne. Après 1994, et plus encore depuis 2005, une partie des volumes est restituée à la basse Durance par l'intermédiaire de la vanne de restitution de Mallemort, sur le tronçon 8. Depuis 2005 le volume transitant directement vers l'étang de Berre a été réduit à environ 1 milliard de m^3 par an.

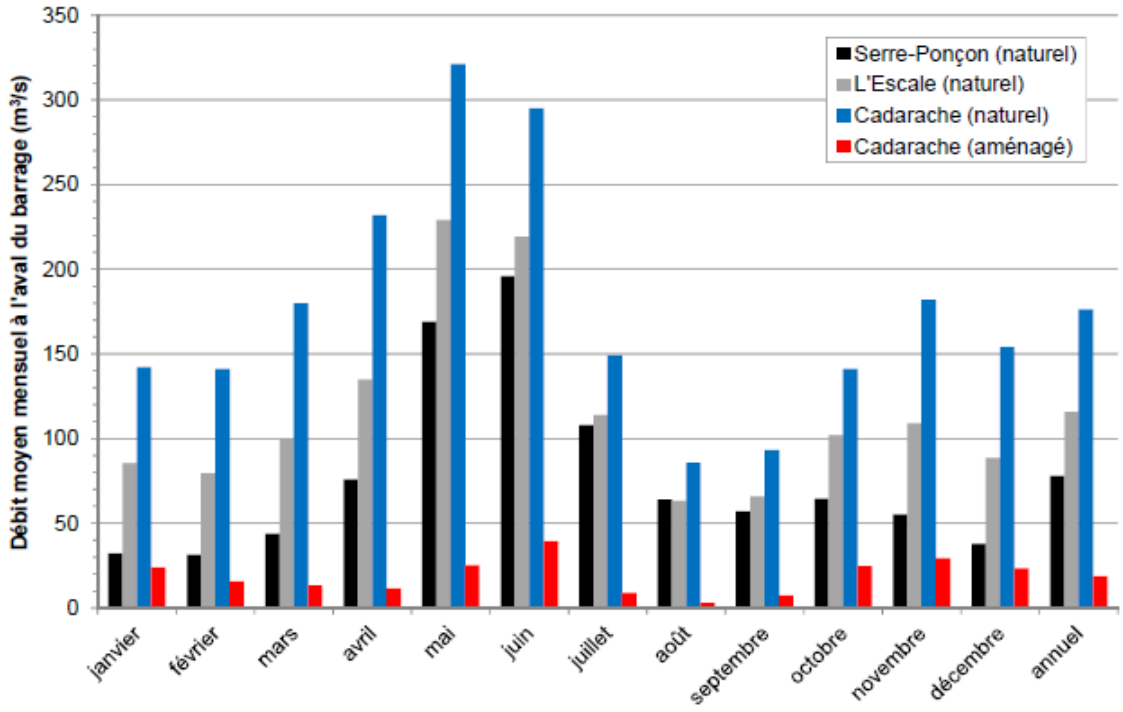


Figure 38 : Débits moyens mensuels reconstitués à l'aval des barrages de Serre-Ponçon, l'Escale et Cadarache. Source : Chapuis (2012).

Le niveau d'artificialisation du bassin de la Durance est ainsi extrêmement important, et presque toute goutte d'eau qui n'est pas allouée aux usagers (agricoles, industriels, AEP) ou à l'environnement est utilisée pour la production d'électricité. Les 22 usines hydroélectriques (avec les ouvrages du Verdon et du Buëch) sont gérées de façon synchrone depuis le poste de commande centralisé situé à Sainte Tulle. Le système dispose d'une forte réactivité et peut produire environ 2000 MW en quelques dizaines de minutes, ce qui est essentiel pour ajuster l'offre et la demande sur le réseau électrique (par opposition aux moyens de production de base comme les centrales nucléaires) (Balland et al., 2002). La production moyenne de l'ensemble de l'aménagement s'élève à environ 6,5 TWh/an. Elle représente près de 10% de la production hydraulique française et environ 1% de la production nationale d'électricité. Pour la région Paca, fortement déficitaire et contrainte en matière de transport, sa production est essentielle : deux tiers de la production d'électricité régionale et 20% de la consommation (Ibid., 2002). Cette allocation totale des ressources en eau entraîne le fait que toute intervention dans le bassin à des impacts sur les usages existants ou l'environnement.

Les aménagements ont permis de sécuriser les anciens prélèvements agricoles, avec la mise en place des « dotations conventionnelles ». Par ailleurs, la disparition des crues annuelles et bisannuelles, générées majoritairement à l'amont de Serre-Ponçon et stockées dans ce dernier (fonte de neige au printemps), ainsi que la forte diminution des débits dans la rivière (Figure 38), ont favorisé le déploiement d'autres usages. Les extractions de matériaux et l'aménagement de la plaine alluviale se sont en effet fortement développés entre les années 1960 et 2000 (SMAVD, 2008).

1.4 Conséquences des aménagements sur les usages historiques et développement de nouveaux usages

1.4.1 Évolution des droits d'eau agricoles dans le cadre de l'aménagement Durance-Verdon

1.4.1.1 Les droits d'eau « fondés en titre »

La sécurisation de l'approvisionnement en eau des canaux de Basse Durance s'est faite en instaurant de nouvelles modalités d'appropriation de l'eau, par l'intermédiaire des dotations conventionnelles. Ces dernières ne remplacent pas les droits existants, mais s'y superposent. La place des dotations conventionnelles dans le régime historique des droits d'eau agricole est présentée ici. Les droits d'eau fondés en titre, les prélèvements fondés en droit et les dotations conventionnelles sont précisés.

Concernant les droits d'eau fondés en titre, deux cas sont à considérer : les rivières faisant partie du domaine public fluvial et celles n'en faisant pas partie. Dans le premier cas, l'inaliénabilité remonte aux Édits de Moulin de 1566. Dans le deuxième, elle date de la révolution française.

La Provence a été rattachée au domaine royal français en 1481, et la Durance était considérée comme une rivière « flottable » (équivalent au caractère domanial sous l'ancien Régime). En conséquence, l'inaliénabilité du domaine de la Durance date des Édits de Moulins en 1566 (Baud, 2003).

Avant 1566, le domaine public fluvial était aliénable et le roi pouvait attribuer des droits d'eau à des usagers privés de façon perpétuelle. Ces droits sont dits « fondés en titre » et sont exonérés de procédure d'autorisation ou de renouvellement. Après la publication des Édits de Moulin, de telles appropriations sont devenues impossibles, à deux exceptions près (ministère en charge de l'environnement, 2010).

D'une part, des ventes ou des transferts de droits d'eau perpétuels sont restés possibles pour les établissements ecclésiastiques jusqu'à la révolution française, et pour l'État après 1789. En effet, après avoir acquis les biens ecclésiastiques suite à la révolution, l'État décida de mettre en vente une partie des droits d'eau (Baud, 2003).

D'autre part, les Édits de Moulin réservaient la possibilité à la Couronne de réaliser des « contrats d'engagement » sur son domaine, pouvant conduire à une aliénation perpétuelle auprès de seigneurs par exemple.

Ainsi, dans le domaine public fluvial, les droits d'eau fondés en titre regroupent trois catégories : les prises d'eau construites avant 1566 ; les ouvrages pouvant attester d'un acte de vente de la part d'un établissement ecclésiastique avant la révolution française, ou de la part de l'État ensuite ; les autorisations issues de contrats d'engagement[26] (Ibid., 2003).

Les droits d'eau fondés en titre s'opposent aux prélèvements « fondés en droit » qui ont été délivrés postérieurement au principe d'autorisation des ouvrages, et qui prennent des formes diverses : règlement d'eau, loi de concession, arrêté préfectoral, etc. Un prélèvement fondé en titre peut être cédé, alors qu'un prélèvement fondé en droit ne le peut pas, car il est nominatif et délivré unilatéralement par l'administration.

Dans le cas de cours d'eau non domaniaux, les ouvrages réalisés avant la révolution sont considérés comme étant fondés en titre (ministère en charge de l'environnement, 2010).

À partir de 1789, tout prélèvement d'eau, dans les cours d'eau domaniaux et non domaniaux, nécessite une autorisation de l'administration (à l'exception des ventes de biens nationaux) (Ibid., 2010).

[26] L'article L3111-2 du Code général de la propriété des personnes publiques précise : « le domaine public fluvial est inaliénable sous réserve des droits et concessions régulièrement accordes avant l'Edit de Moulins de février 1566 et des ventes légalement consommées des biens nationaux » (ministère en charge de l'environnement, 2010).

Le cas du Comtat Venaissin (comprenant un espace s'étalant d'Avignon et Cavaillon jusqu'au Mont Ventoux) représente une exception, et c'est la date de 1791 qui s'applique pour déterminer si un ouvrage est fondé en titre ou non (territoire sous l'autorité du Pape jusqu'à cette date).

La modification ou la suppression des droits fondés en titre par l'administration est complexe, et donne droit à indemnisation de l'usager, sauf dans l'un des cas d'intérêt général suivants[27] :

- Dans l'intérêt de la salubrité publique, et notamment lorsque ce retrait ou cette modification est nécessaire à l'alimentation en eau potable des populations ;
- Pour prévenir ou faire cesser les inondations ou en cas de menace pour la sécurité publique ;
- En cas de menace majeure pour le milieu aquatique, et notamment lorsque les milieux aquatiques sont soumis à des conditions hydrauliques critiques non compatibles avec leur préservation ;
- Lorsque les ouvrages ou installations sont abandonnés ou ne font plus l'objet d'un entretien régulier.

Les premiers canaux prélevant l'eau de la Durance ayant été construits à partir du 12ème siècle, plusieurs ouvrages disposent de droits fondés en titre. Toutefois, une analyse précise serait nécessaire, en particulier pour les canaux construits après 1566.

1.4.1.2 Les prélèvements « fondés en droit »

Après la révolution française, la majorité des nouveaux prélèvements faisaient l'objet d'une autorisation attribuée par l'administration. Suite à une augmentation des besoins, beaucoup de canaux bénéficiant de droits d'eau historiques (pouvant être fondés en titre) ont obtenu de nouvelles autorisations de prélèvements au cours des XIXème et XXème siècles, fondées en droit. Il en ressort une certaine confusion, et les prélèvements fondés en droit ont pu s'ajouter à des prélèvements fondés en titre.

Dans le cas des œuvres générales de Craponne (OGC) et des Alpines Méridionales (OGA), le premier droit d'eau date de 1554. Toutefois, les droits d'eau historiques regroupent une vingtaine d'autorisations, qui s'étalent entre 1554 et 1923.

1.4.1.3 Les dotations conventionnelles

Enfin, lors de la mise en place des infrastructures EDF dans le bassin de la Durance, dans les années 1960, de nouvelles dotations en eau (dites « dotations conventionnelles ») ont été allouées aux canaux qui existaient préalablement aux aménagements. Dans la plupart des cas, les prises des canaux en Durance ont été remplacées par des prises directement sur le canal EDF (Figure 39, exemple de la Basse-Durance).

[27] Article L.214-4 du Code de l'environnement, qui s'applique également aux ouvrages fondés en titre (L. 214-6) (ministère de l'environnement, 2010, p. 12).

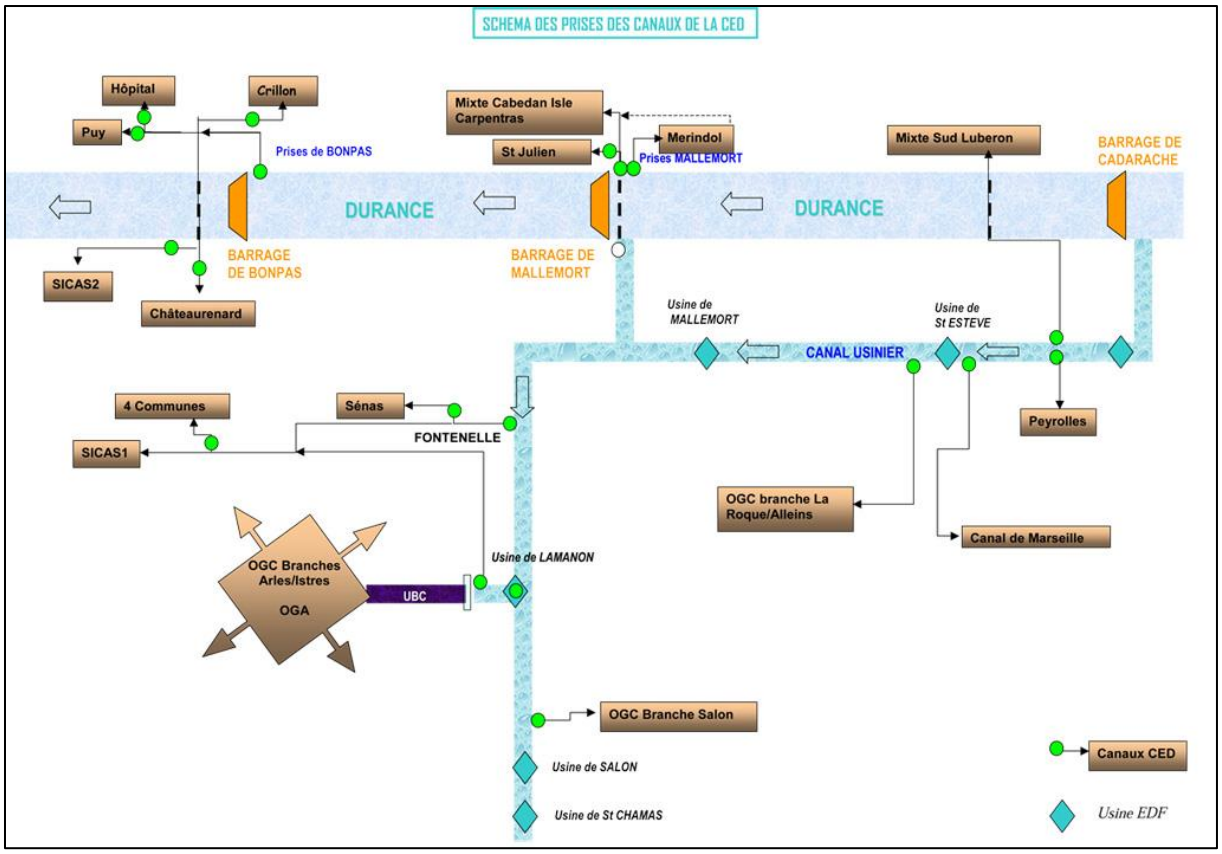


Figure 39 : Prises d'eau des canaux de la Commission Exécutive de la Durance. Source : site internet de la CED, 2020.

Dans le cas de la Basse-Durance, les dotations ont été décidées suite à un jaugeage réalisé en 1954, visant à déterminer les volumes d'eau prélevés par les canaux agricoles. Cela s'est traduit par une augmentation importante des autorisations à prélever par rapport aux droits d'eau historiques (fondés en titre ou en droit) (Tableau 11). Pour l'ensemble des prises gérées dans le cadre de la Commission Exécutive de la Durance (CED), la dotation est fixée à 114 m^3/s en débit instantané l'été, au titre de l'article 4 de la loi de 1955 sur l'aménagement de la Durance. Une répartition de ce débit maximum autorisé s'est faite en fonction du jaugeage de 1954, entre les 15 structures agricoles de la CED (chaque structure ayant une ou plusieurs prises) (Figure 39).

Tableau 11 : Résumé des droits d'eau historiques et des dotations conventionnelles pour les canaux membres de la CED. Source : auteur à partir de CED (1993).

Canaux ou groupement de canaux (œuvre)	Droits d'eau anciens (fondés en titre ou en droit)		Dotations conventionnelles	Département
	Débit autorisé	Origines	Débit autorisé	
Peyrolles	2000	1739 lettre patente 1843 ordonnance	2850	Bouches-du-Rhône
Mixte Sud Lubéron	3000	1436 1854 décret	4498	Vaucluse
Canal de Marseille	9000	4 autorisations (loi de 1838 puis décrets successifs jusqu'en 1907)	15118	Bouches-du-Rhône
Prise de Mallemort				
Saint Julien	4400	1171 concession puis autorisations successives (décret imprial 1857)	7228	Vaucluse
Mixte (Carpentras - Isle - Cadeban - Plan oriental)	10000	1738 Cadeban Neuf (Vice Légal du pape) 1756 Plan Oriental 1842 Isle 1852 Carpentras	12290	Vaucluse
Prise UBC et autres prises OGA-OGC				
Œuvre générale des Alpines Méridionales	12743	Ensemble d'une vingtaine d'autorisations pour différents canaux accordées entre 1554 (Craponne) et 1923	/	Bouches-du-Rhône
Œuvre générale de Craponne	15600			
Boisgelin Craponne	/	/	31469	
Prise de Beauplan			3720	
Prise de Mallemort			3069	
Prise de la Roque			1010	
Prise de Charleval			580	
Total OGA-OGC	28343		39848	
Prise de Fontenelle				
Senas	750	1303 concession au seigneur de Senas	1553	Bouches-du-Rhône
Quatre Communes	2000	1352	2201	Bouches-du-Rhône
Alpines Septentrionales 1ère branche	7167	loi du 1826	12527	Bouches-du-Rhône
Prise de Bonpas				
Crillon	2000	1754 chirographe du Pape Benoit XVI 1853	4352	Vaucluse
Hôpital	1600	1220 consul d'Avignon	2167	Vaucluse
Puy	1800	1806 décret	1071	Vaucluse
Alpines Septentrionales 2ème branche	5000	1851 décret	6740	Bouches-du-Rhône
Châteaurenard	3000	1876 décret	1565	Bouches-du-Rhône
Total CED	**80060**		**114008**	

De façon schématique, les prélèvements en eau dans le bassin de la Durance sont donc basés sur trois types d'autorisations différentes : les droits fondés en titre, les prélèvements fondés en droit et les dotations conventionnelles. Certains canaux bénéficient de ces trois types d'autorisation, qui se sont cumulées au cours du temps (les dotations conventionnelles constituent la référence actuelle, dans le cadre du régime juridique de la concession hydro-électrique). Les prélèvements en eau des canaux de Basse-Durance sont aujourd'hui généralement inférieurs aux dotations conventionnelles (Figure 40).

Cette augmentation des droits à prélever agricoles avec les aménagements du bassin de la Durance s'inscrit bien dans le paradigme des grands ouvrages de l'après-guerre, participant à créer un sentiment de sécurisation et d'abondance de ressource pour le développement de l'irrigation (Gaudin, 2017 ; Auvet, 2019).

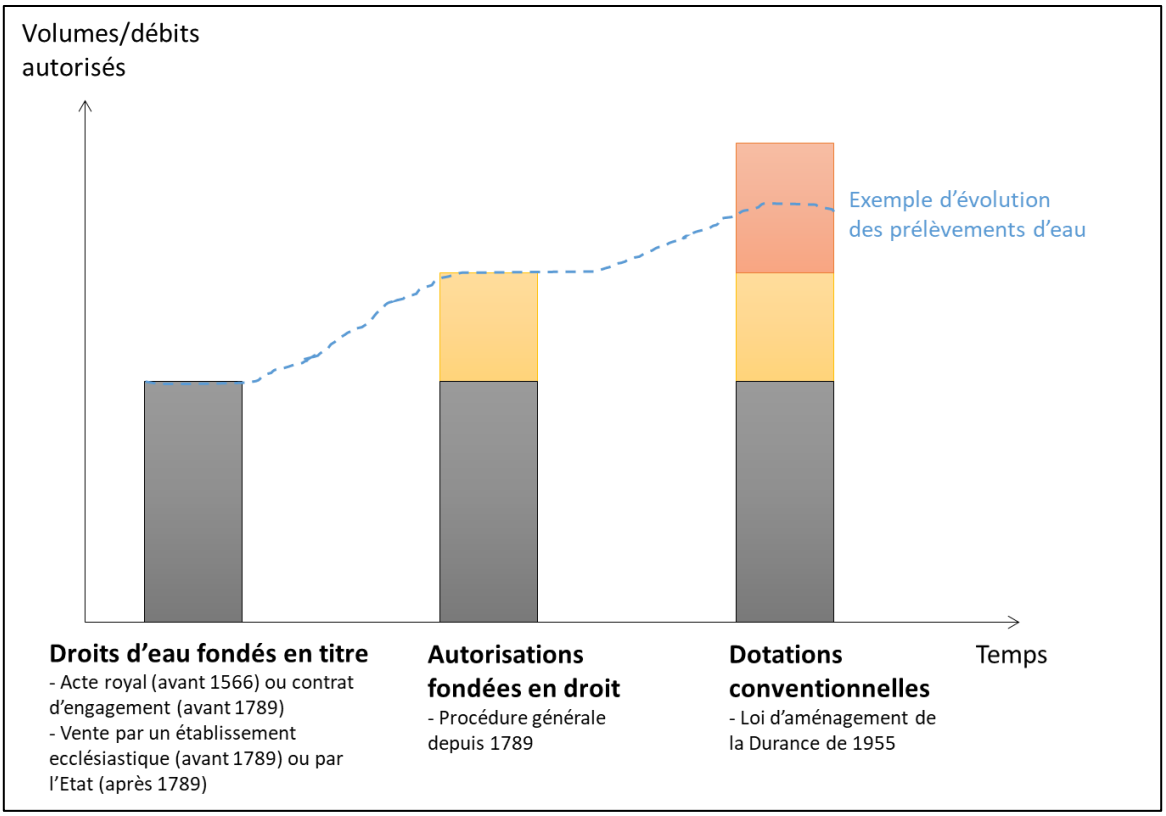


Figure 40 : Évolution schématique des droits à prélèvement d'eau dans le bassin de la Durance. L'Association des arrosants de la Crau pourrait constituer un exemple. Source : auteur.

1.4.2 Évolution des surfaces irriguées et de desserte en eau

1.4.2.1 Vallée de la Durance (hors canaux CED)

Après la réalisation des grands barrages du système Durance Verdon, le lit de la Durance s'est trouvé de plus en plus occupé par les agriculteurs et l'urbanisation. En effet, la disparition des crues annuelles et bisannuelles avait donné un sentiment de sécurité aux usagers :

> *Tout récemment, un pas décisif fut franchi par la réalisation des barrages de l'EDF, qui ont permis une régularisation considérable du débit. La végétation, puis la faune se sont emparées des « îscles », bancs de sable et de galets qui accidentent le lit. Les agriculteurs riverains, encouragés par la soudaine et apparente sagesse des eaux, se sont lancés depuis une quinzaine d'années, dans une reconquête « sauvage » qui se poursuit à l'heure actuelle ; mais les gravières, les villes, l'industrie, l'autoroute, font également valoir leurs droits. Sur ce qui n'est plus, aujourd'hui, qu'une mince bande de terre libre, plusieurs convoitises se manifestent (Tarlet, 1976, p. 79).*

Globalement, entre Sisteron et la confluence avec le Rhône, 2500 hectares de milieux alluviaux (lit vif et ripisylve) sont perdus entre 1956 et 1997, sur les 12 000 hectares initiaux. Environ 1 600 hectares sont mis en culture et 900 hectares urbanisés (Agualis & Cesame, 1998). L'augmentation de l'emprise des terres agricoles se fait majoritairement grâce à la construction d'épis (Sogreah, 2001).

Dans le département des Alpes de Haute Provence, qui couvre le bassin de la Durance de l'aval de Serre-Ponçon à la confluence Durance-Verdon (amont des canaux de la CED), les surfaces irriguées passent de 12 800 en 1970 à 14 300 hectares en 1979 (données RGA). Les surfaces irrigables évoluent quant à elles de 17 900 à 22 900 hectares sur la même période. Dans le bassin de Moyenne-Durance (de l'aval de Serre Ponçon à la confluence avec le Verdon), on retrouve le même type d'évolution avec les surfaces irriguées qui évoluent de 16 700 à 19 100 hectares entre 1970 et 1979. Cela se traduit

notamment par le développement de l'arboriculture irriguée, qui atteint presque 2000 hectares dans le bassin de la Durance en 1979 (RGA, 1979 ; Chambre d'Agriculture Provence-Alpes-Côte D'Azur, 2015, p. 19). Cette tendance se poursuivra dans les deux décennies suivantes.

1.4.2.2 Réseaux de la société du canal de Provence

Les réseaux de la SCP se développent dans le Var, sur le pourtour de l'étang de Berre et le plateau de Valensole (Figure 41). Il est estimé en 1980 que les réseaux desservent plus de 34 000 hectares dans la région provençale (Tableau 12).

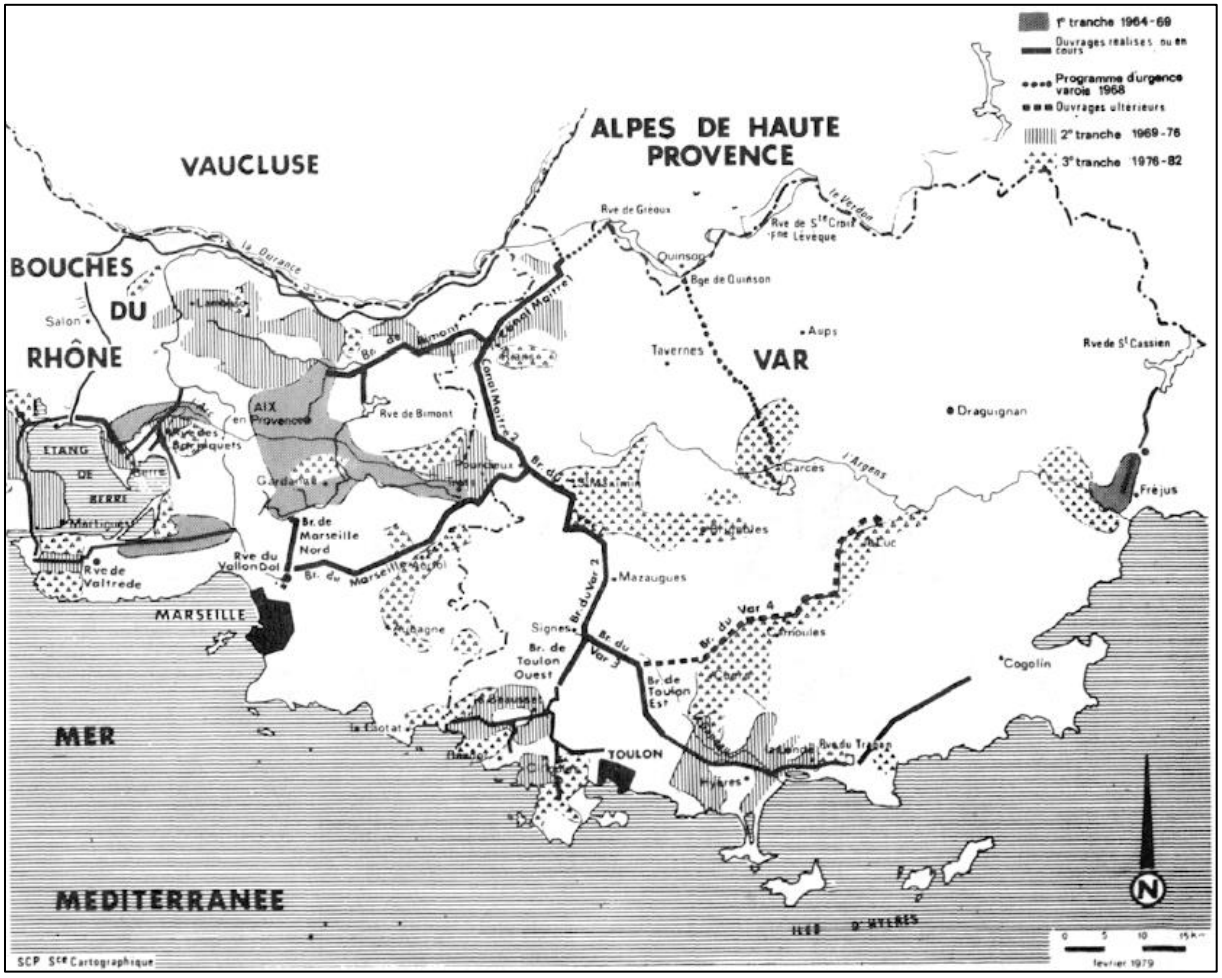


Figure 41 : Réseau de la Société du Canal de Provence. Source : Tarlet, 1980.

Toutefois, il est bien noté que de nombreux périmètres étaient déjà irrigués, avec des canaux anciens comme le canal du Verdon ou également à partir de forage, et que la souscription des agriculteurs est « *beaucoup plus lente que prévue* ». Le manque de technicité des agriculteurs, le vieillissement des populations agricoles ou encore le prix de l'eau sont avancées comme étant les principales raisons de ce « frein au développement » (Tarlet, 1980). Environ 30 Mm^3 par an sont distribués aux agriculteurs à la fin des années 1970.

Alors que la desserte des agriculteurs fonctionne moins bien que prévu, la demande en eau des industries et des villes s'est avérée plus importante que prévue. Depuis l'après-guerre, les populations du Var et des Bouches-du-Rhône ont en effet presque doublé (Figure 42).

Tableau 12 : Surfaces desservies par la Société du Canal de Provence. Source : Tarlet, 1980.

SURFACES DESSERVIES DANS LE CADRE DES DEUX PREMIERES TRANCHES	
– Rians et Bas Verdon	1 500 hectares
– Zone aixoise	19 800 hectares
– Bassin supérieur de l'Arc	1 950 hectares
– Etang de Berre	4 400 hectares
– Aire toulonnaise	5 900 hectares
– Fréjus	1 100 hectares
TOTAL	34 650 hectares

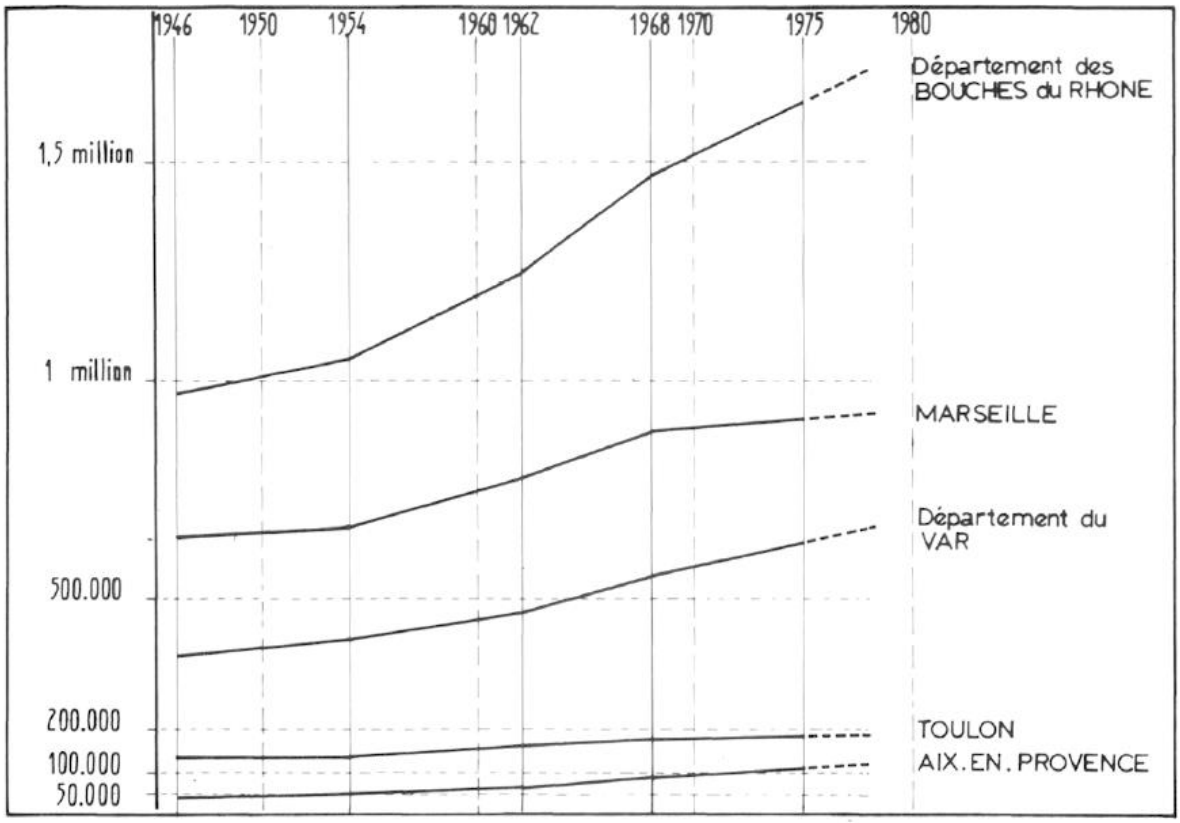


Fig. 1 : DEVELOPPEMENT DEMOGRAPHIQUE RECENT
(Population totale sans les doubles comptes)

Figure 42 : Développement de la population en région Paca. Source : Tarlet, 1980.

Le développement de la pétrochimie autour de l'étang de Berre se fait à partir des réseaux de la SCP, et les raffineries de Shell et B.P., ainsi que l'entreprise Naphtachimie prélèvent à elles seules plus de 30 Mm^3 par an (Tableau 13).

Tableau 13 : Prévision de livraison d'eau par la SCP pour l'année 1979. Source : Tarlet, 1980.

Catégories d'utilisateurs	Consommation (en millions de m3)	en %		Recettes — en % (approximation)	
Agriculture (irrigation)	30,7	34,0 %		17,8 %	
Industrie	31,0	34,3 %	59,6 %	37,7 %	68,1 %
Villes	22,9	25,3 %		30,4 %	
Usages divers (jardins, piscines)	5,6	6,2 %		13,8 %	
Total des eaux livrées	≈ 90,3	100 %			

1.4.2.3 Canaux de la CED

Les superficies irrigables évoluent dans la plaine de la Crau avec la construction du canal de la haute Crau en 1956, pour irriguer plus de 2000 hectares supplémentaires. Ces augmentations sont rendues possibles grâce à la sécurisation des apports en eau et aux nouvelles dotations agricoles (Tarlet, 1980 ; Soma-Bonfillon, 2010).

Pour l'ensemble des canaux CED des Bouches-du-Rhône, les surfaces irriguées atteignent 42 800 hectares 1970, et 22 000 hectares en Crau (RGA 1970). Elles diminueront ensuite entre 1970 et 1979 d'environ 5000 hectares dans les Bouches-du-Rhône (RGA 1979).

Dans le Vaucluse, la tendance est plutôt à la baisse, à cause d'une forte urbanisation des secteurs agricoles historiques (Carpentras, Monteux, Pernes). Les réseaux sous pression se développent en revanche à partir des années 1970.

Finalement, à l'échelle des réseaux desservis par la CED, les prélèvements se maintiennent entre 1966 et 1980 (données EDF, prélèvements CED) (Figure 43).

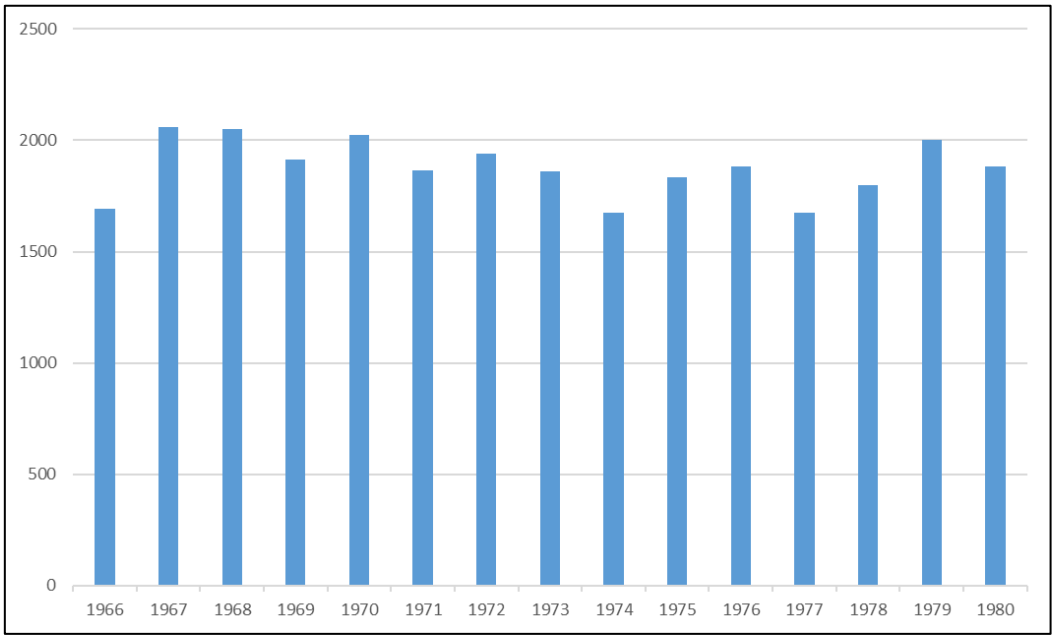


Figure 43 : Évolution des prélèvements CED entre 1966 et 1980. Source : auteur, données EDF.

1.4.3 Extraction de sédiments

À partir des années 1950 les premières extractions de graviers ont lieu dans le bassin de la Durance. Les alluvions du lit mineur sont les plus intéressantes pour la production de granulats, utilisés à leur tour pour fabriquer du béton de qualité. Ce dernier peut être utilisé notamment pour la production de couche de roulement de chaussées (en surface). Les matériaux des terrasses alluviales sont également utilisés, mais moins bien valorisés. Une partie des extractions sera utilisée pour la construction du canal EDF, des autoroutes A51 et A7, et de la voie du TGV Méditerranée (Sogreah, 2001). Entre les années 1960 et 2000, c'est environ 70 Mm^3 d'alluvions qui ont été prélevés en Durance, ce qui représente l'équivalent de 100 à 140 ans d'apports (en conditions « *avant aménagements* », soit 500 000 m^3 de matériaux grossiers par an) (Tableau 14 ; Sogreah, 2001 ; 2004 ; BRL, 2015). Les gravières s'étendaient sur plusieurs dizaines kilomètres entre Espinasse et la confluence avec le Rhône.

Tableau 14 : Activités d'extractions dans le bassin de la Durance. Source : auteur à partir de SMAVD 2001 ; 2003 ; Warner 2012 ; BRL, 2015.

Tronçons	Longueur (km)	Zones d'extraction (km)	Nombre de sites d'extraction	Volumes (Mm3)	Incision du lit (m)	Type
1 (Amont SP)	76	?	?	?	0	/
3 (SP-Espinasse)	3	0	0	0	0	/
4 (Espinasse-La Saulce)	20,4	2,5	2	7,3	3,5	Gravières
5 (La Saulce-St Lazare)	40	5	3	8,4	2,5 à 4	Gravières, curages aux confluences (Déoule, Sasse, Buech)
6 (St Lazare-L'Escale)	13	?	2	1	1,5	Curages aux conf. (Jabron, Vanson)
7 (L'Escale-Cadarache)	47,4	8,5	7	11,7	1 à 2	Gravières
8 (Cadarache-Mallemort)	50	12	9	18,2	1 à 5	
9 (Mallemort-Bonpas)	30	9	5	12	1,5	Souilles profondes et gravières
10 (Bonpas-Rhône)	15	4	2	12,5	1 à 2	
Total Durance depuis SP	~219	41	30	71,1	/	/

La totalité des prélèvements à lieu dans le lit mineur jusqu'en 1980 (BRL, 2015, p. 25). Les conséquences directes sont un déficit en matériaux et une incision du lit, allant d'environ 1 mètre à 5 mètres par endroit (Sogreah, 2001). Pour éviter l'enfoncement de la nappe alluviale, allant jusqu'à 2 mètres sur certaines zones, des seuils sont construits sur le cours d'eau. Plus de 10 seuils de 1 à 5 mètres de hauteur ont été installés entre 1975 et 1990 pour pallier les effets de l'incision, et poursuivre les extractions (BRL, 2015, p. 26).

Le SMAVD est créé en 1976 et chargé de gérer le Domaine Public Fluvial (DPF) en Basse-Durance à partir de 1982. La « Charte d'aménagement de la Durance » est adoptée en 1985 entre le SMAVD et l'État pour diminuer les prélèvements en lit mineur et les reporter sur les terrasses alluviales (BRGM,

1994). Lorsqu'en 1994, l'État interdit totalement les extractions dans le lit mineur, c'est encore le cas pour environ 30% des prélèvements dans le bassin de la Durance (BRL, 2015). Les dernières exploitations se poursuivront jusqu'au début des années 2000.

1.5 Un jeu d'acteurs structuré autour des filières agricole et hydroélectrique

Déforestation, reforestation, prélèvements d'eau agricole supérieurs aux ressources à l'étiage, aménagement et mise en culture de la plaine alluviale, construction de nombreux barrages et extractions de matériaux… Le bassin de la Durance a subi de multiples interventions humaines depuis des siècles, qui ont petit à petit transformé le régime hydrique, la circulation des sédiments et le fonctionnement des milieux aquatiques. Les enjeux d'incision du lit, de gestion des inondations, de restauration des milieux, de production d'électricité et d'approvisionnement en eau pour l'agriculture et les villes se trouvent donc reliés les uns aux autres, dans un système devenu très artificiel et dont le fonctionnement dépend largement des usages du bassin.

L'origine de la mission hydraulique remonte au XIX^{ème} siècle dans le bassin de la Durance, lorsque les premiers aménagements visant à dompter la rivière sont envisagés. Si le barrage de Serre-Ponçon avait été imaginé dès 1890, c'est au cours de la période des trente glorieuses qu'il sera réalisé, au côté des autres principaux barrages du bassin. Le paradigme des grands aménagements était piloté par l'État et s'est structuré autour filières agricole et hydroélectrique. L'environnement est encore très peu présent dans le paysage administratif (Figure 44).

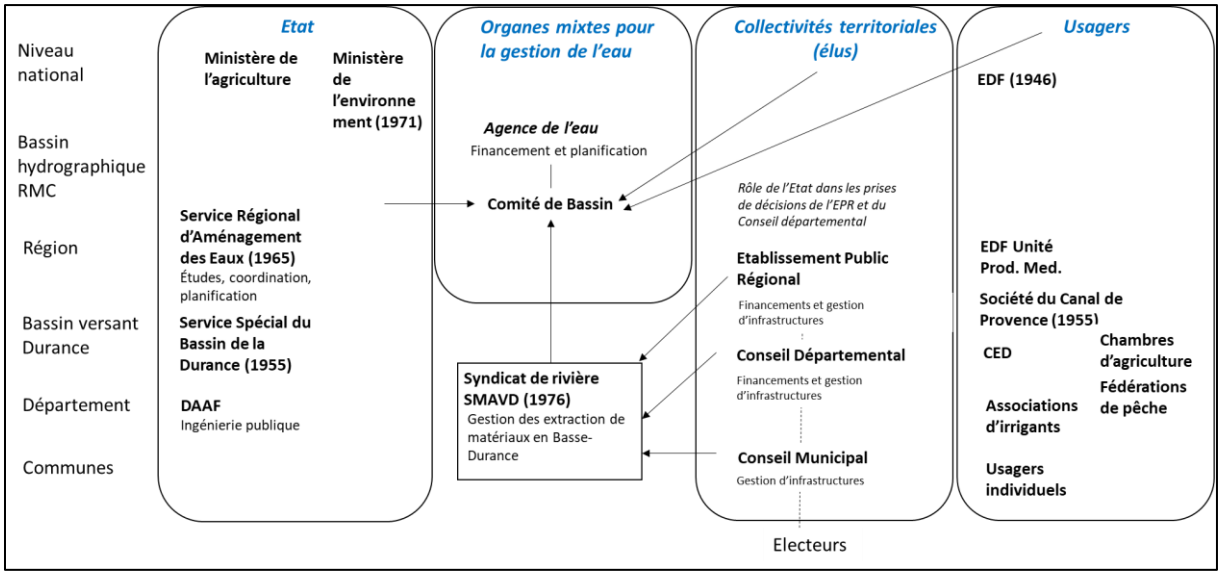


Figure 44 : Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance (1950-1980). Source : auteur.

2 Paradigme de gestion de la demande et économies d'eau pour les usages productifs : 1982-2002

2.1 Le tournant des années 1980 : les économies d'eau pour répondre aux nouveaux usages

2.1.1 Fin du modèle de l'État Providence : des grands investissements à la limitation des dépenses

À la fin des années 1970 et au début des années 1980, les Trente Glorieuses apparaissent définitivement terminées, et avec elles le modèle de l'État Providence. Il ne s'agit plus de parier sur les investissements et leurs effets multiplicateurs, mais plutôt d'optimiser l'allocation de ressources limitées. L'État développe une stratégie tournée vers la compétition et les marchés : diminution du contrôle gouvernemental des entreprises, privatisations, accroissement du marché boursier (valeur des actions en Bourse passant de 8% du PIB en 1980 à 112% en 2000), et globalement un « *glissement général vers le niveau de l'entreprise* », comme pour les négociations professionnelles ou les formations des grandes écoles (Lorrain, 1993 ; Palier et al., 2006). De nouvelles normes pour l'action publique apparaissent, telles que la limitation des dépenses publiques et les modes de gestion privée, avec l'objectif d'améliorer l'efficacité et l'efficience des politiques publiques (Muller, 2009, p. 44).

Le texte introductif du 8ème programme de développement économique et social est particulièrement éclairant :

> *Pour la première fois depuis une génération, la plupart des Français pensent que les prochaines années seront plus dures que les dernières. Ils ont raison. En effet, le monde a changé (!). Et dans des conditions qui, si elles favorisent certains pays, défavorisent l'Europe. Divers risques menacent le développement de l'économie mondiale : une modification radicale du prix de l'énergie et des conditions d'accès aux matières premières ; […] des échanges internationaux bousculés à la fois par l'innovation technologique et l'entrée en scène de nouvelles puissances industrielles […] ; un système financier international qui repose sur des bases monétaires instables et ne cesse de créer des liquidités en quantité inconsidérée. Ainsi, il n'est guère douteux que la croissance de l'économie mondiale restera modérée au cours des prochaines années (Commissariat Général au Plan, 1981, p. 9).*

Cette situation fait suite à un fort ralentissement de la croissance au cours des années 1970, en deçà des prévisions du 7ème plan. Pour la première fois depuis la période d'après-guerre, aucun objectif chiffré de croissance n'est affiché. Le ralentissement de l'économie mondiale est notamment lié aux deux chocs pétroliers de 1973 et 1979 (Ibid., 1981). Sur le plan énergétique, les lignes directrices sont dorénavant de diversifier les modes de production (nucléaire, hydraulique, solaire, biomasse…) (Ibid., 1981, p. 118) et de « *briser le lien entre taux de croissance et consommation d'énergie* » grâce aux économies dans les domaines du bâtiment, des transports et d'industrie. En effet, « *la principale nouveauté du 8ème Plan […] est l'effort sans précédent qui sera consenti pour maîtriser la demande. Il s'agit non seulement de consolider les économies déjà acquises, mais surtout, grâce aux progrès des biens et équipements consommateurs d'énergie, d'améliorer la productivité de l'énergie dans tous les secteurs consommateurs* » (Ibid., 1981, p. 129).

Ainsi, après avoir mis l'accent sur une mobilisation et production accrues de ressources, l'enjeu est désormais de faire face à « *un excédent de capacités physiques de production* » (Ibid., 1981, p. 11), dans un contexte globalisé de plus en plus concurrentiel (Muller, 2009). Dans le secteur agricole, les réformes successives de la PAC s'inscrivent dans cette dynamique. Quotas laitiers en 1984 pour limiter les surproductions, puis remplacement graduel des aides proportionnelles aux volumes produits et des subventions à l'exportation, par des aides « directes » à l'hectare, avec les réformes de 1992 (Mac Sharry), 1999 (Agenda 2000) et de 2003 (Accord de Luxembourg) (Kay, 2003). Ces évolutions marquent la fin de « l'État Providence agricole » (Muller, 2000b).

L'État engage une diminution des dépenses, qui se traduit notamment par un recul des effectifs dans ses services. Dans le même temps, un transfert de compétences aux collectivités territoriales est réalisé : *« le 8ème Plan, qui sera marqué par une meilleure maîtrise des effectifs des administrations d'État, assurera une progression des moyens accordés aux collectivités locales pour améliorer le recrutement, la formation de leur personnel […] » (Commissariat Général au Plan, 1981).*

Les collectivités acquièrent de nouvelles compétences avec les lois de décentralisation de 1982 et 1983, dans les domaines du développement économique, de l'aménagement du territoire, de la formation et des transports.

Enfin, les enjeux environnementaux continuent leur progression dans l'agenda publique, en rompant avec l'image d'une nature devant être domestiquée : « La nature nous apparaît de moins en moins comme la puissance redoutable que l'homme du début de ce siècle s'acharne encore à maîtriser, mais comme un cadre précieux et fragile qu'il importe de protéger pour que la terre demeure habitable à l'homme[28] ». Après la création du ministère de l'environnement en 1971, les Directions régionales de l'environnement (Diren) sont mises en place en 1991, avec la fusion des SRAE, des Délégations Régionales à l'Architecture et l'Environnement (DRAE), et des Services hydrologiques centralisateurs (SHC) (Le Bourhis, 2009, p. 15). Toutefois, les Diren font face à de nombreuses limites. Premièrement, les moyens de ces nouveaux services déconcentrés restent insuffisants, et ils ne sont pas épargnés par l'érosion des effectifs qui avait déjà fortement touché les SRAE et DRAE dont ils sont issus (Ibid., 2009, p. 23). Deuxièmement, le directeur régional n'a pas de représentants au niveau départemental, et a ainsi du mal à s'imposer dans des arbitrages intersectoriels, faisant intervenir les services départementaux de l'agriculture et de l'équipement (Ibid., 2009).

C'est à cette période que se développent également les concepts de gestion intégrée de l'environnement et de gouvernance appliquée au développement durable. L'État développe alors une forme d'action basée sur la concertation, la coordination et l'incitation, dans un cadre faisant intervenir de plus en plus d'acteurs décisionnaires (communes et intercommunalités, départements, régions, syndicats…) (Le Bourhis, 2010).

2.1.2 Le paradigme de gestion de la demande : économies d'eau pour les usages productifs dans le bassin RMC

Dans le nouveau contexte de restriction budgétaire, de diminution des financements du ministère de l'agriculture pour l'hydraulique agricole, et de concurrence accrue sur les productions agricoles notamment avec l'Espagne et l'Italie, la priorité n'est plus de mobiliser de nouvelles ressources en eau grâce à de couteuses infrastructures. Dans le bassin Rhône Méditerranée et Corse, la construction des grands barrages réservoirs laisse place à un nouveau paradigme de gestion de la demande en eau. À partir du 4ème programme d'intervention (1982-1986), une politique visant « *la réalisation d'économies d'eau et la lutte contre le gaspillage* » est développée (AERMC, 1981, p. 14). Elle fait suite à une étude de plusieurs années sur la modernisation des irrigations de Basse-Durance, menée par les DAAF et le SRAE, et financée par l'Agence de l'eau (SRAE, 1977). En effet dès les années 1970, plusieurs acteurs défendaient déjà une transformation des irrigations gravitaires provençales, malgré le fait que les financements étaient encore limités. Michel Jean, Directeur de l'Agriculture et de la Forêt dans le département des Bouches-du-Rhône (puis Directeur Général de la SCP par la suite), indique ainsi :

> *Pendant longtemps, l'eau a été considérée comme une ressource inépuisable dont on pouvait user sans contrainte. Les irrigants de la Basse-Durance ont connu très tôt sa valeur, et ont pu profiter des bienfaits apportés par les aménagements d'hydraulique agricole. Aujourd'hui où l'eau prend encore plus de valeur, il importe d'en assurer une gestion rigoureuse en offrant aux utilisateurs les meilleures conditions de transport et de disponibilité à la parcelle, pour qu'ils*

[28] Extrait du discours de Georges Pompidou donnant naissance au ministère de l'environnement, 1970. https://www.cairn.info/revue-vraiment-durable-2013-2-page-129.htm#no209

puissent irriguer tout leur territoire avec une sécurité accrue et une plus grande régularité des débits fournis (Jean, 1975, p. 6).

À partir des années 1980, des moyens considérables sont mis en place pour la modernisation, par l'Agence de l'eau et dans une moindre mesure les départements et le Ministère de l'Agriculture. Au milieu du 5ème programme, l'Agence a financé 27,5 M€ (2020) pour la réalisation d'économies d'eau, correspondant à un volume de travaux total supérieur à 110 M€ (2020) (AERMC, 2015). Sur l'ensemble des investissements, près de 80% sont réalisés dans le bassin de la Durance (Ibid., 2015).

Même si les financements pour la mobilisation de la ressource sont maintenus (principalement pour l'alimentation en eau potable), la modernisation doit permettre de dégager de nouveaux volumes d'eau, et de limiter l'augmentation de l'offre :

> *Limiter les pertes d'eau de tous les usages (irrigation, industries, alimentation en eau potable) permet, en récupérant des volumes jusqu'alors gaspillés, de moins solliciter la ressource et donc de mieux la préserver en évitant la réalisation d'opérations de mobilisation superflues. Pour la seule Basse-Durance, on citera un enjeu de 700 Mm^3/an, à comparer avec la capacité de Serre-Ponçon de 1 100 Mm3* (AERMC, 1980, p. 2).

La politique de gestion de la demande s'inscrit dans le contexte législatif qui amène à reconnaître une « eau-milieu » aux côtés de « l'eau-ressource » (Ghiotti, 2006). Après la loi pêche de 1984 imposant un débit réservé à l'aval des ouvrages, la loi sur l'eau de 1992[29] reconnaît l'eau comme « patrimoine de la nation », et crée les Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Dans le cadre des assises de l'eau qui ont précédé l'adoption de la loi de 1992, un groupe de travail sur la « ressources en eau et l'agriculture » a été mis en place au niveau de la région Paca. Le groupe s'est rassemblé en 1990 et l'AERMC, le SRAE et la SCP ont publié un rapport (126 pages) issu des discussions et intitulé « *Irriguer avec moins d'eau, exemples vécus en région Paca* » (SRAE et al., 1990).

Toutefois, si la loi de 1992 permet de poursuivre et d'intensifier la politique d'économie d'eau déployée depuis 1982, la modernisation des canaux n'avait pas pour objectif principal la restauration des milieux aquatiques. En fait, cet aspect est presque absent des motivations mises en avant pour le changement des techniques d'irrigation, dont l'enjeu majeur est de développer de nouveaux usages dans un contexte où le stockage des ressources en eau dans les barrages est déjà très important.

L'objectif premier était *« l'intérêt pour l'agriculture d'améliorer en permanence ses grandes infrastructures pour conserver et accroître son potentiel de production » (Jean, 1975, p. 15), en* espérant « *étendre très largement les irrigations* » (Galand & Jean, 1979). En lien avec le virage des années 1980 au niveau national, la modernisation des réseaux répond à cette « volonté de rationalité », permettant « *d'améliorer la rentabilité de l'irrigation et la compétitivité des productions, de plus en plus exigée* » (*SRAE et al.*, 1990, p. 5). L'enjeu affiché est d'augmenter de plus de 100 000 hectares les surfaces irriguées :

> *Demain, les surfaces à alimenter en eau agricole pourraient donc atteindre 250 000 ha [contre 150 000 en 1990]. Pour satisfaire de manière fiable les besoins correspondants,* il *sera notamment nécessaire de réaliser une économie d'eau sur les périmètres d'irrigation gravitaire traditionnelle dont les prélèvements sur la ressource représentent, en raison de pertes diverses, des volumes très supérieurs (10 à 25 000 m3/ha/an) aux besoins réels des cultures (1 000 à 5 000 m3/ha/an) (Ibid., 1990, p. 6).*

Dans le bilan provisoire dressé par l'Agence de l'eau en 1991, il est avancé que la modernisation a permis l'augmentation de la production hydroélectrique d'EDF, et l'extension de périmètres irrigués

[29] Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'Eau.
https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000173995

comme dans le cas de Carpentras, du Buëch ou du canal de Ventavon en Moyenne Durance (AERMC, 1991, p. 2).

La politique d'économie d'eau dans le bassin de la Durance reposait également sur un « juste retour » des redevances, puisqu'elle s'est mise en place en même temps que les redevances « prélèvements agricoles » sur les secteurs de Basse-Durance (à partir du 4ème programme) (Ravier 1979 ; AERMC, 1991). Le financement de la modernisation était donc une contrepartie à l'entrée des canaux agricoles dans le système de redevance, tandis que les conditions d'économie d'eau ou de retour vers les milieux naturels étaient absentes. La définition du terme « modernisation » était large, et incluait en plus des opérations de régulation et de conversion des réseaux gravitaires à l'aspersion, les travaux de cuvelage et de confortement (AERMC, 1981 ; AERMC, 1991). Les dispositifs d'aides aux économies étaient donc vus comme légitimes dans un contexte particulier de soutien aux usages et à leur modernisation, avec peu d'exigences environnementales.

Finalement, l'engouement pour les économies d'eau résulte d'une forte mobilisation de plusieurs acteurs qui en font la promotion. L'Agence de l'eau apporte au maximum entre 30% (cuvelage ou conversion) et 80% (régulation du transport) des financements, et ce sont les interventions des départements, du ministère de l'agriculture et de la région qui permettent d'assurer les nouveaux investissements. EDF, qui récupère une partie des volumes économisés pour la production d'énergie, accepte également de cofinancer les projets de modernisation.

Figure 45 : Présentation de la régulation dynamique de la SCP. Source : SRAE et al., 1991.

Un discours émerge et tend à présenter le modèle vertueux, innovant et économe de la SCP, face à l'irrigation gravitaire et aux ASAs dont les représentants « *manquent de dynamisme* », sont « *âgés et peu entreprenants* » (AERMC, 1991).

Le réseau du canal de Provence est considéré comme un modèle, grâce à sa « régulation dynamique », et au système de télécontrôle qui y est associé[30] (Figure 45). Le directeur de l'AERMC juge ainsi les canaux traditionnels comme étant « obsolètes » face aux progrès technologiques : « *Ce n'est qu'après 1950 que les aménagements réalisés, aussi bien sur le Rhône par la CNR que sur la Durance par Électricité de France, ont rendu obsolètes les aménagements du siècle passé qui se trouvent placés en situation de concurrence avec de nouveaux périmètres irrigués par BRL et ceux de la Société du Canal de Provence* » (Carmantrand, 1991, p. 2). D'après lui, il existe un problème de qualification technique et administrative des ASAs, et « *dans de nombreux cas, un rajeunissement des cadres et un dépoussiérage de leur connaissance en gestion serait avant tout nécessaire pour envisager une évolution* » (Ibid., 1991, p. 7).

Le souhait de maintenir l'irrigation traditionnelle telle que pratiquée depuis plusieurs siècles est interprété comme un problème de formation des agriculteurs (SRAE et al., 1990), et de résistance au changement à cause « *d'habitudes routinières* », ne permettant pas de « *concevoir le bienfondé de la modernisation* » (AERMC, 1991). Les avantages de la régulation du transport et de la conversion sont mis en avant pour convaincre les agriculteurs au niveau local, tels que la diminution des contraintes horaires et du besoin de main-d'œuvre, ou encore la sécurisation de l'approvisionnement et la possibilité de développer de nouvelles productions (Figure 46).

Quelques ASAs, comme celles du canal de Carpentras, de Ventavon ou de Gignac, font toutefois valoir le modèle de l'ASA et sa capacité à se moderniser. Les associations d'irrigants de la Crau ou de Saint Julien mettent également en avant l'importance des retours de canaux gravitaires pour d'autres usages, les nappes, et les milieux naturels (fascicule Bouches-du-Rhône). Les réseaux de la SCP, avec la régulation dynamique, et ceux des ASAs avec une irrigation traditionnelle ou mixte, resteront globalement deux mondes disjoints, marqués par le « seuil symbolique de Lamanon » qui les sépare (à part quelques exceptions comme le cas de Manosque ; Marié, 1984). Mais tout en défendant leur modèle de gestion en commun, beaucoup d'ASAs ont été intéressées par la possibilité de financement de l'Agence de l'eau, que ce soit lié à des contraintes d'entretien, des risques d'effondrement, ou la volonté d'évoluer vers des réseaux sous pression (motivations pouvant être liées à la main-d'œuvre pour la gestion de l'eau, ou à la transformation des systèmes de production avec l'arboriculture par exemple).

Pour l'Agence, l'enjeu était de convaincre les ASAs de se moderniser, et de participer au financement des investissements via le paiement d'une redevance. La mise en œuvre de la politique d'économie d'eau est donc passée par de nombreuses négociations avec les différentes parties prenantes. Après avoir rapidement présenté le développement du paradigme de gestion de la demande en eau à l'international, les compromis majeurs sur lesquels repose la politique d'économie d'eau sont présentés.

[30] La régulation dynamique gère de façon globale les volumes d'eau en transit dans les différents biefs du canal en fonction de l'évolution prévisionnelle des besoins à satisfaire et en tenant compte du temps de transit de l'eau.
Pour arriver à ce résultat :

- un calculateur industriel reçoit par télétransmission les indications sur l'état des différents biefs du canal (niveaux de remplissage, positions des vannes) et sur la consommation des diverses prises d'eau. Il exploite ces données pour faire le bilan des apports, des prélèvements et des réserves de chaque bief.
- Il détermine ensuite les débits nécessaires en tête de chacun d'eux pour maintenir ou rétablir l'équilibre dans les instants qui vont suivre en fonction des lois prévisionnelles d'évolution de la consommation et des délais de transport de l'eau.
- Il calcule enfin les nouvelles positions que doivent prendre les vannes pour assurer ces débits et transmet aux organes de manœuvre les valeurs des réglages à effectuer (SCP, 1991).

Figure 46 : Matériel d'irrigation gravitaire. Source : Conseil Général des Bouches-du-Rhône & Artemis, 1990.

2.1.3 La gestion de la demande en eau à l'international

Comme cela a été présenté dans le premier chapitre, le développement du concept de gestion de la demande en eau s'est développé au niveau international à partir des années 1990, encourageant un meilleur usage des ressources en eau déjà disponibles, plutôt que le captage de nouvelles ressources, notamment dans les pays en développement (Bhatia,et al., 1995 ; Molle, 2012).

L'hydraulique provençale s'inscrit dans cette dynamique, avec une volonté d'exportation de ses technologies à l'international (Marié, 1984, p. 32). La SCP crée ainsi la filiale Hydroplan en 1982, qui « *intervient à l'étranger dans le domaine de l'eau* » (Ibid., 1984). La même année, la nouvelle entreprise organise le premier salon international de l'hydraulique agricole et urbaine à Marseille, aux côtés de la Société des Eaux de Marseille et de la Chambre de Commerce (Ibid., 1984). Gaston Deferre, alors président de région et ministre de l'Intérieur, présente la Provence comme « *vitrine exceptionnelle dans le monde en matière d'hydraulique* », dans son discours d'inauguration du salon (Ibid., 1984, p. 33).

Cette projection à l'international renforce la légitimité des nouvelles techniques de régulation des canaux pour le transport de l'eau, du fait que *« de très nombreuses expériences menées par la SCP à l'étranger* » (Comité de l'eau, 1991) attestent de leur efficacité et adaptabilité à différents contextes.

2.2 De nouveaux compromis pour développer la politique de gestion de la demande en eau

2.2.1 L'enrôlement des irrigants : redevance prélèvement et subvention pour la modernisation des ouvrages

Au début des années 1980, le fonctionnement de l'Agence de l'eau se base toujours sur le modèle de « mutuelle » pour les usagers. Jusqu'à cette date, aucune redevance significative n'a été imposée au

secteur agricole, excepté dans les zones desservies par la Société du Canal de Provence, afin de participer au financement de la retenue de Sainte-Croix (Tableau 15). La politique d'économie d'eau constitue ainsi un moyen d'enrôler les agriculteurs dans le système de redevances :

> *[Le retour aux milieux naturels] ce n'était pas le problème de l'époque, et on avait plutôt tendance à se dire qu'il fallait qu'on aide aussi les canaux. On était sur cette notion plus agricole que milieu naturel. Parce qu'on était dans une phase d'installation de la redevance pour les agriculteurs et donc une sorte d'acceptabilité de la redevance grâce au retour financier* (entretien AERMC, 2020).

En effet, les ASAs ont des besoins de financements importants, que ce soit pour celles qui souhaitent se convertir à des réseaux sous pression, moderniser leur système de transport de l'eau, ou même uniquement réaliser des travaux d'entretien. La diminution progressive des aides du ministère de l'Agriculture, tout comme l'appui des services déconcentrés tels que le SRAE et les DDAF, vont convaincre de nombreuses ASAs de l'intérêt de bénéficier des fonds de l'Agence de l'eau.

Tableau 15 : Redevances prélèvements au cours du 4ème programme d'intervention de l'Agence de l'eau. Source : auteur à partir de AERMC, 1981[31].

Période	Texte législatif	Montants		Nappe	Zone 1a	Zone 1b	Zone 2a	Zone 2b	Zone 3
1982-1986	Délibération du CA du 15 septembre 1981	Prélèvements (volume prélevé dans le milieu naturel)	F/milliers de m3 courants	10	2	2	2	2	2
			€/milliers de m3 constants 2020	3,44	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
		Consommations (volume prélevé - volume rejeté)	F/milliers de m3 courants	/	15	5	2	0	5
			€/milliers de m3 constants 2020	/	5,2	1,7	0,7	0	1,7

Les aides permettent alors de « légitimer la taxe » (entretien AERMC, 2020), et sont perçues comme une forme de retour sur investissement par les usagers. Le quatrième programme d'intervention vise en effet à diminuer certaines critiques adressées au système de redevance, en particulier pour les zones « à taux nul » :

> *Certains prélèvements faits directement dans les cours d'eau ne sont pas soumis à redevance (zone à taux nul) […]. Il en résulte une impression d'injustice et de négation de solidarité qui pourtant devrait être la base du système d'incitation voulu par la loi sur l'eau. Par exemple, alors que la Société des Eaux de Marseille et une association syndicale autorisée des Bouches-du-Rhône prélèvent des valeurs comparables d'eau de même origine (la Durance), l'une acquitte une redevance et de plusieurs millions de francs alors que l'autre n'est pas redevable (AERMC, 1982, p. 2).*

Par ailleurs, les interventions dans le domaine de la gestion quantitative sont encore faibles à la fin des années 1970. Suite à la sécheresse de 1976, un « service ressource » est créé en 1977. L'objectif premier est de préparer une stratégie pour le captage de redevances et l'intervention de l'Agence dans le domaine de la gestion quantitative, afin de « pérenniser l'action de l'AERMC », dans le cas où une

[31] Le zonage est également modifié au 4ème programme. Globalement, la zone 1a correspond aux périmètres SCP, la zone 1b aux régions Occitanie et Paca sans le périmètre SCP, la zone 2a au Rhône et à l'Isère, la zone 2b à la Camargue, la zone 3 au reste (partie nord du bassin RMC) (AERMC, 1981).

diminution des pollutions se traduirait par « *une restriction très importante des capacités d'action de l'institution* » (Mattersdorf, 2009, p. 39). La politique d'économie d'eau permet de développer significativement les interventions de l'Agence dans la gestion des ressources en eaux superficielles, dans une situation d'augmentation continue de son budget entre les années 1980 et 2000 (excepté entre les 4ème et 5ème programmes ; AERMC, 1981 ; entretien AERMC, 2019 ; Tableau 16).

Tableau 16 : Bilan des programmes d'intervention 4 à 7 de l'AERMC. Source : AERMC, 1981 ; 1987 ; 1992 ; Cour des comptes, 2006.

Programmes d'intervention		4ème PI 1981-1986	5ème PI 1987-1991	6ème PI 1992-1996	7ème PI 1997-2002
Investissement total	MF ou M€ courants	3874,6	4754	9766	2680,5
	M€ constants 2020	**1489,2**	**1238,6**	**2190**	**3142,6**
Amélioration qualitative	MF ou M€ courants	2943	3614	6937	1927,8
	M€ constants 2020	**1131,1**	**941,6**	**1555,6**	**2260,1**
	% total	**76%**	**76%**	**71%**	**72%**
Amélioration quantitative	MF ou M€ courants	484,5	591	1710	400,2
	M€ constants 2020	**186,2**	**154**	**383,5**	**469,2**
	% total	**13%**	**12%**	**18%**	**15%**
Dont Economies d'eau	MF ou M€ courants	72	191	250	?
	M€ constants 2020	27,7	49,8	56	
	% Ressources	15%	32%	15%	
Restauration milieux aquatiques	MF ou M€ courants	/		283	78,1
	M€ constants 2020			63,5	91,6
	% total			3%	3%
Etudes	MF ou M€ courants	125	185	Compris dans fonctionnement	53,5
	M€ constants 2020	48	48,2		62,7
	% total	3%	4%		2%
Fonctionnement de l'agence	MF ou M€ courants	322	350	836,3	220,9
	M€ constants 2020	123,8	91,2	187,5	259
	% total	8%	7%	9%	8%

Les économies d'eau (secteurs agricole, industriel et AEP) vont jusqu'à représenter plus de 30% des investissements liés à la gestion quantitative, où le plus gros poste de dépense est l'alimentation en eau potable des communes (Tableau 16). Les aides à la construction de barrages sont toujours présentes, mais diminuent jusqu'à disparaître presque totalement après le 7ème programme.

Le bassin de la Durance concentre la majeure partie des investissements pour la réalisation d'économies d'eau dans le secteur agricole. Ces derniers varient entre 8,5 et 14 M€ (2020) selon les programmes (Figure 47).

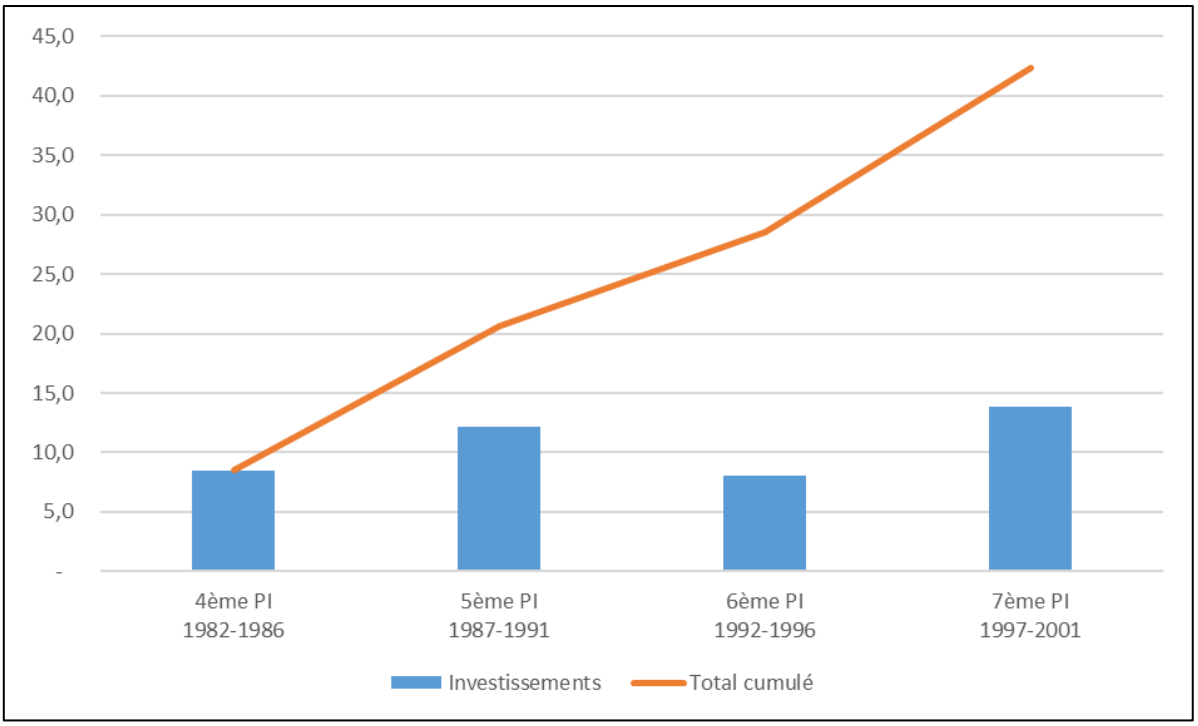


Figure 47 : Investissements de modernisation des infrastructures d'irrigation dans le bassin de la Durance, entre 1982 et 2001 (en millions d'euros 2020). Source : auteur à partir de données AERMC.

Les modalités d'aides à la modernisation sont diverses, avec des taux de subvention allant de 25 à 60% des travaux (AERMC, 1991, p. 22) :

- Études, diagnostics, comptages, régulation (Subvention de 60%)
- Conversion (subvention de 25%)
- Confortement des ouvrages de transport, réparation des fuites localisées à la suite d'un diagnostic (subvention de 25%)
- Intervention de secours (subvention de 20%)
- Appui à une gestion optimisée (subvention de 40%)

Globalement, l'accord implicite entre l'Agence et les canaux agricoles fonctionne, avec d'un côté le paiement de la redevance prélèvement par les associations, et de l'autre le financement de la modernisation et de l'entretien par l'agence. Cette dernière intervient alors « *en contrepartie du paiement de la redevance* » (entretien AERMC, 2019). Uniquement dans le bassin de la Durance, plus de 40 M€ (2020) d'aides sont versées entre les années 1980 et 2000, pour des volumes de travaux totaux entre le triple et le quadruple. Les économies sont estimées à 120 Mm^3/an pour le $6^{ème}$ programme (AERMC, 1997). Les recettes de la redevance prélèvement passent quant à elles de quelques millions d'euros par an, à environ 20 M€ par an dans les années 1980 (données AERMC).

Des contestations s'élèvent également, certaines associations d'irrigants font appel à leurs droits fondés en titre pour éviter de payer les redevances, et d'autres acceptent le principe, mais négocient les modalités de calcul. Ces débats ont été particulièrement virulents dans le territoire de la Crau, et seront analysés dans le chapitre 4.

2.2.2 L'enrôlement d'EDF : une participation financière aux modernisations et l'absence de redevance pour l'hydroélectricité

Au début des années 1980, aucune redevance n'est versée par les producteurs d'hydroélectricité à l'Agence de l'eau. Toutefois, comme cela a été explicité ci-dessus, les différences de redevances deviennent de moins en moins acceptables pour les usagers :

La suppression des zones à taux nul amènera à rendre redevables les usagers importants. Les principaux devraient être : EDF (pour les centrales thermiques), la CNABRL et les ASA de Basse Durance. Cela ne parait guère possible pour ces derniers (quel que soit le taux) si une contribution n'est pas obtenue d'EDF au titre de la dérivation de la Durance dans l'étang de Berre (6 à 7 milliards de mètres cubes[32] *soit environ trois fois les prélèvements ASA). Cette contribution est justifiée par le fait qu'EDF sera l'un des principaux bénéficiaires des économies d'eau qui pourront être faites sur la Basse Durance, car elle pourra les valoriser sous forme énergétique (*AERMC, 1981*).*

Pour construire sa réforme des redevances et le déploiement des économies d'eau, l'Agence tente donc d'enrôler EDF au sein du dispositif. D'après elle, les économies d'eau « *sont utiles à tous, mais bénéficient plus directement à EDF et aux associations syndicales* » (Ibid., 1981).

Des lettres sont échangées entre l'Agence et EDF au début des années 1980, sur une possible contribution de l'hydroélectricité aux programmes d'économie d'eau. L'Agence estime dans une note de 1980 que la modernisation représente environ 1 milliard de francs (436 M€ 2020) pendant une période de 20 ans. Dans ce même document, les volumes économisés potentiels sont estimés à 1 milliard de mètres cubes, en considérant que les besoins sont de 750 Mm3 et les prélèvements actuels de 1 800 Mm3 par an (Ibid., 1981). En soustrayant les extensions d'irrigation, 800 Mm^3 supplémentaires seraient alors disponibles pour la production d'électricité (Ibid., 1980). Par rapport aux investissements prévus par l'Agence de 5,4 M€ (2020) par an, EDF pourrait contribuer à hauteur des trois quarts, c'est-à-dire environ 3,9 M€ par an (AERMC et EDF, 1981).

L'Agence remarque également que c'est la seule parmi les six agences en France qui n'impose aucune redevance à EDF en 1980 (les taxes des autres agences restent toutefois faibles) (AERMC, 1981). Dans le même temps, des travaux sont menés par le service ressource de l'AERMC, nouvellement créé (1979), sur les possibilités d'introduire une redevance dite « dérivation » aux producteurs d'électricité.

EDF répond sur une éventuelle participation aux travaux de Basse Durance, en reprenant les calculs. Premièrement, les débits prélevés nets de la CED sont considérés et pas les prélèvements bruts, en prenant en compte les retours de débits depuis les canaux en Durance (EDF, 1981)[33]. En effet, une partie de ces volumes d'eau est ensuite disponible pour le prélèvement au niveau du barrage de Bonpas, plus à l'aval. Les prélèvements annuels sont estimés à 1 340 Mm3 par an, et les économies possibles à 375 Mm^3 par an d'ici 2001. Le bénéfice attendu par EDF serait d'environ 40 M€ sur 20 ans, et l'entreprise propose une participation à hauteur d'1,3 M€ par an (Ibid., 1981).

Finalement, une convention est signée entre l'Agence et EDF pour la période 1980-2001, en estimant un volume potentiel d'économie d'eau de 507 Mm^3/an, et une participation d'EDF pour les 5 premières années de 1,3 M€ par an (AERMC & EDF, 1981).

Au titre de l'amélioration de la ressource, le 4ème programme d'intervention de l'Agence retient des actions visant à réduire la consommation d'eau. Ces actions portent tout particulièrement sur les irrigations anciennes de la Basse Vallée de la Durance qui prélèvement des quantités d'eau très supérieures à leurs besoins intrinsèques.

La présence sur le même territoire de l'aménagement hydroélectrique de la Basse Durance réalisé par EDF en application de la loi du 5 janvier 1955 permet de valoriser par la production d'électricité les volumes d'eau économisés.

[32] Ce chiffre n'est atteint que lors d'années humides exceptionnelles. La moyenne à cette période était d'environ 3 milliards de mètres cubes par an (EDF & Gipreb, 2016).

[33] Le prélèvement CED est calculé de la façon suivante : Qced = Qnaturel reconstitué à Cadarache (estimé) – Qturbiné vers l'étang de Berre (observé) – Qsortant du barrage de Bonpas (observé). Les débits qui retournent en rivière depuis les canaux, mais ne sont pas prélevés à nouveau depuis le barrage de Bonpas, sont exclus du calcul. C'est ce qui explique la différence entre les volumes bruts estimés par l'Agence (1800 Mm3/an) et les volumes nets que retient EDF (1340 Mm3/an).

À la suite de plusieurs entretiens entre des représentants de l'Agence et de l'EDF, il est apparu que l'application d'une redevance de caractère général aux prélèvements pratiqués par le Service National sur la Durance ne correspondait pas aux intérêts réciproques des deux parties.

En conséquence, il a été décidé de fixer par convention, la participation de l'EDF aux dépenses engagées par l'Agence pour mener à bien le programme d'économies d'eau en Basse Durance (AERMC & EDF, 1981, p. 1-2).

Il semble ainsi que la menace sur la mise en place d'une redevance sur la production d'électricité ait joué dans la balance afin de parvenir à un accord. La convention permet de lancer le programme, avec l'appui d'EDF et d'une partie des ASAs.

À la fin du 4ème programme, EDF souhaitera toutefois mettre fin à la convention. En effet, après plusieurs échanges sur les montants à fixer dans le cadre du 5ème programme d'intervention pour la participation aux modernisation, EDF argumente que les résultats attendus ne sont pas présents : d'une part, « *les calculs des prélèvements effectués pour les années 1982 à 1985 ne font pas apparaître d'économies sensibles* » (EDF, 1987), et d'autre part « *les demandes insistantes d'augmentation de leur dotation présentées par certains canaux (canal du Congrès, canal du Béal du Moulin de Sénas), nous incitent à un certaine prudence quant aux perspectives réelles d'économies* » (Ibid., 1987).

Malgré le fait que l'Agence défende l'impact des années relativement sèches de 1982 et 1985, la convention n'est pas renouvelée. En revanche, EDF est soumis quelques années plus tard à la redevance « dérivation », dans le cadre du 6ème programme et suite à l'adoption de la loi de 1992 (AERMC, 1997).

Le lancement du 4ème programme représente un épisode particulièrement intéressant, car même si la participation d'EDF ne dure que quelques années, et que certaines ASAs contestent la redevance mise en place, la construction d'une politique d'économie d'eau au niveau du bassin prend forme. Par ailleurs, il est révélateur des négociations qui auront lieu au cours des quatre décennies suivantes. Il montre enfin la convergence d'intérêts des principaux acteurs du bassin de la Durance, pour l'établissement d'une politique de modernisation des canaux d'irrigation. Une représentation schématique de ces acteurs est proposée dans la partie suivante.

2.2.3 Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance et la politique d'économie d'eau pour les usages productifs (1980-2000)

Le paradigme des économies d'eau pour les usages productifs de la période 1980-2000 peut être qualifié de « paradigme agricole » de gestion de la demande. Les programmes successifs de l'Agence de l'eau, qui n'exigent pas de résultats d'économie d'eau et sont ouverts à la conversion de la régulation et à l'entretien, et mettent en valeur l'utilisation des volumes pour de nouveaux usages, parviennent ainsi à intéresser de nombreux acteurs, en particulier du secteur agricole.

Comme nous l'avons vu, les ASAs représentent les principaux bénéficiaires et ont un besoin de financement important pour l'entretien et la modernisation de leurs canaux. Certaines d'entre elles bénéficient également de nouvelles ressources pour étendre leur périmètre. La SCP a mobilisé également ces aides pour intervenir sur des canaux anciens, comme dans le cas du canal de Manosque (Gaudin, 2014).

Malgré le retrait progressif du ministère de l'Agriculture au niveau des financements alloués et des effectifs dédiés à l'ingénierie hydraulique dans les services déconcentrés (SRAE, 1990), celui-ci soutient largement la politique de modernisation (SRAE et al., 1990).

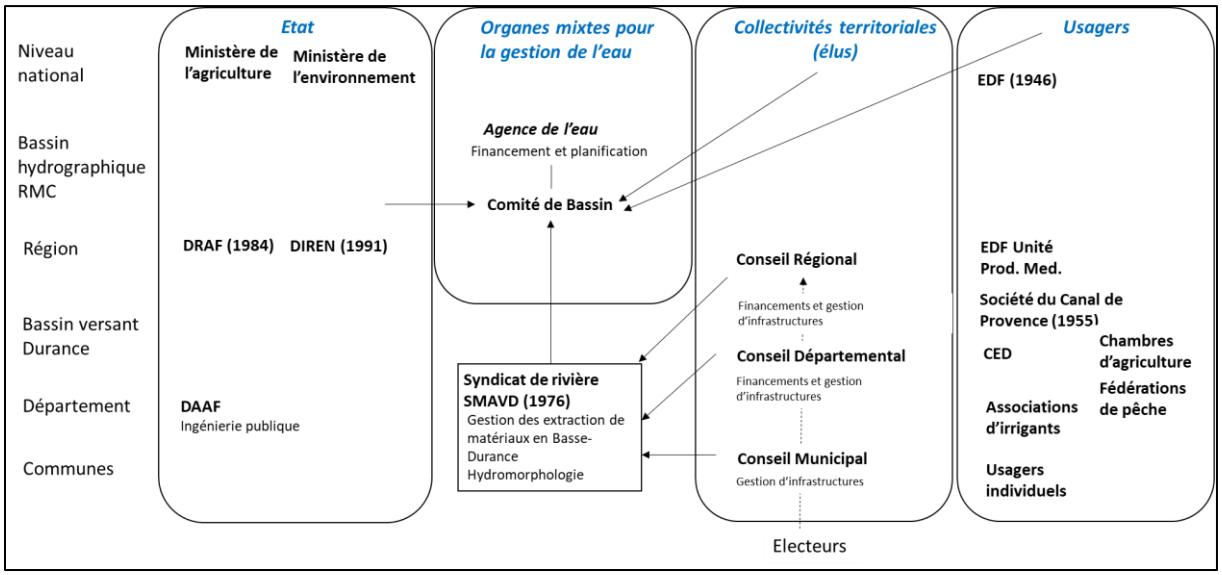
Avec les lois de décentralisation, la Région et les Départements (principalement Vaucluse et Bouches-du-Rhône) soutiennent l'hydraulique agricole à partir des années 1980, en tant que vecteur de développement économique, et de maintien du tissu social des territoires (Ladki et al., 2006). La modernisation est alors vue comme l'une des aides permettant l'entretien et le développement des réseaux.

Par ailleurs, EDF est également intéressé par les volumes potentiels à récupérer pour la production d'énergie, comme le montre sa participation temporaire aux financements (AERMC & EDF, 1981).

Enfin, les enjeux environnementaux et leur traduction dans la loi sur l'eau de 1992 renforcent l'idée d'une gestion optimisée (SRAE et al., 1990). L'économie d'eau sur des volumes restitués « sans profit », apparaît ainsi comme étant « de bon sens » afin de s'orienter vers une gestion équilibrée des ressources en eau (AERMC, 1991).

Au cours de cette période, le paysage institutionnel se transforme avec un investissement accru des collectivités territoriales, une diminution des financements du ministère de l'Agriculture, et l'apparition de Directions Régionales de l'Environnement. La modernisation devient l'une des actions principales de l'Agence de l'eau en lien avec la gestion quantitative (Figure 48).

Figure 48 : Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance (1980-2000). Source : auteur.



2.3 Évolution des usages pendant la période 1980-2000

2.3.1 Prélèvements CED et économies d'eau

Malgré les volumes financiers importants pour la modernisation des canaux d'irrigation, l'analyse des effets de ces investissements est complexe à mener. En effet, les travaux d'optimisation sont difficilement isolables d'autres facteurs, comme l'augmentation ou la baisse des surfaces agricoles irriguées, la variabilité hydrologique annuelle, et les besoins[34] et types des plantes qui évoluent. Or tous ces éléments agissent en même temps, et interagissent les uns avec les autres. En Paca, peu de documents ont tenté ce type d'analyse, excepté la Stratégie Régionale Hydraulique Agricole (SRHA) et des notes internes de l'Agence de l'eau (2015) et la Dreal (2018).

En Moyenne-Durance, les travaux principaux ont concerné le Buëch, le canal de Ventavon, et quelques canaux de petite taille (Chambre d'Agriculture Provence-Alpes-Côte D'Azur, 2015). Pour le Buëch, la modernisation a conduit à une extension de 2000 hectares à l'aval du bassin. Le canal de Ventavon s'est beaucoup étendu également.

Nous nous concentrerons ici sur les canaux de Basse-Durance, regroupés au sein de la CED. Dans la Figure 49, l'évolution des prélèvements de la CED sont représentés en fonction du temps, de 1966 à

[34] Le besoin en eau des plantes est défini comme la différence entre la pluviométrie (P) et l'évapotranspiration maximale (ETM) (Cirame, 2012).

l'année 2000. Les volumes bruts annuels (en bleu) et pour les mois de juillet, d'août et de septembre (en vert) sont disponibles sur l'ensemble de la période. Les volumes annuels nets prélevés sont représentés à partir de 1989[35]. L'hydraulicité correspond au rapport entre le débit annuel moyen d'une année donnée, et le module interannuel pour la période 1908-2018, à la station de Cadarache. L'hydraulicité à l'étiage est la moyenne des débits mensuels pour les mois de juillet, d'août et de septembre d'une année donnée, sur la moyenne interannuelle des débits pendant les mêmes mois, pour la période 1908-2018.

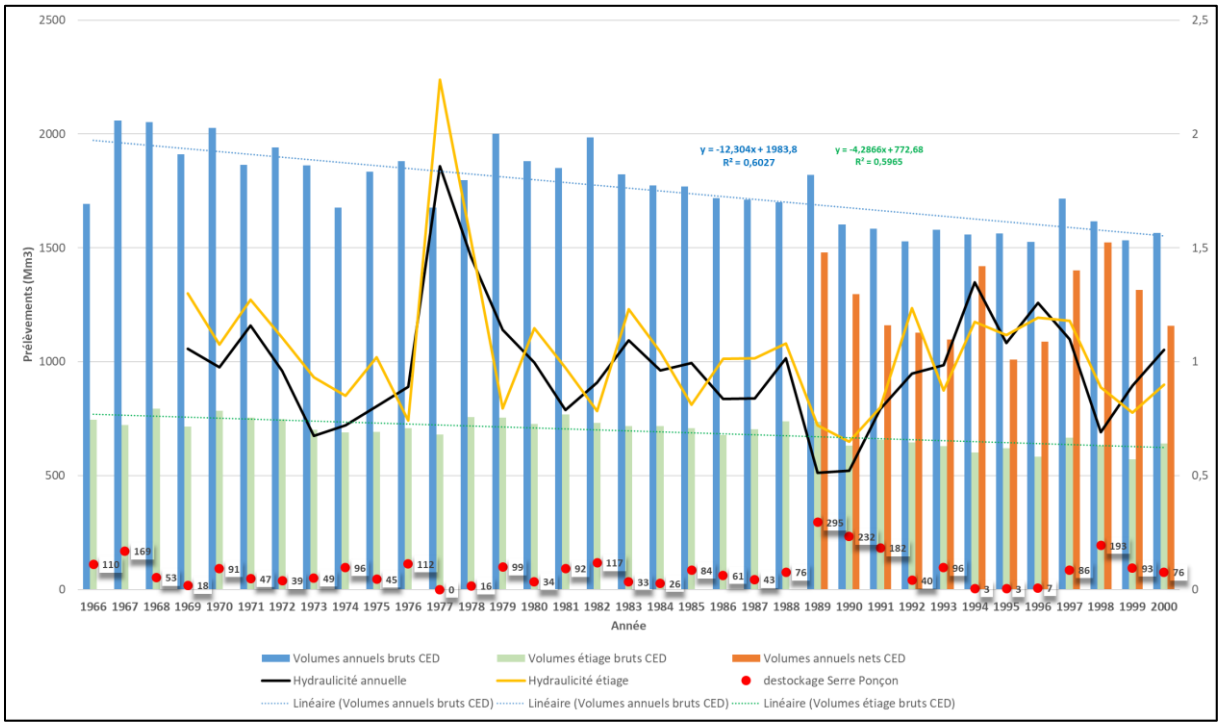


Figure 49 : Évolution des prélèvements de la CED (1966-2000). Source : auteur à partir de données EDF, BD HYDRO, Balland et al., 2002.

Les prélèvements bruts annuels ont diminué d'environ 12 Mm^3 par an en moyenne sur l'ensemble de la période, avec une moyenne de 1 880 Mm^3 entre 1966 et 1979, et de 1 580 Mm^3 entre 1990 et 2000. Cette relation n'est significative que sur la décennie 1980-1990, et pas sur les deux autres décennies. Les prélèvements bruts pendant les mois d'étiage ont diminué d'environ 4 Mm^3/an entre 1966 et 2000.

Pour les prélèvements nets, une note d'EDF estimait à 1347 Mm^3/an la moyenne pour la période 1966-1980. Ces prélèvements sont de 1265 Mm^3/an en moyenne sur la période 1990-2000, soit une baisse d'environ 80 Mm^3 entre 1966 et 2000.

Les volumes rejetés par les canaux en Durance (bruts – nets) seraient passés de 530 Mm^3 en moyenne (1966-1980) à 340 Mm^3 (1990-2000). Concrètement, cela signifierait une diminution des volumes transitant en Durance entre Cadarache et le Rhône de 190 Mm^3 par an, soit un débit de 10 m^3/s pendant six mois (avril-septembre). Cela est partiellement compensé, car une partie des volumes

[35] Le calcul des prélèvements nets est détaillé dans le document qui présente l'algorithme permettant d'évaluer l'utilisation progressive de la réserve agricole de Serre-Ponçon par les associations d'irrigants de Basse-Durance. Les volumes de la réserve agricole sont décomptés dès que les prélèvements agricoles sont supérieurs aux apports d'eau du régime naturel reconstitué (apport d'eau modélisé traduisant les conditions hydrologiques avant que les barrages ne soient construits). Le « prélèvement net » correspond à toute l'eau prélevée pour les usages agricoles, et qui n'est pas réutilisable par EDF du fait des flux de retour en Durance. Une formule simplifiée est donc : « Prélèvements nets = Prélèvements bruts totaux – flux de retour en Durance avant le barrage de Bonpas ». Les flux de retour rejoignant par exemple le Rhône depuis la Crau ne sont pas pris en compte ici. Source : EDF, 2018.

économisés est restituée en Basse-Durance pour la production d'électricité, depuis l'ouvrage de restitution à l'aval de Mallemort (avec par contre des effets pouvant être négatifs à cause du régime de restitution).

La baisse de 300 Mm^3 en prélèvements bruts correspondrait donc d'une part à une diminution des rejets en Durance, et d'autre part à une régression de la demande en eau nette. La diminution des rejets est certainement liée au moins en partie aux travaux de modernisation.

La diminution des prélèvements nets d'environ 80 Mm^3 n'est a priori pas liée aux économies d'eau, puisque les travaux n'influencent guère – à usage du sol constant – l'évapotranspiration totale des zones irriguées, mais bien les flux de retour des canaux gravitaires. Sur l'ensemble de la période, les surfaces irriguées ont fortement diminué sur le périmètre irrigué de la CED. Des extractions des différents Recensements Généraux Agricoles (RGA) ont été réalisées, en ne retenant que les données des communes traversées par les canaux de la CED, dans le Vaucluse et les Bouches-du-Rhône. La méthode tend à surévaluer le périmètre irrigué, puisque d'autres canaux ou prélèvements peuvent exister dans les communes, en dehors du système CED. La majorité des agriculteurs dépendent toutefois du réseau CED, et l'information permet surtout d'analyser les grandes tendances. On observe ainsi le passage de 64 000 hectares irrigués en 1970 à 48 000 en 2000. Les 16 000 hectares correspondent *a minima* à des besoins en eau nets de 56 Mm^3 (en prenant 3500 m^3/ha), et des besoins bruts entre 160 Mm^3 (10 000 m^3/ha) et 320 Mm^3 (20 000 m^3/ha ; Canaux de Crau, ou 15 000 m^3/ha en moyenne pour Saint-Julien).

La diminution des volumes prélevés (bruts) par la CED s'est traduite par une disponibilité accrue de ressources pour EDF. Même si des extensions de réseaux irrigués ont eu lieu localement, c'est globalement une tendance à la baisse des surfaces irriguées qui est observée.

2.3.2 Évolution des surfaces irrigables/irriguées au niveau régional

Globalement, les surfaces irrigables ont diminué en région Paca entre 1970 et 2000, passant de 180 000 hectares (1970) à 169 000 (2000). La baisse la plus importante a lieu entre 1979 et 1988 avec 6 700 en moins irrigables. Toutefois, cette diminution à l'échelle régionale résulte de baisses plus importantes compensées en partie par des extensions de périmètres irrigués.

Dans le bassin de la Durance, les surfaces irrigables se maintiennent autour de 70 000 hectares entre 1970 et 2000, mais les surfaces irriguées diminuent de plus de 3000 hectares. Les surfaces irriguées diminuent en Basse Durance (couvrant une partie des réseaux de la CED ; - 6500 ha) et en Haute Durance (systèmes d'élevage extensifs principalement ; -1700 ha), mais elles augmentent en Moyenne Durance (+ 4000) et dans le bassin du Verdon (+1100).

La dynamique est généralement une diminution de l'irrigation gravitaire associée à des systèmes de polyculture élevage, et une augmentation des surfaces d'arboriculture et de maraichage, avec des systèmes d'aspersion et de goutte-à-goutte (Chambre d'Agriculture Provence-Alpes-Côte D'Azur, 2015). Les extensions concernent principalement les canaux de Ventavon et de Carpentras, ainsi que les réseaux de la SCP.

Le projet le plus important est celui de la vallée du Calavon à la fin des années 1980, permettant d'irriguer plus de 12 000 hectares (Ibid., 2015). Des extensions ont également lieu dans les Bouches-du-Rhône et sur le plateau de Valensole.

2.3.3 Évolution du fonctionnement de la chaîne hydroélectrique

La loi pêche de 1984 a imposé une augmentation des débits réservés en France, à l'aval des barrages. Les débits passent ainsi au 40ème (2,5%) du module dans le bassin de la Durance, contre le 80ème (1,25%) avant cela.

L'eau arrive dans l'étang de Berre depuis le bassin de Cadarache en passant par les centrales de Jouques, Saint Estève et Mallemort jusqu'au "point triple". À ce niveau, l'eau est soit restituée en

Durance par l'intermédiaire de la vanne de Mallemort, soit envoyée dans l'étang de Berre en permettant l'exploitation de 100 mètres de hauteur de chute par les usines de Salon et de Saint-Chamas (Figure 50). Les volumes turbinés dans l'étang sont en moyenne de 3,3 milliards de m³ /an, soit plus de trois fois le volume total de l'étang (1966-1993). L'étang de Berre, présentant déjà une mauvaise qualité d'eau, va voir son écosystème complètement bouleversé. Les apports massifs d'eau douce vont entraîner une eutrophisation de l'étang, favorisée par des nutriments en excès (plus de 5000 tonnes de nitrates totaux, plusieurs centaines de tonnes de phosphores totaux ; EDF et Gipreb, 2016), une forte turbidité et une stratification haline. Dès six mois après l'ouverture de la centrale de Saint Chamas, l'explosion des ulves est remarquée par les scientifiques (Kiener & Longuemare, 1967).

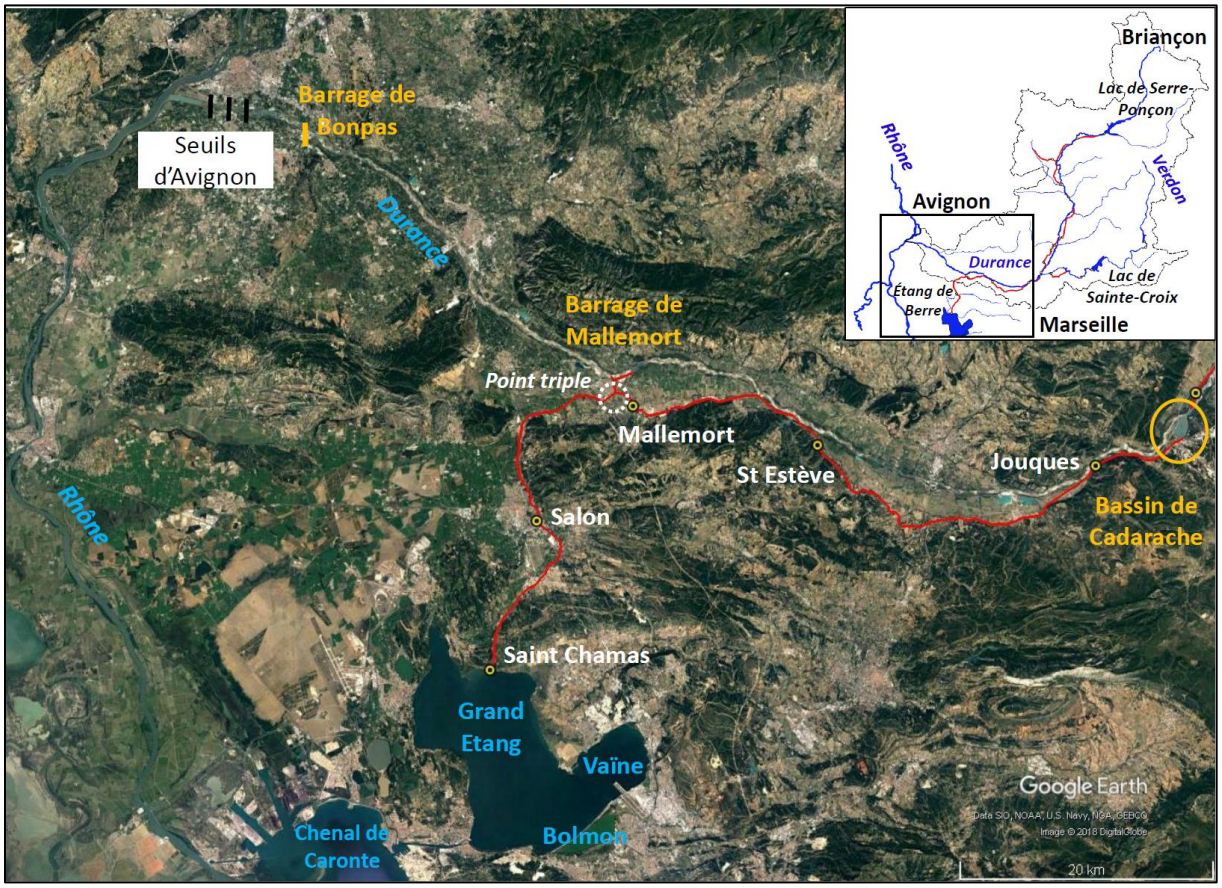


Figure 50 : Fin de la chaîne hydroélectrique en Basse-Durance et dans l'Etang de Berre. Source : auteur.

Des manifestations et un référendum local sont organisés, demandant la fermeture de la centrale EDF. C'est dans ce contexte tendu que Michel Barnier, alors ministre en charge de l'environnement, propose un plan global de reconquête. Le plan Barnier porte sur différents aspects : diminution des apports en eau douce (2 100 Mm³) et limons (100 000 tonnes/an) de la centrale de Saint-Chamas, diminution des rejets industriels et domestiques (de plus de 80 % en moins de 10 ans ; Bertrandy, 1990), augmentation de la superficie des terrains possédés par le Conservatoire du littoral, création d'une structure permanente de concertation ayant rôle d'observation et de suivi écologique (Gipreb : Groupe d'Intérêt Public pour la Restauration de l'Etang de Berre), création de la mission pour la reconquête de l'étang de Berre, placée sous la tutelle de l'État, représenté par le sous-préfet d'Istres.

3 Paradigme environnemental et économies d'eau pour les milieux aquatiques (2003-2020)

3.1 Sélectivité des aides et objectifs environnementaux : les économies d'eau pour les milieux aquatiques et l'adaptation au changement climatique

3.1.1 Modernisation de l'action publique et évolution de la gouvernance (2000-2020)

Cette période est marquée par le prolongement des logiques lancées précédemment : modernisation de l'action publique avec une recherche d'efficacité et de limitation des dépenses, décentralisation, et un renforcement de la prise en compte des problématiques environnementales, avec en particulier la question du changement climatique.

Les Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (Dreal) sont mises en place en 2009, suite à la fusion des ministères de l'environnement, de l'industrie et de l'équipement (Bonnaud et al., 2017)[36]. La Dreal est en charge des questions d'aménagement (transport, construction), d'énergie, de prévention des risques, d'eau et de biodiversité. C'est l'entité qui anime la politique de l'eau au niveau régional et coordonne la gestion structurelle (équilibre à long terme entre ressources et besoins), la gestion de crise et la mise en œuvre des débits réservés. Elle est également chargée de l'inspection des ouvrages tels que les barrages ou usines hydroélectriques (prévention des risques), et possède un service « police de concession », qui supervise les concessions hydroélectriques au niveau de l'État. Les Directions Départementales des Territoires (DDT) sont créées suite à la fusion des Directions départementales de l'agriculture, de l'équipement et de l'industrie (Le Bourhis, 2009).

De plus, les Dreal de bassin sont instaurées en 2009. Concrètement, dans chaque district hydrographique, un préfet de région est nommé préfet « coordonnateur de bassin ». Il s'agit du préfet d'Auvergne Rhône Alpes dans le district Rhône Méditerranée. Un service déconcentré dit « délégation de bassin » (ou encore appelé « Dreal de bassin ») regroupe une dizaine de personnes, et est logé dans la Dreal Auvergne Rhône Alpes. Ce service de délégation de bassin participe à l'animation et au pilotage de la politique de l'eau à l'échelle du district Rhône Méditerranée, et coordonne les activités de l'ensemble des Dreal (y compris Auvergne Rhône Alpes). Il assure des fonctions de pilotage aux côtés de l'Agence de l'eau, et produit notamment des notes méthodologiques pour la mise en œuvre des politiques de l'eau.

Avec la Révision générale des politiques publiques (RGPP) lancée en 2008, il est décidé de l'arrêt de l'ingénierie publique (Barone et al., 2016). L'assistance à maîtrise d'ouvrage pour l'hydraulique agricole disparait progressivement (entretien DDTM des Bouches-du-Rhône, 2018). À titre d'exemple, les huit personnes qui travaillaient à la Daaf des Bouches-du-Rhône sur cette thématique sont réduits à une seule après la fusion de 2008 au sein de la DDTM.

L'ouverture aux marchés et la décentralisation affecte directement les acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance. En effet, après avoir été intégré dans le marché européen de l'électricité en 1990, le statut d'EDF évolue et s'ouvre aux capitaux privés en 2004. Par ailleurs, les ouvrages de la Société du Canal de Provence, qui appartenaient à l'État, sont rétrocédés à la région Paca en 2008. La région est ainsi à la fois l'autorité concédante, et la présidente du conseil d'administration de l'entreprise (conseil d'administration composé majoritairement de collectivités territoriales de la région Paca).

Enfin, la période est marquée par une forte augmentation des législations environnementales en lien avec la gestion quantitative de l'eau, aux niveaux européen et français.

[36] Décret n° 2009-235 du 27 février 2009 relatif à l'organisation et aux missions des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement. https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000020318222/

3.1.2 Les politiques de l'eau en France et en Europe : nouvel essor des économies d'eau pour les milieux aquatiques (2000-2020)

3.1.2.1 De la mutualisation des investissements à la sélectivité des aides assurant un « gain environnemental »

À partir de la fin des années 1990 et au cours des années 2000, le rôle de « mutuelle » des agences de l'eau est questionné et la mise en œuvre du principe pollueur-payeur est renforcée (Barraqué et al., 2018). La question du gain environnemental devient de plus en plus présente, avec l'élaboration du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) en 1996, la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) en 2000[37] et la loi sur l'eau de 2006[38]. Le rôle de « mutuelle » de l'Agence de l'eau est critiqué par la Cour des comptes dès 1997, estimant que la place des usagers dans la détermination des taux de redevances et des types d'aides nuit à la mise en place rigoureuse du principe pollueur-payeur (Barraqué et al., 2018). Depuis, ces critiques ont été réitérées, mettant chaque fois en avant le manque de « sélectivité des aides » et « d'évaluation », des pollueurs « insuffisamment taxés », et la nécessité de « renforcement du rôle de l'État » (Cour des comptes, 2015) :

> *Tandis que le contexte de leurs interventions a profondément changé, les agences de l'eau restent encore trop proches de la logique de la loi de 1964 : elles s'apparentent toujours plus à des banques mutualistes chargées de faciliter des initiatives locales de gestionnaires et d'usagers de l'eau qu'à des instruments d'une politique nationale soumise à des obligations de résultats. Elles ajustent bien leur programmation financière et leurs méthodes d'intervention aux besoins émergents, mais à un rythme qu'il conviendrait d'accélérer (Cour des comptes, 2010, p. 623).*

Même si certains auteurs estiment que ces critiques sont aveugles sur le fait que les agences de l'eau étaient à l'origine des organisations subsidiaires assurant une gestion de l'eau en commun (Barraqué et al., 2018), l'enjeu d'efficacité environnementale permettant de répondre aux objectifs de la DCE est devenu prépondérant.

La DCE donne un cadre européen basé sur une logique de résultats, et non plus seulement de moyens mobilisés. Les États doivent donc faire un rapportage sur l'atteinte des objectifs fixés, portant sur l'ensemble des masses d'eau. Le bon état est défini à partir de critères chimiques, hydrologiques et écologiques. Il doit être atteint pour les masses d'eau dite « naturelles », alors que des « objectifs moins stricts » peuvent être fixés pour les masses d'eau « fortement modifiées » ou des masses d'eau « artificielles ». La DCE impose également la mise en place d'une tarification basée sur les concepts de « pollueur-payeur » et « préleveur-payeur ». La directive aborde peu la question de la gestion quantitative de l'eau, mais cette problématique a toutefois fait l'objet de plusieurs communications et rapports de la Commission, entre 2007 et 2020.

3.1.2.2 Communications de la Commission européenne sur la gestion quantitative de l'eau

La première communication pour « *faire face aux problèmes de rareté de la ressource en eau et de sécheresse dans l'Union* » date de 2007. Elle a fait suite à la pénurie d'eau survenue dans de nombreux pays en 2003 :

> *Suite à l'une des plus grandes sécheresses jamais enregistrées survenue en 2003, qui a affecté plus de 100 millions de personnes et un tiers du territoire de l'UE, dont le coût s'est élevé à 8,7 milliards d'euros au moins, le Conseil des ministres de l'UE a demandé à la Commission*

[37] Article 4.5 de la Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.
URL : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex:32000L0060

[38] Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques. Lien:
https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000649171

européenne de remédier aux problèmes de rareté de la ressource en eau et de sécheresse dans l'UE (European Commission, 2012 b, p. 1).

Les instruments proposés dans la communication sont la tarification incitative de l'eau, les technologies permettant de réaliser des économies d'eau, l'établissement de plans spécifiques de gestion de la sécheresse, l'échange de droits d'utilisation de l'eau, ou encore d'envisager de nouvelles infrastructures d'approvisionnement lorsque cela est nécessaire (European Commission, 2007 ; 2012).

Dans la révision de cette communication produite en 2012, les économies d'eau sont toujours encouragées, même s'il est fait état d'un risque d'augmentation des consommations d'eau :

> *Malgré les améliorations considérables obtenues dans l'utilisation rationnelle de l'eau dans les cultures irriguées, l'amélioration des programmes d'irrigation et la modernisation des technologies peuvent encore engendrer des économies d'eau considérables. Une incertitude subsiste toutefois sur le fait de savoir si les économies d'eau sur le terrain se traduisent effectivement par des économies d'eau globales au niveau des exploitations agricoles et du bassin hydrographique* (European Commission, 2012 b, p. 6).

L'accent est notamment mis sur la nécessité de faire le lien entre « *rareté de la ressource en eau et flux écologiques* », du fait qu'il apparaît complexe d'évaluer l'impact des actions entreprises par les États membres sur les milieux aquatiques (Ibid., 2012 b, p. 9).

En 2012, un « Plan d'action pour la sauvegarde des ressources en eau de l'Europe » est adopté. Il reprend les mesures précédentes, en mettant particulièrement l'accent sur les liens entre bon état écologique et gestion quantitative de l'eau (Ibid., 2012a).

Suite à ces premiers éléments, un état des lieux sur les débits écologiques dans les États membres a été produit en 2015 (European Commission, 2015), et une note de 2021 sur l'adaptation au changement climatique mentionne également les enjeux liés aux ressources en eau (European Commission, 2020). Finalement, les politiques d'économie d'eau se trouvent au cœur des communications et rapports de la Commission européenne sur la gestion des ressources en eau.

En France, les textes réglementaires en lien avec la gestion quantitative se sont multipliés au cours des deux dernières décennies. Suite à la retranscription de la directive dans le droit français avec la loi sur l'eau de 2006, la réforme des volumes prélevables a été adoptée en 2008 (circulaires de 2008 et 2010). Des textes portant sur les modalités de financement des agences de l'eau et la mise en œuvre de la réforme des volumes prélevables sont publiés en 2013, 2015 et 2019 (Figure 51). Ils participent à la construction d'un cadre relativement complexe, faisant intervenir une diversité d'instruments contractuels, réglementaires et de coordination (AScA & Artelia., 2019). Ces derniers seront décrits en détail dans le chapitre 5, portant sur la mise en œuvre de la réforme des volumes prélevables dans les bassins du Jabron et du Sasse.

3.1.3 Les économies d'eau pour l'environnement dans le district hydrographique Rhône Méditerranée : sélectivité des aides et principe pollueur-payeur

Dans l'Agence de l'eau RMC, ces transformations sont apparues notamment à partir du 8ème programme d'intervention (2003-2006), qui insiste sur l'efficacité environnementale et la sélectivité des aides attribuées (Mattersdorf, 2009). Ces éléments ont été à chaque fois renforcés dans les programmes suivants :

> *Le VIIIème programme […] s'est traduit par des évolutions fortes. Au cours du 7ème programme, l'Agence se devait d'abord d'utiliser au maximum ses moyens financiers en forte augmentation par une politique de soutien à des investissements de dépollution, en particulier dans le domaine de l'assainissement des collectivités pour se mettre en conformité avec la directive "eaux résiduaires urbaines". Mais le VIIIème programme dans le nouveau contexte de mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau, a permis de renforcer les actions en faveur de la restauration des milieux aquatiques, en évoluant du « aider plus » au « aider mieux ». Trois*

principes ont traduit cette ambition : sélectivité des aides, prise en compte des spécificités locales[39]*, affichage d'objectifs techniques clairs* (Mattersdorf, 2009, p. 31).

L'exigence de gain environnemental va ainsi amener à reposer la question de la destination des économies d'eau, qui jusqu'à maintenant n'avaient pas bénéficié à l'environnement dans le bassin de la Durance. En 1999 déjà, L'AERMC proposait de rechercher des solutions visant à ce que les volumes économisés bénéficient à l'augmentation des débits en Durance (AERMC, 1999).

L'idée d'une répartition différente des volumes économisés est également énoncée en 2002 dans le rapport de la mission interministérielle portant sur la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance, dit rapport Balland :

> *On constate que la production énergétique résultant des efforts d'économie d'eau entrepris par les agriculteurs représente environ 110 GWh/an, soit plus du double de la perte de production résultant du passage du débit réservé du 1/40e au 1/10e du module à Ste Tulle 1*[40]*. La mission constate que la réglementation actuelle ne conduit qu'à valoriser énergétiquement les économies d'eau des irrigants. Ces économies ne contribuent pas à renforcer le débit dans la Durance. On peut s'interroger sur une répartition différente de ces économies* (Balland et al., 2002, p. 40).

L'exigence de réallocation vers les milieux naturels a pris forme au sein de trois instruments d'action publique : les contrats de canaux, les Plans de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE) et le Compte Epargne Volume (CEV), permettant une articulation entre les volumes économisés et réalloués. Ces dispositifs visent à assurer un retour effectif d'une partie de l'eau économisée vers l'environnement, et seront analysés dans les prochains chapitres. D'après l'AERMC, il s'agit bien d'une bascule par rapport aux politiques d'économie d'eau précédentes :

> *Nous on a basculé, si on retrouve de l'eau dans le milieu je t'aide, si je ne retrouve pas d'eau dans le milieu je ne t'aide pas. […] Le schéma : je paye donc tu me dois, ce n'est pas cela l'agence. C'est : je paye parce que je pollue ou parce que je fais un prélèvement. Et je suis aidé parce que je vais essayer de faire en sorte que j'aie moins d'impact sur le territoire. Donc on n'est plus dans cette notion de je paye donc j'ai une banque. On essaie de passer de la notion de mutuelle à une notion où je paye parce que je mets une pression. […] Un vrai principe de pollueur-payeur. Et je reçois une aide parce que je vais diminuer fortement la pression sur mon milieu naturel* (entretien AERMC, 2020).

La période des années 2000 est également marquée, comme aux niveaux européen et national, par la publication de nombreux documents dans le bassin RMC en lien avec la gestion quantitative de l'eau (Figure 51). L'accent est mis à la fois sur les milieux aquatiques et sur l'adaptation au changement climatique. Les économies d'eau sont censées répondre à ces deux enjeux.

3.2 Instruments et acteurs du paradigme environnemental des économies d'eau dans le bassin de la Durance

3.2.1 Financements des économies d'eau (2000 – 2020)

3.2.1.1 Financements de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée

La plus grande partie des projets d'économie d'eau est financée dans le cadre des programmes d'intervention de l'Agence de l'eau, en lien avec les différents instruments présentés succinctement. Après une baisse au cours du 8ème programme, les investissements pour la modernisation sont en

[39] Il s'agit par exemple de moduler les redevances et les aides en fonction du niveau de tension sur les ressources en eau.

[40] L'augmentation du débit réservé au niveau de l'usine de Sainte Tulle 1 s'est faite dans le cadre du renouvellement de la concession hydroélectrique. Il avait été envisagé un passage au dixième du module en accord avec la loi sur l'eau, mais c'est finalement le 14e du module six mois de l'année qui a été retenu, et le 20e le reste du temps (Santoni, 2014).

augmentation, en particulier dans le 10ème programme. Les montants représentent généralement environ 30% des montants totaux des travaux (Figure 52).

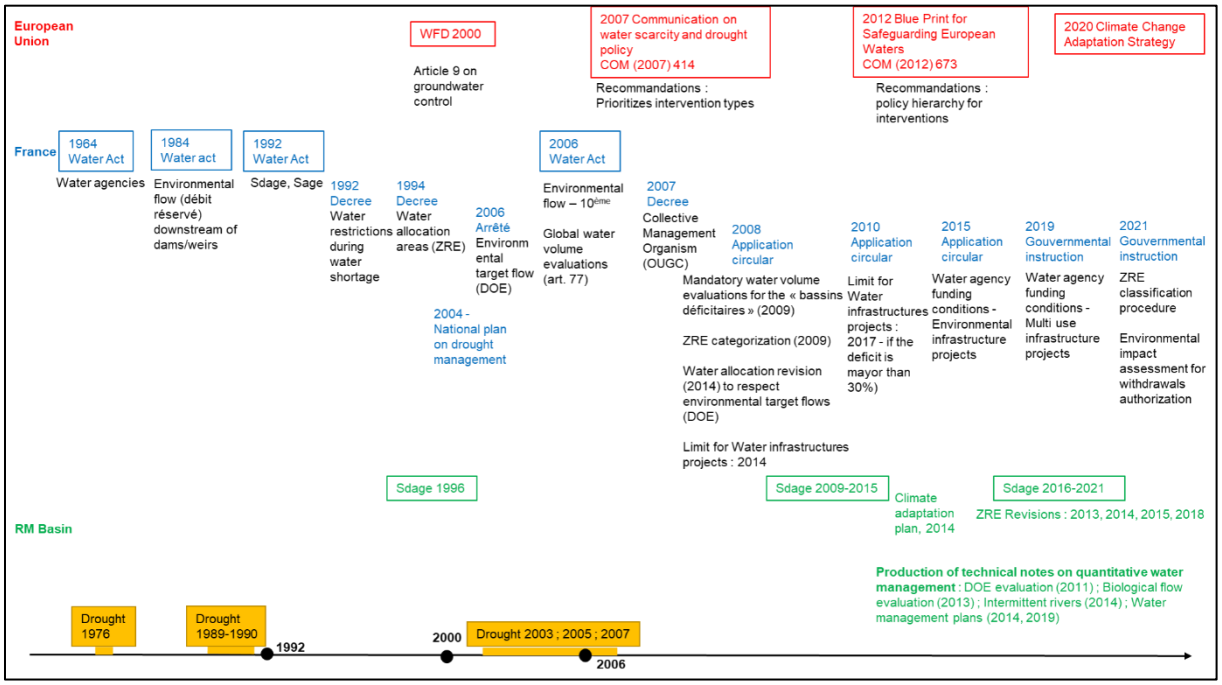


Figure 51 : Évolution de la gestion quantitative de l'eau en Europe, en France et dans le bassin RMC au cours du temps. Source : auteur.

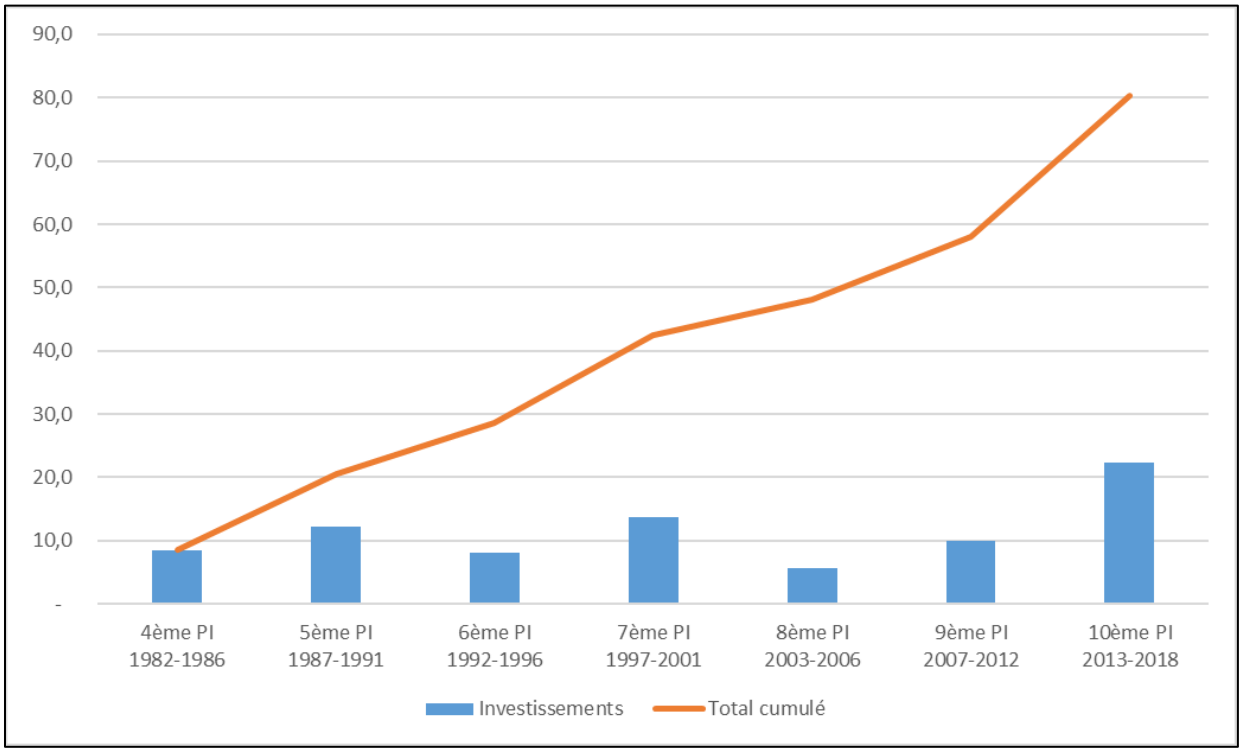


Figure 52 : Évolution des financements pour les économies d'eau dans le bassin de la Durance, de 1982 à 2018, en millions d'euros 2020. Source : auteur à partir de données AERMC.

3.2.1.2 Autres financeurs des économies d'eau

L'Agence n'est pas le seul acteur de la politique d'économie d'eau. En particulier, les projets bénéficient presque systématiquement des fonds européens du FEADER, dont le Conseil Régional est l'autorité de gestion. La mobilisation de ces fonds implique la réalisation d'économie d'eau, mais avec des conditions plus souples que celles imposées par l'Agence de l'eau. Le Tableau 17 résume les conditions d'intervention des principaux financeurs : l'Agence de l'eau, l'Europe par l'intermédiaire des fonds Feader et la Région (plusieurs conseils départementaux participent également au financement des projets d'économie d'eau, mais n'ont pas été pris en compte ici).

Tableau 17 : Conditions de financement des projets d'économie d'eau par l'Agence de l'eau, la région, et les fonds européens. SI : surfaces irriguées ; EIE : étude d'impact environnemental. Source : auteur.

Institutions participant aux financements		Agence de l'eau RMC		Fonds Européens (FEADER)		Région Paca		Taux d'aides publiques maximum
		Taux de participation "type"	Conditions (circulaire 2015, instruction 2019)	Taux de participation "type"	Conditions (Reg UE N°1305/2013)	Taux de participation "type"	Conditions	
Investissements dans les projets d'économies d'eau	Bassins non déficitaires en eau	50%	- Réduction effective des volumes prélevés dans l'environnement (50 à 100% des volumes économisés) - Pas d'augmentation des SI financées par l'AE - EIE	20% / 30%	a- Plan de gestion type SDAGE b- Système de mesures c- au moins 5 à 25% d'économies d'eau par rapport au prélèvement (ex-ante)	10%	Alignées avec les conditions FEADER	80%
	Bassins déficitaires		- Réduction effective des volumes prélevés dans l'environnement (100% des volumes) - Pas d'augmentation des SI - EIE - projets prioritaires		a, b, c d- Réduction effective des volumes prélevés dans l'environnement : au moins 50% des volumes économisés e- Augmentation nette des SI seulement si c et d sont respectés - Projets prioritaires			90%

Dans le cas de financements européens, l'exigence de retour au milieu ne concerne que les bassins déficitaires et seulement 50% des volumes économisés. Ces derniers doivent représenter au minimum 5% à 25% du prélèvement total. Les extensions nettes de surfaces irriguées restent possibles selon certaines conditions.

Ces exigences plus faibles se rapprochent d'un référentiel d'action en faveur de l'économie agricole, visant plutôt à ne pas empirer une situation de déficit en eau pour l'environnement. Toutefois, l'accès aux financements du deuxième pilier de la Politique Agricole Commune (dont fait partie le FEADER) impose une contrepartie financière des États membres. Les taux de contrepartie varient selon les aides, et ils sont de 47% (part État) pour les projets d'économies d'eau (PDRR)[41]. Cette contrepartie vient essentiellement de l'Agence de l'eau, dont les conditions s'imposent ainsi également à la majeure partie des financements européens.

Par ailleurs, dans le cadre de l'étude R^2D^2 (Sauquet et al., 2015), analysant l'effet de projections climatiques sur la ressource en eau dans le bassin de la Durance, des scénarios prospectifs ont été élaborés. Les scénarios faisaient presque systématiquement intervenir des projets d'économie d'eau, dégageant un potentiel d'environ 400 Mm^3 dans le bassin. Mais les volumes économisés ne contribuaient pas à augmenter les débits environnementaux de la Durance, ils visaient une réallocation vers d'autres usages, notamment les villes, industries, zones agricoles non irriguées et le tourisme (Ibid., 2015). Ce type de justification des économies d'eau, proposant une nouvelle répartition de l'eau

[41] Mesure 4.3.2 du Plan de Développement Rural Régional de la région Paca 2014-2020.

dans le cadre du changement climatique et d'une ressource qui risque de diminuer, est notamment reprise dans le SOURSE[42] réalisé par le Conseil Régional :

> *Si la promotion des économies d'eau est un objectif largement partagé par l'ensemble des acteurs, elle n'est cependant que rarement envisagée comme une solution première aux problèmes de disponibilité de la ressource, et souvent avec une ambition insuffisante. La stratégie régionale doit donc consister à privilégier une politique affirmée de maîtrise de la demande, qui systématisera la recherche d'économies comme première option de travail lorsqu'il y a nécessité de trouver de nouvelles ressources en eau. […] De manière générale, cette systématisation de la recherche d'économies d'eau doit conduire à découpler développement régional (économique et démographique) et progression des prélèvements d'eau (SOURSE, 2013, p. 67).*

La logique d'action de l'Agence qui promeut les économies d'eau dans l'objectif de les réallouer vers l'environnement, n'est donc pas la seule présente. L'enjeu d'économie d'eau pour une réallocation vers d'autres usages productifs, comme c'était le cas dans la période précédente, n'a pas disparu. Cependant cette redistribution pour les usages a été reformulée dans le cadre de l'adaptation au changement climatique.

3.2.2 Diminution des prélèvements de Basse-Durance en cas de dépassement de la réserve agricole de Serre-Ponçon

La réserve agricole de Serre-Ponçon de 200 Mm^3, dont bénéficient les 15 prises de la CED, n'a été dépassé qu'à trois reprises depuis les aménagements, en 1989, 1990 et 2007 (Figure 54). Cependant, lors des dépassements qui avaient eu lieu en 1989 et 1990, EDF était une entreprise nationale, et des arrangements auraient été trouvé sans trop de heurts entre les services de l'État en charge de l'agriculture et de l'énergie (entretien Draaf, 2018). En 2007, ce sont près de 20 Mm^3 supplémentaires qui ont été déstockés de Serre-Ponçon, et ont été facturés par EDF pour un total de 650 000€. L'indemnisation d'EDF a été réglée à hauteur d'environ 40% par l'État, 25% par la région, 25% par le département des Bouches-du-Rhône, et 10% par les canaux réunis au sein de la CED (le département du Vaucluse a contribué à hauteur de moins de 1%, étant donné que les surplus demandés à EDF concernaient principalement le département des Bouches du Rhône) (Santoni, 2014, p. 257).

Suite à cet épisode, les services de l'État ont fait savoir aux responsables des canaux agricoles que cette indemnisation avait été exceptionnelle, et ne pourrait plus se reproduire (entretien Draaf, 2018). Des négociations menées par la Draaf ont alors eu lieu, afin de mettre en place un « protocole de gestion de crise ». Ce dernier a été signé en 2013 par l'ensemble des membres de la CED, et vise à anticiper un éventuel dépassement de la réserve agricole, en diminuant progressivement les prélèvements selon les données climatiques et hydrologiques fournies par EDF (Tableau 18). Les restrictions peuvent aller jusqu'à environ 30% des débits prélevés par la CED. Des différences ont été introduites étant donné que certains canaux, principalement du département du Vaucluse, prélèvent une faible partie de leur dotation en eau, alors que d'autres l'utilisent presque totalement en période de forte demande.

[42] Schéma d'Orientations pour une Utilisation Raisonnée et Solidaire de la ressource en Eau.

Tableau 18 : Protocole de gestion de crise de la CED. Source : CED, 2013.

Niveaux de vigilance	Restriction globale CED	Application de la restriction par canal	Base de calcul de la restriction par canal *(cf. Annexe B)*	Affectation de la restriction globale CED par type de restriction
Vigilance	5 %	Sur tous les canaux de manière homogène	Restriction basée sur le débit prélevé	100 % débit prélevé
Alerte	10 %	De manière différenciée en fonction du rapport du prélèvement de chaque canal à sa dotation	Première tranche de 5 % : Restriction basée sur le débit prélevé Au-delà des premiers 5 %: 50% de la restriction basée sur le débit prélevé / 50% de la restriction basée sur la dotation	75 % débit prélevé 25 % débit dotation
Crise niveau 1	20 %			66 % débit prélevé 33 % débit dotation
Crise niveau 2	30 %			58 % débit prélevé 42 % débit dotation

3.2.3 Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance et économies d'eau (2000-2020)

Les acteurs de la gestion de l'eau pendant la période 2000-2020 sont présentés schématiquement dans la Figure 53. Les interventions de ces acteurs dans le cadre de la politique d'économie d'eau seront détaillées à travers les chapitres 3, 4 et 5.

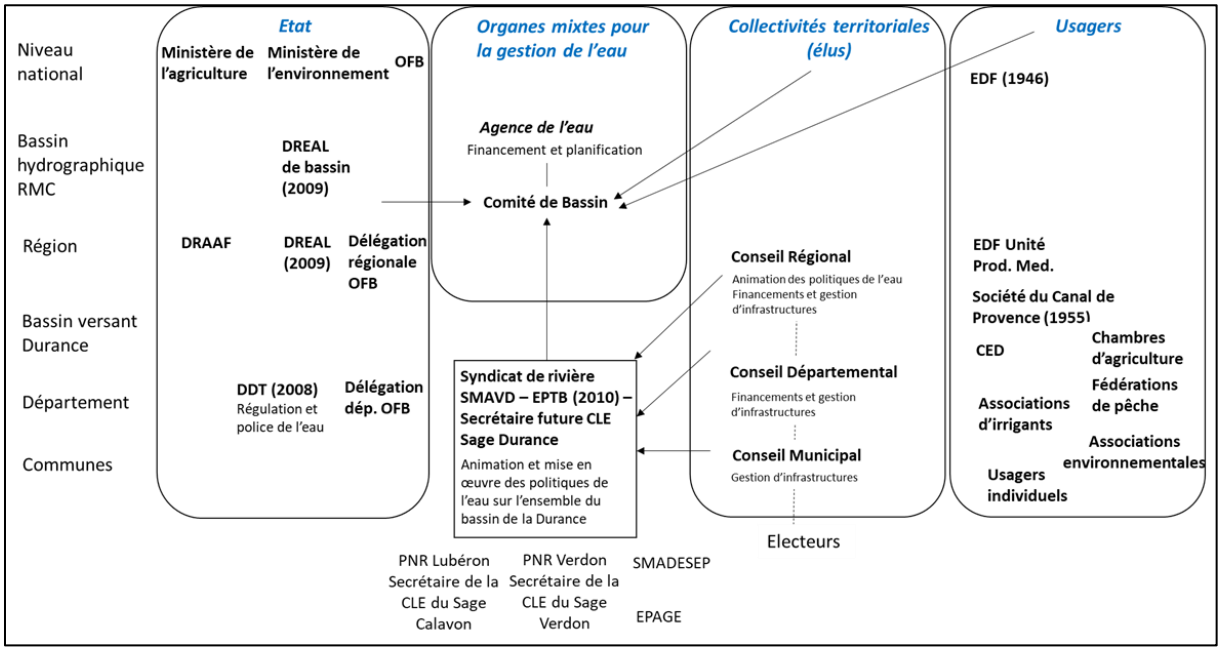


Figure 53 : Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance (2000-2020). Source : auteur.

3.3 Évolution des usages de l'eau

3.3.1 Prélèvements CED et économies d'eau

Dans la stratégie régionale sur l'hydraulique agricole (2015), une estimation des volumes économisés est proposée :

> *La CED est passé d'un prélèvement annuel de 2 milliards de mètres cubes à la fin des années 60 à environ 1,4 milliard de mètres cubes aujourd'hui. Si bien sûr la variabilité interannuelle influe grandement sur ces prélèvements la tendance est néanmoins très nette. Même si la baisse des superficies irriguées a entrainé une baisse des besoins en prélèvement d'eau, l**es 600 millions de mètres cubes « économisés » chaque année** sont en grande partie le résultat des reconversions opérées sur le Vaucluse (et dans une moindre mesure des Bouches-du-Rhône), des travaux de régulation (Vaucluse) et, pour une grande part, de la gestion par la CED elle-même des prélèvements des canaux destinés à « prévenir » le déstockage de la réserve de Serre*

Ponçon (200 Mm³ du 1er juillet au 30 septembre). Avec la télésurveillance et, peut-être à terme, la télégestion des prélèvements, la CED vient de franchir une nouvelle étape importante dans ce mouvement d'économies d'eau. Cet équipement a en effet été accompagné par l'établissement d'un nouveau protocole de gestion des crises (déclenchement et répartition des restrictions) (Chambre d'agriculture Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2015, p. 20).

Par ailleurs, les économies d'eau réalisées grâce à la conversion des réseaux gravitaires en réseaux sous pression sont estimées entre 180 et 270 Mm³, pour un total d'environ 18 000 hectares reconvertis (dont environ 16 000 hectares dans le bassin de la Durance). Finalement, les économies sont estimées entre 700 et 750 Mm³ par an, entre 1970 et 2015 (Chambre d'agriculture Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2015).

Toutefois, d'après nous, ces chiffres ne mettent pas assez l'accent sur la différence entre prélèvements bruts et prélèvements nets. En effet, la diminution des prélèvements nets sur le périmètre de la CED est bien plus faible, avec une moyenne de 1 100 Mm³ entre 2000 et 2016 (contre 1 347 Mm³ avant 1980, et 1 265 Mm³ entre 1980 et 2000). Cela représenterait environ 250 Mm³ économisés entre 1966 et la période actuelle. De plus, les variations interannuelles sont fortes, et la baisse n'apparaît pas aussi clairement que pour les prélèvements bruts (Figure 54).

Pour ce qui est des surfaces irriguées du périmètre CED, elles ont été très faibles en 2010, avec un peu moins de 43 000 hectares. En revanche, d'après l'enquête ESEA de 2016, la Draaf Paca estime que les surfaces irriguées auraient presque atteint 52 000 hectares, un niveau comparable aux années 1980 (Figure 54). Il faut noter que les deux années 2010 et 2016 sont opposées en termes de pluviométrie, avec une année humide en 2010 (hydraulicité = 1,1) et sèche en 2016 (hydraulicité = 0,74).

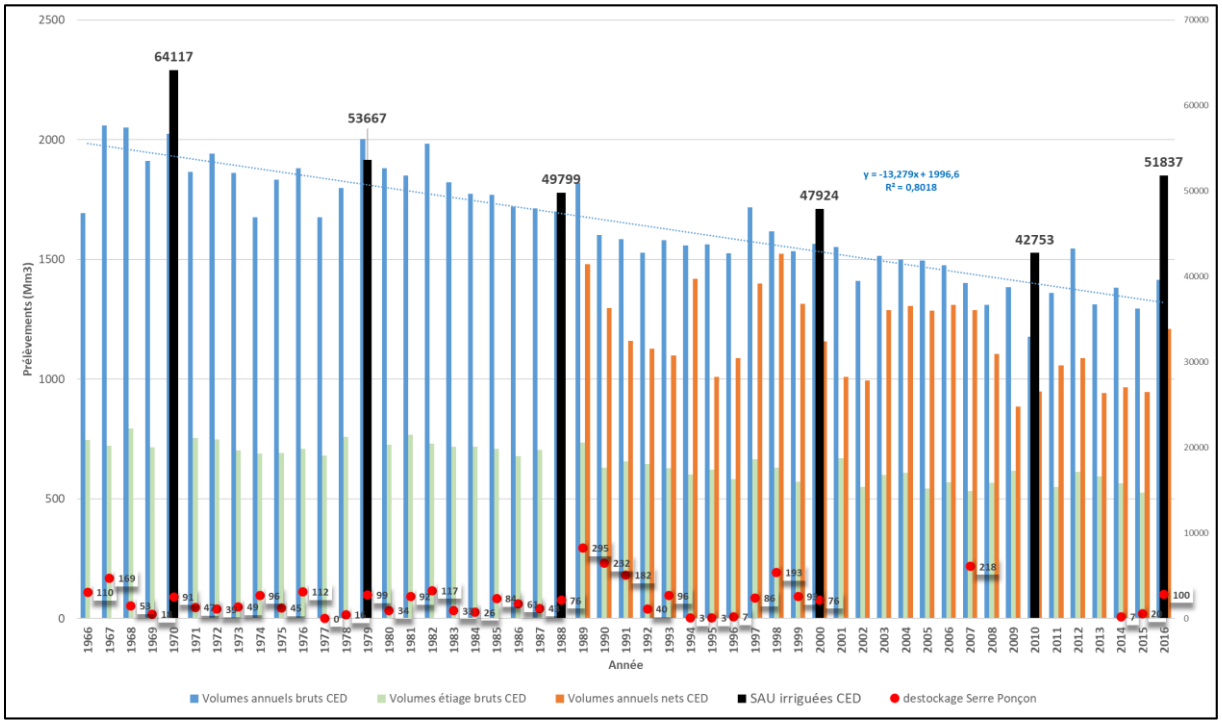


Figure 54 : Prélèvements CED et surfaces irriguées, de 1966 à 2016. Source : auteur à partir de données CED, RGA, Balland et al., 2002.

Ces éléments amènent à nuancer les volumes économisés dans les réseaux desservis par la CED. Ces derniers sont très variables, concernent majoritairement les volumes prélevés bruts, et un regain de surfaces irriguées pourrait limiter la tendance à la baisse des dernières décennies.

3.3.2 Évolution des surfaces irrigables/irriguées (1970-2020)

L'évolution des surfaces irrigables et irriguées décrite dans la partie précédente se poursuit entre 2000 et 2010, au niveau régional et du bassin de la Durance. Seule l'année 2016 est marquée par une augmentation des surfaces irriguées (Figure 55 ; Figure 56). Cette tendance devra être confirmée par les résultats du recensement de 2020 (disponible en 2022).

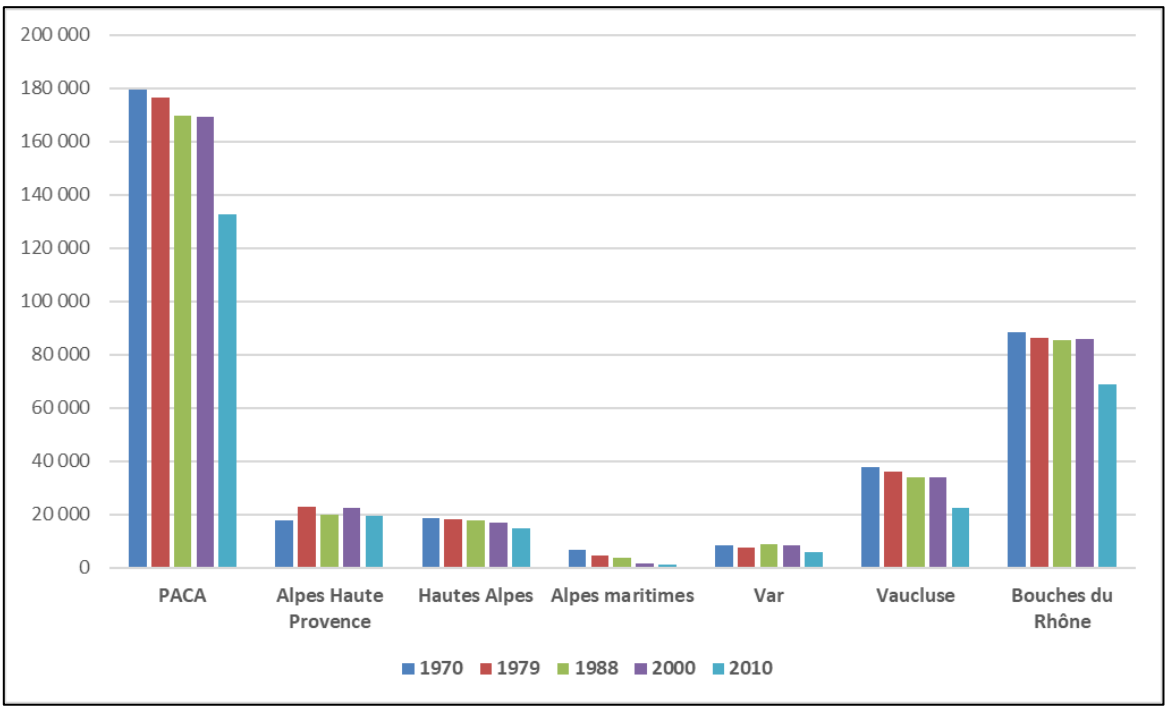


Figure 55 : Surfaces irrigables en région Paca, 1970 – 2010. Source : auteur à partir de données RGA.

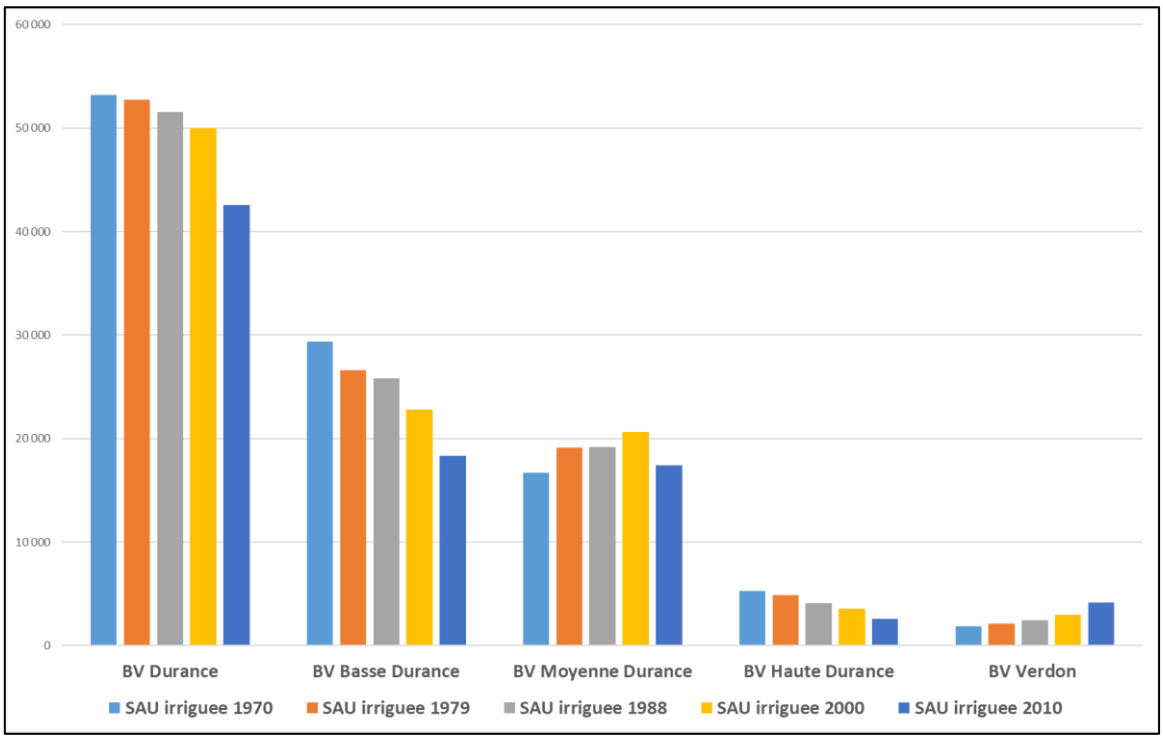


Figure 56 : Surfaces irriguées dans le bassin de la Durance. Sources : auteur à partir de données RGA.

En 2015, les réseaux de la SCP atteignent un total de 78 700 hectares, répartis entre les Bouches-du-Rhône (35 008 ha), le Var (24 388 ha), le Vaucluse (13 400 ha) et les Alpes de Haute Provence (5 883 ha). Des extensions sont prévues dans les prochaines décennies sur plus de 20 000 hectares.

3.3.3 Fonctionnement de la chaîne hydroélectrique

3.3.3.1 Débits réservés dans le cadre de la loi sur l'eau (2006)

En application de la LEMA de 2006, les débits réservés sont passés du 40e au 10e du module depuis le 1er janvier 2014. Toutefois, une dérogation au 20e du module peut être faite pour « *les cours d'eau ou parties de cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m³/s* », pour « *les ouvrages qui contribuent, par leur capacité de modulation, à la production d'électricité en période de pointe de consommation (liste fixée par décret en Conseil d'État pris après avis du Conseil supérieur de l'énergie)* », ou encore pour les cours d'eau « *présentant un fonctionnement atypique* »[43]. Dans le cas de la Durance, le débit réservé est au 20e du module sauf pour les barrages de Saint-Lazare et l'Escale, où il est au 14e du module pendant 6 mois de l'année (pour un résumé des débits réservés, voir Tableau 10)[44]. Pour le barrage de Bonpas, il est au 40e l'été et au 17e du module le reste de l'année.

3.3.3.2 Évolution des rejets dans l'étang de Berre (2006)

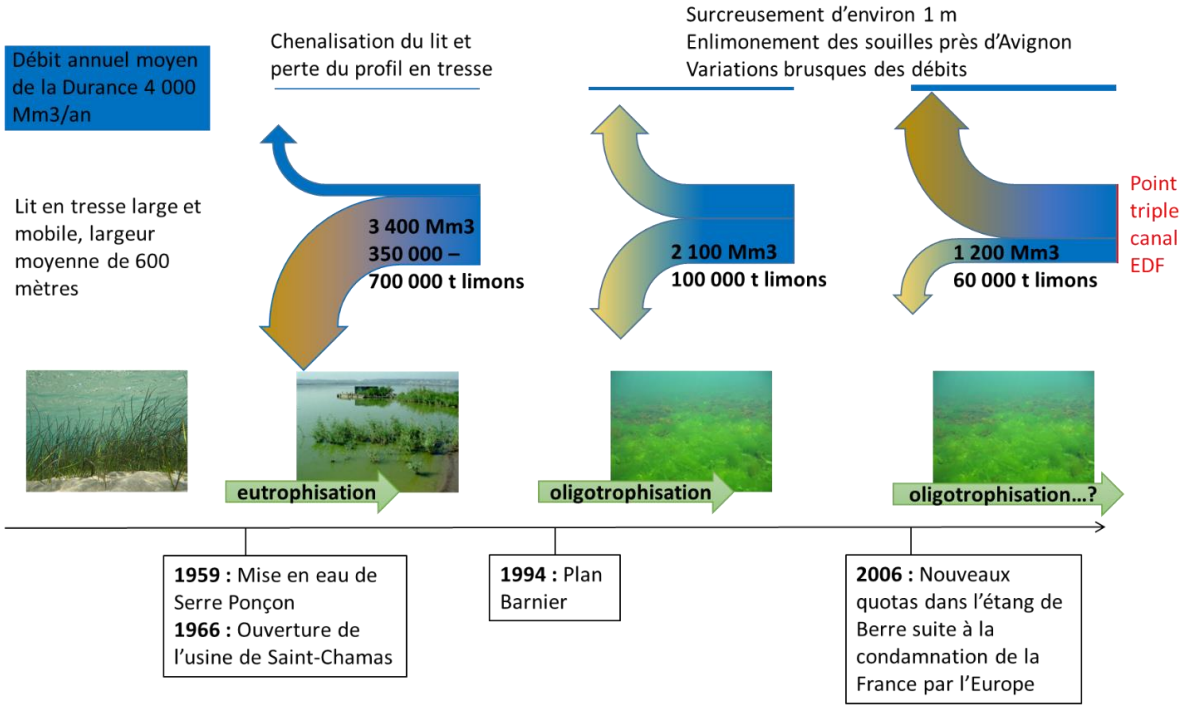


Figure 57 : Évolution des flux entre les masses d'eau de l'étang de Berre et de la Basse-Durance. Source : Laurenceau & Molle (2019).

[43] Article L-214-18 du Code de l'Environnement.
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGIARTI000006833152/2006-12-31/

[44] Le maintien au 20e du module dans le bassin de la Durance constitue une dérogation par rapport à la législation, imposant normalement le 10e du module. Les débits réservés actuels ont résulté de négociations entre EDF et les services de l'État. Dans le cas des barrages de Saint-Lazare et l'Escale, le passage au 14e date du renouvellement de la concession hydro-électrique de Sainte Tulle 1.

La Coordination des pêcheurs de l'étang de Berre s'est engagée à la fin des années 1990 dans la voie du contentieux, face au manque d'amélioration de l'état écologique de la lagune. Une plainte est adressée à la Commission européenne pour amener les autorités françaises à se conformer aux dispositions de la Convention de Barcelone (1976) et de son Protocole d'Athènes relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique (1980). La France est condamnée en octobre 2004 par la Cour de Justice sur cette base[45] (Truilhé-Marengo, 2013). La condamnation mènera à une nouvelle modification des rejets de l'usine de Saint-Chamas, avec la mise en place d'un lissage expérimental des rejets sur la période de 2006 à 2009 (quota annuel d'eau douce réduit à 1,2 milliard de m³, quota annuel de limons porté à 60 000 tonnes, valeur minimum de salinité de 20 g/L) (Figure 57). Par ailleurs, il est décidé de mettre en œuvre un contrat d'étang et le comité de l'étang de Berre est créé en 2008. Ces nouvelles mesures d'ordre technique (nouvelles modalités de gestion des rejets) et institutionnel (mise en place d'un contrat d'étang) entraîneront le classement du contentieux Européen en 2009, sans que toutefois les résultats écologiques attendus soient atteints.

4 L'évolution des paradigmes de gestion quantitative : nouvelle configuration hydro-social et changements graduels

Nous avons retracé dans cette partie l'évolution de la gestion quantitative de l'eau dans le bassin de la Durance, en faisant ressortir trois paradigmes : la gestion de l'offre pilotée par l'État, le paradigme des économies d'eau pour les usages productifs des années 1980 à 2000, et le paradigme des économies d'eau pour l'environnement dans la dernière période (Tableau 19).

Tableau 19 : Résumé des trois paradigmes de gestion de l'eau dans le bassin de la Durance. Source : auteur.

	Paradigme des grands ouvrages (1946 – 1980) : aménagement de la vallée de la Durance	**Paradigme de gestion de la demande et des économies d'eau (1982-2002)**	**Paradigme des économies d'eau pour l'environnement et l'adaptation au changement climatique (2003-2020)**
Visions	Domestiquer la Durance pour le développement des usages	Mieux gérer, optimiser	Restaurer l'environnement, s'adapter au changement climatique
Normes d'action	Augmenter l'offre, barrages et transferts	Diminuer la demande en eau et réallouer vers les usages productifs	Diminuer la demande pour diminuer l'impact sur les milieux
Instruments (programmes d'intervention)	Programmes d'intervention de l'AERMC (1 à 3) : financement de barrages réservoirs	Programmes d'intervention (4 à 7) : financement de la modernisation et de l'entretien sans contraintes	Programmes d'intervention (8 à 11) : financement de la modernisation sous réserve d'un retour aux milieux naturels
Instruments (autres)	Loi de 1964 ; Plan nationaux de modernisation et d'équipement	Loi de 1992 ; SDAGE (1996)	DCE 2000, LEMA 2006 ; SDAGE (2010 puis 2016) ; Plan de bassin d'adaptation au CC ; Contrats de canaux ; CEV ; EVP, PGRE, ZRE
Instruments (redevances)	Redevance pour une mutualisation des investissements	Redevance pour une mutualisation des investissements	Redevances répondant au principe pollueur payeur
Indicateurs de succès	Niveau d'investissement, nouveaux volumes stockés	Niveau d'investissement dans la modernisation	Niveau d'investissement et Mm3 qui retournent vers les milieux naturels, DOE, nombre de bassins déficitaires
Image, modèle	Tenessee Valley Authority (Serre-Ponçon archives)	Régulation dynamique de la SCP, "méthode révolutionnaire" (Tarlet, 1980)	Gestion des canaux optimisée (ingénierie), et milieux naturels non perturbés (nature sans pressions humaines)
Coalitions d'acteurs	Ministère de l'industrie, ministère de l'agriculture, secteurs hydroélectrique et agricole, SSBB, SCP	Enrôlement des agriculteurs de Basse Durance dans le système de redevance et financement de la modernisation Enrôlement d'EDF pour participer aux travaux de modernisation (mais pas de redevances)	Intérêts multiples pour poursuivre les économies d'eau, et accepter les nouveaux dispositifs. Marges de manœuvre par rapport aux ambiguïtés des instruments (CEV).

[45] La coordination des pêcheurs de l'étang de Berre engage également un procès contre EDF auprès du Tribunal de grande instance de Marseille. Cette démarche arriva en Cour de Cassation et prit fin avec la condamnation européenne (Truilhé-Marengo, 2011).

Le bassin de la Durance a été transformé au cours des siècles par les aménagements humains, mais les plus grosses modifications des régimes hydrologique et sédimentaire ont eu lieu à partir des années 1960. Les modifications sont à la fois politiques, technologiques, économiques et environnementales, avec la création de l'aménagement hydroagricole.

EDF est devenu l'acteur central de la gestion de l'eau en Durance, bénéficiant d'un droit à turbiner l'ensemble des ressources disponibles et non attribuées à un autre usage, ou à l'environnement. Il assure de plus les rôles de transfert et stockage d'eau pour l'ensemble des usagers de la ressource. Jusque dans les années 1980, seul 1,25% de l'eau est maintenu dans la rivière pour les milieux aquatiques, tout au long de l'année. Les réseaux de la Société du Canal de Provence se sont développés sur plusieurs dizaines de milliers d'hectares en quelques décennies, devenant le principal réseau d'irrigation collectif de la région. Les grands aménagements d'après-guerre ont participé à produire une nouvelle configuration hydro-sociale, avec son architecture juridique de deux concessions emboîtées, ses barrages et ses canaux, et le réseau d'humains et de non humains qui y est connecté. La configuration correspond à « *un environnement hydraulique socio-naturel […], activement et historiquement produit* », et qui reflète « *comment le pouvoir est distribué* » entre les différents acteurs (Swyngedouw, 2009).

Si la mise en place de cette configuration a constitué un bouleversement sans précédent dans le bassin, les changements ont ensuite eu lieu de façon plus graduelle. Les deux paradigmes suivants n'ont pas consisté à remettre en cause l'aménagement, mais plutôt à le faire évoluer à la marge. Dans son analyse des pratiques de restauration écologique dans le bassin, Lusson (2021) a montré comment les interventions consistaient plutôt à de la maintenance ou du « ravaudage », visant à réparer d'éventuelles « pannes » d'une rivière assimilée à un outil de production économique. La rivière « *fracassée pour des raisons nobles* » (entretien in Lusson, 2021, p. 109) apparaît difficilement réparable, tant les aménagements ont transformé son fonctionnement.

Les politiques d'économie d'eau des années 1980 visent à optimiser l'aménagement hydroagricole, en le rendant plus performant et en étendant les usages qui en dépendent. Elles ne mettent pas totalement fin à la construction de barrages, puisque l'aménagement du Buech est entrepris dans les années 1990. La réorientation des politiques d'économie d'eau vers l'objectif de bon état des milieux naturels est ensuite mise en place progressivement à partir des années 2000, par l'intermédiaire de nouveaux instruments et arrangements qui s'ajoutent à l'architecture déjà existante.

Les changements de paradigme font ainsi apparaître des effets d'hybridation, et les logiques historiques ne disparaissent pas, mais se réajustent au cours du temps. Tout comme les 15 barrages qui ont contraint les possibilités de restauration écologique, la configuration hydro-sociale qui a pris place avec l'aménagement limite les évolutions politiques et le changement institutionnel.

Dans les chapitres 3, 4, 5, nous explorons comment le paradigme environnemental de gestion des économies d'eau s'est mis en place dans le bassin de la Durance. Nous analysons le changement institutionnel « dans sa matérialité » (Lascoumes & Le Galès, 2007), à travers ses instruments, ses outils, et sa traduction dans différents territoires de l'eau. Cela permet de renseigner les processus d'évolution de la gestion quantitative de l'eau, dans un cadre fortement contraint.

Ouvrir la boîte noire des réallocations d'eau vers l'environnement : le Compte Epargne Volume et la naturalisation d'arbitrages politiques

Dans le bassin de la Durance, un instrument d'action publique a été élaboré afin de s'assurer du retour des économies d'eau agricoles vers les milieux naturels : le Compte Epargne Volume (CEV). Il correspond à l'un des instruments essentiels de la période 2000-2020, caractérisée par le paradigme environnemental des économies d'eau. Dans ce chapitre, nous décortiquons le processus d'élaboration et le fonctionnement de cet outil, c'est-à-dire la comptabilité des flux d'eau entrant (les économies) et sortant (les réallocations) du compte. Nous montrons qu'il existe de fortes incertitudes et ambiguïtés, concernant le calcul de l'eau économisée, l'évolution des prélèvements, l'estimation des économies d'eau historiques, les volumes réalloués et l'effet des réallocations. À partir d'une approche ancrée dans la sociologie de l'action publique, nous analysons comment ces ambiguïtés ont permis de parvenir à un accord entre les différentes parties prenantes, dans un cadre fortement contraint par les acteurs historiques du système, les infrastructures et les institutions héritées du passé[46].

[46] Les résultats de ce chapitre ont servi à la soumission d'un article à la revue *Journal of Environmental Policy & Planning* : Laurenceau & Molle (en cours de révision), A convenient untruth: environmental water reallocation and the art of ambiguous arrangements in south-east France.

1 Introduction : ouvrir la boîte noire des réallocations d'eau vers l'environnement

L'adoption du Compte Epargne Volume en 2016 représente l'un des éléments qui traduit le changement, graduel, vers un paradigme environnemental pour la gestion des économies d'eau. Pour la première fois, un dispositif spécifique vise à s'assurer du retour effectif des économies d'eau vers les milieux naturels duranciens.

Le CEV incarne une certaine stabilisation d'un processus de négociation qui s'est déroulé depuis le début des années 2000 en impliquant majoritairement l'Agence de l'eau, l'État et EDF. Il est adopté en décembre 2016 lors d'une séance du Comité Plénier de la Durance, en présence des directeurs de l'AERMC et de EDF Hydro Méditerranée, ainsi que du Secrétaire Général Adjoint des Affaires Régionales (SGAR) qui représente le préfet de la région Paca (les trois signataires du protocole).

Toutefois, il fait également l'objet de critiques. Suite à son adoption, peu de points d'étapes ont été réalisés. Lors de la réunion de la Commission Eau et Usages de novembre 2019, censée présenter les avancements de la mise en œuvre du protocole après trois ans, plusieurs acteurs ont fait part de leurs incompréhensions en lien avec le Compte Epargne Volume. D'après eux, le système semble opaque dans son fonctionnement et ils regrettent d'avoir été trop peu associés aux discussions sur les différentes options de réallocation. D'autres ont montré leur désaccord avec le principe même du CEV, en assurant que les retours d'eau des canaux gravitaires, auxquels on impose des économies d'eau pour accéder aux financements publics, assurent également de nombreux bénéfices pour les milieux naturels.

Ces échanges, ainsi que les entretiens que nous avons réalisés avec les différentes parties prenantes, sont révélateurs d'une caractéristique du Compte Epargne Volume : le flou qui l'entoure, avec ses incompréhensions, incertitudes et ambiguïtés. Des chiffres sont constamment mobilisés, sans que l'on sache si l'on parle de volumes bruts ou nets, de prévisions ou de réalisations, sans préciser clairement où va l'eau et les modalités de calcul de sa valeur économique pour EDF, sans proposer d'évaluation claire malgré plusieurs décennies de politique d'économies d'eau.

Plutôt que de considérer l'ambiguïté du dispositif comme un défaut de conception, nous l'interprétons en suivant Mahoney & Thelen (2010), comme une caractéristique intrinsèque des nouveaux arrangements institutionnels, dans des cadres contraints par les asymétries de pouvoir et les institutions héritées du passé. D'après eux, même lorsque « *les règles sont formellement codifiées, elles restent souvent ambiguës et toujours sujettes à interprétation, débat et contestation* » (Ibid., 2010, p. 10). L'ambiguïté résulte des incertitudes qui caractérisent les conséquences des choix réalisés et l'évolution des préférences individuelles, ainsi que de la diversité des intérêts en jeu, potentiellement irréconciliables (March, 1978 ; Brugnach & Ingram, 2012 ; Ackrill et al., 2013).

Ces zones de flou représentent des avantages stratégiques pour certains acteurs, qui les exploitent afin d'influencer le processus d'adoption ou de mise en œuvre des règles institutionnelles (Mahoney & Thelen, 2010 ; Hacker et al., 2015, p. 181). En effet, « *la lutte autour du sens et de l'application des règles est inextricablement liée à leurs conséquences sur la répartition des ressources* » (Mahoney & Thelen, 2010, p. 11). Les incertitudes et ambiguïtés sont donc constamment produites, remaniées et réinterprétées par les parties prenantes du système, afin de dégager des marges de manœuvre (Streeck & Thelen, 2005).

Dans des situations conflictuelles où le changement se fait de façon graduelle, la polysémie de nouvelles mesures peut permettre de faciliter l'adhésion d'acteurs multiples, ayant des objectifs différents (Palier, 2005 ; 2007 ; Hacker et al., 2015 ; Ennabih & Mayaux, 2020).

À partir de l'exemple du système français de protection sociale, Palier (2005) montre l'enjeu stratégique lié aux multiples interprétations de certaines mesures ou instruments, favorisant « *l'agrégation d'intérêts divers* » (Palier, 2005, p. 100) :

> *Pour rassembler une majorité de soutien, il faut en effet mettre ensemble des individus et des groupes sociaux dont les intérêts, les valeurs, les « cartes mentales » et les attentes sont différentes, voire contradictoires. Dès lors, le flou, l'ambiguïté et la polysémie sont une condition essentielle de la formation de majorité, aux élections comme pour asseoir le soutien d'une politique publique* (Palier, 2007, p. 2).

Ainsi, il apparaît que les « *idéologies molles* » (Jobert, 1985, p. 665) et les idées « *plus larges et plus vagues* » sont plus à même d'être attrayantes pour un grand nombre de groupes ayant des préférences hétérogènes (Béland & Cox, 2016, p. 432). Dans le cas du CEV, nous souhaitons montrer comment l'instrument a été construit en incorporant de nombreuses zones de flou qui ont facilité son adoption par l'ensemble des acteurs.

Nous nous basons également sur la sociologie de l'action publique, en « ouvrant » cet instrument dans le détail, rendant ainsi visible les multiples négociations et enjeux politiques qui ont permis son élaboration et adoption (Lascoumes & Simard, 2011). Les efforts de commensuration sont considérés comme étant politiques, du fait qu'ils participent à « *reconstruire des relations d'autorité, à créer de nouvelles entités politiques, et à établir de nouveaux cadre interprétatifs* » (Espeland & Stevens, 1998, p. 323). La mobilisation des chiffres dans le processus décisionnel produit une « *naturalisation* » des choix opérés, et une technicisation « *impersonnelle et contraignante* » (Espeland & Stevens, 2008, p. 420 ; Ogien, 2010).

Les nombreuses opérations chiffrées qui permettent le fonctionnement du CEV ont produit une sorte de « boite noire », peu transparente pour les acteurs qui n'ont pas participé à son élaboration. Dans un article de 2006 Michel Callon et Bruno Latour indiquent qu'une « *boîte noire renferme ce sur quoi on n'a plus à revenir ; ce dont le contenu est devenu indifférent. Plus l'on met d'éléments en boîtes noires – raisonnements, habitudes, forces, objets –, plus l'on peut édifier de constructions larges* » (Callon & Latour, 2016). En d'autres termes, la boîte renferme tout un ensemble d'associations « *acceptées* » et qui ne sont plus discutées.

L'argument développé dans ce chapitre est que le CEV constitue un arrangement ambigu, permettant de « *faire tenir ensemble* »[47] des éléments divers (intérêts, idées, régulations, méthodes de comptabilité,…) (Desrosières, 1990 ; 2008) dans un contexte contraint par les choix historiques passés et les institutions existantes. Il représente un changement incrémental en faveur d'une réallocation vers les milieux naturels, même si ses effets restent limités jusqu'en 2020.

Nous nous basons sur des entretiens semi-directifs, des visites de terrain, et une période de mission au sein de l'Agence de l'eau RMC, pendant laquelle nous avons analysé la mise en œuvre du CEV (Laurenceau, 2020). Tout d'abord, nous revenons sur l'origine du CEV. Ensuite, nous analysons le fonctionnement de l'outil dans le détail : les modes de quantification des volumes économisés et réalloués ; les réallocations vers l'environnement et leurs effets ; la gouvernance du CEV. Chaque fois, les ambiguïtés et incertitudes sont mises en avant. Dans la partie suivante, nous étudions trois facteurs de dépendance au sentier qui ont conduit à l'adoption d'un tel accord : l'intérêt partagé de poursuivre une politique d'économie d'eau, les freins au changement hérités du passé, et une vision d'ingénierie hydraulique. Enfin, nous discutons de l'adoption du CEV dans la trajectoire de changement institutionnel, en l'interprétant comme une évolution incrémentale vers une nouvelle répartition des économies d'eau en faveur des milieux naturels.

[47] « Holding things together » (Desrosières, 1990).

2 Origine du Compte Epargne Volume : 1997-2016

2.1 Statut juridique des économies d'eau

Deux points importants doivent être soulignés en lien avec le statut juridique des économies d'eau, directement lié au régime des droits d'eau du bassin de la Durance, décrit dans le chapitre 2.

Premièrement, les origines variées des autorisations de prélèvement agricole, et le poids réglementaire des droits d'eau fondés en titre, rendent la question de la modification des autorisations complexe. Alors que dans certains cas les économies d'eau sont associées à des modifications des autorisations (notamment dans le département des Alpes-de-Haute-Provence), les projets d'économie d'eau en Basse-Durance ne se sont pas traduits par une baisse des droits à prélever (dotations conventionnelles, prélèvements fondés en droit ou en titre).

Deuxièmement, le statut juridique de ces économies d'eau n'est pas déterminé a priori, que ce soit dans le cadre des autorisations de prélèvement agricole ou du régime de la concession.

Par ailleurs, comme indiqué en conclusion de la partie 2, les infrastructures du bassin et en particulier la disposition des prises agricoles directement sur le système régulé Durance-Verdon, génèrent une réallocation « de fait » des volumes d'eau économisés à EDF. Sans modification particulière, le principal bénéficiaire des économies d'eau est donc l'usage hydro-électrique.

La modification de cet état de fait, au bénéfice des irrigants puis des milieux naturels, s'est faite par l'intermédiaire de conventions faisant intervenir des structures agricoles et EDF, ou l'Agence de l'eau, l'État et EDF, respectivement. Chaque fois, les conventions reposent sur des accords à l'amiable entre les différentes parties prenantes. Quatre types de convention ou protocole ont été signés au cours du temps, participant à redistribuer les coûts et bénéfices liés aux économies d'eau entre les différents acteurs impliqués. Le statut juridique indéterminé des économies d'eau a ainsi donné place à des négociations importantes et des accords multiples, venant s'ajouter aux règles de partage existantes.

2.2 Les premiers accords entre irrigants et EDF (protocole de 1997 et convention C1)

Comme cela a été décrit dans la partie 2, la première convention passée entre EDF et l'Agence de l'eau pour la participation d'EDF au financement des travaux de modernisation a eu lieu au cours du 4ème programme, et s'est terminée pendant le 5ème programme. Les accords suivants vont être réalisés directement entre EDF et les irrigants.

En 1997, un premier protocole de coopération est signé entre EDF, la CED et les chambres d'agriculture des Bouches-du-Rhône et du Vaucluse[48]. Les partenaires du protocole de 1997 souhaitaient s'engager « *vers une modernisation des irrigations* » en assurant « *un bénéfice équilibré pour chacune des parties* » et en optimisant « *la gestion du gisement énergétique* ». Trois objectifs sont énoncés :

> *[1] Se doter d'un instrument de mesure des débits et des volumes prélevés dans un souci de transparence accrue. [2] Optimiser la gestion de l'irrigation dans le but de l'adapter aux besoins de l'agriculture et de mieux maîtriser la ressource en eau. [3] Donner aux cosignataires une souplesse accrue pour utiliser les ressources disponibles (Protocole de coopération pour l'amélioration de la gestion de la ressource en eau, 1997).*

Il est également indiqué dans le protocole que *« les actions réalisées conjointement feront l'objet de conventions particulières […], pour fixer les objectifs détaillés, les moyens à mettre en œuvre, les clauses*

[48] Protocole de coopération pour l'amélioration de la gestion de la ressource en eau affectée à l'irrigation de la Basse-Durance, signé le 10 octobre 1997 à Aix-en-Provence, Maison des Agriculteurs.

financières, etc… ». Si le protocole de 1997, contracté pour une durée de 5 ans, n'a pas été reconduit, il donne en revanche les principes qui ont guidé la mise en place de la convention C1[49].

La convention C1 a été signée en 2003 entre EDF, le Syndicat Mixte (canaux de Carpentras, Cadeban-Neuf, Plan Oriental, l'Isle) et le Canal Saint-Julien, pour une durée de six ans. L'objectif de cette convention était « *de créer des conditions favorables à une réduction significative de la consommation d'eau prélevée en Durance* » (p. 2). Les structures agricoles s'engageaient à « *limiter […] le prélèvement global à la prise du Canal Mixte* », et EDF s'engageait « *à verser au Syndicat Mixte et au Canal Saint-Julien […], une aide financière au fonctionnement* » ainsi qu'une « *contribution au financement des projets* » d'économie d'eau.

La participation aux projets avait lieu sous réserve d'une validation par l'Agence de l'eau ou par la Direction Régionale de l'Alimentation, l'Agriculture et de la Forêt (Draaf), assurant que les projets seraient bien financés (par l'Agence ou l'État). L'aide au fonctionnement se faisait en lien avec les volumes économisés chaque année, et la période à laquelle ils étaient économisés.

La convention C1 a été modifiée à deux reprises, en 2004 et en 2008, faisant passer les objectifs annuels d'économie d'eau de 44 Mm^3, à 65 Mm^3 puis à 90 Mm^3 (avenant n° 2 à la convention C1 de 2003, 2008). Le volume de référence considéré et le volume moyen prélevé sur la période 1984-1996. La convention C1 a été reconduite jusqu'en 2013, et EDF a estimé des économies totales de 92 Mm^3 par an, entre 2003 et 2013 (convention C2, 2014).

Ces économies d'eau peuvent être qualifiées de « structurelles », au sens où des investissements durables dans les ouvrages de régulation et le passage sous pression de certains réseaux gravitaires ont permis de diminuer durablement les prélèvements d'eau. Elles permettent de dégager une forme de rente[50] via la rémunération de la part des autorisations à prélever qui n'est pas mobilisée, les bénéfices étant partagés entre EDF et les canaux agricoles signataires de la convention C1.

2.3 Accords entre l'Agence de l'eau et les irrigants (contrats de canaux, 2008-2019)

Dès la fin des années 1990, l'Agence de l'eau commence à envisager des accords qui permettraient de réallouer l'eau économisée par les canaux agricoles vers les milieux naturels. Dans une note de 1999 intitulée « *Pour une nouvelle gestion partagée de la ressource en eau en Durance* », il était déjà envisagé « *une renégociation avec les agriculteurs sur les pratiques agricoles, les économies d'eau et les retours d'irrigation* », afin « *qu'une partie de la tranche d'eau réservée à l'usage agricole soit utilisée pour soutenir l'étiage de la Durance* ». De même, il était indiqué qu'une « *proposition similaire pourrait être appliquée à EDF* », permettant un soutien d'étiage grâce aux volumes non prélevés chaque année par les usagers agricoles (AERMC, 1999).

Des négociations ont débuté avec EDF dans les années 2000, mais elles n'aboutiront qu'en 2016, avec la création du CEV. La renégociation avec les canaux agricoles s'est faite grâce à la mise en place des contrats de canaux : outil incitatif conditionnant les aides de l'Agence à un retour des économies d'eau aux milieux naturels. Les contrats de canaux sont discutés à partir du 8ème programme d'intervention, mais n'ont été signés qu'en 2008 pour Manosque et en 2012 pour les canaux du Vaucluse. La possibilité de réallouer de l'eau dans les milieux duranciens dépendant des infrastructures EDF, les recherches d'accord avec EDF (CEV) et le secteur agricole (contrats de canaux) étaient menées en parallèle.

L'option retenue par l'Agence de l'eau a été de conventionner les volumes économisés avec les agriculteurs. Les droits d'eau fondés en titre, les autorisations de prélèvement et les dotations conventionnelles sont maintenus, mais de nouvelles modalités de leur exercice sont définies. Ces

[49] Convention entre Électricité de France, le Syndicat Mixte des Canaux de Cadeban-Neuf, Plan Oriental, l'Isle/Sorgue et Carpentras, et le Canal Saint-Julien, relative au soutien des économies d'eau réalisées par le Syndicat Mixte et le Canal Saint-Julien, 2003.

[50] Rente : revenu tiré d'un capital ; revenu

modalités sont définies dans le cadre des protocoles de gestion de la ressource en eau des contrats de canaux, mis en place pour chaque association d'irrigants bénéficiant des aides de l'agence.

Ces protocoles définissent les objectifs de volumes à économiser grâce aux investissements dans la modernisation des réseaux (régulation, passage sous pression, cuvelage), et proposent une répartition de ces volumes entre l'association d'irrigants et les milieux naturels. 50% des volumes économisés rejoignent les milieux naturels, et 50% restent disponibles pour les associations, afin par exemple de réaliser des extensions de réseaux d'irrigation. Les volumes réservés aux milieux naturels sont conventionnés entre l'association d'irrigants et l'Agence de l'eau, pour une durée de 25 ans.

Ces volumes sont alloués en priorité aux « milieux naturels locaux », notamment ceux pouvant être impactés par la suppression des retours d'eau depuis les canaux gravitaires, du fait des travaux de modernisation. Ce qui ne revient pas vers les milieux naturels locaux est crédité sur le Compte Epargne Volume, qui vise une réallocation au niveau des milieux naturels duranciens[51] (Tableau 20).

Tableau 20 : Extrait du protocole de gestion de la ressource en eau du contrat de canal de l'Association syndicale de Carpentras. Source : ASA de Carpentras, 2010.

N° FA	Type de travaux	Année de mise à disposition	Estimation des économies d'eau m^3/an	Volume mis à disposition localement (m^3/an)	Volume en tête du canal mis à disposition du bassin versant Durancien (m^3/an)
Fiche Actions Canal de Carpentras					
I.2.0	Sécurisation 2005 à 2011	2012	560 000	280 000	280 000
I.2.1	Sécurisation	2012	100 000	50 000	50 000
I.2.2	Sécurisation	2013	90 000	45 000	45 000
I.2.3	Sécurisation	2014	80 000	40 000	40 000
I.2.4	Sécurisation	2015	60 000	30 000	30 000
I.2.5	Sécurisation	2016	50 000	25 000	25 000
I.2.6	Sécurisation	2017	60 000	30 000	30 000
I.2.7	Sécurisation	2018	70 000	35 000	35 000
I.4.0	Modernisation	2012	900 000	450 000	450 000
I.4.1	Modernisation	2013 à 2017	2 400 000	1.200 000	1 000 000
I.4.2	Modernisation	2016-2017	600 000	300 000	300 000
			4 970 000 m^3	**2 485 000 m^3**	**2 285 000 m^3**
Fiche Action Canal Mixte					

Des commissions ont été créées afin de déterminer les réallocations vers les milieux naturels locaux qui présenteraient un fort intérêt environnemental. Dans les faits, très peu de réallocations vers les milieux naturels locaux ont été décidées. Nous n'en avons identifié que deux exemples :

- Le cas du contrat de canal de Carpentras, avec une allocation dans l'Auzon, afin de diluer les rejets de la station d'épuration de la ville de Carpentras (un peu plus d'1 Mm^3 par an).
- Le cas du contrat de canal de Manosque, avec une réallocation d'eau vers le Largue, depuis le canal (environ 150 l/s pendant les mois d'étiage, encore au statut d'expérimentation)[52].

[51] Le compte épargne volume n'existait pas encore au moment de la signature des différents contrats de canaux, mais il était prévu qu'un tel dispositif soit mis en place, afin de réallouer les volumes économisés vers les milieux naturels duranciens.

[52] Le Largue est un des affluents déficitaires du bassin de la Durance. ÀA environ 5 kilomètres de la confluence, le canal de Manosque passe en siphon sous le Largue et dispose d'un ouvrage permettant de restituer les surplus d'eau dans le cours d'eau.

La grande majorité des économies d'eau ont donc rejoint le Compte Epargne Volume. D'après l'agence, les deux limites principales à ces protocoles de gestion étaient le ratio de 50% des volumes économisés pour les milieux naturels, et une durée de convention de 25 ans, ne permettant pas de réallocation pérenne (au-delà des 25 ans). Ces limites ont été introduites suite aux négociations avec les associations d'irrigants, qui avaient refusé que la totalité des économies bénéficient aux milieux naturels, ou que les volumes soient mis à disposition sans déterminer pour quelle durée. D'après eux, cela aurait sinon consisté à remettre en cause leurs droits d'eau historiques.

Les contrats de canaux se sont déroulés à partir de la fin du 9ème programme d'intervention de l'Agence de l'eau, et tout au long du 10ème programme, soit entre 2008 et 2018. Avec le 11ème programme d'intervention de l'Agence (2019-2025), de nouvelles conditions de financements ont été actées pour les contrats de canaux futurs. Les aides de l'Agence ne pourront atteindre 70% du total que si la totalité des volumes économisés rejoint les milieux naturels. Si seulement la moitié des économies d'eau bénéficient aux milieux, la participation de l'Agence sera alors limitée à 35% du total. Dans tous les cas, les volumes seront conventionnés jusqu'à échéance de la concession EDF de Serre-Ponçon (2051).

Les financements en faveur des économies d'eau ne remettent donc pas en cause les droits à prélever historiques. En revanche, l'Agence de l'eau vise à s'assurer grâce aux protocoles de gestion de la ressource que la moitié des volumes économisés estimés (à partir des travaux qui seront réalisés) pourront potentiellement rejoindre les milieux naturels (au niveau local ou par l'intermédiaire du CEV). À la différence de la convention C1, il n'est pas prévu de mesurer les économies d'eau réalisées. En effet, les économies sont estimées à partir des travaux réalisés, en fonction du type de travaux (modernisation, régulation ou cuvelage) et de la surface du périmètre concerné ou de la longueur du canal. La référence pour les économies d'eau reste la période 1984-1996, comme dans le cadre de la convention C1.

Cette nouvelle étape conduit à une première redistribution, très limitée, des volumes économisés vers les milieux naturels, depuis 2008 (Manosque) ou 2012 (canaux du Vaucluse).

2.4 Renouvellement de la convention entre irrigants et EDF (convention C2)

Une nouvelle convention a été adoptée en 2014 entre EDF, le Syndicat Mixte et le Canal Saint-Julien, suite à l'arrivée à échéance de la convention C1 et à la mise en place des contrats de canaux. Cette convention, dite « C2[53] », reprend les principes de la convention C1, mais différencie trois types d'économies d'eau (ayant chacun une valeur distincte) :

- Économies x : volumes économisés dans le cadre de la convention C1, entre 2003 et 2013, soit 92 Mm^3/an.
- Économies y : volumes économisés dans le cadre des contrats de canaux. Les associations d'irrigant pouvant choisir de se faire rémunérer une partie des économies qui restent à leur disposition (soit 50% des volumes totaux économisés au maximum). Les « économies y » sont décomptées si le total économisé dépasse les « économies x ».
- Économies z : volumes économisés, en plus des volumes x et y.

Cette convention est valide pour une durée de 9 ans, soit jusqu'à 2022. L'Agence de l'eau a envisagé de cosigner et de participer à ce dispositif, mais elle a finalement considéré que ce n'était pas la bonne entrée pour gérer les retours d'eau vers les milieux naturels (entretien AERMC, 2020). En effet, les conventions C1 et C2 visent avant tout un partage des économies d'eau entre les usages hydroélectriques et agricoles. L'Agence a donc privilégié un accord dont l'objectif est exclusivement la gestion des réallocations d'eau vers les milieux aquatiques duranciens : le CEV. La mise en place de l'outil doit permettre de s'assurer que les associations ne valorisent pas auprès d'EDF des économies d'eau qui devraient normalement retourner aux milieux naturels.

[53] Convention n° 2 relative au soutien des économies d'eau entre Électricité de France et l'Union du Canal Lubéron Sorgue Ventoux, 2014.

2.5 Le Compte Epargne Volume (2016)

Le protocole de gestion des volumes d'eau économisés sur la ressource en eau de la Durance, reposant sur un Compte Epargne Volume, a été signé en 2016 par EDF, l'État et l'Agence de l'eau.

Il est indiqué que les volumes du CEV sont « *économisés dans les eaux superficielles de la Durance* » et sont destinés à « *l'amélioration des milieux aquatiques, la mise à disposition d'une ressource de substitution sur les sous-bassins déficitaires, ou le soutien des débits en cas d'étiage sévère* ». Par ailleurs, le CEV ne prend en considération que les volumes économisés « *susceptibles d'être valorisés énergétiquement par la chaîne hydroélectrique* » (AERMC, 2016), et les opérations de réaffectations depuis les ouvrages EDF.

Les économies d'eau peuvent être obtenues grâce à une amélioration de la régulation des flux dans les réseaux (sondes, vannes automatiques, seuils…), à des investissements relatifs à la modernisation du système de desserte (gravitaire à un réseau sous pression), ou à des investissements relatifs au cuvelage des canaux (AERMC 2016, p.3). Les économies sont comptabilisées en entrée annuelle depuis 2015 (la référence retenue est la moyenne des prélèvements entre 2003 et 2014). Une entrée unique de 34 Mm^3 (à la différence des autres économies d'eau, qui sont créditées chaque année dans le compte) a été négociée en lien avec les économies réalisées sur la période 2003-2014 (début des contrats de canaux). Le compte est plafonné à 100 millions de m^3 (AERMC 2016, p. 6, article 12). Cette comptabilité se superpose à celle existant dans le cadre de la convention C2 (Tableau 21).

Tableau 21 : Comparaison des comptabilités d'économie d'eau dans le CEV et la convention C2. Source : auteur.

Instruments liés aux économies d'eau	**Convention C2**	**Compte Epargne Volume**
Objectifs	Obtenir une rémunération par EDF d'économies d'eau agricoles mise à disposition de la production hydro-électrique	Réallouer les économies d'eau vers les milieux naturels du bassin de la Durance
Signataires	EDF et associations d'irrigants	- Protocole du CEV : Agence de l'eau, EDF et Etat - Engagement des associations d'irrigants
Référence pour le calcul des économies d'eau	Moyenne des prélèvements 1984-1996	- Travaux d'économie d'eau à partir de 2015 - Entrée unique de 34 Mm3 pour la période 2003-2014
Mode de calcul	Mesure des prélèvements annuels	Estimation sur la base des travaux à réaliser
Pas de temps	Annuel	Pluri-annuel avec stockage virtuel dans le compte des économies qui ne sont pas réallouées

La réallocation vers l'environnement ne pourra pas concerner « *les volumes et débits réglementairement exigés au titre des débits réservés fixés au 1er janvier 2014* » (article 16). L'objectif premier est « *l'amélioration de l'équilibre géomorphologique de la Durance et du transit des matériaux* », grâce aux lâchers de décolmatage (ou pulses) réalisés en dehors des crues, et à la mise en transparence de certains barrages lors des crues morphogènes. En application de l'accord-cadre

régional Agence/État/OFB/EDF signé en 2019, « *50% des pertes d'exploitation générées par les lâchers de décolmatage non réglementaires, et 50% de celles générées par les transparences aux crues morphogènes* », seront intégralement compensées par l'utilisation du CEV (AERMC, 2016, p. 7). Des réaffectations pourront également être faites sur les affluents déficitaires du bassin de la Durance.

La répartition des volumes, entre la dotation conventionnelle, le volume de référence utilisé dans le cadre de la convention C2 et les différents compartiments des volumes économisés (économies x, volumes réservés au canal et volumes destinés aux milieux naturels), est présentée dans la Figure 58, en prenant l'exemple du canal de Carpentras.

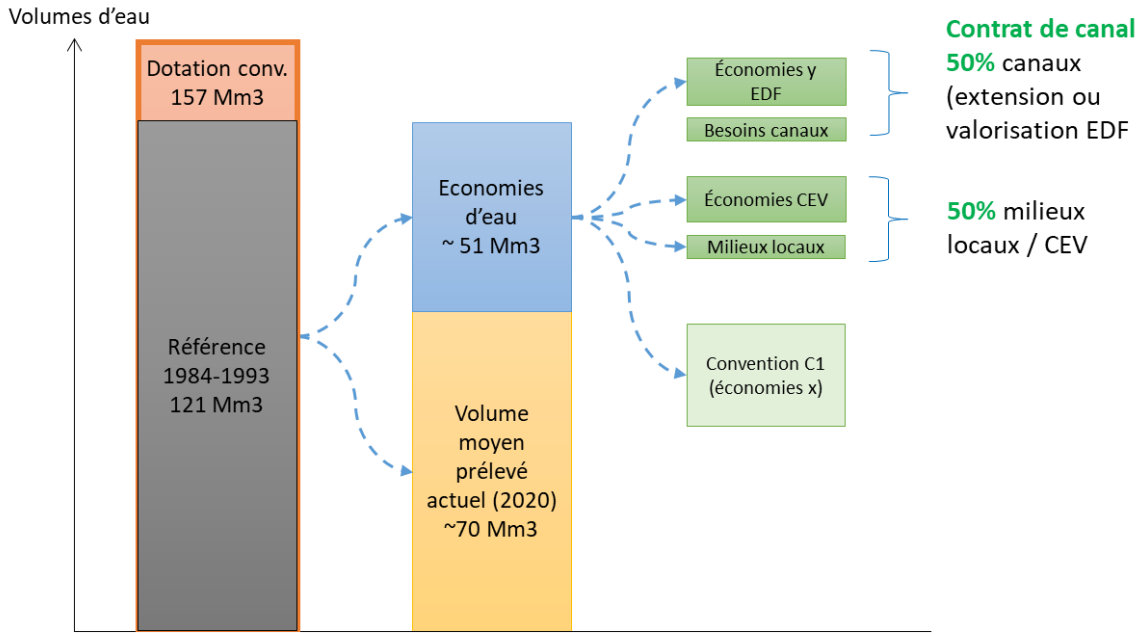


Figure 58 : Répartition schématique des volumes économisés, par rapport à la dotation conventionnelle et au volume de référence C1, à partir de l'exemple de Carpentras en 2020 (les chiffres sont approximatifs). Source : auteur.

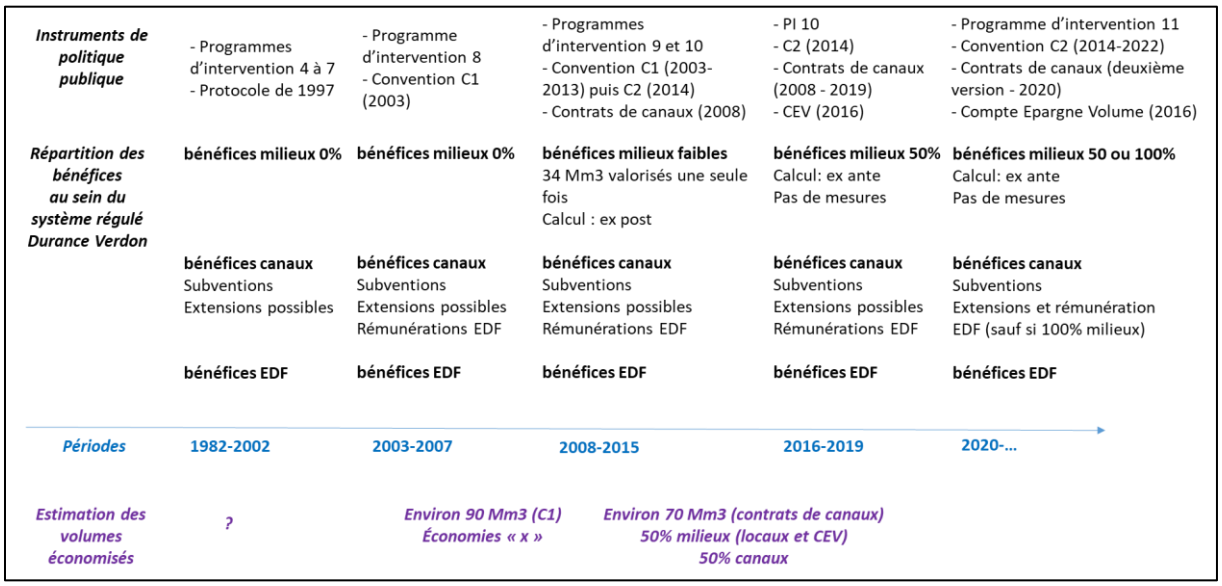
Il découle de ces différents accords une répartition des coûts et bénéfices en lien avec les économies d'eau qui a évolué au cours du temps, en faveur de l'hydroélectricité principalement, puis l'hydroélectricité et l'agriculture, et enfin l'environnement (Tableau 22)[54].

Le bilan sur les aspects juridiques liés aux économies d'eau nous permet de dégager plusieurs points clés :

Les économies d'eau ont un statut qui a évolué au cours du temps, ainsi que leurs bénéficiaires. Il en découle des différences fortes entre des investissements réalisés à la fin des années 1990 ou au début des années 2000, et des investissements plus récents depuis la mise en place du CEV. Les économies obtenues grâce aux premiers sont assurées, permettent une rémunération régulière des ASAs et ne bénéficient pas aux milieux naturels, alors que les investissements récents sont potentiellement plus complexes à mettre en œuvre (potentiel d'économies d'eau déjà épuisé pour de nombreux canaux, notamment dans le Vaucluse), et font l'objet d'une répartition entre des bénéficiaires multiples (canaux, milieux locaux et duranciens, EDF…).

[54] Ce diagramme présente uniquement les usages bénéficiant des économies d'eau, et pas l'évolution globale des usages de l'eau dans le bassin de la Durance. En effet, l'environnement a bénéficié d'une augmentation des débits réservés faisant suite aux loi pêche (1984, mise en œuvre en 1998) et loi sur l'eau et les milieux aquatiques (2006, mise en œuvre en 2014).

Tableau 22 : Schéma de la répartition des volumes d'eau économisés entre les différents usagers au cours du temps, sur le système régulé Durance-Verdon. Source : auteur.



La question du gain environnemental des économies d'eau n'a pas généré de changement radical, soudain, et remettant en cause les accords historiques. Il s'agit d'une transformation graduelle, où les nouveaux instruments et objectifs viennent s'articuler avec l'existant.

Comme cela a été le cas historiquement au moment du développement de la politique d'économie d'eau, les évolutions liées aux financements se font en même temps que la modification des redevances prélèvement. Le système de redevance pour les usagers gravitaires de Basse Durance était intermédiaire entre le prix plus faible des territoires non déficitaires, et ceux plus élevés des territoires déficitaires. Le niveau de priorité pour l'accès aux aides était également intermédiaire. Les acteurs demandaient depuis de nombreuses années le passage en territoire non déficitaire, afin de diminuer la redevance à payer. Cette évolution aurait rendu les territoires duranciens non éligibles aux aides de l'Agence pour les économies d'eau, qui se concentrent uniquement sur les territoires déficitaires, à partir des années 2000. Cela fait partie des nouvelles exigences de gain environnemental, en considérant que le gain n'est pas assuré dans des territoires n'ayant pas de problème quantitatif. Le CEV a permis de maintenir l'accès aux financements de l'Agence en territoire non déficitaire, en justifiant un bénéfice environnemental à l'échelle du bassin de la Durance. Le CEV a donc été accepté dans le cadre d'un compromis, permettant de réduire la redevance pour les agriculteurs, et de renforcer l'exigence d'efficacité pour l'agence. La modification de la redevance prélèvement est discutée au sein du Conseil d'administration de l'Agence dans le cadre du 10ème programme, et en 2013 il est indiqué que la baisse sera accompagnée d'une poursuite des économies d'eau, notamment grâce à un engagement des chambres d'agriculture et d'EDF pour une meilleure répartition de l'eau (Comité de bassin Rhône Méditerranée, 2013, p. 5). Le CEV représente l'accord concrètement mis en place quelques années plus tard.

Dans les parties suivantes, nous décrivons le mode de fonctionnement du CEV, ainsi que les limites et incertitudes qui le caractérisent.

3 Calculs, mesures et équivalences dans le CEV : de l'eau économisée à l'eau réallouée

3.1 Principes de fonctionnement du CEV

Le fonctionnement du Compte Epargne Volume repose sur un tableur Excel, géré par EDF, dans lequel sont comptabilisées les entrées (les économies) et les sorties (réallocations) d'eau à un pas de temps annuel. Chaque fois, des coefficients sont appliqués aux volumes d'eau pour les traduire en gain (économies) ou en pertes (réallocations) énergétiques. Le tableur dispose de quatre types de feuilles de calcul : paramètres (coefficients), économies, réallocations et projections (Figure 59).

La conversion de volumes d'eau en KWh se fait grâce au modèle Parsifal, « *qui optimise la production d'un ouvrage hydroélectrique en fonction du contexte économique (prix du kWh échangé sur le marché), et calcule le gain qui en résulte, en fonction des connaissances disponibles au jour J [ou sur une période déterminée] (données historiques et prévisions)* » (Houdant, 2005, p. 41).

Dans le cas du système régulé Durance-Verdon, le modèle permet d'estimer les gains ou les pertes des actions d'économie/réallocation d'eau, en comparant différents scénarios (quantité d'eau disponible, à une période donnée). Les économies d'eau permettent deux types de gain en production d'électricité : d'une part, cela génère plus de volumes turbinables à l'aval de l'endroit et à la période où les économies sont réalisées, et d'autre part, si les volumes sont assez importants, les économies peuvent conduire à une meilleure optimisation en augmentant le stockage dans la retenue de Serre-Ponçon. Les réallocations quant à elles génèrent, de manière symétrique, des pertes de production liées aux moindres volumes turbinables, et à la désoptimisation potentielle des placements énergétiques. Le type d'action et la période sont déterminantes pour calculer ces pertes.

Pour les coefficients des économies d'eau, trois secteurs ont été définis : de l'aval de l'usine de Mallemort au Rhône et à l'étang de Berre (Zone 1), de l'Escale à l'usine de Mallemort (Zone 2) et de Serre-Ponçon à l'Escale (Zone 3). Le taux de la zone 1 est par convention 1 (Figure 60).

Depuis la mise en place des contrats de canaux et du CEV, les volumes économisés sont calculés sur la base des travaux prévus, mais ne sont pas mesurés après réalisation des projets.

Pour les projets de cuvelage, les économies d'eau réalisées localement sont estimées avec la formule suivante (Contrat de canal de Carpentras, 2011) :

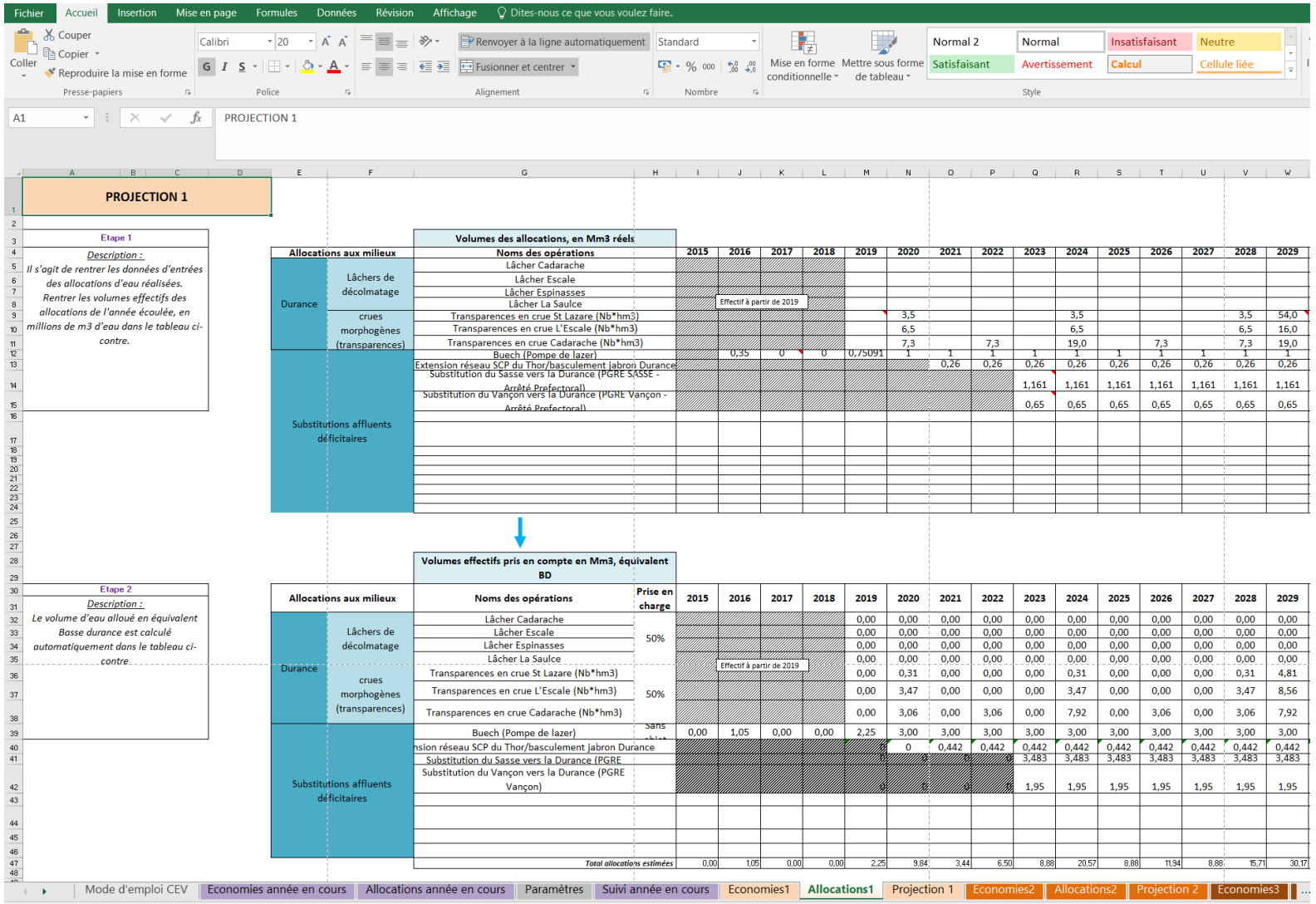
Volume économisé = Surface imperméabilisée * R * nb jours

Où : La surface est en m^2 ; R est un ratio théorique de pertes en ligne supposé égal à 0,09 m^3/m^2/jour sur un canal en terre ; nb jours est le nombre de jours par an pendant lequel le canal est en eau.

Pour les projets de modernisation, l'économie d'eau est estimée avec la formule suivante :

Économie locale = Volume prélevé gravitaire – Volume prélevé pression

Le volume prélevé sous pression est estimé à 3000 m^3 par hectare en moyenne (sauf si des données plus précises sont disponibles sur un secteur comparable du réseau de l'ASA). Pour le volume prélevé gravitairement, le volume transitant dans les filioles qui desservent le secteur concerné a été retenu dans le cas de Carpentras (Figure 61). Pour le Canal Saint-Julien, un prélèvement de 15 000 m^3 par hectare a été utilisé (Asa du Canal Saint-Julien, 2011).



PROJECTION 1

Etape 1

Description :

Il s'agit de rentrer les données d'entrées des allocations d'eau réalisées. Rentrer les volumes effectifs des allocations de l'année écoulée, en millions de m3 d'eau dans le tableau ci-contre.

Volumes des allocations, en Mm3 réels

Allocations aux milieux		Noms des opérations	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Durance	Lâchers de décolmatage	Lâcher Cadarache															
		Lâcher Escale															
		Lâcher Espinasses															
		Lâcher La Saulce		Effectif à partir de 2019													
	crues morphogènes (transparences)	Transparences en crue St Lazare (Nb*hm3)						3,5				3,5				3,5	54,0
		Transparences en crue L'Escale (Nb*hm3)						6,5				6,5				6,5	16,0
		Transparences en crue Cadarache (Nb*hm3)						7,3		7,3		19,0		7,3		7,3	19,0
		Buech (Pompe de lazer)		0,35	0	0	0,75091	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Substitutions affluents déficitaires		Extension réseau SCP du Thor/basculement jabron Durance							0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
		Substitution du Sasse vers la Durance (PGRE SASSE - Arrêté Prefectoral)									1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161	1,161
		Substitution du Vançon vers la Durance (PGRE Vançon - Arrêté Prefectoral)									0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65

Etape 2

Description :

Le volume d'eau alloué en équivalent Basse durance est calculé automatiquement dans le tableau ci-contre.

Volumes effectifs pris en compte en Mm3, équivalent BD

Allocations aux milieux		Noms des opérations	Prise en charge	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Durance	Lâchers de décolmatage	Lâcher Cadarache	50%					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Lâcher Escale						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Lâcher Espinasses						0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Lâcher La Saulce			Effectif à partir de 2019			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	crues morphogènes (transparences)	Transparences en crue St Lazare (Nb*hm3)						0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,31	4,81
		Transparences en crue L'Escale (Nb*hm3)	50%					0,00	3,47	0,00	0,00	0,00	3,47	0,00	0,00	0,00	3,47	8,56
		Transparences en crue Cadarache (Nb*hm3)						0,00	3,06	0,00	3,06	0,00	7,92	0,00	3,06	0,00	3,06	7,92
		Buech (Pompe de lazer)	Sans	0,00	1,05	0,00	0,00	2,25	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Substitutions affluents déficitaires		nsion réseau SCP du Thor/basculement jabron Durance							0	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442
		Substitution du Sasse vers la Durance (PGRE										3,483	3,483	3,483	3,483	3,483	3,483	3,483
		Substitution du Vançon vers la Durance (PGRE Vançon)										1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
		Total allocations estimées		0,00	1,05	0,00	0,00	2,25	9,84	3,44	6,50	8,88	20,57	8,88	11,94	8,88	15,71	30,17

Figure 59 : Extrait d'une page de calcul du tableur Excel permettant de comptabiliser les volumes entrants et sortants du CEV. La page correspond à une projection des allocations depuis le CEV. Source : tableur CEV 2019, EDF.

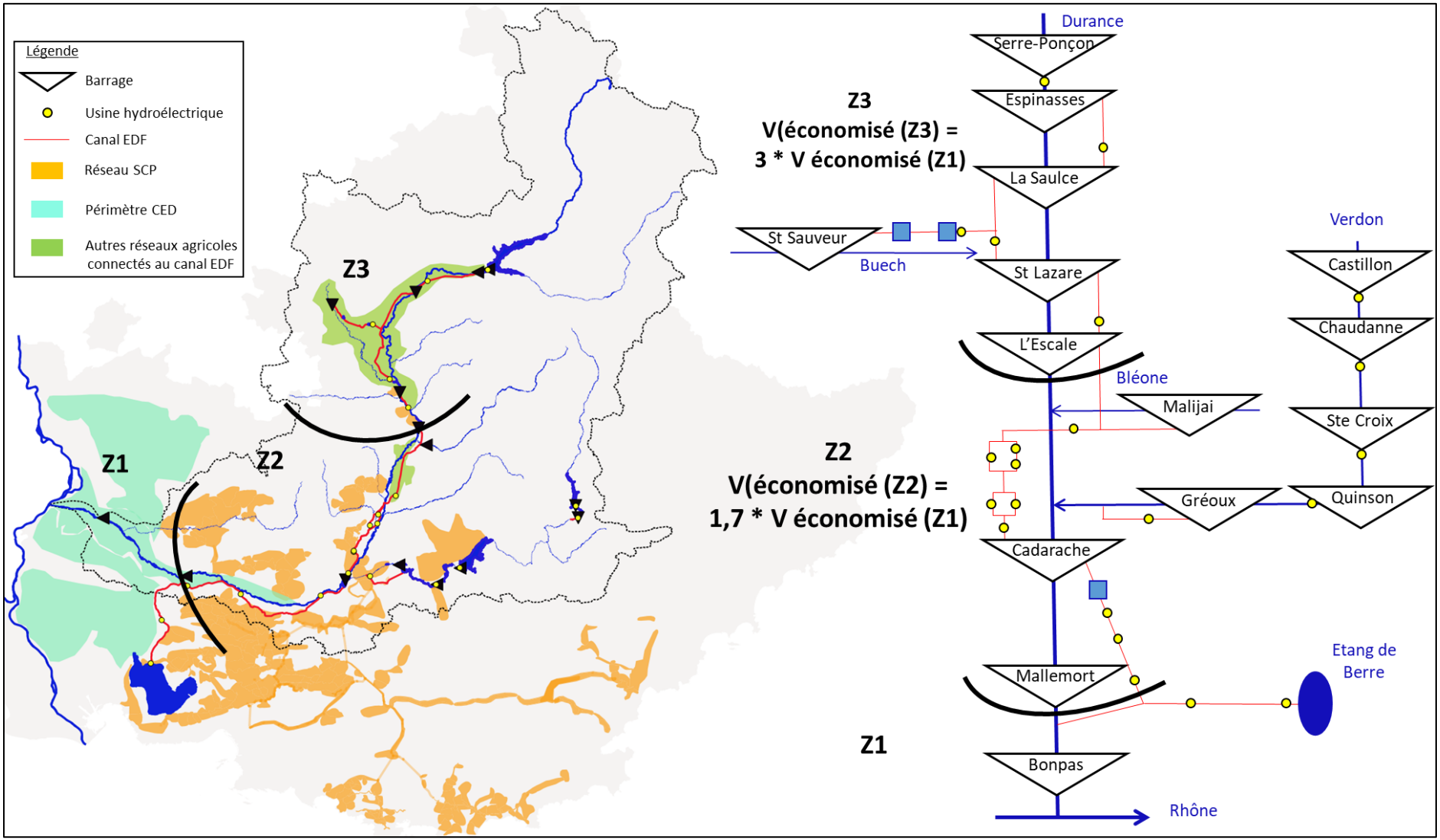


Figure 60 : Coefficients appliqués au volumes d'eau économisés, dans trois zones différentes du système régulé Durance-Verdon. Source : auteur.

Exemple de la modernisation du secteur de Monteux (contrat de canal de Carpentras, 2011) :

Modernisation des réseaux gravitaires de la section 5, sur la commune de Monteux, secteur alimenté via le canal secondaire de la Sainte Famille par 3 filioles principales (filiole n° 8, filiole n° 7 et filiole n° 12), le prélèvement total de ces trois filioles étant de 3 500 000 m3/an.

La surface du secteur à moderniser est de 355 ha.

Volume gravitaire = 3 500 000 m3/an

Volume sous pression = 355 x 3000 = 1 065 000 m3/an

ÉconomieEconomie locale = 2 435 000 m3/an (arrondie à 2 400 000 m3/an)

Figure 61 : Calcul des économies d'eau réalisées lors du projet de modernisation de Monteux. Source : Asa du canal de Carpentras, 2010.

Les économies d'eau entrent chaque année dans le compte, depuis 2015. La seule exception est l'entrée des 34 Mm^3 qui ont été négociés entre l'Agence de l'eau et EDF pour amorcer le CEV, en lien avec les projets d'économie financés avant 2015. Les volumes stockés dans le compte et non consommés sont reportés à l'année suivante. Par ailleurs, un « taux d'intérêt » de 8% est appliqué aux volumes restant dans le compte l'année n, avant de les créditer pour l'année n+1. Enfin, un plafond de 100 Mm^3 a été décidé pour éviter une augmentation trop importante dans le CEV, avec des volumes fictifs accumulés des années précédentes.

Chaque action de réallocation a ensuite son propre coefficient. Pour les projets de substitution vers des bassins déficitaires (comme dans le cas de la pompe Lazer du Buëch), les mêmes taux que ceux appliqués aux économies d'eau ont été retenus. En effet, ces réallocations se font à la même période (entre juin et septembre). Par exemple, 3 Mm^3 économisés à l'aval de Mallemort (Zone 1) peuvent ainsi permettre de réallouer 1 Mm^3 dans le bassin du Buëch pour les besoins en irrigation (Zone 3).

Pour les lâchers de décolmatage et les transparences en crue, des coefficients différents s'appliquent (Tableau 23). Ces derniers ont été calculés grâce à une méthodologie validée par le Conseil d'Administration de l'Agence de l'eau en 2011, et dont les taux sont actualisés tous les trois ans en fonction de l'évolution des prix sur le marché de l'électricité. Cette méthode est commune avec d'autres bassins où intervient EDF. Pendant la mise en œuvre du Contrat de rivière Val de Durance, la méthodologie a permis d'estimer les pertes économiques que représentaient les opérations de chasse de décolmatage ou de transparence en crue pour EDF, qui étaient financées à hauteur de 50% par l'Agence de l'eau. Le coefficient résulte du calcul de l'équivalence entre les pertes économiques générées et les gains des économies d'eau (avec comme point de référence les économies réalisées à l'aval de Mallemort). C'est donc la valorisation financière estimée du kWh qui sert de métrique de référence pour les entrées et sorties du CEV.

La Figure 62 présente une projection d'ici 2050, où apparaissent les volumes économisés et réalloués chaque année, ainsi que les volumes disponibles totaux dans le compte (courbe orange). On observe une saturation du compte très rapide, principalement due aux taux d'intérêt de 8% des volumes économisés. Le plafond de 100 Mm^3 a été atteint en 2019. Ce taux de 8% résulte d'une négociation entre l'Agence de l'eau et EDF. En effet, lorsque l'Agence finançait à EDF des opérations de soutien d'étiage, de façon pérenne jusqu'à la fin d'une concession, un « taux d'actualisation » de 8% par an était appliqué pour prendre en compte un coût futur supérieur au coût actuel supporté par le concessionnaire (incertitudes futures, augmentation de la rareté de l'eau, etc.)[55]. L'Agence a donc été

[55] Le terme de taux d'actualisation est trompeur, car il correspond normalement à une dévaluation future de la monnaie, par rapport à sa valeur actuelle. Ici, c'est l'inverse. Le terme de « taux d'intérêt » nous semble plus approprié, en tant que « rémunération du capital prêté ».

en position de force pour imposer, dans la négociation, ce même taux aux volumes économisés (entretien, Agence de l'eau).

Tableau 23 : Volumes correspondant aux lâchers de décolmatage (cases grisées) et aux transparences en crue, avec leur coefficient d'équivalence. Source : tableur du CEV, EDF, 2019.

	Volume du lâcher (Mm3)	Equivalence 1 Mm3 lâché / Mm3 économisé BD	
Cadarache 13/80 - mai	5,6	1,5	*Lecture : 1Mm3 lâché à Cadarache est économiquement équivalent à 1,5 Mm3 économisés à l'aval de Mallemort*
Escale 13/70 - fev	3,8	2,2	
Espinasses 10/40 - dec	1,7	1,1	
La Saulce 10/60 - fev	2,5	1,5	
Espinasses 10/40 - nov	1,7	1,0	
La Saulce 10/60 - janv	2,5	2,0	
Transparences en crue St Lazare (24 h)	10,4	0,18	*Lecture : 1Mm3 mis en transparence à St-Lazare est économiquement équivalent à 0,18 Mm3 économisés à l'aval de Mallemort*
Transparences en crue L'Escale (24 h)	10,4	1,07	
Transparences en crue Cadarache (24 h)	10,4	0,83	

Les économies d'eau (barres vertes) diminuent au bout d'un certain temps, car les contrats de canaux ont généré une mise à disposition des volumes pour une durée de 25 ans (d'après nous, la diminution devrait se faire à partir de 2040, et non pas 2034 comme indiqué sur la Figure 62, puisque les économies sont comptabilisées depuis 2015).

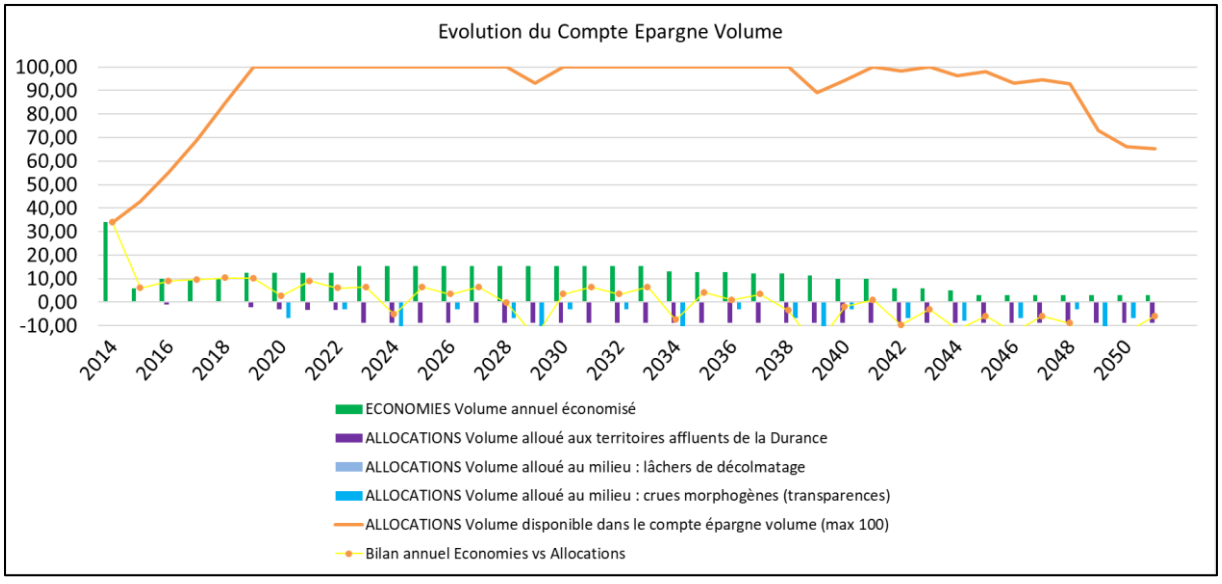


Figure 62 : Simulation d'évolution du compte jusqu'à 2050. Source : Tableur du CEV, EDF, 2019.

Nous allons maintenant nous intéresser à deux aspects du fonctionnement du compte décrit ci-dessus : l'absence de procédure établie pour déterminer les entrées et sorties du CEV, et la différence entre les économies calculées et les économies réelles.

3.2 Eligibilité des projets et transparence du fonctionnement du CEV

La description faite dans la Section 3.1 nous a permis d'apprécier la complexité du fonctionnement du CEV. Il repose sur des équivalences et des calculs multiples, permettant le passage de volumes d'eau en kWh, et de kWh en volumes d'eau. Ces calculs reposent notamment sur le fonctionnement du modèle Parsifal, qui est la propriété d'EDF. Cela entraîne l'impossibilité d'avoir accès aux résultats des modélisations d'EDF, et éventuellement de pouvoir les critiquer ou les faire évoluer.

Ce manque de transparence génère des problèmes pour connaître l'éligibilité de certains projets de modernisation à entrer dans le dispositif de transfert des économies d'eau, et donc d'avoir accès aux subventions de l'Agence de l'eau. En effet, des questions sont par exemple apparues sur la possibilité pour l'Agence de l'eau de financer des projets d'investissement situés à l'aval du système, dont les bénéfices étaient considérés nuls pour la production hydroélectrique par EDF (notamment le cas de la modernisation des canaux de la plaine d'Avignon). La comptabilité des entrées dans le CEV lorsque des projets de modernisation sont réalisés dans les affluents déficitaires n'a pas été tranchée non plus (cas du canal de Volonne sur le Vanson ou du canal de Saint-Tropez sur le Sasse). L'un des critères dépendrait de la distance au canal EDF, mais aucun document ne précise clairement les conditions d'éligibilité.

L'Agence envisage la mise en place d'une grille partagée par l'ensemble des acteurs, qui permettrait de définir les conditions pour qu'un projet d'économie d'eau accède au dispositif du CEV.

3.3 Économies calculées et économies réelles

3.3.1 Incertitudes liées aux économies d'eau

Alors que les conventions C1 et C2 signées entre EDF et certains irrigants se basent sur des mesures à la fin de la saison d'irrigation, le Compte Epargne Volume et les contrats de canaux reposent sur des calculs réalisés avant la mise en place des projets.

Or, de nombreuses études ont montré les incertitudes liées aux projets d'économie d'eau, notamment en Chine, au Maroc ou en Australie (Kendy et al., 2003 ; Molle & Tanouti, 2017 ; Grafton et al. 2018). Dans certains cas, des projets permettant une augmentation de l'efficience d'irrigation au niveau des parcelles agricoles, ont entrainé une diminution des volumes disponibles à l'échelle du bassin versant, à cause du manque de mesures, de connaissance fine des flux, et de limites de prélèvement ou de surfaces irriguées (Grafton et al., 2018) (voir Chapitre 1).

Dans notre cas, les incertitudes liées aux économies d'eau se trouvent à trois niveaux. Premièrement, les volumes économisés se basent sur une estimation à partir des travaux réalisés, et non sur des mesures de débits avant et après réalisation des projets de modernisation. Comme cela est résumé par une personne de l'agence, beaucoup de flou persiste :

> *Si vous modernisez tant de kilomètres, tant de surfaces, il y a tant d'économies. Et c'est sur cette base que l'on discute avec l'ASA. Après nous on ne vérifie que ça, est-ce que les travaux sont faits etc. Deux choses cohabitent : la réalité et ce qu'on définit projet par projet. Donc nous quand on fait nos volumes, c'est ce qui a été financé, mais il n'y a pas nécessairement de réalité physique, s'il y a eu une année sèche, humide, ou s'il y a eu de l'extension (entretien AERMC, 2018).*

Deuxièmement, les économies d'eau sont calculées à partir des prélèvements d'eau bruts, ce qui a tendance à surestimer le gain réel à l'échelle du bassin. Les impacts de l'évolution des retours des canaux gravitaires sont pris en compte de façon inégale dans les projets. Des études de flux ont été

menées, comme sur le canal Saint Julien depuis plusieurs années, afin d'analyser plus en détail les flux d'eau à l'échelle de périmètres irrigués. Même si une diminution des retours en Durance a été montrée (via le Calavon par exemple), peu de réallocation vers les milieux locaux ont été réalisées, à partir des volumes économisés (voir ci-dessus : cas des canaux de Carpentras et de Manosque). Globalement, seule la réduction des volumes bruts est encouragée, tandis que la question des retours de canaux est minimisée en arguant qu'ils seraient généralement de qualité moindre, chargés en limons ou en fertilisants par exemple, et ne correspondent pas au régime naturel de la rivière (entretien AERMC, 2018 ; Jimenez Aguirre & Isidoro, 2018). Comme cela a été présenté dans le Chapitre 1, de nombreuses études ont toutefois montré l'importance de mieux prendre en compte ces flux à l'échelle du bassin (Grafton et al., 2018). La comptabilité des volumes bruts uniquement apparaît donc problématique, en étant aveugle sur de possibles extensions des irrigations et potentiellement une augmentation des consommations d'eau.

Troisièmement, la prise en compte des économies d'eau historiques s'est conclue par l'entrée d'un volume 34 Mm3, une seule fois et non renouvelé chaque année, à la différence des autres volumes économisés. Or, comme nous l'avons vu dans le chapitre 2, EDF estimait une économie d'eau d'environ 92 Mm3/an réalisée entre 2003 et 2013, au moment de la signature de la convention C2 (EDF, 2014). Les investissements précédents réalisés depuis 1982 n'ont donc pas du tout été pris en compte. Il semble donc que la surestimation possible des volumes économisés depuis 2015 (sur le base des travaux planifiés et des prélèvements bruts), soit compensée par une faible considération des investissements historiques.

3.3.2 Le caractère performatif des procédures de quantification

Plusieurs auteurs ont montré comment les procédures de quantification pouvaient avoir des effets performatifs (Callon, 2006 ; Desrosières, 2008). Au-delà de leur simple rôle de descripteur de la réalité, les indicateurs produisent et transforment le réel. Cela a été montré par exemple dans le cas des indicateurs de performance, qui peuvent pousser certains acteurs à délaisser ce qui n'est pas pris en compte dans les procédures d'évaluation des résultats (Bevan & Hood, 2006).

Les calculs de volumes économisés, en donnant des chiffres relativement détaillés pour l'ensemble des projets d'économies d'eau, rendent les incertitudes moins visibles. Même si les volumes ne sont pas mesurés a posteriori, ils sont considérés comme acquis et réels. Les calculs produisent une forme « d'objectivité naturelle[56] » et ne sont plus discutés. Les volumes calculés représentent ensuite les entrées du Compte Epargne Volume, et sont considérés comme garantissant un gain écologique.

Toutefois, comme indiqué précédemment, aucune mesure n'est prise en compte après réalisation des travaux, et les autorisations de prélèvement ne sont pas modifiées. Une procédure de révision avait été envisagée sur le long terme, 10 ans après la réalisation des travaux, mais cela n'a pas été mis en œuvre jusqu'à maintenant (Figure 63).

[56] « Mechanical objectivity » (Porter,1995).

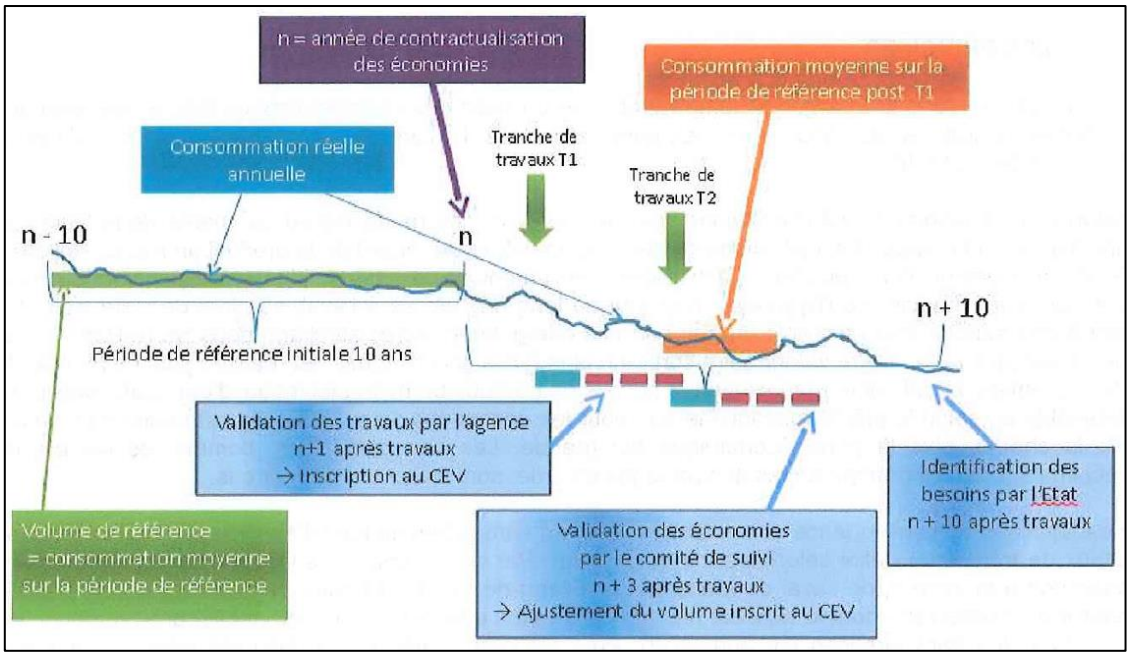


Figure 63 : Liens entre projets d'économie d'eau et volumes prélevés au cours du temps. Source : AERMC, 2016.

Dans la quatrième partie, nous décrivons les enjeux environnementaux du bassin de la Durance et les choix de réallocation qui ont été faits dans le cadre du CEV.

4 Réallocations vers l'environnement depuis le Compte Epargne Volume

4.1 Enjeux environnementaux dans le bassin de la Durance

4.1.1 Evolutions réglementaires, évènements extrêmes et mise en évidence des impacts écologiques des aménagements

Cette section revient sur les problématiques environnementales du bassin de la Durance, avant de s'intéresser dans la partie suivante aux réallocations d'eau vers les milieux naturels, et à leurs effets potentiels.

À partir des années 1980-1990, les enjeux environnementaux prennent de plus en plus d'importance et sont traduits réglementairement dans le domaine de l'eau avec la loi pêche de 1984, la loi sur l'eau de 1992 et l'adoption du premier SDAGE en 1996.

Deux missions interministérielles, au cours des années 1980, tentent d'établir un premier bilan sur les questions environnementales liées aux extractions et aux ouvrages hydroélectriques dans le bassin de la Durance (Gonde ; Deniel et Tiphine, 1985). Les impacts négatifs des aménagements sur les milieux naturels sont peu à peu mis en évidence, en particulier en lien avec le manque d'eau à l'aval des ouvrages et la gestion des extractions dans le lit mineur (Deniel & Tiphine, 1985). La signature de la Charte d'aménagement de la Durance en 1985 entre le SMAVD et l'État marque un premier engagement en faveur d'une meilleure prise en compte des milieux naturels, centrée sur la gestion de l'espace alluvial. Par ailleurs, les impacts négatifs des rejets d'eau douce dans l'étang de Berre sont largement relayés dans les médias et par les élus locaux, et mènent à une première phase de concertation sous l'initiative de Brice Lalonde, alors secrétaire d'État auprès du Premier ministre chargé de l'environnement. Le plan Barnier visant la restauration de l'étang fut signé en 1994.

En plus de ces évolutions réglementaires et institutionnelles, la période 1990-2000 est traversée par des évènements environnementaux d'une violence sans précédent depuis la construction des aménagements EDF dans les années 1960. Les sécheresses de 1989 et 1990 rappellent les limites du système, avec deux dépassements successifs de la réserve agricole de 200 Mm^3 de Serre-Ponçon (Balland et al., 2002). Les deux crues de janvier et novembre 1994, de période de retour de 25 et 15 ans respectivement, génèrent des inondations importantes entre Cadarache et la confluence (Sogreah, 2001). Après 30 ans de calme hydrologique, cet évènement montre les effets très limités des barrages sur les crues importantes. Des « études globales » sont alors menées pendant environ 10 ans par le SMAVD, sur la Basse et la Moyenne-Durance, afin de caractériser le régime hydrologique de la rivière, sa morphologie, les risques d'inondation, et l'évolution des milieux naturels depuis les aménagements EDF (Agualis & Cesame, 1998 ; Sogreah, 2001 ; 2004). Un bilan des enjeux environnementaux dans le bassin de la Durance est proposé dans la partie suivante, sur la base des résultats principaux des études globales, et d'autres résultats plus récents.

4.1.2 Les impacts des aménagements sur l'hydromorphologie et les milieux naturels

4.1.2.1 Hydromorphologie, rivières en tresse et habitats naturels

La compréhension des impacts environnementaux des aménagements dans le bassin de la Durance nécessite quelques notions d'hydromorphologie. L'hydromorphologie fluviale est définie comme l'étude des processus physiques régissant le fonctionnement des cours d'eau (dynamique fluviale), et des formes qui en résultent (morphologie fluviale) (Malavoi & Bravard, 2010). Elle repose sur les concepts de système fluvial et d'hydrosystème. Le premier est une unité fonctionnelle regroupant les versants et chenaux, connectés par les processus de transport de l'eau et des sédiments (Ibid., 2010). Le bassin est découpé en trois zones de l'amont vers l'aval : zone de production (érosion>accumulation), zone de transport (érosion=accumulation) et zone de dépôt (érosion<accumulation) (Chapuis, 2012). L'hydrosystème est une entité du système fluvial, et

comprend les lits mineur, moyen et majeur[57] (Malavoi & Bravard, 2010). Il s'agit d'une mosaïque de milieux interconnectés par des flux d'eau, de sédiments et de matière organique (dimensions longitudinale, latérale, verticale et le temps) (Terrier et al., 2019).

L'hydrosystème repose sur un équilibre dynamique entre des variables « de contrôle » et « de réponse ». Les variables de contrôle majeures sont les débits liquide et solide (la végétation de la plaine est également considérée comme une variable de contrôle ; Chapuis, 2012). Les variables de réponse sont principalement la géométrie, la sinuosité et la pente locale du cours d'eau, qui vont s'ajuster en fonction des variables de contrôle (Malavoi & Bravard, 2010). Il s'ensuit un « *ajustement permanent de la morphologie du cours d'eau, autour de conditions moyennes, par le biais des processus d'érosion-dépôt* » (Ibid., 2010, p. 14). En particulier, on retrouve deux styles fluviaux d'équilibre principaux : le méandrage et le tressage. Il existe également des styles intermédiaires, et d'autres résultants directement d'activités anthropiques comme le style « rectiligne » (Ibid., p. 64) ou « chenalisation » (Sogreah, 2001).

La Durance est une rivière dite « en tresse », caractérisée par des chenaux multiples très mobiles dans l'espace et dans le temps, séparés par des bancs alluviaux peu ou pas végétalisés, car les crues arrachent régulièrement la végétation qui s'y développe (Malavoi & Bravard, 2010, p. 92). Ces rivières peuvent être définies par quatre caractéristiques principales : l'abondance de charge de fond graveleuse ou sableuse (capacité de transport trop faible pour l'évacuer totalement) ; l'érodabilité des berges, qui permet l'introduction de grandes quantités de matériaux nécessaires aux processus de formation des bancs et des bras multiples ; la variabilité des débits (érosion et transport irréguliers) ; la présence d'un plancher alluvial à forte pente, qui se traduit par une forte puissance fluviale (accroît l'érosion des berges et la mise en mouvement des sédiments constituant le lit de la rivière) (Terrier et al., 2019). Ces rivières sont une spécificité du bassin Rhône-Méditerranée sur le territoire national, du fait de son caractère montagneux avec des secteurs encore très actifs en termes de transport solide (Ibid., 2019). Après une extension du tressage des rivières entre le XIV^{e} et le XVIII^{e} siècle, sous l'effet du petit âge glaciaire et de la dégradation du couvert végétal, ce style est en régression depuis le XIX^{e} siècle (Ibid., 2019, p. 19). Les extractions de granulat, les endiguements, la construction de barrages et le reboisement sont autant d'activités anthropiques qui ont participé et participent encore à la diminution du style fluvial en tresse (Ibid., 2019). Or ces milieux présentent une mosaïque d'habitats très diversifiés, allant des plus secs aux plus humides sur des surfaces extrêmement réduites (Ibid., 2019, p. 23). Ils assurent également des fonctions d'autoépuration grâce au contact avec des biofilms microbiens sous la surface (Ibid, 2019). La préservation et la restauration des rivières en tresse constituent donc un enjeu important dans le bassin Rhône Méditerranée (cette restauration n'est pas toujours possible et dépend du niveau d'aménagement de la rivière ; Malavoi et Bravard, 2010).

La Durance et ses affluents représentent plus de 50% de ces milieux au sein du district hydrographique Rhône Méditerranée. Cette rivière assure en particulier des fonctions de corridor de déplacement, de diversification et de refuge des espèces, en faisant la jonction entre les zones biogéographiques alpines et méditerranéennes, fortement contrastées (SMAVD, 2011). Sur les 19 habitats d'intérêts communautaires qui ont été recensés, 14 d'entre eux sont liés au style fluvial en tresse de la Durance (habitats pionniers des bancs de galets, zones annexes d'eau calmes, ripisylves…) (Ibid., 2011). Le maintien de la dynamique fluviale de la Durance, via les variables de contrôle de débits solide et liquide, constitue ainsi l'enjeu principal de préservation des milieux naturels, en favorisant sa morphologie en tresse, et le maintien d'une grande diversité d'habitats (Ibid., 2011). À cause des nombreux aménagements, cela n'est possible que sur la partie aval du cours d'eau (Sogreah, 2001).

[57] Lit mineur : partie du lit en eau pour des débits compris entre le débit d'étiage et le module. Lit moyen ou « bande active » : partie du lit en eau pour des débits compris entre l'étiage et la crue de pleins bords. Elle est constituée de bancs alluviaux peu ou pas végétalisés, remaniés et rajeunis par des évènements hydrologiques de fréquence moyenne à forte (entre la crue annuelle et la crue biennale environ), est souvent considérée comme la zone majeure de stockage temporaire de la charge alluviale de fond en transit à l'échelle des décennies. Lit majeur ou « plaine alluviale », mis en eau lors des crues de fréquence moyenne à rare (centennale) (Malavoi et Bravard, 2010, p. 11).

4.1.2.2 Impacts des aménagements sur l'hydromorphologie de la Durance

L'hydrosystème durancien a fortement évolué au cours des siècles, sous l'influence de variables climatiques et des interventions humaines (Miramont et al., 1998). Les aménagements de la deuxième moitié du XX^{e} siècle ont toutefois représenté une modification particulièrement rapide, avec des impacts négatifs importants sur la dynamique fluviale, la morphologie du cours d'eau, les habitats et les biocénoses (Agualis & Cesame, 1998 ; Sogreah, 2001).

Les extractions de granulats, équivalentes à plus d'un siècle d'apport en charge grossière, et les retenues d'eau, ont généré un déficit en matériaux et une incision du lit sur la quasi-totalité de la rivière (Sogreah, 2001 ; Warner 2012). Ces incisions ont été plus marquées en Basse-Durance (80% des extractions) et se poursuivent sur certains secteurs. Le phénomène d'incision provoque une diminution du tressage et le passage d'une rivière à chenaux multiples vers un chenal unique et rectiligne (Miramont et al., 1998). L'indice de tressage[58] est par exemple passé de 7 en 1944 à 1 en 1986 (Ibid., 1998). Seul le rétablissement d'une dynamique sédimentaire importante peut permettre de contrer cette évolution et de maintenir le tressage de la rivière.

Toutefois, la capacité de transport solide (qui dépend du débit en eau, de la pente et de la taille des matériaux) a diminué drastiquement suite aux aménagements. Elle est passée d'environ 500 000 m^3 de matériaux grossiers par an, à 40 000 à l'aval de Cadarache (et de 300 000 à 25 000 à l'aval de l'Escale, respectivement) (Sogreah, 2001). Le nombre de jours par an pour lesquels le seuil de mise en mouvement des matériaux est atteint est ainsi passé de plus de 100 à moins de 10 à l'aval de Cadarache[59] (Lefort & Chapuis, 2012). Les crues annuelles et bisannuelles ont en effet presque disparu (contenues dans les réservoirs de Serre-Ponçon et de Sainte-Croix), et l'impact des crues de fréquence inférieure à 10 ans a fortement diminué (Sogreah, 2001, p. 4). Après s'être incisé, le lit à l'amont de Sisteron s'est peu à peu « figé », au sens où la dynamique fluviale est presque absente (capacité de transport presque nulle). À l'aval du barrage de Saint-Lazare, la capacité de transport augmente légèrement grâce aux apports du Buëch, et plus encore à l'aval du barrage de l'Escale avec les apports de la Bléone et de l'Asse (Ibid., 2001).

Par ailleurs, la présence même de matériaux a fortement diminué dans le cours d'eau. Serre-Ponçon et Sainte-Croix bloquent totalement le passage potentiel de charge solide. À l'aval de ces ouvrages, seuls les affluents participent à une recharge du cours d'eau en charge grossière. Mais du fait de la diminution des crues morphogènes, la Durance est incapable d'évacuer ces matériaux qui s'accumulent aux confluences et forment des cônes d'alluvionnement (Sasse, Buëch, Jabron, Bléone, Asse, Largue…). Ces derniers posent notamment des problèmes d'augmentation des risques d'inondation. Ils sont de plus bloqués dans les différentes retenues successives, en particulier jusqu'à l'Escale qui constitue une barrière très difficilement franchissable (Sogreah, 2001). Les apports en matériaux, susceptibles de maintenir une dynamique de rivière en tresse à l'aval du bassin, viennent donc essentiellement de la Bléone et de l'Asse (aval de l'Escale). Les sources secondaires provenant des terrasses alluviales sont également peu accessibles, à cause des endiguements qui ont été construits afin de gagner des terres destinées aux usages agricoles ou à l'urbanisation (Sogreah, 2001 ; Chapuis, 2012).

Le troisième impact en lien avec le transport sédimentaire est la modification des flux de matière en suspension (MES, ou limons). Les flux de limons dans le bassin de la Durance avant aménagement sont estimés à environ 2,2 Mm^3 (soit 3,5 Mt avec une densité apparente de 1,6), dont un tiers serait généré à l'amont de Serre-Ponçon (Sogreah, 2001). La quantité de limons à l'aval des grands réservoirs serait ainsi de plus ou moins 1,3 Mm^3 ou 2 Mt par an. Ces derniers se sont accumulés dans les différentes

[58] Indice de tressage : somme de la longueur de chaque bras mesurée parallèlement à l'axe de la bande active que divise l'unité de longueur (1 km) (Miramont et al., 1998).

[59] Le seuil de mise en mouvement des matériaux est appelé « débit morphologiquement actif », et est d'environ 170 m^3/s sur la Durance. Le débit ou la crue « morphogène », capable de « remodeler le lit du cours d'eau », serait pour sa part de 300 à 500 m^3/s (Chapuis, 2012).

retenues au cours du temps, et ont engendré une forte diminution des capacités de stockage de la chaîne hydroélectrique. Environ 50% des retenues d'Espinasse et La Saulce sont envasées, et plus de 80% des retenues de Saint-Lazare et l'Escale (Sogreah, 2001, p. 128). La gestion de ces limons, plus que les matériaux grossiers, constitue ainsi un enjeu important pour le concessionnaire EDF (Ibid., 2001, p. 127). Les dépôts dans les retenues sont aujourd'hui limités, estimés à environ 0,1 Mt par an, contre 0,8 dans les années 1970 (Ibid., 2001). La majeure partie des apports en MES a été envoyée vers l'étang de Berre jusqu'en 1993, avant la mise en place du plan Barnier. Ils sont estimés à 0,7 Mt par an, puis réduits à 0,1 Mt en 1994, et 60 000 tonnes depuis 2005. À l'opposé, les apports vers Mallemort sont passés de 0,1 Mt par an dans les années 1970 à presque 2 Mt depuis 2005. Les flux vers les canaux agricoles seraient de 140 000 tonnes par an (Sogreah, 2001).

Les effets conjugués de l'incision, de la diminution des débits et de la charge grossière, avec une quantité toujours très importante de MES, favorisent les processus de végétalisation des îles du cours d'eau et de formation d'un chenal unique (Sogreah, 2001 ; 2004). Il en découle une évolution du style fluvial en tresse vers un style fluvial rectiligne ou méandriforme, selon les tronçons. Globalement, la largeur du lit vif (eau, graviers, iscles) a diminué de 40%, passant de 8000 hectares en 1957 à 4800 hectares en 1994 (entre Sisteron et le Rhône). La ripisylve a en revanche progressé d'environ 1000 hectares sur la même période (Agualis & Cesame, 1998). Afin de maintenir un chenal d'écoulement suffisant par rapport aux risques de crue, EDF est donc chargé de réaliser des essartements réguliers dans le lit, sur une bande d'environ 400 mètres de largeur. C'est la seule action qui permet de limiter la végétalisation du lit, en se substituant à l'effet des crues qui empêchaient l'accroissement de la ripisylve et maintenaient un lit vif large (Sogreah, 2001, p. 29).

Cette évolution du style fluvial est directement liée à la diversité et la qualité des habitats naturels (Vietz & Finlayson, 2017) (Figure 64). Même si la ripisylve est un écosystème riche du point de vue de la biodiversité, cette transition s'accompagne d'une disparition des mosaïques d'habitats caractéristiques des rivières en tresse. Du fait des dépôts de limons et du colmatage du lit à de nombreux endroits, ainsi que des phénomènes d'incision, les liens entre la rivière, la nappe d'accompagnement et les annexes fluviales sont très impactés. Ces dernières sont notamment des zones de refuge importantes pour la faune piscicole lors d'évènements de crue ou de sécheresse (Agualis & Cesame, 1998). Le colmatage du fond impacte directement les frayères potentielles pour de nombreuses espèces nécessitant un substrat de graviers (Ibid., 1998). De plus, la réalisation de l'essartement sur la même bande a entraîné une homogénéisation des habitats (Ibid., 1998). La réduction de la rivière à son débit réservé sur presque 80% de son cours entre Serre-Ponçon et la confluence avec le Rhône a provoqué une forte diminution des surfaces en eau, disponibles pour la faune aquatique (Ibid., 1998). Cela a également participé à la raréfaction des annexes fluviales, à une augmentation de la température de l'eau et de la charge en matière organique (Sogreah, 2001, p. 53).

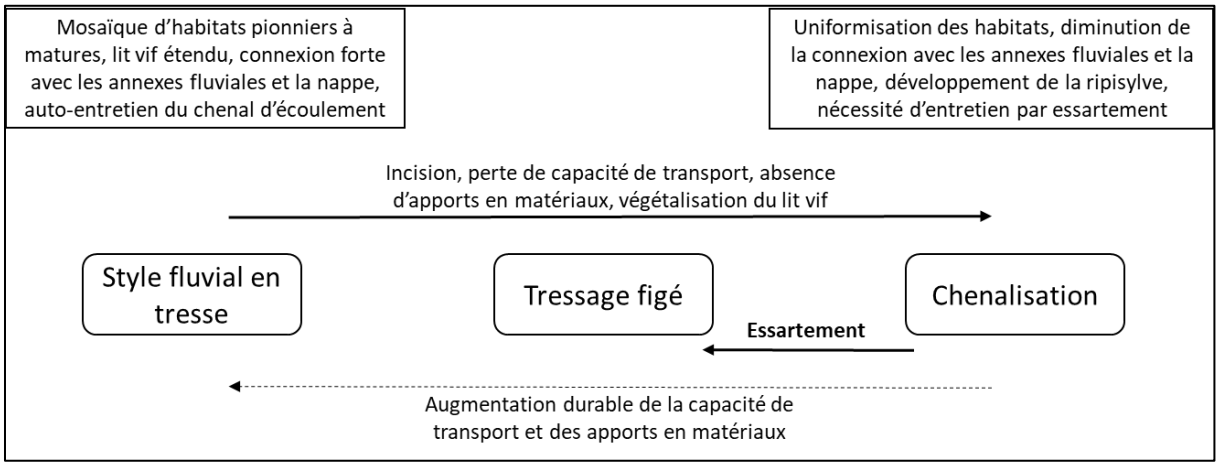


Figure 64 : Représentation simplifiée des dynamique de chenalisation, et des liens avec les biocénoses aquatiques. Source : auteur, adapté depuis Sogreah, 2001 ; Agualis & Cesame, 1998.

Les enjeux environnementaux principaux sont donc le rétablissement d'une capacité de transport, associée à une augmentation de la charge grossière disponible, lorsque cela est possible. En effet, la préservation ou la restauration du tressage n'est envisageable que lorsque ce dernier peut s'entretenir dans le temps. Les conclusions des études globales, en accord avec d'autres études récentes sur les rivières en tresse (Terrier et al., 2019), proposent donc de gérer différemment les tronçons à l'amont et à l'aval de l'Escale (Sogreah, 2001).

Le rétablissement d'une dynamique de transport et de tronçons en tresse à l'amont du barrage est considéré peu réaliste, du fait du manque d'apports naturels (flux d'eau et de sédiments) et du « verrou » que représente l'ouvrage (radier, et seuil naturel correspondant à une ancienne terrasse alluviale de roche dure ; Ibid., 2001). En revanche, il apparaît essentiel de lutter contre les effets des faibles débits : augmentation des débits réservés pour éviter l'enlimonnement, les hausses de température et l'apparition d'algues ; reconnexion avec certaines annexes fluviales ; réalisation de « lâchers de décolmatage » à l'aval des barrages pour restaurer les sites de frayères potentielles (Agualis & Cesame, 1998).

À l'aval de l'Escale, plusieurs pistes de gestion ont été envisagées pour rétablir une certaine dynamique du cours d'eau et préserver les habitats naturels qui y sont associés. Il s'agit de favoriser la transparence des barrages lors des crues pour rétablir le transport sédimentaire, et d'assurer la recharge grâce aux apports de matériaux de la Bléone et de l'Asse d'une part, et des terrasses alluviales d'autre part (recul de certaines digues de protection) (Sogreah, 2001).

Les acteurs du bassin se sont basés sur ces conclusions pour la mise en place du contrat de rivière Val de Durance (signé en 2008). Parmi les actions du contrat, deux d'entre elles ont ensuite été intégrées au Compte Epargne Volume : les lâchers de décolmatage (restauration des frayères) et la réalisation de transparences des barrages pendant les épisodes de crue (rétablissement du transport sédimentaire). Après l'adoption des lois sur l'eau de 1984 et 2006, le débit réservé a également été augmenté à deux reprises.

4.1.3 Les affluents déficitaires du bassin de la Durance

En plus de la problématique propre au cours d'eau durancien, huit affluents de la Durance sont classés comme « bassins déficitaires » dans le SDAGE Rhône-Méditerranée et Corse. Cela signifie qu'il existe dans ces affluents un déséquilibre entre la ressource en eau disponible et les prélèvements, se traduisant par des mesures d'arrêtés sécheresses plus d'une année sur cinq (Circulaire de 2008, réforme des volumes prélevables). L'enjeu de préservation de ces cours d'eau est essentiel à plusieurs titres : la majorité d'entre eux n'ont pas de grands barrages qui modifient les flux d'eau et de sédiments, et présentent donc un fonctionnement en tresse peu perturbé dont l'importance écologique pour la faune et la flore a été soulignée précédemment ; à la jonction entre zones climatiques méditerranéenne et montagnarde, ils supportent une mosaïque d'habitats, salmonidés à l'amont (truites, chabots, vairons,…) et cyprinidés d'eau vive à l'aval ; ils abritent les principaux lieux de reproduction de la truite fario, et peuvent servir de zone refuge lors de crues importantes en Durance (Fédération de pêche des Alpes-de-Haute-Provence, 2020).

Exceptés le Calavon et le Buëch, les bassins déficitaires ne bénéficient pas d'un apport d'eau depuis le système régulé Durance-Verdon. Les usagers sont donc directement touchés par les restrictions d'usage, fréquentes pendant les mois d'étiage (alors que les prélèvements depuis les infrastructures EDF ne sont pas soumis aux restrictions).

D'après l'étude R^2D^2, les affluents déficitaires du bassin de la Durance présentent une forte vulnérabilité au changement climatique, qui se traduira certainement par des étiages plus longs et sévères (environ – 20% de débit entre juillet et septembre, qui pourrait se traduire par presque le double de jours en arrêtés sécheresse au niveau d'alerte dans le cas du Buëch par exemple) (Sauquet et al., 2015, p. 118 - 132).

Des projets de substitution de prélèvements depuis ces affluents par des prélèvements en Durance ont donc été envisagés pour résorber les déficits en eau et restaurer des débits environnementaux satisfaisants pour les milieux (en moyenne 4 années sur 5), notamment sur les tronçons aval de ces rivières. Ces projets de substitution sont également éligibles en tant que projet de réaffectation d'eau depuis le Compte Epargne Volume.

4.1.4 Les impacts des aménagements sur l'étang de Berre

Les enjeux écologiques liés à l'étang de Berre et les évolutions des rejets ont été décrits dans le Chapitre 2 (2.3.3 et 3.3.3). L'évolution de l'état écologique de l'étang était globalement positive jusqu'à l'anoxie de l'été 2018 (Gipreb, 2018). Les études et discussions se poursuivent aujourd'hui sur les différents scénarios d'évolution possibles. Des plaintes ont été déposées en 2019 par le Gipreb et l'association l'Etang Nouveau auprès de la Commission Européenne, pour non atteinte du bon état écologique tel que cela est imposé par la Directive Cadre sur l'Eau (Zulesi et al., 2020, p. 53). Une Commission Parlementaire a également été saisie sur ce thème et a rendu un rapport demandant une nouvelle réduction des rejets dans l'étang de Berre (600 Mm^3 par an contre 1 200 Mm^3 actuellement), accompagnée d'autres mesures (Zulesi et al., 2020).

4.1.5 Problématiques du régime de restitution d'eau en Basse-Durance

En Basse-Durance, en plus des aspects déjà présentés, les restitutions à l'aval du barrage de Mallemort ont débuté en 1994, du fait de la mise en place du plan Barnier et de l'impératif de diminuer les rejets dans l'étang de Berre en dirigeant une partie des flux du Canal EDF vers la basse Durance. Ces restitutions « d'eau claire », sans leurs matériaux grossiers associés, aggravent le phénomène d'incision du lit (Lefort, 2010). Lefort (2010) estime que l'impact serait un abaissement de 2 à 4 cm/an, soit environ un tiers de l'incision observée entre 1994 et 2008. Il semblerait que les apports d'eau des restitutions aient toutefois permis de recharger en partie la nappe, compensant ainsi l'effet négatif de l'incision du lit (BRL ingénierie, 2015). Dans le cadre du contrat de rivière Val de Durance, plusieurs actions ont été mises en œuvre afin de reconstituer la charge grossière du lit à partir des affluents et de diminuer le phénomène d'incision en Basse-Durance. Toutefois, les résultats ne seront observables que dans plusieurs dizaines d'années (Chapuis, 2012).

Par ailleurs, les eaux restituées sont très chargées en limons (pour respecter les quotas existant sur Berre) et augmentent donc le colmatage des fonds. Cela favorise la rupture des échanges entre nappe et rivière, et l'augmentation du niveau de l'eau avec la formation d'îlots végétalisés renforçant le risque d'inondation de la ville d'Avignon (BRL, 2015).

Enfin, le débit réservé est faible et les restitutions se font avec des variations brusques (du débit réservé à un débit de 250 m^3/s, ou l'inverse en quelques heures). Quatre problèmes écologiques se dégagent : le manque de surface utile pour la vie aquatique (en lien avec le faible débit réservé), le recouvrement d'îlots stratégiques pour la nidification (débits élevés), l'échouage des poissons (diminution brutale du débit) et la destruction de frayères (augmentation brutale du débit) (Dreal Paca, 2017). Ces problèmes liés au fonctionnement par « éclusée » de certains aménagements hydroélectriques sont connus dans la littérature scientifique et ont été analysés dans de nombreux bassins du monde, notamment en Europe (Meile et al., 2011 ; Caroli et al., 2015 ; Berejano et al., 2017) et aux États-Unis (Young et al., 2011).

Les solutions envisagées visent à « lisser » les rejets à Mallemort, en diminuant les pics, en relevant les débits minimums, et en allongeant les paliers de hausse/baisse des débits. Les volumes du CEV devraient être mobilisés en 2021 pour réaliser une première phase d'expérimentation du lissage des rejets. En effet, le lissage des rejets génère une moins bonne optimisation de la production hydroélectrique, en diminuant la possibilité d'adapter très précisément la production à la demande et aux prix du marché. Le CEV permettrait de compenser les pertes potentielles pour EDF.

4.1.6 Continuité écologique pour les espèces amphihalines migratrices

Au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement, introduit par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA, 2006), la Durance est classée en liste 1 (aucune nouvelle dégradation possible) et en liste 2 (restauration de la continuité obligatoire d'ici 2018). Ce classement est en cohérence avec le SDAGE et le plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI), qui identifie les cours d'eau pour lesquels des actions de restauration de la continuité sont prioritaires pour trois espèces cibles : l'alose, la lamproie marine et l'anguille. La Durance présente un potentiel d'accueil des trois espèces, ainsi que de l'Apron du Rhône (espèce endémique), et a été classée en Zone d'Action Prioritaire (ZAP) pour l'anguille. La restauration de la continuité porte sur l'abaissement des différents seuils présents en Basse-Durance et leur équipement avec des passes à poissons. Différents scénarios sont à l'étude et leurs conséquences sont évaluées à plusieurs niveaux : impacts sur les populations piscicoles et en particulier les espèces cibles, impacts sur l'abaissement potentiel de la nappe phréatique, impacts sur la fragilisation des ouvrages de protection (Commission milieux aquatiques, 2019).

Cependant, malgré plusieurs années d'études les travaux n'ont pas débuté et les objectifs de restauration de la continuité ont été reportés à 2021 (entretien Dreal Paca, 2018). En effet, selon un acteur des services de l'État, il n'est pas possible d'intervenir tant que la question des restitutions à Mallemort n'est pas résolue. Si des équipements étaient installés sur les seuils, leur dimensionnement pourrait être totalement à revoir si le régime des restitutions devait être modifié par la suite.

4.1.7 Bilan sur les enjeux environnementaux dans le bassin de la Durance

Finalement, on retrouve dans le bassin de la Durance cinq grands types d'enjeux environnementaux, résumés dans la Figure 65.

Premièrement, la gestion des sédiments grossiers et des limons. Les impacts de la chaîne hydroélectrique et des extractions de graviers liés à l'hydromorphologie touchent l'ensemble de la rivière à l'aval de Serre-Ponçon, avec globalement une tendance à la fixation du lit à l'amont de l'Escale, et à l'incision à l'aval. Une dynamique de rivière en tresse a pu se maintenir sur quelques endroits grâce à l'apport des affluents tels que le Buëch, la Bléone et l'Asse. L'enjeu consiste à rétablir une dynamique de transport solide lorsque c'est possible. Cela passe par une modification de la gestion des barrages en crue, et la facilitation d'une recharge sédimentaire depuis les terrasses alluviales et les affluents (Chapuis, 2012).

La gestion des limons constitue également un aspect fondamental dans le bassin. Du fait des débits faibles de la rivière, ces derniers se déposent et participent au colmatage des fonds (retenues d'eau, anciennes souilles d'extraction), ainsi qu'à l'exhaussement des bancs latéraux et à l'enlimonnement de la ripisylve basse (Sogreah, 2001, p. 22). Cela impacte directement les habitats aquatiques : les relations entre la rivière et la nappe d'accompagnement, et entre la rivière et les loanes sont affectées, la capacité d'accueil des frayères est diminuée. Les solutions consistent à réaliser des chasses de décolmatage ou à remobiliser les graviers colmatés lors des crues (lien avec les actions du point précédent), ou encore à augmenter les débits réservés.

Le deuxième enjeu concerne les affluents du bassin de la Durance, fréquemment touchés par des arrêtés sécheresses pendant l'été, et très sensibles au changement climatique (Sauquet et al., 2015).

Troisièmement, les conséquences liées au régime des éclusées. Les modifications fortes de débit impactent les frayères et les ilots de nidification à l'aval de Mallemort (pour les espèces qui nichent sur les bancs de graviers comme la sterne pierregarin). Cela peut aussi provoquer des échouages de poissons. Ces impacts sont également présents à Vinon-sur-Verdon (aval des restitutions du lac d'Esparron) et à l'aval du barrage de Chaudanne. Les tronçons aval Mallemort et Vinon sont considérés très sensibles à l'échouage-piégeage (Ecogea, 2019). Le risque global est fort pour les trois secteurs (Ecogea, 2019).

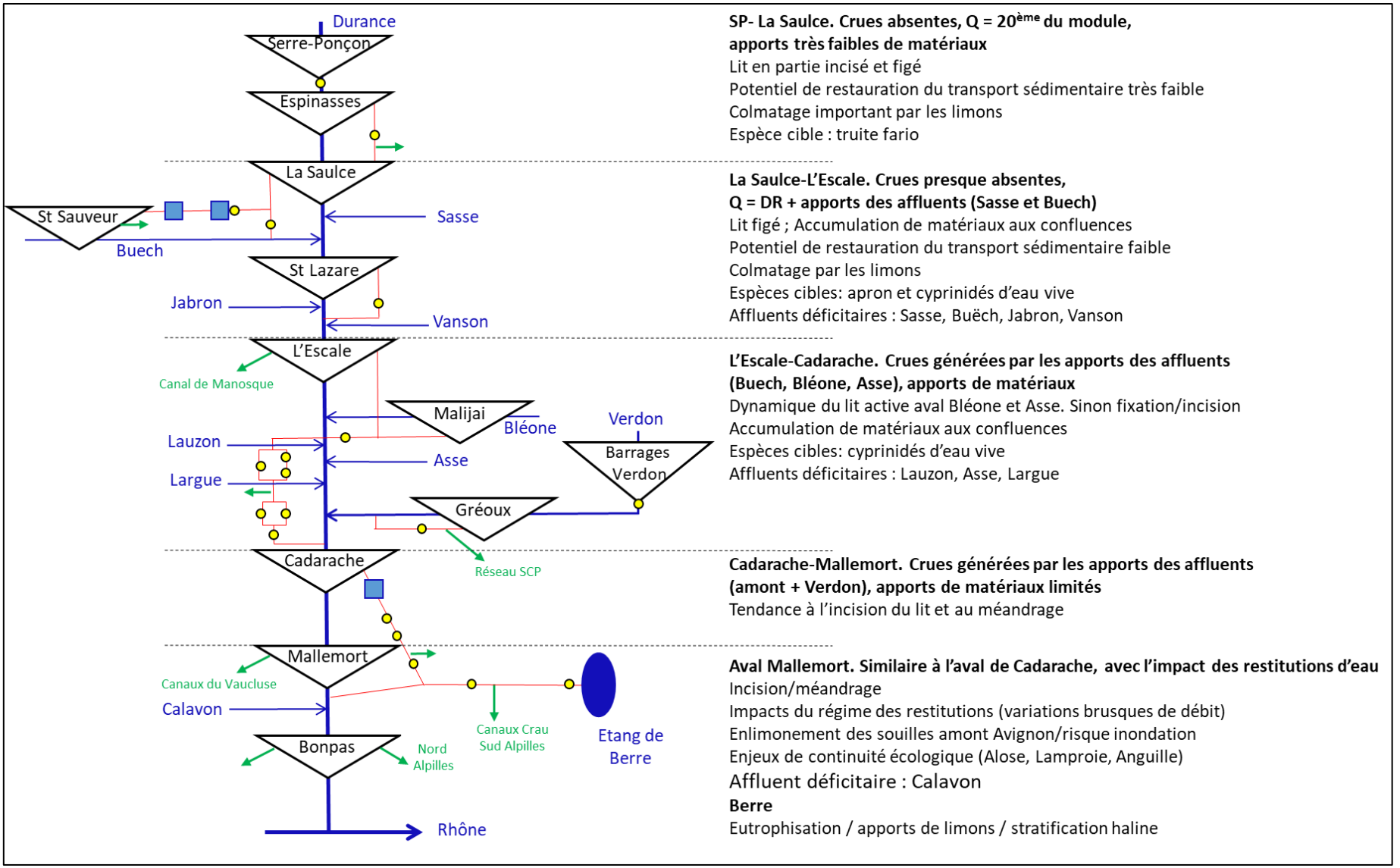


Figure 65 : Schéma présentant les principaux enjeux environnementaux dans le bassin de la Durance par tronçon. Source : auteur.

Quatrièmement, le problème de continuité écologique en particulier pour les espèces migratrices amphihalines (anguille, lamproie, alose) (PLAGEPOMI 2016-2021).

Le cinquième type d'impact concerne les rejets d'eau depuis le canal EDF vers l'étang de Berre (limons, salinité, nutriments en particulier).

Les quatre actions de réaffectation du compte (lâchers de décolmatage, transparences en crue, projets de substitution depuis la Durance, et lissage des restitutions à Mallemort) seront analysées dans les prochaines sections.

4.2 Lâchers de décolmatage

4.2.1 Contexte et objectifs

Les lâchers de décolmatage sont inscrits dans la fiche action B0-103 « *Expérimentation de débits de nettoyage du lit à l'aval d'Espinasses et de La Saulce* » du contrat de rivière Val de Durance (2008), avec une prise en charge des pertes énergétiques à hauteur de 50% par EDF, et 50% par l'agence, pour les lâchers réalisés sur la période 2008-2014. La fiche action a été prolongée dans le cadre de l'avenant au contrat de rivière (2015-2016) selon les mêmes modalités.

Suite à la loi sur l'eau de 2006 imposant une remontée des débits réservés à l'aval des ouvrages au 10e du module (dérogation possible au 20e du module pour les cours d'eau ayant un débit supérieur à 80 m^3/s) à partir de 2014, des arrêtés de mise en œuvre ont été publiés pour les différents ouvrages de la Durance depuis 2013. Trois d'entre eux ont ajouté la nécessité de réaliser des pulses de décolmatage (1 par an) en plus de l'augmentation du débit réservé : La Saulce, l'Escale et Cadarache (Figure 66).

Article 2 : Lâcher annuel de décolmatage du lit

Sauf dans le cas où au moins une des conditions présentées à l'article 3 est remplie, le concessionnaire procède, une fois par an, entre le 1er janvier et le 15 février, à un lâcher d'eau volontaire et contrôlé au niveau du barrage de La Saulce.

Le volume maximal restitué dans le cadre de cette opération est de 5.2 hm^3 (incluant les paliers d'augmentation et de diminution du débit, à partir de la valeur du débit réservé).

Pendant cette opération, le débit instantané lâché est au minimum de 50 m^3/s pendant une durée minimum de 5 heures consécutives.

La pertinence, les modalités et la pérennité de cette opération seront évalués à travers les suivis mis en œuvre, décrits aux articles 4 et 5.

Une semaine au moins avant le début de l'opération, le concessionnaire informe, a minima par courrier électronique, le service en charge des concessions, le service en charge de la police de l'eau, le service interministériel de défense et de la protection civile, l'ONEMA et l'établissement public territorial du bassin de la Durance, de la date prévue du début de l'opération et de ses caractéristiques essentielles, notamment son débit maximal et sa durée totale.

Figure 66 : extrait de l'arrêté préfectoral numéro 2015-2431 du 31 août 2015, portant relèvement du débit minimal à laisser en rivière à l'aval du barrage de La Saulce, sur la Durance (article 2).

Ces actions étaient nouvelles pour les barrages de l'Escale et de Cadarache. L'arrêté de mise en œuvre des débits réservés du barrage d'Espinasses n'a pas encore été pris. Les lâchers des quatre ouvrages sont inscrits à la convention d'objectif EDF-Agence de l'eau de 2015, pour la période 2015-2018. Il a été convenu de maintenir un financement à hauteur de 50% des lâchers par l'Agence de l'eau jusqu'en 2018.

Depuis 2019, il est prévu que 50% des volumes utilisés pour les lâchers de décolmatage non réglementaires (Espinasses, ou deuxième lâchers sur les autres barrages) soient prélevés dans le CEV,

en remplacement de la participation financière de l'Agence (avec application des coefficients décrits dans la partie 5).

Les lâchers ont pour vocation principale de « nettoyer » les substrats avant la période de reproduction des espèces piscicoles utilisant les substrats minéraux pour leur ponte, de façon à améliorer le recrutement de ces espèces. Trois espèces ou groupes d'espèces cibles ont été identifiées, avec des périodes de reproduction et donc de réalisation des lâchers différentes : la truite fario (lâchers en octobre ou novembre, Espinasses et La Saulce), l'apron (lâchers en février, La Saulce et l'Escale) et les cyprinidés d'eau vive (lâchers au printemps, L'Escale et Cadarache) (EDF, 2016).

Les chasses de décolmatage ont une efficacité temporelle limitée à quelques semaines, le colmatage superficiel se réinstallant soit par le développement organique (algues, périphyton), soit du fait d'apports du bassin versant intermédiaire (apports de limons par des orages par exemple). Ce délai est considéré suffisant pour assurer la ponte et le développement des larves de poissons, et également pour le peuplement invertébré (notamment lorsque le lâcher se produit avant le printemps) (Ibid., 2016).

4.2.2 Analyse des expériences de lâchers réalisées (2007-2017)

Les expériences de lâchers de décolmatage ont débuté en 2007. Nous analysons ici les résultats sur la période 2007-2017, en nous basant sur les rapports de la Maison Régionale de l'Eau (2007-2013) et d'EDF (2014-2017) (Tableau 24).

Les lâchers ont un débit compris entre 40 m^3/s (Espinasses) et 70 m^3/s (L'Escale, Cadarache), avec quelques expérimentations à 30 et 80 m^3/s. Ils durent 10 (Espinasses et La Saulce) ou 12 heures (L'Escale et Cadarache). Cela représente des volumes d'eau compris entre 1 et 3 Mm^3 par lâcher. À part pour Cadarache, les lâchers sont récupérés dans le canal EDF à la fin de chaque tronçon (Loire et al., 2019). Les quatre opérations annuelles représentent un coût estimé d'environ 330 000€ par an en perte énergétique (pour un volume de 9 à 10 Mm^3 ; EDF, 2016 ; Loire et al., 2019). Les Figure 67 et Figure 68 illustrent les effets des chasses de décolmatage en 2010, à l'aval de la Saulce.

Figure 67 : Photos avant (à gauche) et après (à droite) le lâcher d'automne 2010, à l'aval de la Saulce. On observe une diminution sensible des algues vertes qui participent au colmatage des graviers. Source : MRE, 2011.

Globalement, les lâchers sont positifs à l'aval des barrages d'Espinasses et de La Saulce. Pour Espinasses, 40 m^3/s semble le minimum pour obtenir un décolmatage suffisant (30 m^3/s neutre). À l'aval de la Saulce, les débits de 80 m^3/s ont généré des débordements, et 60 m^3/s semble plus adapté. Des lâchers au printemps, à l'automne et en hiver ont été testés pour le barrage de la Saulce, tous avec des effets positifs (exemple Figure 68).

Barrages	Espinasse		La Saulce		L'Escale		Cadarache	
Année	Caractéristiques lâchers	Résultats	Caractéristiques lâchers	Résultats	Caractéristiques lâchers	Résultats	Caractéristiques lâchers	Résultats
2007	/	/	18 septembre 80 m3/s 10h	Positif Retour à l'état initial rapide Débordements	/	/	/	/
2008	/	/	/	/	/	/	/	/
2009	/	/	01 octobre 60 m3/s 10h	Décolmatage peu efficace (mais niveau de colmatage très élevé suite à la crue de 2008) Pas de débordement	/	/	/	/
2010	/	/	18 mai 60 m3/s 10h 13 octobre 60 m3/s 10h	printemps: très positif automne: très positif	/	/	/	/
2011	Travaux canal de Curbans	Très positif, surtout à l'amont			/	/	/	/
2012	22 octobre 40 m3/s 10h	Enlimonement 1 mois après le lâcher, sans atteindre le niveau initial avant lâcher	/	/	/	/	/	/
2013	26 novembre 30 m3/s 10h	Influence faible sur le colmatage	/	/	/	/	/	/
2014	13 novembre 40 m3/s 10h	négatif (peut être du à une pluie survenue après le lâcher)	4 février 60m3/s 10h	/	/	/	/	/
2015	17 novembre 40 m3/s 10h	Positif	12 février 60m3/s 10h	Positif	/	/	/	/
2016	15 novembre 40 m3/s 10h	Positif	2 février 60m3/s 10h	Très positif	16 février 70 m3/s 10h	/	26 avril 70 m3/s 12h	Positif
2017	14 novembre 40 m3/s 10h	Très positif	31 janvier 60m3/s 10h	/	14 février 70 m3/s 10h	Négatif	25 avril 70 m3/s 12h	Négatif
Nombre lâchers	**6**		**5**		**1**		**2**	
Bilan	**30 m3/s : neutre 40 m3/s : positif 4 sur 5**		**Positif 4 sur 5**		**Négatif**		**Négatif 1 sur 2**	

Tableau 24 : Bilan des expériences de lâchers de décolmatage entre 2007 et 2017 dans le bassin de la Durance. Source : rapports MRE (2007-2013) ; Loire et al., 2019.

À l'Escale et Cadarache, trop peu d'expériences ont été menées jusqu'à maintenant pour conclure. Il semble toutefois que les débits des lâchers sont très faibles au vu des hydrogrammes annuels à l'aval des ouvrages (considérés non significatifs ; Loire et al., 2019).

Finalement, les acteurs semblent converger sur les résultats des expériences menées.

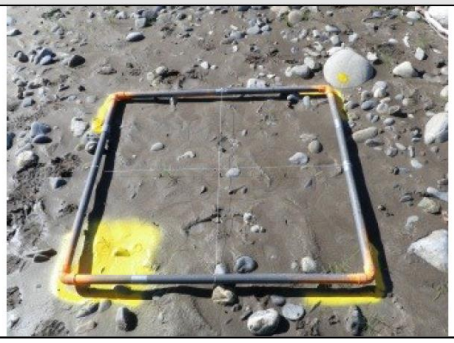
	Lâcher d'automne	
	Avant	Après
Décolmatage du substrat : Prévalence = 96,6%		

Figure 68 : Photos avant (à gauche) et après (à droite) le lâcher d'automne 2010, à l'aval de la Saulce. Sur la zone échantillonnée, le lâcher a permis un décolmatage de 97%. Source : MRE, 2010.

4.3 Mise en transparence des ouvrages pendant les crues

4.3.1 Les « transparences en crue » : des études globales au contrat de rivière

La modification du mode de gestion des ouvrages pendant les crues a été envisagée dès la fin des années 1990 par EDF, et dans le cadre des études globales au début des années 2000 (Sogreah, 2001). Cette question touche à plusieurs enjeux : la gestion des inondations, le rétablissement du transport solide, la circulation des limons, et la capacité de stockage des retenues EDF.

Au niveau du transport sédimentaire grossier, deux conclusions principales ont été proposées dans le cadre des études globales (Sogreah, 2001). Premièrement, pour faciliter le transport solide à l'aval du barrage de l'Escale, et recharger la Basse-Durance à partir des apports du Buëch et de l'Asse, des mises en transparences du barrage de Cadarache ont été recommandées. Le mode de gestion du barrage en crue n'était pas connu précisément, mais le principe retenu était de laisser le maximum de débit en rivière lors d'évènements hydrologiques naturels, même relativement faibles.

En effet, lors de grosses crues (plusieurs milliers de m^3/s), les barrages sont rendus transparents (transparence hydraulique, c'est-à-dire avec un débit entrant égal au débit sortant). Les débits sont supérieurs à la capacité d'entonnement du canal (environ 250 m^3/s), et la quantité de branches ou résidus présents ne permet pas un fonctionnement optimal des usines.

Mais pendant des crues plus faibles, d'occurrence annuelle ou bisannuelle, les usines peuvent continuer à fonctionner et une partie des volumes arrivant au barrage est turbinée. L'objectif est donc de rendre transparent l'ouvrage de Cadarache pour les évènements hydrologiques faibles et fréquents, afin d'augmenter la fréquence de débits morphogènes chaque année (environ 300 m^3/s ; Chapuis, 2012).

Dans le cadre du contrat de rivière, il a été retenu de réaliser des ouvertures du barrage en crue pour un débit supérieur à 500 m^3/s pendant au moins 24 heures en moyenne glissante. Ces opérations sont nommées « transparence en crue », et inscrites au contrat de rivière dans la fiche action B0 301 « *Gestion physique du barrage de Cadarache* ». Le financement de ces transparences était partagé entre EDF (50%) et l'Agence de l'eau (50%) sur la période du contrat de rivière (2009-2014). Ces modalités ont été renouvelées dans le cadre de l'avenant au contrat de rivière (2015 à 2016), et de la convention EDF-Agence de l'eau 2015-2018.

Deuxièmement, il était indiqué qu'une augmentation des débits morphogènes depuis le barrage de l'Escale serait également intéressante, non pas pour le transport sédimentaire, mais afin d'augmenter les débits morphogènes actifs (Sogreah, 2001). Des simulations ont été réalisées pour différents seuils

de débit à partir desquels l'ensemble des volumes d'eau seraient laissés en Durance (et non plus entonnés dans le canal EDF). Une fermeture du canal pour des débits de 500 m^3/s, en moyenne 1,5 jour par an, permettrait une augmentation de la capacité de charriage d'environ 40% (Tableau 25).

Tableau 25 : estimations des capacités de charriage à l'amont et l'aval de la Bléone, pour différents scénarios de gestion du barrage de l'Escale. Source : Sogreah, 2001, rapport R5, p. 3.

Seuil de débit de crue à l'Escale (débit actuellement déversé) m3/s	Seuil de débit déversé après report en Durance des débits dérivés (m3/s)	Fréquence (jour/an)	Capacité de charriage annuelle à l'amont de la Bléone m3/an	Capacité de charriage annuelle à l'aval de la Bléone m3/an
état actuel			35000	48000
400	600	0.8	42000	55000
300	500	1.5	50000	63000
200	400	2.6	60000	74000
100	300	5.9	84000	98000

Dans le contrat de rivière, la mise en place de transparences sur le barrage de l'Escale a été inscrite dans la fiche action B0 202 « *Aménagement et gestion du barrage de l'Escale* » (financement 50% EDF et 50% agence, avec les mêmes conditions de débits que pour Cadarache). La mise en place de ce nouveau mode de gestion nécessitait ici la mise en place d'une vanne de fermeture du canal EDF (Figure 69). Cette dernière a été financée par l'agence, EDF et la Région.

Figure 69 : Barrage de l'Escale, avant l'installation de la vanne de fermeture (mai 2011) et après (août 2018). Source : auteur à partir de Google Earth.

Toutefois, la fiche action mentionne deux objectifs différents :

> *Au niveau du barrage de l'Escale, l'objectif n'est pas de faire transiter des graviers étant donné qu'il a été montré dans l'étude globale dite amont et dans l'étude GIS d'EDF que la retenue constitue un verrou pour le transit des graviers. Il est ainsi proposé d'augmenter les débits déversés au barrage pour accroitre la capacité de transport par charriage de la Durance à l'aval du barrage, qui constitue la limite amont du linéaire de Durance pour lequel le transit des graviers est rétabli. Pour ce faire il est nécessaire d'interrompre les dérivations d'eau vers le canal industriel pendant les crues petites et moyennes, soit en première approche 2 à 3 jours par an en moyenne.*

L'autre objectif est de pouvoir réaliser des transparences régulières du barrage afin de remobiliser régulièrement les limons déposés dans la retenue en limitant le plus possible les teneurs en MES (fiche action B0 202 « *Aménagement et gestion du barrage de l'Escale* », contrat de rivière Val de Durance).

Le premier correspond aux conclusions de l'étude globale, et le deuxième est lié à la gestion de la retenue, principalement pour des enjeux d'inondation et de capacité de stockage. Cela a généré des divergences d'analyse parmi les différents acteurs. Comme pour Cadarache, les actions de transparence au niveau du barrage de Saint-Lazare ont été co-financées par l'Agence de l'eau jusqu'en 2018, et sont éligibles en tant que réaffectation depuis le CEV depuis 2019.

Enfin, les opérations de transparence du barrage de Saint-Lazare ont été intégrées au contrat de rivière, mais avec un financement 100% EDF sur la période 2009-2014. Cela s'explique par le fait que ces opérations devaient d'abord permettre une meilleure gestion des risques d'inondation à Sisteron, qui constitue l'une des responsabilités du concessionnaire. Un co-financement de l'Agence de l'eau a été apporté à partir de 2015 et jusqu'à 2018. Les transparences de Saint-Lazare sont également inscrites dans le protocole du CEV.

4.3.2 Positions des acteurs sur les mises en transparence des ouvrages

Nous ne disposons pas des éléments suffisants pour analyser l'effet des mises en transparence des barrages. Seule une présentation d'EDF qui revient sur la crue de 2016 a été obtenue. Nous proposons donc plutôt de décrire les différentes positions des acteurs sur cette question.

D'après EDF, les opérations de transparence répondent à trois objectifs : la protection contre les inondations, l'amélioration du transport solide et maintenir une capacité suffisante des retenues (production hydro-électrique). Les transparences réalisées en mai 2008, juin 2010, novembre 2011 et novembre 2016 répondent à ces différents objectifs, de même que l'évolution des modalités de gestion des retenues datant de 2015 (avec la définition de nouveaux « états cibles » pour les retenues de Saint-Lazare et l'Escale). La crue de novembre 2016 (Figure 70) a entrainé la remobilisation de 2 millions de tonnes de limons depuis les différentes retenues (1,1 Mt Saint-Lazare, 0,6 Mt l'Escale, 0,3 Mt Cadarache) (EDF, 2020).

Figure 70 : Photos pendant la mise en transparence du barrage de l'Escale, en novembre 2016. Source : EDF, 2016.

D'après le SMAVD, les transparences du barrage de Saint-Lazare répondent à des objectifs de sécurité par rapport aux inondations. Ces opérations sont donc la responsabilité d'EDF et ne devraient pas être financées par l'intermédiaire du Compte Epargne Volume (bénéfice morphologique et environnemental considéré nul) (SMAVD, 2020). Dans le cas du barrage de l'Escale, les transparences pourraient permettre une augmentation des débits morphogènes, mais cela devrait être étudié en lien

avec le fonctionnement de la vanne de fermeture du canal EDF, et les impacts potentiels à l'aval. Une transparence avec abaissement de la retenue et remobilisation de grandes quantités de limons, comme ce fut le cas en 2016, est considérée comme négative pour les milieux naturels (SMAVD, 2020). En effet, les concentrations atteintes en MES lors de la transparence de novembre 2016 sont jugées dommageables pour les milieux aquatiques.

On voit ici que les opérations de transparence en crue font l'objet de désaccords, notamment entre EDF et le SMAVD. Lors de la réunion de la commission Eau et Usages de juin 2019, un élu du SMAVD a également critiqué l'impact potentiellement négatif de la mise en transparence du barrage de l'Escale en 2016.

Il nous semble que le flou sur les opérations de transparence en crue remonte à leur définition dans le cadre du contrat de rivière. Dès 2008, deux objectifs différents étaient mentionnés, en particulier dans le cas du barrage de l'Escale : une augmentation des débits morphogènes (crue fréquentes, faibles, quelques jours par an), et un délimonage des retenues (crue plus importante, avec une fréquence de retour supérieure à l'année). Depuis, aucune étude et peu de retours d'expériences ont été faits sur les derniers évènements de crue, et partagés avec les différentes parties prenantes. Des réunions de partage sont prévues prochainement, notamment pour présenter le retour d'expérience sur la crue de 2019.

4.4 Réallocations vers les affluents déficitaires du bassin de la Durance

4.4.1 Contexte

Huit affluents du bassin de la Durance sont classés comme déficitaires dans le SDAGE : Sasse, Buëch, Jabron, Vanson, Asse, Largue, Lauzon et Calavon. La Durance n'étant pas déficitaire, des projets de substitution de prélèvement depuis les affluents par des prélèvements en Durance ont été envisagés. Parmi les cinq bassins concernés par de tels projets, quatre d'entre eux ont été mis en œuvre ou sont sur le point de l'être (Figure 71). Nous nous concentrerons sur ces projets, et non sur le cas de l'Asse, pour lequel beaucoup d'incertitudes persistent sur l'aboutissement d'un prélèvement de substitution en Durance. Chaque fois, nous discuterons les liens entre ces projets et la mobilisation potentielle de volumes d'eau venant du Compte Epargne Volume.

4.4.2 Le Buëch

L'Étude Volume Prélevable a confirmé le caractère déficitaire du bassin du Buëch en 2014. Le volume prélevé à l'étiage dépasse d'environ 2 Mm^3 les volumes prélevables (étude EVP, 2014). Une réduction des prélèvements de 30% est attendue, en particulier à l'amont du barrage de Saint-Sauveur.

Lors de la réalisation des aménagements EDF dans les années 1990, les réseaux se situant à l'aval du barrage de Saint-Sauveur ont été modernisés. Une convention entre EDF et les ASAs concernées donnait la possibilité de réaliser un pompage depuis la Durance, pour compléter l'approvisionnement en eau si nécessaire. Suite aux sécheresses du début des années 2000, une première pompe d'une capacité de 200 l/s a été mise en place en 2007. Elle a été installée dans l'usine hydroélectrique de Lazer. Les conduites EDF permettent en effet un fonctionnement réversible des ouvrages : depuis le Buëch vers la Durance, ou l'inverse (stockage des volumes dans la retenue de Lazer ; Figure 71).

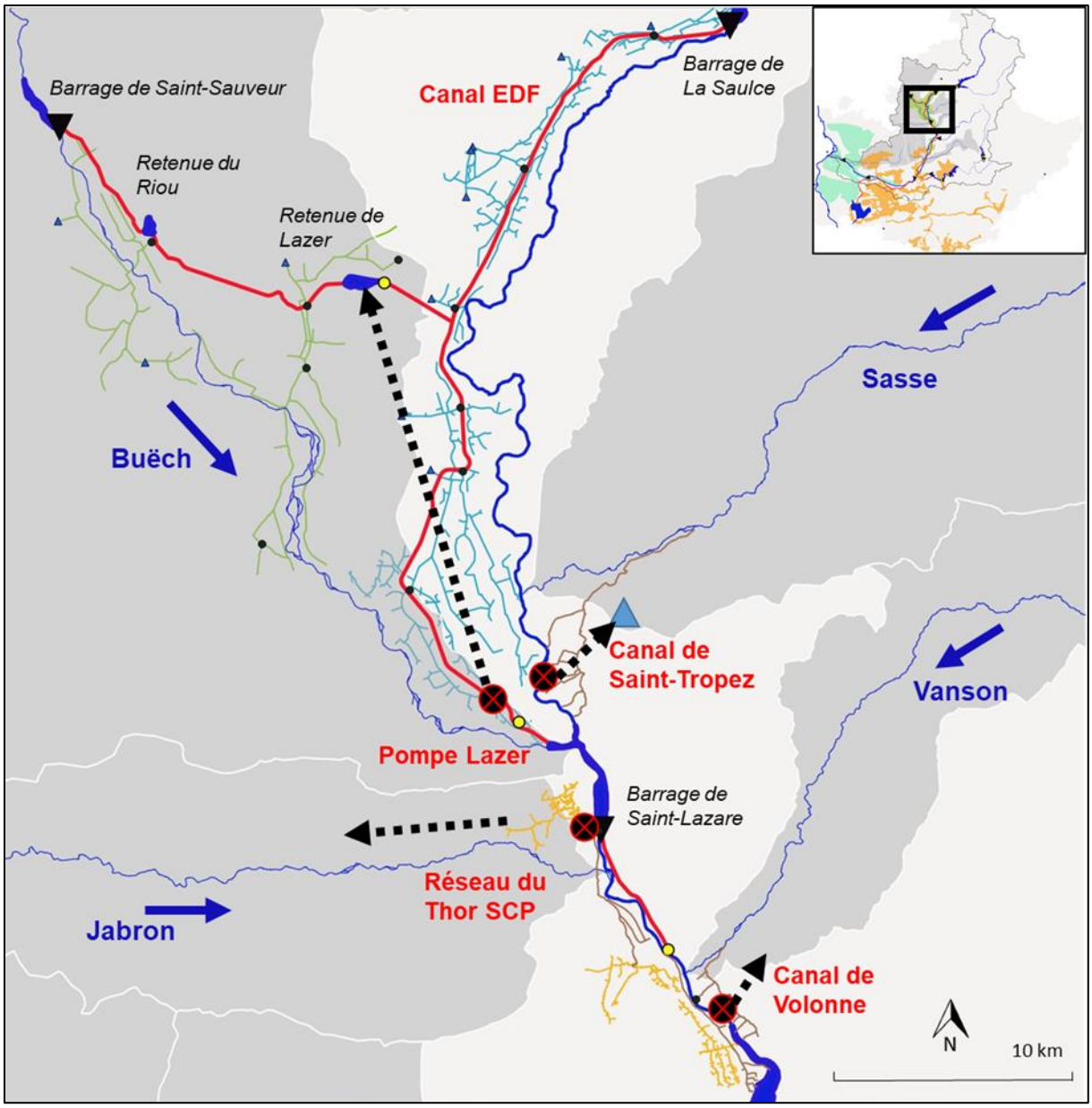


Figure 71 : Projets de substitution depuis la Durance vers les bassins du Sasse, du Buëch, du Jabron et du Vanson (en rouge). Source : auteur à partir de BD Hydra ; BD TOPO ; Dreal Paca.

Dans le cadre du PGRE, il a été décidé d'augmenter la capacité de pompage afin de sécuriser les prélèvements en eau en période d'étiage (action irrigation n° BAV13), et de faciliter le maintien du débit réservé à l'aval du barrage de Saint-Sauveur.

Pour éviter que les irrigants ne payent l'eau à EDF, les volumes peuvent être prélevés directement dans le CEV (décision prise lors de la mise en place du compte par les signataires). Il semble donc que ce prélèvement n'a pas été autorisé au titre de l'article 50, et repose sur un accord entre EDF et les ASAs situées à l'aval du barrage de Saint-Sauveur.

Depuis la mise en place du CEV, des prélèvements par pompage en Durance ont eu lieu en 2016 et en 2019. 350 000 m^3 (volumes réels) ont été prélevés en 2016 avec l'ancien système, et 750 000 m^3 en 2019 (capacité de pompage de 450 l/s depuis 2018). Les volumes décomptés du CEV sont les volumes réels multipliés par trois (avec la référence des volumes économisés à l'aval de Mallemort) (Figure 60).

4.4.3 Le Sasse

L'Étude Volume Prélevable menée en 2010 dans le bassin du Sasse a conclu qu'il y avait un déficit en eau de 1,5 Mm^3 pendant l'étiage (EVP, 2011). Le plus gros prélèvement était celui du canal de Saint-Tropez (autorisation de 552 l/s), qui date de 1784 et permet l'irrigation d'environ 400 hectares (Figure 72). La modernisation du canal avec la substitution des prélèvements depuis la Durance était la principale action du PGRE, afin d'atteindre les débits d'objectif étiage dans la partie aval du bassin.

Figure 72 : Canal gravitaire de Saint-Tropez (à gauche). Prise du canal (en haut à droite) et plaine agricole irriguée sur le secteur de Valernes (en bas à droite). Source : auteur, 2019.

Les travaux ont débuté en 2014, et depuis 2016 une partie des prélèvements a été substituée. Il manque encore une tranche de travaux à réaliser. Pour le moment, la situation est intermédiaire avec un pompage en Durance (autorisation de 300 l/s), et le maintien du prélèvement depuis l'ancien canal gravitaire (autorisation temporaire de 300 l/s). À terme, le prélèvement dans le Sasse devrait être totalement remplacé par celui en Durance (arrêtés du 8 avril et du 11 octobre 2013).

D'après l'arrêté du 8 avril 2013, « *autorisant l'ASA du canal de Saint-Tropez à prélever par pompage dans la retenue de Saint-Lazare* », un débit maximal de 300 l/s et un volume annuel de 1,610 Mm^3 ont été retenus (période allant du 1er mars au 31 octobre).

L'arrêté indique la nature du droit d'eau accordé :

> *Le débit autorisé de 300 l/s correspond à une partie du débit initialement autorisé pour l'usage irrigation de l'ASA du canal de Saint-Tropez à partir de sa prise construite sur le Sasse (552 l/s), prise qui sera arasée à l'issue de la période transitoire nécessaire à la mise en place des réseaux sous pression. Le droit d'eau ayant été accordé avant l'aménagement de la Durance (Décret du 28 septembre 1959) […], le droit d'eau transféré est considéré comme antérieur à*

l'aménagement au sens de l'article 12 du cahier des charges général de la concession des chutes de Serre-Ponçon et de la Basse-Durance (Article 6 du décret du 8 avril 2013).

Il est toutefois souligné le fait « *ce droit d'eau ne bénéficie pas des obligations de réalimentation à partir des eaux de la Durance en cas de pénurie* », car le droit était accordé initialement sur le Sasse. Les « *conditions de livraison d'eau* » ont dû être fixées dans une convention entre EDF et l'ASA (débit horaire, prix éventuellement, modalités d'indemnisation d'EDF en cas de dépassement des volumes et débits autorisés).

En première analyse, le nouveau prélèvement de l'ASA du canal de Ventavon-Saint-Tropez dans la Durance dépendrait donc de l'article 12 du cahier des charges général de la concession, et à ce titre ne donnerait pas de droit à indemnisation d'EDF.

Dans les projections de réaffectations du CEV, un prélèvement de 1,610 Mm^3 (débit autorisé par l'arrêté de 2013) a été inscrit (tableur CEV, 2019). Il nous semble qu'une analyse devrait être menée plus en profondeur afin de déterminer s'il est nécessaire de mobiliser le Compte Epargne Volume pour ce prélèvement. En effet, l'utilisation des volumes du CEV se substitue à une indemnisation d'EDF et cela a lieu lorsque les prélèvements ne sont éligibles à aucun article du cahier des charges général, annexé au décret de 1959 (articles 12, 21, 23 ou 50).

Nous pouvons noter également que les prélèvements sont aujourd'hui très inférieurs à l'autorisation, avec une moyenne annuelle de 400 000 m^3 sur la période de 2016 à 2018 (ASA de Ventavon Saint-Tropez).

Enfin, comme cela a déjà été indiqué dans la partie 5.3, les modalités de prise en compte des économies réalisées n'ont pas été explicitées clairement. S'il est indiqué dans le protocole du CEV, à l'article 4, que « *les économies d'eau réalisées sur les sous-bassins déficitaires ne rentrent pas dans ce dispositif* », il semble toutefois qu'un accord ait été trouvé pour les comptabiliser. Une économie d'eau de 0,668 Mm^3 apparaît dans les projections du CEV, correspondant aux volumes nets estimés par EDF (20% d'un prélèvement brut de 3,34 Mm^3 dans le Sasse). La comptabilisation actuelle dans le CEV traduit une possible augmentation des consommations nettes. Une telle augmentation irait alors au-delà de l'objectif de substitution envisagé. D'après EDF, la mobilisation du CEV vient du fait que si l'on prend en compte des retours gravitaires de l'ancien prélèvement à hauteur de 80%, et un prélèvement depuis la Durance à hauteur du droit d'eau accordé, la pression sur la Durance augmenterait. Cela justifierait donc une indemnisation grâce à la mobilisation du CEV. Par ailleurs, une autorisation temporaire a été maintenue sur le Sasse jusqu'en 2022, et la réduction n'est donc pas immédiate. Ces aspects seront détaillés dans le chapitre 5.

4.4.4 Le Vanson

L'EVP du Vanson a conclu à la nécessité de diminuer d'environ 1,6 Mm^3 les prélèvements dans le bassin. À l'aval du pont de Sourribes, la diminution serait de 100%.

En effet, c'est à cet emplacement que se trouve le canal de Volonne (autorisation de 160 l/s), qui représente à lui seul un prélèvement de 2,3 Mm^3 en moyenne sur la période 2000-2008 (données redevances Agence de l'eau). 180 hectares sont irrigables, mais seulement 125 hectares seraient irrigués (Burgeap, 2011). Un forage en nappe d'accompagnement de la Durance, d'une capacité de 80 l/s, est utilisé pour éventuellement pallier le manque d'eau l'été et recharger le canal. Les cultures irriguées sont principalement des vergers (65%) et des céréales (25%).

Comme pour le cas du Sasse, l'action phare du PGRE consiste à substituer le prélèvement dans le Vanson par un prélèvement en Durance, en passant d'un réseau gravitaire à un réseau enterré sous pression et en effaçant le seuil de dérivation historique (Figure 73).

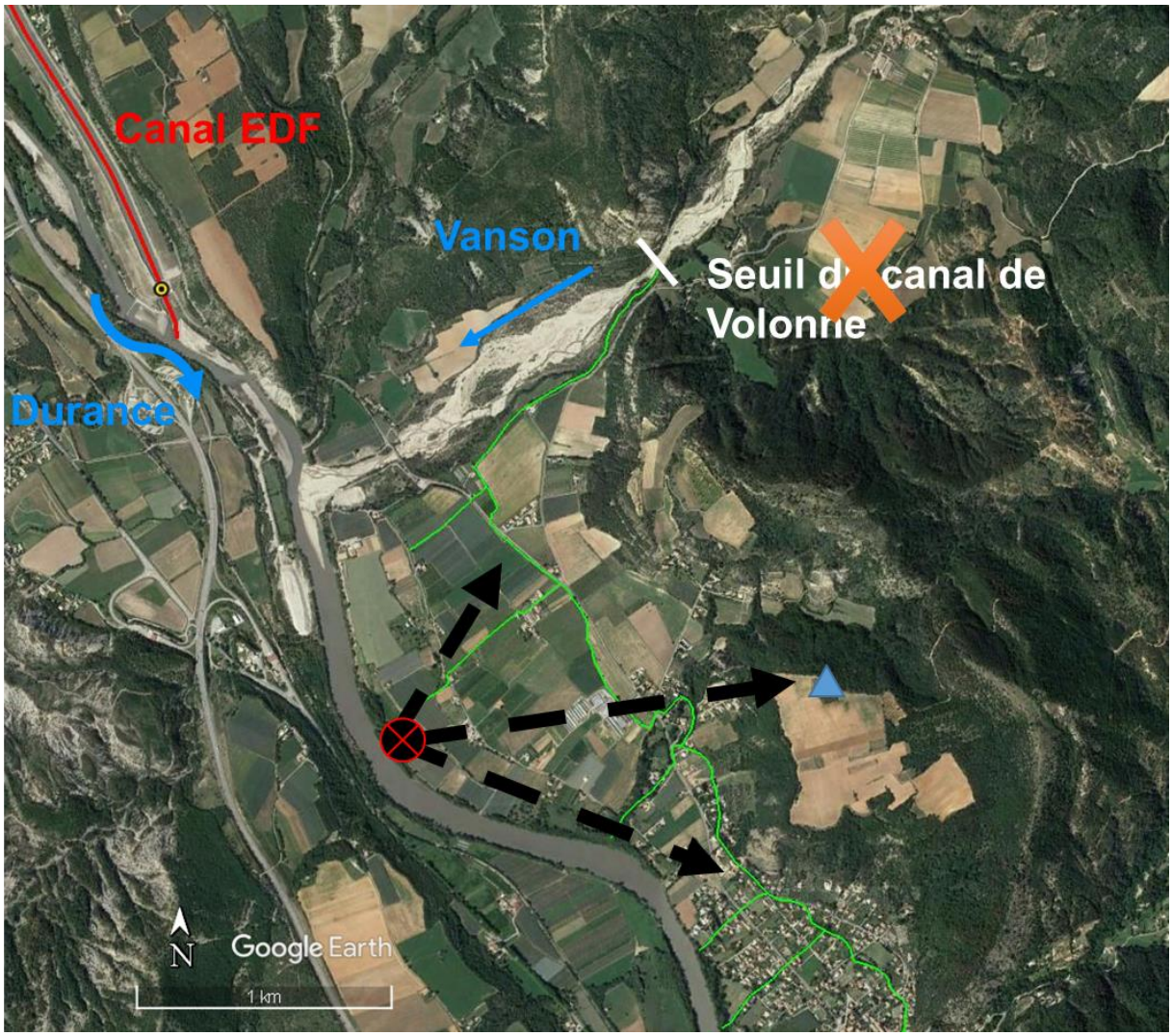


Figure 73 : Projet de modernisation et substitution du canal de la plaine de Volonne, dans le bassin du Vanson. Source : auteur à partir de BD HYDRA 2015, Google Earth.

En 2016, quatre nouveaux forages ont été réalisés dans la nappe d'accompagnement de la Durance (débit instantané maximum de 157 l/s), ainsi qu'un réservoir d'eau (4500 m^3). Les travaux des tranches suivantes ont débuté en 2019, et au total 240 hectares sont concernés (conversion des 180 hectares et extension de 60 hectares).

L'arrêté du 8 avril 2013 « *autorisant l'ASA du canal de la plaine de Volonne à prélever par pompage dans la retenue de Château-Arnoux* », indique un débit de 160 l/s en Durance, et un volume annuel maximum de 650 000 m^3 (1er mars au 31 octobre). Pendant la période de transition durant laquelle se feront les travaux, un prélèvement de 140 l/s reste autorisé dans le Vanson. Comme dans le cas du Sasse ci-dessus, l'arrêté précise :

> *Le débit autorisé de 160 l/s correspond au débit initialement autorisé pour l'usage irrigation de l'ASA du canal de la plaine de Volonne à partir de sa prise construite sur le Vanson. Le droit d'eau ayant été accordé avant l'aménagement de la Durance (Décret du 28 septembre 1959) […], le droit d'eau transféré est considéré comme antérieur à l'aménagement au sens de l'article 12 du Cahier des charges général de la concession […]* (arrêté du 8 avril 2013-678).

Tout comme dans le cas du Sasse, il semble qu'en première analyse le nouveau prélèvement de l'ASA du canal de la plaine de Volonne dans la Durance dépendrait de l'article 12 du cahier des charges général de la concession, et à ce titre ne donnerait pas de droit à indemnisation d'EDF.

Dans les projections de réaffectations du CEV, un prélèvement de 0,65 Mm^3 (débit autorisé par l'arrêté de 2013) a été inscrit (tableur CEV, 2019). À nouveau, il parait important qu'une analyse soit menée plus en profondeur, afin de déterminer s'il est nécessaire de mobiliser le Compte Epargne Volume pour ce prélèvement (la mobilisation du CEV étant une forme d'indemnisation d'EDF).

De même, les modalités de prise en compte des économies réalisées n'ont pas été explicitées clairement. Une économie d'eau de 0,360 Mm^3 apparaît dans les projections du CEV, mais le calcul n'est pas détaillé. À terme, avec la substitution de l'ensemble du secteur irrigué par le canal de la plaine de Volonne, le volume brut économisé serait d'environ 2 Mm^3. Étant donné que le projet s'accompagne d'une augmentation potentielle des surfaces irriguées de 60 à 115 hectares[60], l'évapotranspiration augmentera. Si le projet réduit les prélèvements dans le bassin du Vanson, les consommations nettes devraient, elles, augmenter à l'échelle du système durancien.

De même que pour le cas précédent, EDF justifie un prélèvement dans le CEV en faisant la différence entre le volume net qui était prélevé sur le Vanson (20% du total brut), et un prélèvement à hauteur de l'autorisation en Durance. Avec une augmentation des surfaces irriguées, le projet va donc au-delà de la seule substitution des prélèvements dans le Vanson.

4.4.5 Le Jabron

L'étude EVP a confirmé une situation de déséquilibre quantitatif dans le bassin du Jabron (la Figure 74 présente une zone d'assecs fréquents). Les prélèvements totaux bruts sont estimés à environ 1 Mm^3 pendant l'étiage (989 000 pour l'irrigation et 37 500 pour l'AEP, pour juillet, août et septembre) et 2,2 Mm^3 sur l'ensemble de l'année (comprenant 250 000 m^3 pour l'AEP) (Sogreah, 2011). Pour atteindre les DOE fixés dans l'EVP, il est demandé de réaliser une économie de 350 000 m^3, soit entre 35 et 40% des prélèvements bruts. Pour cela l'EVP prescrit « *des solutions pouvant permettre de réduire ce déséquilibre comme l'instauration de tours d'eau, l'aménagement d'ouvrages structurants, la conversion à l'aspersion* » (Sogreah, 2011).

Figure 74 : Jabron vu depuis le pont de Valbelle, en octobre (situation d'étiage) et décembre 2019. Source : M. Grau, 2019

L'action principale du PGRE consiste à étendre le réseau du Thor existant pour substituer les prélèvements d'eau dans le Jabron par des prélèvements en Durance (Figure 26). Il comporterait également une partie d'extension des surfaces irriguées (Figure 75).

[60] L'étude volume prélevable estime des surfaces irriguées à hauteur de 125 hectares dans le périmètre irrigable de 180 hectares. Avec l'extension du périmètre irrigable à 240 hectares, l'augmentation des surfaces irriguées pourrait atteindre (au maximum) 115 hectares. Ces chiffres de l'EVP sont également ceux qui apparaissent dans le base de données HYDRA 2015. Ils n'ont pas été recroisés avec d'autres sources.

	Etude de faisabilité (SCP, 2015)	Etude d'avant projet (SCP, 2016)	Surfaces basées sur l'enquête agricole (stage M. Grau, 2019)
Irrigable (irrigué) sur la zone d'étude du projet	?	total: 138 (43,8)	gravitaire: 42 (38) aspersion: 69 (49) total: 111 (87)
Irrigable par le réseau du Thor	260	159	167
Substitution gravitaire	?	68,5	36
Substitution sous pression	?	0	44
Extension	?	90,5	87

Figure 75 : Résumé des surfaces irrigables/irriguées actuelles et potentielles avec la mise en place de l'extension du réseau du Thor (bassin du Jabron). Source : Grau & Laurenceau (2020).

La Société du Canal de Provence partage actuellement un droit d'eau avec l'ASA de Peipin-Aubignosc. Cette dernière bénéficiait d'un droit à prélever dans le Jabron, qui a été transféré en 1986 en Durance, avec une modernisation du réseau. La SCP a obtenu la possibilité de bénéficier de 120 l/s sur le droit d'eau total de l'ASA de Peipin en Durance, de 300 l/s.

Nous n'avons pas obtenu les informations permettant de savoir si ce droit est un débit instantané maximum, ou un débit moyen mensuel par exemple. D'après la SCP, le droit d'eau actuel serait suffisant pour permettre l'extension du Thor. Toutefois, la possibilité de bénéficier de volumes venant du CEV a également été envisagée.

Dans les projections du CEV, un volume de 260 000 m^3 a été alloué au projet d'extension du réseau du Thor. Dans les faits, il n'est pas encore sûr qu'il soit mobilisé.

4.4.6 Autres projets potentiels et lien avec l'article 50

Les projets présentés ci-dessus sont les principaux dans les affluents déficitaires. Le projet de substitution dans le bassin de l'Asse est encore à l'étude. Cependant, d'autres infrastructures de substitution depuis la Durance pourraient être envisagées, et il est important de savoir si une mobilisation du Compte Epargne Volume serait nécessaire pour de tels projets.

On retrouve finalement quatre types de projet :

- L'infrastructure vient en remplacement d'un prélèvement sur un affluent bénéficiant d'un droit antérieur aux aménagements duranciens (avant 1959), et dépendant donc de l'article 12 du cahier des charges général de la concession. Le droit d'eau transféré peut alors potentiellement être autorisé au titre de l'article 12 du décret de 1959 (cas du Sasse et du Vanson, en première analyse).
- L'infrastructure vient en remplacement de prélèvements individuels postérieurs à 1959, dépendant de l'article 50. Le droit d'eau transféré pourrait alors potentiellement être autorisé au titre de l'article 50 du décret de 1959 (en première analyse, à confirmer).

- L'infrastructure vient en remplacement de prélèvements postérieurs à 1959, qui ne sont éligibles à aucun article et qui donnent donc un droit d'indemnisation à EDF. Le prélèvement depuis le CEV est alors un moyen de remplacer cette indemnisation (cas du Buëch).
- L'infrastructure ne vient pas seulement en remplacement d'usages existants, mais entraîne de nouveaux prélèvements. L'utilisation des volumes du CEV permettrait alors de répondre à ces nouveaux usages sans mobiliser l'article 50.

Dans ce dernier cas de figure, il est nécessaire de connaître les possibilités d'avoir de nouvelles autorisations à prélever dans le bassin de la Durance, au titre de l'article 50 du décret de 1959. Une étude a été menée récemment par la Dreal (maîtrise d'ouvrage) et le bureau d'études Céreg Ingénierie. Les conclusions de l'étude ne permettent pas de trancher totalement. En effet, les débits autorisés au titre de l'article 50 sont des débits maximum instantanés.

Il ressort que les débits instantanés autorisés sont supérieurs à 9 m^3/s, alors que l'article 50 offrait un maximum de 7 m^3/s. Cela indiquerait donc l'impossibilité de nouvelles mobilisations de l'article 50, et la nécessité d'utiliser le CEV pour d'éventuels nouveaux usages dans le bassin.

Cependant, les résultats de l'étude sont plus nuancés. En effet, à partir d'une reconstitution des prélèvements, ces derniers seraient bien inférieurs aux débits instantanés autorisés. Les prélèvements au titre de l'article 50 seraient d'environ 28 Mm^3 par an (avec 25 Mm^3 pour l'irrigation). Les débits moyens mensuels reconstitués par le bureau d'étude atteignent 1,3 m^3/s dans le département des Hautes Alpes, et 1,5 dans le département des Alpes-de-Haute-Provence (Figure 76).

La conclusion à ce jour est de mieux recenser les différents prélèvements et d'augmenter les stations de mesure. Tant que les prélèvements instantanés ne seront pas mieux connus, il apparaît compliqué d'autoriser de nouveaux usages au titre de l'article 50 (Cereg Ingénierie, 2018).

4.5 Expérimentation de lissage des restitutions d'eau à Mallemort

La modification du régime de restitution est en discussion depuis de nombreuses années et a donné lieu aux études dites de « *débits souhaitables à Mallemort* ». Elles sont pilotées par un comité technique et un comité de pilotage, qui rassemblent les services de l'État (Dreal Paca, DDTM 13 et DDT 84), l'Agence de l'eau, l'OFB, le SMAVD, EDF, le Gipreb, la Région et les départements 13 et 84. Les directeurs ou représentants des différentes structures participent au comité de pilotage pour valider les grandes orientations, et les personnes directement en charge des sujets traités sont rassemblées dans le comité technique, pour assurer la mise en œuvre et le suivi opérationnel des études (réalisation, partage des résultats, etc.).

Une première phase d'étude a visé à déterminer des régimes de restitution de moindre impact environnemental. Deux scénarios ont été envisagés et chacun comprend quatre modifications, plus ou moins contraignantes : augmentation des débits réservés (augmente la surface disponible pour la vie aquatique), diminution du débit maximal (permet le maintien d'îlots essentiels à la nidification), augmentation des débits par seuils (éviter d'emporter les œufs des zones de frayères), diminution des débits par seuils (évite l'échouage des poissons) (Figure 77 ; Figure 78).

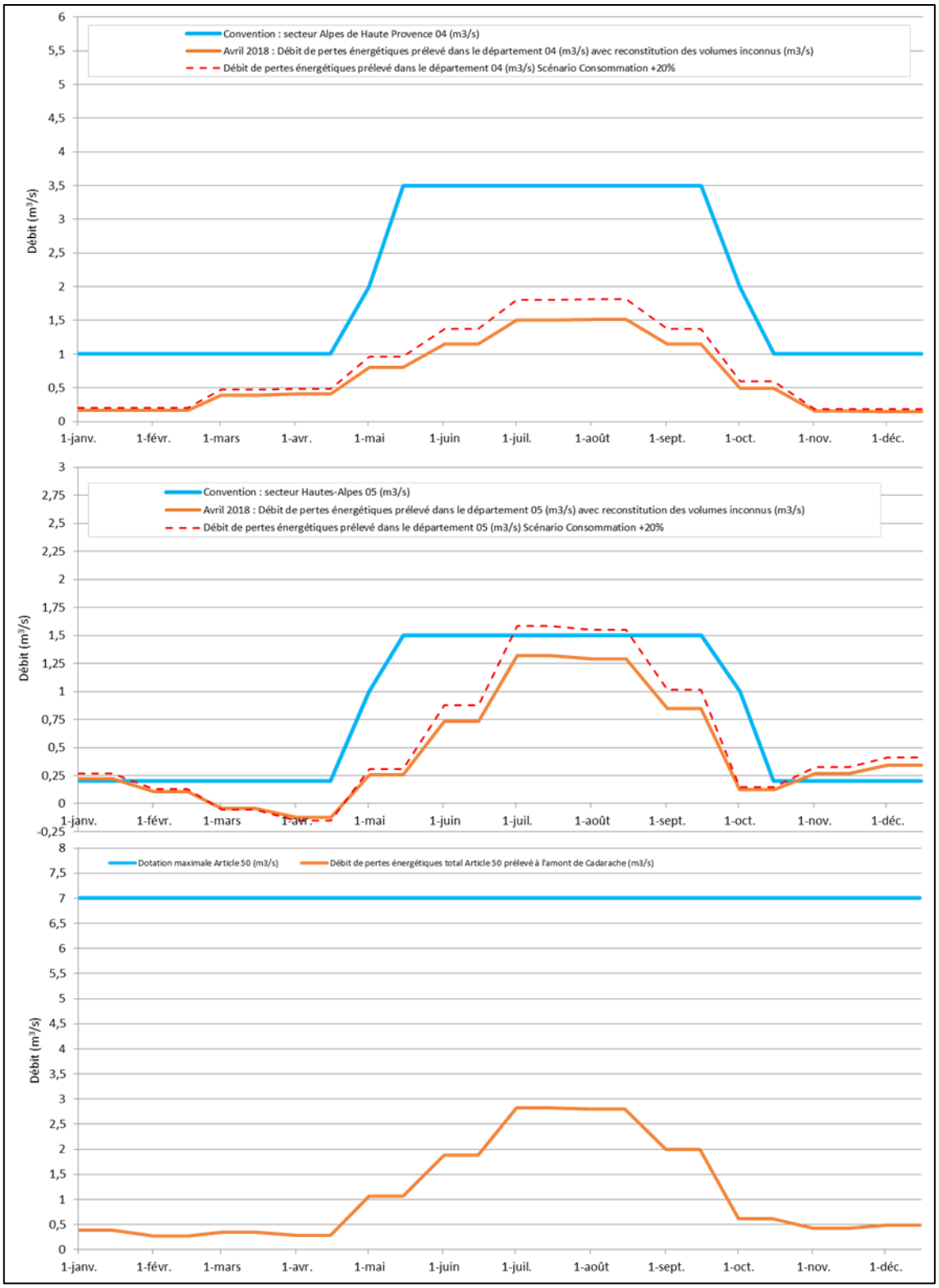


Figure 76 : Bilan des prélèvements au titre de l'article 50 dans le bassin de la Durance (de haut en bas : département des Alpes-de-Haute-Provence, département des Hautes-Alpes, total article 50 à l'aval de Serre-Ponçon). Il s'agit de débits mensuels reconstitués. Source : Cereg Ingénierie, 2018.

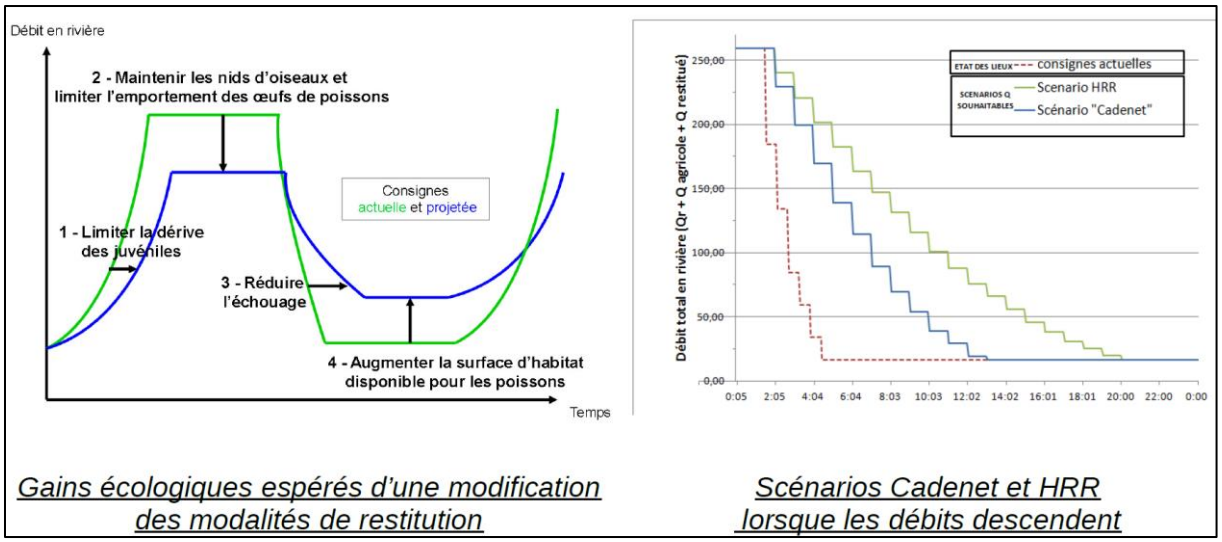


Figure 77 : Présentation des scénarios HRR et Cadenet, pour le lissage des débits de restitution à Mallemort (étude débits souhaitables). Source : Dreal Paca, 2018.

Le scénario HRR est le plus ambitieux au niveau écologique, il propose des modalités de restitution à partir de la littérature scientifique sur d'autres rivières. Le scénario Cadenet prend comme référence la Durance à Cadenet, à l'amont de Mallemort, où les débits ne sont pas affectés par les restitutions. L'enjeu est de s'approcher d'un hydrogramme non influencé par les restitutions. La première phase a été conclue pendant l'année 2016, après environ 1 an d'études (Dreal Paca, 2016).

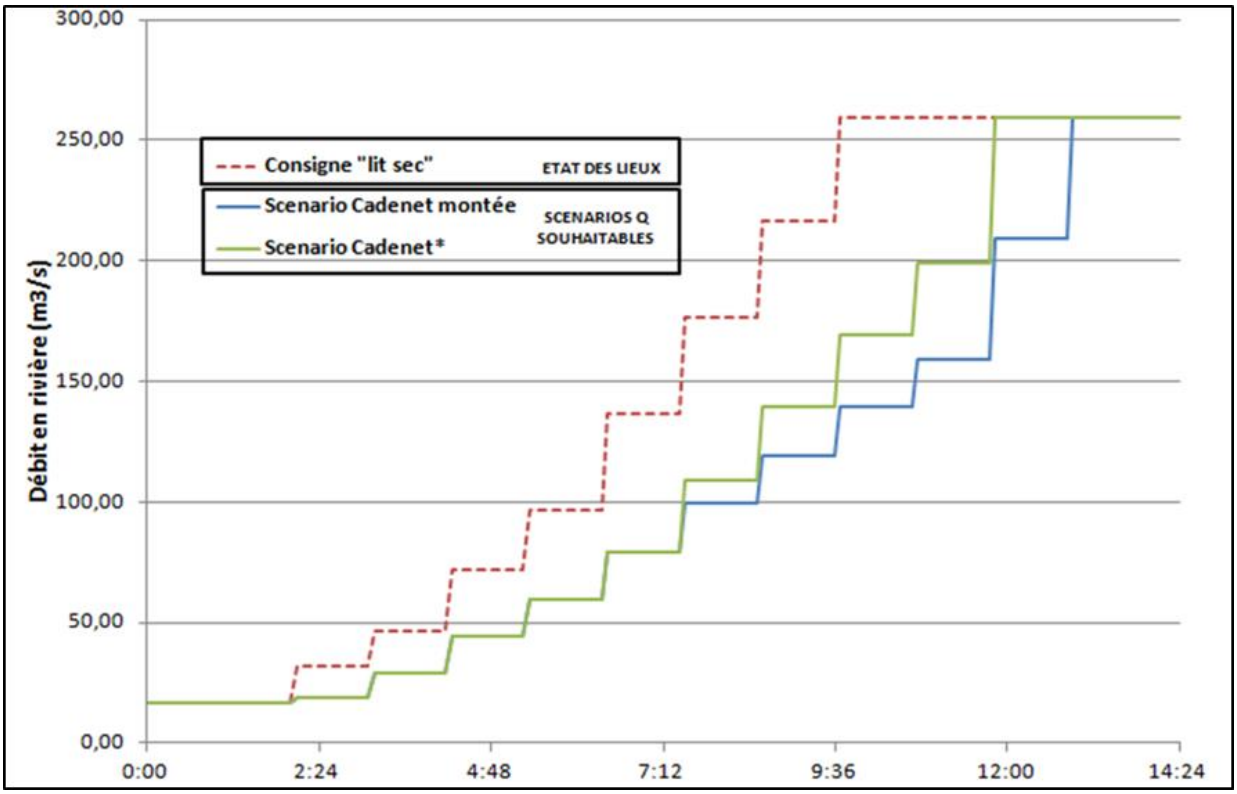


Figure 78 : Scénarios d'augmentation de débit au début d'une restitution à Mallemort (étude débits souhaitables). Source : Dreal Paca, 2018.

Une deuxième étape a ensuite débuté, visant à estimer le coût économique pour EDF des différents scénarios. Les impacts socio-économiques sont les suivants : désoptimisation du placement de la production hydroélectrique ; surcoût de la gestion qui permet l'atteinte et le maintien d'une côte estivale des lacs ; modification des rejets dans Berre ; modification de la gestion des ouvrages en crue ; maîtrise de la sûreté des ouvrages hydrauliques (Dreal Paca, 2018).

Cette phase a été pilotée par EDF et fait intervenir plusieurs méthodologies et modèles (Apogène et Morgan), et s'est étalée sur plusieurs années. Des premiers résultats ont été apportés en 2017 sur des modélisations journalières, faisant apparaître des coûts qui varient entre 0 et plus de 100 000€ par jour (avril à août), en fonction de l'hydrologie et du besoin éventuel de déstocker les lacs pour assurer le lissage des restitutions (Dreal Paca, 2017). D'autres modélisations ont suivi à partir du modèle Morgan, afin d'estimer l'impact sur la gestion annuelle de la chaîne hydroélectrique. Il en ressort des coûts très variables, pouvant varier entre quelques centaines d'euros et environ 1 M€, sans que la moyenne ou la fréquence d'occurrence de ces coûts ne soit clairement explicité (Dreal Paca, 2019). Par ailleurs, il s'agit uniquement des coûts liés à la désoptimisation de la production et au maintien de la côte estivale des lacs. Ces résultats ont permis de passer à la troisième phase d'expérimentation, qui se déroulera à partir de 2021.

Cette troisième étape se déroulerait en trois temps : une première expérimentation courte de deux jours, afin de vérifier la faisabilité technique de l'opération de lissage. Une deuxième expérimentation d'avril à août, permettant de mesurer les impacts biologiques et financiers. Une troisième d'une durée de deux à trois ans, pour évaluer les impacts biologiques au niveau des peuplements piscicoles (Figure 79).

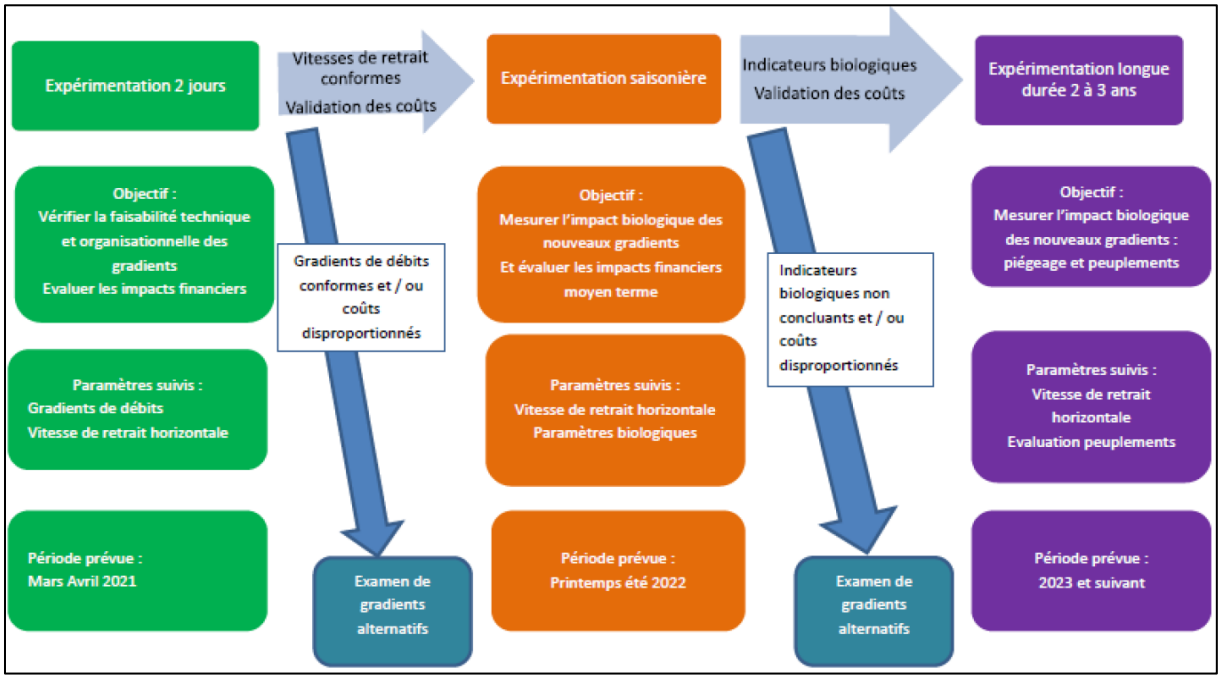


Figure 79. Expérimentation de lissage des débits à Mallemort. Source : Dreal Paca.

Lors de la Commission Eau et Usages de janvier 2021, il a été proposé de mobiliser les volumes du CEV pour la première expérimentation de 48 heures. Les volumes ont été estimés à un maximum de 5 Mm^3 par jour, soit environ 10 Mm^3 (Commission Eau et Usages, janvier 2021).

L'ensemble des acteurs se sont prononcés en faveur de cette réallocation, excepté la fédération de pêche des Bouches-du-Rhône, l'association régionale de pêche Paca et l'association Migrateurs Rhône

Méditerranée (MRM), qui ont rédigé une lettre commune à la présidente de la Commission Eau et Usages.

D'après eux, cette nouvelle phase expérimentale n'est pas nécessaire, après 6 ans d'études pour le lissage des restitutions. Même s'ils sont en accord avec la nécessité de lisser les rejets EDF à l'aval de Mallemort, ils estiment que les volumes ne devraient pas venir du CEV. En effet, l'impact écologique de l'expérimentation sera trop faible, et d'autres besoins devraient être privilégiés, notamment vers les affluents de Moyenne Durance. Enfin, ils indiquent qu'il leur parait impossible de se prononcer sur une telle réallocation depuis le CEV, sans avoir reçu au préalable un dossier technique apportant les éléments nécessaires à une prise de position (Rossi, 2021).

4.6 Ambiguïtés et incertitudes en lien avec les réallocations d'eau vers l'environnement

Les réallocations d'eau sont globalement très faibles par rapport aux volumes stockés dans le CEV, et leurs effets sont incertains. Le stock maximum du CEV (100 Mm3) aurait été atteint en 2021, sans les nouvelles réallocations réalisées pour le lissage des rejets d'eau à Mallemort (tableur CEV).

Les lâchers de décolmatage ont prouvé leur efficacité sur les barrages d'Espinasses et de La Saulce, mais ils correspondent à une obligation réglementaire, sauf pour le barrage d'Espinasses. La consommation d'eau qu'ils engendrent est pour le moment très limitée. L'augmentation du nombre de lâchers n'a pas encore été discutée.

Les opérations de transparence des barrages pendant les épisodes de crue sont aujourd'hui source de désaccords entre différents acteurs, et peu de retours d'expérience sur les opérations passées ont été faits (2008, 2010, 2011 et 2016).

Les réallocations vers des affluents déficitaires par l'intermédiaire de projets de substitution portent sur des volumes d'eau faibles. Comme nous l'avons vu, peu de projets existent, et les seuls réalisés ou en cours de réalisation nécessiteraient des faibles volumes du CEV. Étant donné que les transferts de droit d'eau font référence à l'article 12 du décret de 1959 (cas du Sasse et du Vanson), la mobilisation du compte n'est peut-être même pas nécessaire pour l'ensemble de ces projets. Enfin, le bilan par rapport au CEV repose sur l'hypothèse d'une augmentation des prélèvements et des surfaces irriguées, qui ne sera pas immédiate. D'après nous, les réallocations vers les affluents déficitaires constituent une réaffectation marginale, par rapport aux volumes présents dans le CEV.

Finalement, le prélèvement de volumes d'eau pour le lissage des restitutions à Mallemort apparaît intéressant, mais il s'agit uniquement d'une expérimentation de 48 heures. Cela ne permet donc pas d'envisager une utilisation pérenne du compte pour la suite.

Ce manque de réaffectation vers les milieux naturels traduit directement les difficultés de négociation avec EDF. La question de l'augmentation des débits réservés en Durance est très éclairante. En effet, le débit réservé est toujours généralement au 20ème du module, soit 5% du débit moyen interannuel. Au cours des négociations sur l'adoption du CEV, plusieurs DDT avaient proposé une réallocation des volumes pour l'augmentation des débits réservés (entretien DDT 05, 2020), mais cette solution n'a jamais été retenue.

Pourtant, les bénéfices écologiques pourraient être très importants, notamment dans la partie amont du bassin. En effet, à l'amont de Sisteron, le débit réservé constitue presque le seul apport en eau (il y a plus d'apports des affluents à l'aval, avec des crues occasionnelles qui peuvent permettre d'aller au-delà des débits réservés). La zone située entre les retenues d'Espinasses et de Saint-Lazare est soumise à un fort enlimonnement, associé à un développement algal (Sogreah, 2003). Il s'agit de tronçons très riches au niveau de la biodiversité, avec la présence d'espèces d'eau fraîche comme la truite fario et l'apron, et des réseaux de zones humides identifiés à enjeux forts de préservation (entretien DDT 05, 2020). L'augmentation du débit réservé pourrait permettre d'éviter des augmentations de température trop forte, dans un contexte de changement climatique, et de mieux diluer d'éventuels pics de pollutions (EDF, 2016 ; entretiens DDT 05 et Fédération de Pêche 05, 2020).

De plus, depuis le relèvement des débits réservés en 2014, les premiers résultats sont très positifs sur le tronçon Espinasses – La Saulce, en particulier pour le développement des populations de truites (plus de recrutement de juvéniles et augmentation de la biomasse totale), alors qu'il est parfois dur de conclure sur les autres tronçons (EDF, 2016).

Les débits réservés à l'aval du barrage d'Espinasses sont passés de 2,1 à 4,1 m^3/s en 2014, pour un module naturel d'environ 82 m^3/s, et des débits mensuels moyens de 194 m^3/s en juin, 105 m^3/s en juillet et 63 m^3/s en août (Figure 80). Une augmentation de 2 m^3/s pendant 2 ou 3 mois représenterait une augmentation de 50% des débits.

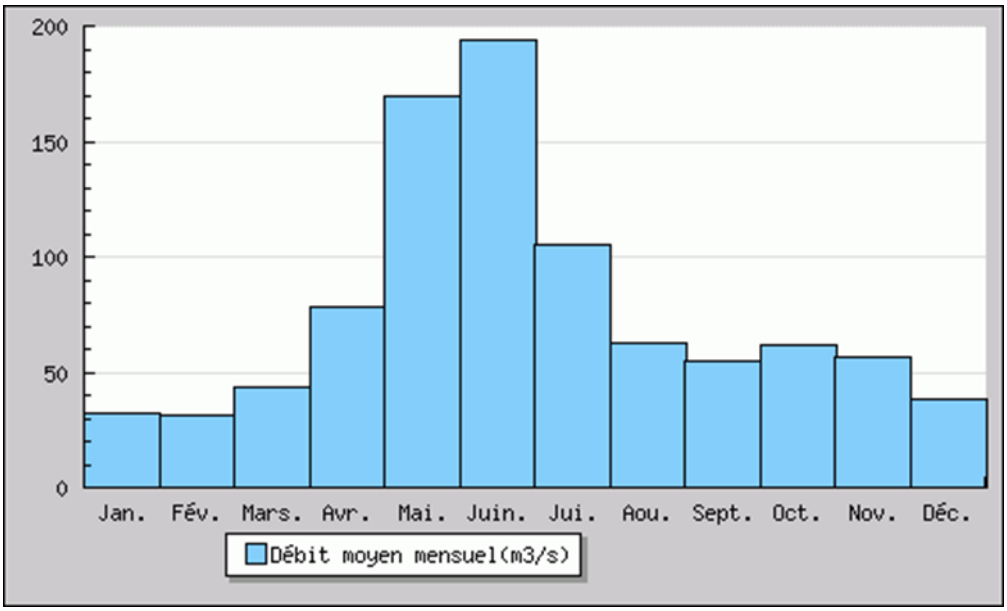


Figure 80 : Débits naturels reconstitués (moyennes mensuelles) à la station d'Espinasses, basés sur les observations réalisées entre 1948 et 2017 (intervalle de confiance de 95%). Source : banque Hydro.

Jusqu'à maintenant, l'impossibilité de mettre en œuvre une telle solution, alors même que les volumes du compte épargne ne sont pas consommés, montre les limites du dispositif. Étant donné que l'Agence ne maîtrise pas les paramètres de conversion issus de la modélisation, elle n'est par ailleurs pas en capacité de proposer des scénarios d'évolution du CEV en intégrant de nouvelles mesures de réallocation.

5 Gouvernance du Compte Epargne Volume

5.1 Gouvernance environnementale et outils de coordination/participatif

À la différence de « techniques de gouvernement » s'appuyant sur la souveraineté de l'État et l'unilatéralité des prises de décision, la gouvernance relève « *d'une approche pluraliste et interactive de l'action collective : elle signifie qu'aucun acteur ne saurait à lui seul maîtriser les processus décisionnels ; prenant acte de la complexité des problèmes et de l'existence de pouvoirs multiples, il s'agit de coordonner leur action et d'obtenir leur coopération* » (Chevallier, 2003, p. 206-207).

La gouvernance environnementale fait ainsi référence à « *un ensemble de processus réglementaires, de mécanismes et d'organisations à travers lesquels les acteurs politiques influencent les actions et résultats environnementaux* » (Lemos & Agrawal, 2006, p. 298), faisant intervenir l'État, les usagers, les élus ou encore les associations.

Dans le protocole co-signé en 2016 par l'agence, EDF et l'État, il est bien indiqué aux articles 24 et 25 que la gouvernance du CEV pourra faire intervenir « *toute personne morale ou physique ayant un intérêt dans la gestion de la ressource et des territoires duranciens* ». Le protocole s'inscrit en ce sens dans un mode de « *gouvernance environnementale décentralisée* » (Ibid., 2006), et peut être interprété comme un instrument « participatif » ou « de coordination » (Lascoumes & Simard, 2011).

Nous présenterons dans les prochaines sections le cadre de gouvernance tel qu'il a été proposé dans le protocole, et sa mise en œuvre jusqu'à maintenant.

5.2 Le cadre de gouvernance tel qu'il est décrit dans le protocole

Dans le protocole, il est indiqué que deux comités permettront la gestion du CEV : un comité de suivi (ou comité technique) et un comité de pilotage (comité plénier). Le comité de suivi rassemble l'agence, EDF, l'État (Dreal et Draaf), le SMAVD, l'OFB et le Conseil Régional. Ce comité « *veille à la mise en œuvre opérationnelle du protocole. Il est chargé de proposer à la décision du comité de pilotage l'allocation des volumes économisés, dans le respect des critères définis par le comité de pilotage. Il est chargé d'établir le bilan annuel du protocole et de le présenter au comité de pilotage* » (AERMC, 2016).

Le comité de pilotage regroupe quant à lui : l'État (Dreal, Draaf, DDT), EDF, l'agence, le SMAVD, l'OFB, les Conseils Généraux des départements concernés, le Conseil Régional, les présidents des CLE du Calavon et du Verdon, les chambres d'agriculture 04, 05, 84, 13, les fédérations départementales des ASAs, les canaux signataires des contrats de canaux, la CED et la SCP. Sa composition peut être amenée à évoluer pour inclure d'autres parties prenantes. Ce comité devra se réunir une fois par an et pourra être assuré par la future CLE du Sage Durance (ou l'instance qui la préfigurera). Il définira des critères d'éligibilité et de choix pour prioriser les réallocations depuis le compte, dont la nécessité d'avoir mis en œuvre une politique d'économies d'eau avant de pouvoir bénéficier de ressources de substitution. Il validera les réallocations du CEV, proposées par le comité de suivi. Ces éléments ont été déclinés dans le schéma de la Figure 81, qui constitue un « projet » du mode de gouvernance à mettre en place.

Dans le schéma, trois acteurs interviennent finalement : le comité technique (dit « comité de suivi » dans le protocole), la Commission Eau et Usages et le Comité Plénier, ces deux derniers se répartissant les missions du comité de pilotage.

5.3 Le cadre de gouvernance tel qu'il est pratiqué actuellement

En fait, le schéma présenté dans la partie précédente n'a pas encore été mis en œuvre. Premièrement, il n'est pas fait mention des discussions ayant permis l'élaboration du CEV, sur une période d'environ 15 ans. Ces négociations ont associé principalement l'Agence de l'eau, EDF et l'État. Les services de l'État ont été consultés après réalisation d'un projet de protocole, à travers la « mission Durance » de la Dreal Paca et les directions départementales des territoires. L'ouverture du dispositif aux autres acteurs s'est donc faite de manière très tardive, lors de l'inauguration du protocole en 2016 pendant le Comité Plénier de la Durance. Or, c'est pendant la période préliminaire à l'adoption du CEV qu'ont été définies un ensemble de règles de fonctionnement, de comptabilité des économies d'eau et de possibilités de réallocation, déterminantes pour la mise en œuvre de l'instrument.

Deuxièmement, le rôle du comité technique est moins important que ce qui était prévu. Ce dernier a rassemblé les signataires du protocoles (services de l'État représentés par la Dreal, EDF et l'AERMC), le SMAVD et le Conseil Régional. L'OFB a assisté seulement à une partie des réunions. Une à deux réunions par an ont été organisées depuis 2017, pendant lesquelles étaient présentées les évolutions du CEV, et les projections en fonction de différents scénarios. Mais s'il est indiqué que le comité technique assure le suivi opérationnel et la gestion du tableur Excel (Figure 81), cette tâche est en fait directement réalisée par EDF. C'est en effet ce dernier qui maîtrise finement le fonctionnement du compte, notamment les paramètres d'équivalence à appliquer sur les différents types d'économie et de réallocation. Il produit en fonction des demandes du comité technique différents scénarios d'évolution du CEV jusqu'à 2050.

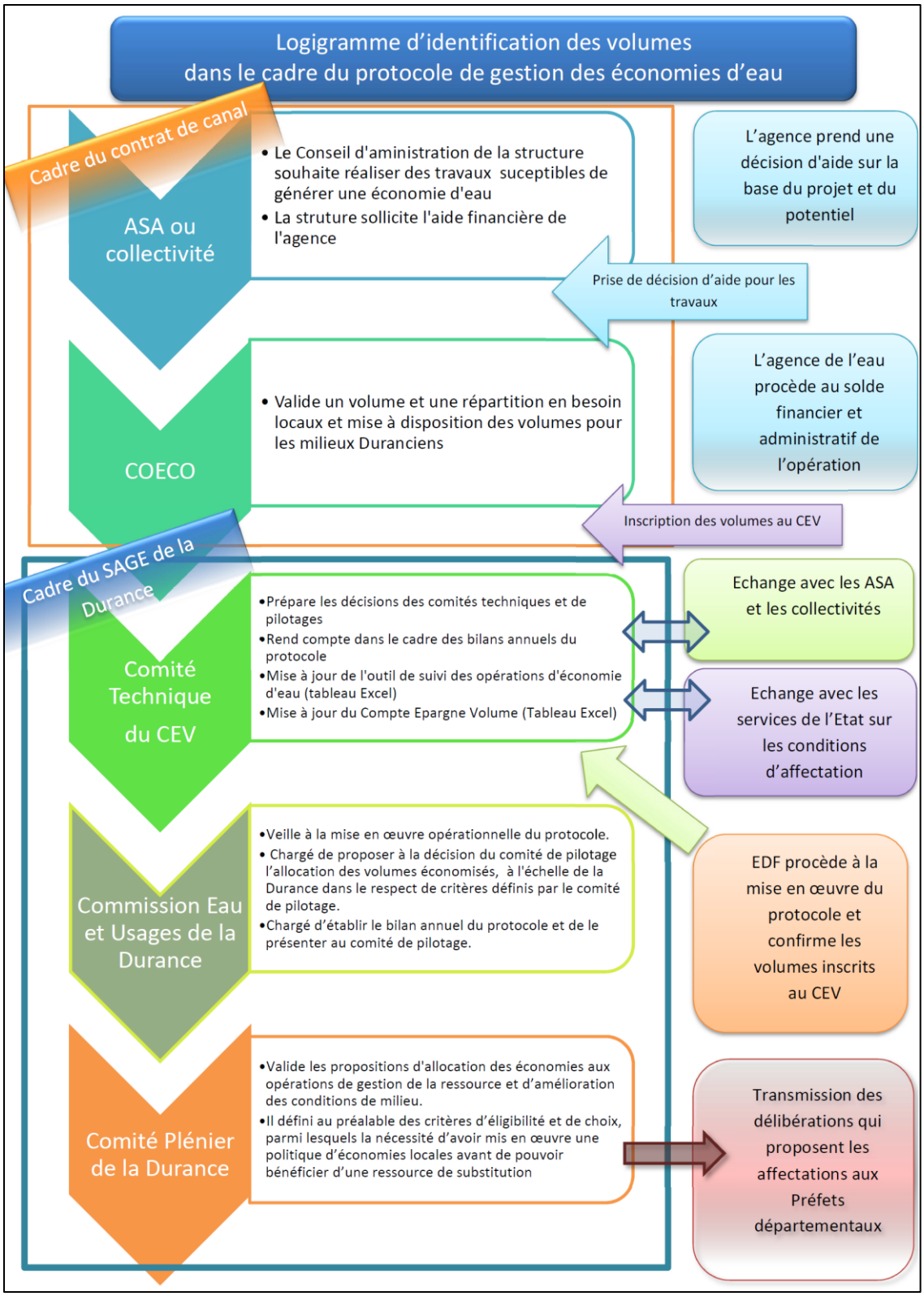


Figure 81 : Projet décrivant le schéma futur de gouvernance du CEV. Source : AERMC, 2016.

Enfin, le comité de pilotage a très peu été sollicité, que ce soit la Commission Eau et Usage ou le Comité Plénier. Le sujet du protocole de transfert des économies d'eau a été abordé en décembre 2016 lors de son adoption, puis seulement en juin 2019 pour présenter les avancées, et plus récemment en janvier 2021 (Comité Plénier de la Durance, 2016 ; Commission Eau et Usages, 2019 ; 2021).

L'implication de l'ensemble des acteurs du Comité Plénier a donc été particulièrement faible jusqu'à maintenant, par rapport à ce qui été prévu. La définition de critères d'éligibilité des projets de réaffectation n'a pas été faite, et la validation des projets n'a eu lieu qu'en janvier 2021, lors de la dernière Commission Eau et Usages.

Il faut toutefois ajouter que plusieurs présentations ont été faites par EDF et l'Agence aux usagers agricoles en 2018, notamment les canaux de Manosque, Saint Julien, Carpentras, le canal de l'Isle et le canal mixte (« Union Lubéron Sorgues Ventoux »), les arrosants de la Crau et le SICAS. Les présentations visaient également à préciser l'importance de l'accord des ASAs à signer le protocole de transfert, en tant que condition pour continuer à obtenir des financements de l'Agence de l'eau.

Tout comme la comptabilité des économies d'eau et le choix/l'effet des réallocations, la gouvernance du CEV apparaît encore floue pour le moment, sans que le rôle de chacun soit clairement précisé. Le schéma de la Figure 82 (présenté dans le cadre de réunions avec les ASAs) traduit cette imprécision.

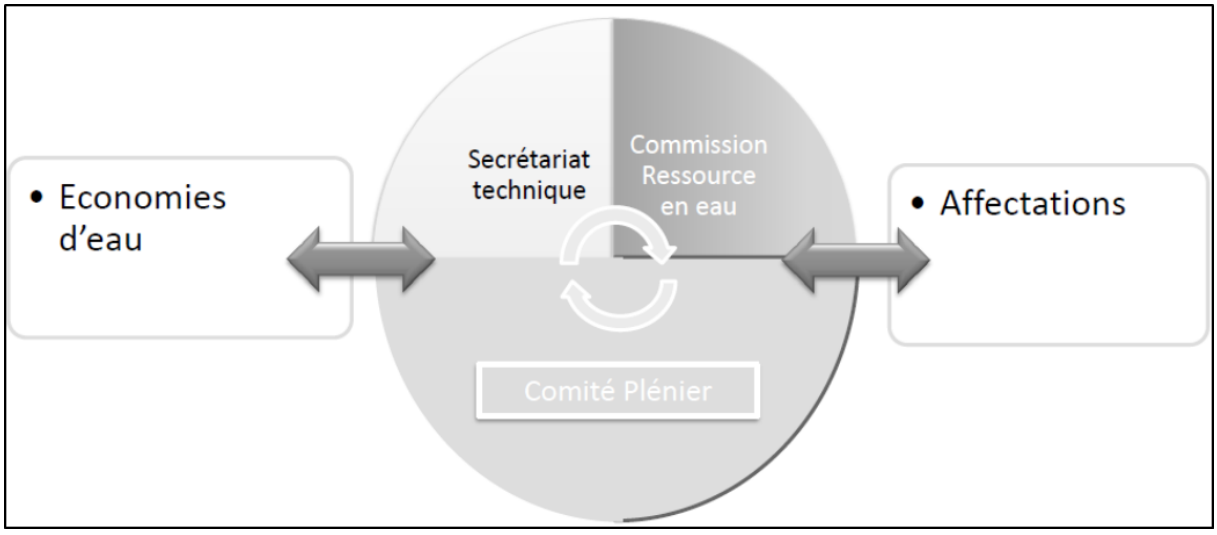


Figure 82 : Schéma présentant la gouvernance du CEV. Source : EDF, 2018.

Dans la prochaine partie, nous présenterons trois facteurs de dépendance au sentier qui ont conduit à cet accord peu ambitieux en termes de réallocation, et ambigu/incertain sur de nombreux points : les intérêts croisés des acteurs historiques à maintenir une politique d'économie d'eau et à parvenir à un accord, des marges de manœuvre limitées par les infrastructures et institutions existantes, et une vision du monde ancrée dans « l'ingénierie hydraulique ».

Suite à cela, nous discuterons des avancées permises par le CEV, malgré ses limites, en tant que changement incrémental dans un cadre fortement contraint.

6 Intérêts historiques en faveur des économies d'eau, effets de « verrouillage » et rationalité moderne

6.1 Intérêts croisés des acteurs pour parvenir à un accord et poursuivre les économies d'eau

6.1.1 Agence de l'eau

Comme cela a été présenté en introduction, nous interprétons les multiples incertitudes et ambiguïtés du CEV, au vu de ses méthodes de comptabilité, du manque de réallocation, et de sa gouvernance, comme l'un des éléments ayant permis son adoption par des acteurs ayant des intérêts divergents, voire contradictoires.

Si une nouvelle répartition des volumes économisés soulève de nombreux débats, ce n'est pas le cas de la poursuite des projets de modernisation, à l'exception de quelques cas. En effet, nous avançons que l'ensemble des acteurs du système avaient intérêt à parvenir à un accord, peu contraignant, afin de maintenir une politique d'économie d'eau génératrice de subventions au sein du nouveau paradigme environnemental qui impose des obligations de résultat au profit des milieux aquatiques.

Comme nous l'avons présenté dans le chapitre 2, l'Agence de l'eau est intervenue historiquement auprès des canaux agricoles et dans le domaine de la gestion quantitative en développant une politique de modernisation des réseaux. La légitimité de la redevance prélèvement reposait sur un juste équilibre, avec une attente de financements pour les travaux d'entretien, de régulation ou de conversion des canaux agricoles sur le terrain.

De plus, avec la LEMA de 2006, la réforme des volumes prélevables de 2008 (circulaires de 2008 et 2010), et les récentes communication de la Commission européenne sur la gestion des pénurie d'eau (EC, 2007 ; 2010) et les débits environnementaux (EC, 2015), la gestion quantitative est devenue centrale dans la politique de l'eau en France. Les subventions pour les économies d'eau correspondent à l'une des principales mesures encouragées par l'Agence dans le domaine du « grand cycle de l'eau », qui tend à se renforcer de plus en plus. Ces aides répondent en effet aux enjeux d'adaptation au changement climatique et d'atteinte des débits écologiques (AERMC, 2014).

Le CEV est donc l'outil qui permet le maintien et le déploiement des activités de l'Agence en lien avec la gestion quantitative dans le bassin de la Durance, en justifiant le gain environnemental des actions d'économie d'eau. L'instrument occupe en ce sens une dimension symbolique forte en légitimant les actions de l'Agence et en assurant son maintien dans un environnement institutionnel qui évolue. Comme cela est souligné par Meyer & Rowan (1977), les organisations tendent à adopter de nouvelles procédures qui assurent leur légitimité et survie sur le long terme :

> *Institutional rules function as myths which organizations incorporate, gaining legitimacy, resources, stability, and enhanced survival prospects […]. Technical procedures of production, accounting, personnel selection, or data processing become taken-for-granted means to accomplish organizational ends. Quite apart from their possible efficiency, such institutionalized techniques establish an organization as appropriate, rational, and modern. Their use displays responsibility and avoids claims of negligence. […] Organizations that incorporate societally legitimated rationalized elements in their formal structures maximize their legitimacy and increase their resources and survival capability (Meyer & Rowan, 1977, p. 351–352).*

La modernisation des réseaux agricoles constitue en effet « *une politique d'investissement massive* » (entretien AERMC, 2018). Dans un contexte où l'Agence doit parvenir à redistribuer l'ensemble des sommes captées par l'intermédiaire des redevances, il a été montré que les « gros projets » ou « gros maîtres d'ouvrage » (Narcy, 2004) étaient vu de façon très positives. Dans le bassin de la Durance, l'Agence a investi environ 38 M€ (euros 2020) dans les projets de modernisation entre 2003 et 2018.

Un agent souligne ainsi que « *le premier bénéfice du protocole, c'est que l'on continue à moderniser et à aider les associations d'irrigants. Sinon, on était susceptible de s'arrêter, clairement et simplement* » (entretien AERMC, 2018). Le CEV apparaît bien central comme élément permettant de perpétuer la capacité à agir de l'Agence.

Finalement, il y avait la volonté de parvenir à un nouvel accord, malgré des imperfections du point de vue de son efficacité environnementale. Il y avait ainsi « *un enjeu collectif à ce que politiquement ça marche* », laissant la place à des négociations pour le « *fonctionnement technique* » (entretien AERMC, 2019).

6.1.2 EDF

EDF est le premier bénéficiaire des économies d'eau agricoles, qui se retrouvent dans le canal et participent à la production hydroélectrique. Elles permettent en effet une meilleure optimisation financière du fonctionnement de la chaîne Durance-Verdon, en diminuant les contraintes du système. Dès la construction de la chaîne hydroélectrique en Basse et Moyenne Durance dans les années 1960-1970, et plus tard dans le bassin du Buëch (1990), EDF participait financièrement à des travaux de modernisation des canaux agricoles, pour la connexion des prises au canal EDF et éventuellement la conversion à des réseaux sous pression (cas des ASAs du Buëch et du canal de Ventavon notamment).

En 1981, lors des premières négociations avec l'agence, EDF avait identifié trois postes de gains économiques grâce aux économies d'eau : (1) les apports supplémentaires turbinés toute l'année à Salon et à Saint-Chamas ; (2) les apports turbinés à Serre-Ponçon, déplacés de l'été sur l'hiver ; (3) les apports turbinés sur la totalité de l'année des usines aval, déplacés de l'été sur l'hiver (EDF, 1981). Nous avons vu qu'une première convention favorisant les économies d'eau a ensuite été signée par EDF avec les chambres d'agriculture en 1997, avant de mettre en place la convention C1 en 2003.

L'intérêt croissant d'EDF pour l'augmentation de l'efficience des réseaux agricoles reflète également l'impact des normes environnementales sur le fonctionnement de la chaîne, qui ont été mises en place au cours des trente dernières années. Les débits écologiques sont ainsi passés de 3 m^3/s, au $40^{ème}$ du module en 1984 et au $20^{ème}$ en 2014. Par ailleurs, les contraintes sur les rejets d'eau douce dans l'étang de Berre représentent un coût économique important depuis 1994, et encore plus depuis 2006 (estimations à hauteur de 20 M€ par an ; Laurenceau & Molle, 2019). Enfin, le lissage des rejets à Mallemort, s'il aboutissait, représenterait une nouvelle entrave au fonctionnement optimal de la chaîne. La politique d'économie d'eau représente donc un moyen pour « ré-optimiser » la chaîne hydroélectrique, dans un contexte de règlementations environnementales de plus en plus contraignantes (EDF, 2014), et l'Agence en est le principal contributeur.

EDF a accepté de signer le protocole de transfert des économies d'eau pour soutenir le programme de subvention de l'Agence, tout en négociant le fonctionnement de ce nouvel instrument afin de limiter son impact sur la gestion multi-usages de la chaîne Durance-Verdon. En gérant le tableur Excel et le modèle Parsifal qui produit les coefficients d'équivalence, EDF garde un contrôle important sur l'outil, et bénéficie d'une asymétrie d'informations et de ressources par rapport aux autres acteurs. Il veille ainsi à s'assurer que le CEV reste une solution « gagnant-gagnant » (entretien EDF, 2019). Les projets de substitution étaient notamment le type de réallocation privilégié par EDF, étant donné leur impact faible sur la gestion de la chaîne, et leur capacité à consommer le CEV.

6.1.3 Les services de l'État

Depuis le début des années 2000, le ministère de l'Environnement (également en charge de l'équipement et l'industrie depuis 2007) a financé des études pour estimer le potentiel d'économie d'eau dans le bassin de la Durance (BRL, 2008). Il était recommandé de privilégier les économies d'eau pour répondre aux « usages émergents » dans le bassin, en particulier les allocations environnementales et l'usage touristique (Balland et al., 2002).

Plus récemment, l'intérêt de ces politiques a été renforcé avec l'objectif d'anticiper les effets du changement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau (Sauquet et al., 2015). En accord avec l'étude R^2D^2 financée par le ministère de l'Environnement, la réserve agricole de Serre-Ponçon pourrait devenir insuffisante une année sur quatre d'ici 2050 (Ibid., 2016). La modernisation représenterait alors un moyen de redonner de la flexibilité au système et de préserver un équilibre entre les ressources disponibles et les besoins (entretien Dreal Paca, 2018). De plus, même si le thème est rarement abordé, car très conflictuel avec le secteur agricole, l'évolution des droits d'eau fait partie des objectifs de long terme pour les services de l'État (Ibid., 2018). La diminution des prélèvements grâce aux économies d'eau pourrait donc faciliter une éventuelle modification des droits d'eau agricoles, en particulier au moment du renouvellement de la concession hydroélectrique qui devrait avoir lieu autour de 2050. À nouveau, le manque d'efficacité environnementale du CEV apparaît au second plan, derrière la nécessité pour le ministère de l'Environnement de prévenir de potentiels futurs conflits d'usages.

Le ministère de l'Agriculture a également toujours soutenu les politiques de modernisation. Dès les années 1970, les services départementaux (DDA) et régionaux (SRAE) du ministère de l'Agriculture ont réalisé « *l'étude générale de modernisation des irrigations de Basse Durance* » (ministère de l'Agriculture, 1979). Les objectifs de la modernisation étaient d'augmenter la sécurité des ouvrages grâce à des travaux de confortement (« principal souci des groupements d'irrigation »), d'assurer une meilleure répartition de l'eau entre les différentes branches des périmètres irrigués, de faciliter l'exploitation et l'entretien, d'éviter les pénuries d'eau, et également d'avoir des volumes disponibles pour des extensions de surfaces à irriguer (ministère de l'Agriculture, 1979, p. 2).

Au-delà de la seule question des économies d'eau et de leur devenir, la politique de modernisation représente depuis plus de 50 ans un enjeu stratégique pour le maintien et le développement de l'hydraulique agricole. Le ministère de l'Agriculture a participé directement aux financements jusqu'au début des années 2000, et les DDA (en particulier Bouches-du-Rhône et Vaucluse) assuraient des missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre pour le compte des associations d'irrigant.

Avec la suppression des subventions du ministère (arrêt progressif jusqu'en 2008), et de l'ingénierie publique d'État dans le domaine de l'hydraulique agricole (arrêt progressif jusqu'en 2012) (Barone et al., 2016 ; Dedieu, 2020), les financements de l'Agence de l'eau représentent le principal financeur des travaux d'entretien et de modernisation. Dans les Bouches-du-Rhône, le service d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour les Associations Syndicales Autorisées était composé de 12 personnes en 2008, afin d'assister les 105 ASAs d'irrigation et de drainage du département. Aujourd'hui, une seule personne assure la mission « d'expertise hydraulique », ce qui oblige les ASAs à employer du personnel pour avoir une expertise en interne, ce qui se répercute sur le prix de l'eau (entretien DDTM, 2018).

La stratégie départementale pour la gestion quantitative de la ressource en eau dans le Département des Bouches-du-Rhône datant de juillet 2020 fait état de la nécessité de maintenir l'accès aux subventions des ASAs qui font face à des « *problèmes financiers, d'ingénierie et de gouvernance* », pour entretenir un réseau de canaux « *qui se désagrègent, certes lentement, mais sûrement* » (DDTM 13, 2020, p. 2).

6.1.4 Le secteur agricole

Comme cela a été présenté dans le chapitre 2, la modernisation des irrigations représente un levier pour certaines associations d'irrigants, comme Carpentras ou Ventavon, pour étendre leurs réseaux, ou bénéficier de rémunérations de la part d'EDF (conventions C1 et C2 pour les canaux du Vaucluse). La SCP mobilise également ces financements lorsqu'elle réalise des travaux de modernisation pour le compte d'une ASA, éventuellement en récupérant la gestion d'une partie des réseaux et droits d'eau, comme dans le cas du canal de Manosque.

Les ASAs souhaitant maintenir leurs réseaux gravitaires, comme expliqué ci-dessus, restent fortement dépendantes des subventions de l'Agence de l'eau pour l'entretien des réseaux. Même si certaines ont critiqué le dispositif du CEV et refusé d'y participer initialement, l'ensemble des bénéficiaires a finalement accepté.

Globalement, aussi bien pour les groupements souhaitant se convertir à des réseaux sous pression que pour ceux souhaitant maintenir leurs réseaux gravitaires, ainsi que pour toutes les situations intermédiaires, l'accès aux financements pour l'hydraulique agricole est primordial. La principale requête par rapport au CEV était l'absence de modification des droits d'eau historiques ou des accords institutionnels déjà existants (Commission Eau et Usages, janvier 2021).

6.1.5 La Région Paca et les conseils départementaux

La Région Paca encourage la modernisation des réseaux pour la préservation des ressources, mais également pour le développement des usages économiques (SOURSE, 2014 ; voir chapitre 2). La mobilisation des fonds européens nécessite une contrepartie de l'État de 47% pour les mesures liées à la modernisation (PDRR 2014-2020), et l'ensemble des projets sont généralement co-financés avec l'Agence de l'eau. Si la Région a décidé de ne pas cosigner le protocole de transfert des économies d'eau, elle participe en revanche au Comité technique et soutient la démarche (entretien Région Paca, 2018).

Les départements ont peu été associés à la démarche, mais le maintien de leur action dans le domaine de l'hydraulique agricole est entièrement dépendant des autres co-financeurs, étant donné les montants relativement faibles qui sont alloués (les deux départements qui participent le plus à la politique d'hydraulique agricole sont le Vaucluse et les Bouches-du-Rhône, avec par exemple environ 1M€ par an pour ce dernier).

6.1.6 Associations environnementales et fédérations de pêche

Les associations environnementales n'ont été associées que tardivement à la démarche, à travers les présentations qui ont eu lieu lors des commissions Eau et Usages du bassin de la Durance. Les fédérations de pêche soutiennent en particulier les actions visant à restaurer des débits écologiques dans les affluents déficitaires et voient ainsi un intérêt important à la démarche du CEV (Rossi, 2021). Des limites ont toutefois été émises, en réunion et par écrit, sur le choix des sites de réallocation et la nécessité d'être associés plus en amont dans le processus (Rossi, 2021). En revanche, le questionnement du fonctionnement précis de l'outil et de ses méthodes de comptabilité n'a pas eu lieu.

6.1.7 Autres usagers de l'eau du bassin de la Durance

Lors de la réunion de janvier 2021 (Commission Eau et Usages), il a également été intéressant de noter les réactions d'autres usagers de la Durance, et en particulier les représentants « de l'amont », tel que le Syndicat Mixte d'Aménagement et de Développement de Serre-Ponçon (SMADESEP). Le SMADESEP a été créé en 1997 et regroupe le Conseil général des Hautes Alpes et les communautés de communes riveraines du lac de Serre-Ponçon. En 2008, une convention a été signée entre EDF et le SMADESEP afin de maintenir une cote minimale du 1er juillet au 31 août chaque année pour éviter d'impacter les activités touristiques sur le lac[61]. Cette convention répondait à une demande datant de plusieurs années de la part du SMADESEP et des acteurs touristiques du lac de Serre-Ponçon, et les conditions

[61] Afin d'accompagner ce développement territorial, le concessionnaire a également accepté de maintenir durant la haute saison estivale une cote minimale d'exploitation touristique. Cette cote, fixée à 5 mètres en dessous de la cote normale d'exploitation hydroélectrique, correspond au niveau du lac en dessous duquel la plupart des activités nautiques commencent à être très sérieusement pénalisées. Intégrée aux conditions d'exploitation hydroélectrique du concessionnaire, elle doit être à minima respectée chaque année du 1ier juillet au 31 août. Source : http://www.smadesep.com/cms/index.php/le-syndicat-damenagement/presentation/

d'un accord avaient également été analysées par la mission interministérielle Balland (Balland et al., 2002).

À plusieurs reprises pendant la réunion, le directeur du SMADESEP a présenté des réserves par rapport aux projets de réallocation d'eau vers les milieux naturels :

[Le directeur du SMADESEP] fait part de l'inquiétude des acteurs de l'amont qui, s'ils soutiennent un projet visant à améliorer les milieux de Basse Durance, ne peuvent accepter que cela se fasse au préjudice des lacs et de l'économie qui en dépend » (extrait du compte rendu de la Commission Eau et Usages, 2021, p. 6).

Il soulève ainsi « *la question de l'impact potentiel des réaffectations sur la cote du lac de Serre-Ponçon* » :

> *Les réallocations du CEV pourraient être favorisées en été pour répondre aux besoins des milieux, période où le maintien de la cote est essentiel, alors que les économies d'eau pourraient être réalisées à d'autres moments. Il souhaite que soit vérifiée la faisabilité des réallocations du stock d'eau virtuellement stocké au regard de la réalité de la ressource en eau afin de ne pas générer des tensions supplémentaires, ni faire payer par le réservoir de tête le coût de tout ce dispositif.*

Ces interventions permettent de saisir précisément l'enjeu partagé par les acteurs d'adopter un dispositif assez peu contraignant, et laissant la place à des marges de manœuvre importantes grâce à de nombreuses incertitudes dans son mode de fonctionnement et de gouvernance.

6.2 Effets de verrou des infrastructures et institutions existantes, et rationalité « moderne »

En plus d'intérêts croisés en faveur du prolongement de la politique de modernisation sans réallocation majeure vers les milieux naturels, des effets de verrouillage (« lock-in ») peuvent également expliquer le manque d'ambition environnementale du CEV.

Tout d'abord, le système d'infrastructures Durance-Verdon constitue en lui-même une barrière à la réallocation. Ceci est lié au design technique de l'infrastructure qui implique la réallocation de fait des économies d'eau à EDF et son droit à turbiner pour la production d'énergie toute goutte d'eau qui n'est pas allouée à un autre usage (Chapitre 3, 2.1). Dans d'autres circonstances, l'eau économisée ne serait pas prélevée et resterait dans la rivière.

Deuxièmement, les droits historiques des canaux agricoles, dits fondés en titre, sont difficilement modifiables (Chapitre 3, 2.1). Or, l'une des conditions pour s'assurer de la réalité des économies d'eau serait justement une évolution des droits à prélever.

Les nouvelles répartitions de l'eau se font donc pour le moment à partir d'arrangements ad-hoc non ou peu contraignants, comme les conventions entre EDF et les arrosants, les contrats de canaux et le CEV.

Le changement de paradigme opéré au tournant des années 2000 en faveur des milieux naturels, reste également marqué par des cadres cognitifs hérités du passé.

En effet, la politique d'économie d'eau repose toujours sur une rationalité « moderne », qui fait l'hypothèse d'une séparation stricte entre la nature et la société (Latour, 2004). « L'eau moderne » est définie de la façon suivante par Linton (2010) :

The modern idea of water as an objective, homogenous, ahistorical entity devoid of cultural content, [that] is complemented by its physical containment and isolation from people, and reinforced by modern techniques of management […]" (Ibid., 2010, p. 46).

Déjà historiquement, et plus encore depuis la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau, la politique de l'eau a envisagé deux types d'intervention : d'une part, des objectifs d'atteinte du bon état des

milieux naturels, où les usages humains sont considérés comme des vecteurs de "pressions" ; d'autre part, les interventions d'ingénierie hydraulique, où le calcul, l'optimisation et la modernisation des usages représentent la priorité. Interventionnisme et maîtrise du côté des usages de l'eau, retour à une nature intacte de l'autre (Narcy, 2004 ; 2014 ; Linton & Krueger, 2020).

Jean-Baptiste Narcy (2004 ; 2014) montre que l'action des agences de l'eau se base sur ces deux logiques antagonistes, visant la maîtrise des flux grâce à l'optimisation et aux sciences de l'ingénieur, la gestion de l'eau « dans les tuyaux », et par ailleurs la préservation de « l'eau-milieu », « nature-processus » et autonome (Narcy, 2014, p. 36).

Cette distinction est particulièrement éclairante dans le cas des politiques d'économie d'eau. Les canaux gravitaires appartiennent au monde de l'ingénierie hydraulique, où l'enjeu est l'optimisation de la maîtrise des flux. Ces canaux sont d'abord jugés du point de vue de leur efficacité, comprise comme le rapport entre l'eau prélevée (prélèvement brut) et l'eau consommée par les plantes. Le manque d'efficience d'utilisation de l'eau justifie l'intervention, et les retours des canaux vers les milieux naturels ou les nappes sont généralement considérés comme « des pertes ». La question de l'intérêt environnemental des retours de canaux gravitaires est en contradiction avec le registre qui justifie la modernisation, et apparaît donc secondaire.

Un agent a ainsi indiqué : « *on est satisfaits des contrats de canaux parce que c'est une politique d'investissement qui va dans le bon sens. Même si on a du flou. Et on prend ce risque-là* » (entretien AERMC, 2018). Nous avons entendu à de multiples reprises pendant nos entretiens cette idée selon laquelle, de toute façon, « *cela va dans bon sens* ».

D'après nous, c'est bien la permanence d'un référentiel qui emprunte à l'ingénierie hydraulique, aux sciences de l'ingénieur, et à la nécessaire optimisation, qui permet d'encourager la poursuite des économies d'eau via le CEV malgré les nombreuses incertitudes présentes sur le retour effectif de l'eau économisée aux milieux naturels.

7 Le CEV : un arrangement ambigu permettant une avancée graduelle vers une nouvelle répartition des volumes économisés

L'analyse détaillée du compte a permis de montrer que de fortes incertitudes caractérisent les méthodes de comptabilité, les choix de réallocation vers les milieux aquatiques, et la gouvernance de l'instrument. Plus particulièrement, le CEV tend à surestimer les volumes économisés, les réallocations ont été très faibles jusqu'à maintenant, et la participation des acteurs bien inférieure à ce qui était prévu. Nous avons montré que ces incertitudes et ambiguïtés ne correspondent pas à des défauts de conception, mais au contraire qu'elles ont joué un rôle fondamental dans l'adoption du CEV par l'ensemble des acteurs. Trois facteurs ont été mis en avant, montrant l'intérêt partagé des acteurs de parvenir un accord relativement peu contraignant : la volonté de poursuivre une politique de modernisation des réseaux sans modifier totalement la répartition de l'eau économisée entre les bénéficiaires historiques, les effets de verrouillage du système d'infrastructure Durance Verdon et des droits d'eau, et une rationalité moderne ancrée dans l'ingénierie hydraulique.

Toutefois, nous n'interprétons pas les caractéristiques du CEV comme un immobilisme de la gestion quantitative de l'eau dans le bassin de la Durance, mais bien comme un changement graduel dans un cadre fortement contraint. C'est d'après nous ce qui caractérise cette troisième période décrite dans le Chapitre 2, et nommée paradigme environnemental des économies d'eau. On n'observe pas de rupture brutale avec les politiques passées, mais un changement incrémental qui prend place à travers de multiples négociations et de nouveaux accords qui se superposent aux règles historiques.

Deux notions issues du néo-institutionnalisme historique permettent de préciser ce mode changement graduel. Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre, le changement par superposition (*layering*) implique l'introduction de nouveaux éléments (règles, instruments, processus politiques, niveaux de

gouvernements, organisations, acteurs…), s'ajoutant aux institutions et programmes déjà présents (Streeck & Thelen, 2005, p. 31). Bien que se trouvant souvent « *à la marge du système* », les modifications incrémentales peuvent éventuellement produire des transformations de politique publique dans le temps long (Palier & Surel, 2010). Par ailleurs, la conversion d'une institution donnée intervient lorsque celle-ci est redirigée vers de nouveaux buts et de nouvelles fonctions, face à des évolutions du contexte (Hacker et al., 2015). De récentes études ont montré que ces modes de changement n'étaient pas incompatibles, et pouvaient se combiner (Shpaizman, 2014) et se succéder dans le temps (Koreh et al., 2019) (Figure 83).

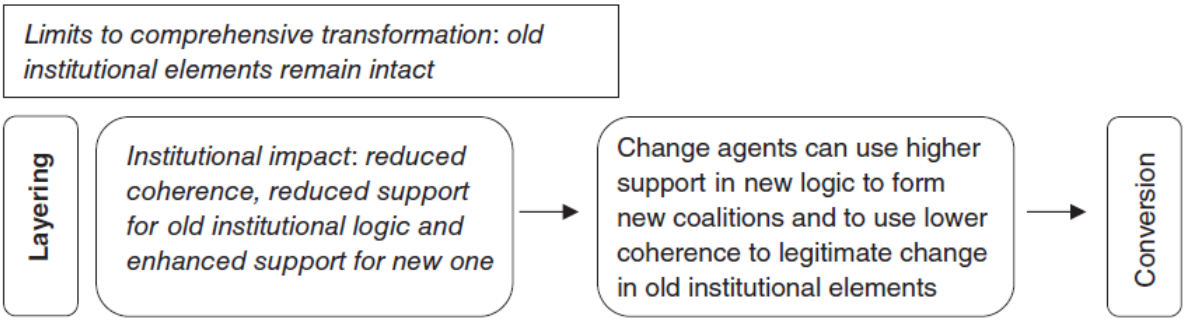


Figure 83 : Processus de superposition et de conversion dans les dynamiques de changement institutionnel. Source : Koreh et al., 2019.

Un processus de superposition de nouvelles règles sur les anciennes peut ainsi amener à fragiliser la logique institutionnelle historique, et éventuellement provoquer la conversion des institutions existantes (Koreh et al., 2019).

Comme nous l'avons vu, la politique d'économie d'eau s'est développée dans le cadre du modèle de « mutuelle » de l'Agence de l'eau, assurant un financement en échange de la redevance prélèvement. De plus, la répartition des volumes économisés dépend directement du système historique d'allocation des ressources en eau dans le bassin de la Durance, hérité des deux paradigmes de gestion de l'eau précédents : paradigme de gestion de l'offre ; paradigme de gestion de la demande et économies d'eau pour les usages.

Premièrement, si l'adoption du CEV est passée par de nouveaux compromis, notamment des négociations sur la redevance prélèvement, elle traduit bien la conversion (Streeck & Thelen, 2005) progressive de l'Agence de l'eau depuis une « agence-mutuelle » vers une Agence devant en principe s'assurer du gain environnemental de chaque action financée et du respect du principe pollueur-payeur. Elle s'insère dans une succession de modifications incrémentales au cours des programmes d'intervention de l'Agence depuis le 8ème programme, rendant petit à petit les possibilités d'accès aux aides pour la modernisation des réseaux plus strictes, et plus exigeantes vis-à-vis des impacts attendus sur les milieux aquatiques (conditions sur les financements, contrats de canaux, CEV).

Deuxièmement, la mise en place d'une nouvelle répartition des volumes économisés au profit des milieux s'est faite à travers l'ajout de nouveaux accords, qui ne modifient pas le système d'allocation historique. Les nouvelles règles de partage viennent s'y superposer. Si les effets apparaissent encore limités, il semble bien que ces modifications graduelles s'inscrivent dans des trajectoires d'évolution plus profondes, en particulier la renégociation du système de droits à prélever au profit des milieux aquatiques et d'usages « émergents » ou non sécurisés (Balland et al., 2002 ; AScA & Artelia., 2019), dans le cadre de la loi sur l'eau de 2006, du renouvellement des concessions hydroélectriques (horizon 2050) et de l'adaptation au changement climatique.

Même si cela n'a pas encore été appliqué, il est indiqué dans le protocole de transfert des économies d'eau, que « *l'État prendra en compte les volumes économisés dans la délivrance d'autorisations de*

prélèvement en phase avec les besoins » (AERMC, 2016, p. 11). Par ailleurs, les conditions de retour vers les milieux s'accentuent également dans les contrats de canaux, où la part des économies réservée aux usages du canal pourrait diminuer ou être réduite à zéro. D'après nos entretiens, cette éventuelle modification des droits d'eau agricoles est un aspect qui inquiète les associations d'irrigants, au point que certains se demandent s'ils ont encore « *intérêt à continuer à faire des économies* » (entretien ASA, 2018). D'autres sont persuadés que les droits d'eau seront remis en cause du fait des évolutions climatiques (entretien ASA, 2021).

Il apparaît ainsi de plus en plus clairement que de nouveaux arbitrages seront réalisés sur la répartition de la ressource à l'échelle du système Durance-Verdon et des territoires desservis, notamment pour répondre à un risque accru de manque d'eau pendant les périodes d'étiage (Sauquet et al., 2015 ; AScA & Artelia, 2019). C'est notamment ce qui a motivé la mise en place d'une étude macroéconomique sur les usages dépendant des ressources en eau de la Durance par le SMAVD, et cela constituera un thème essentiel du SAGE Durance. Sans qu'une direction claire soit pour le moment affichée, la place des économies d'eau et des outils comme le Compte Epargne Volume sera potentiellement déterminante dans la construction de ces nouveaux arbitrages.

Troisièmement, bien que le mode de gouvernance du CEV n'ait pas encore été pleinement mis en œuvre, l'outil présente le potentiel d'ouvrir à la discussion avec l'ensemble des acteurs, la question des économies d'eau et de leur répartition. Un changement important vient donc de la procédure permise par le protocole de transfert des économies d'eau.

En effet, comme le rappelle Lascoumes (1994, p. 100-110) à parti des exemples de la loi sur la protection de la nature de 1976, de la création des parcs nationaux ou encore de la « loi littorale », les politiques environnementales sont souvent « *des politiques de compromis non résolus* » (Ibid., p. 100) et des « *politiques d'organisation* » (Ibid., p. 102). Il souligne ainsi le fait que les politiques environnementales « *s'attachent plus à la mise en place de procédures qu'à la définition de consensus* » (Ibid., 104), en créant de nouveaux cadres de négociations des enjeux environnementaux. Les résultats obtenus dépendront alors fortement des processus permettant de réaliser des ajustements, de la diversité et l'identité des participants.

Barthe et al. (2001) nomment « forum hybride » un espace caractérisé par une multiplicité et une diversité d'acteurs qui interagissent, avec à la fois des experts et des scientifiques, des fonctionnaires, des élus locaux et des acteurs économiques. Les acteurs et les problèmes traités sont hétérogènes (ressources en eau, coordination entre acteurs, scénarios socio-économiques d'évolution du territoire, gestion de l'environnement…), permettant ainsi une « mise en politique » d'enjeux souvent réservés à des experts et des scientifiques.

La constitution d'un tel forum serait envisageable grâce à la consultation des Commission Eau et Usages, et Milieux aquatiques et inondation, faisant le lien entre le comité technique et le comité de pilotage du CEV. À la dernière réunion de janvier 2021, la mise en place d'ateliers et de consultations pour discuter du fonctionnement du CEV a été envisagée.

Grâce à un exercice d'apprentissage collectif, les postulats de la politique d'économie d'eau pourraient être débattus, afin de mieux analyser les compromis qui la sous-tendent, entre gain en efficience et perte potentielle d'externalités positives des systèmes anciens. Différentes conceptions des milieux naturels émergeraient également. Ces éléments pourraient participer à définir des critères de choix des projets d'économie d'eau et de réallocation, en soulignant leurs limites et leurs intérêts.

Ces trois éléments - conversion de l'Agence de l'eau, refonte du système d'allocation de la ressource et ouverture d'un espace de débat sur les économies d'eau – constituent bien des changements potentiellement profonds, montrant que le CEV n'est pas seulement un ajustement mineur « à la marge du système », mais représente un élément significatif d'une trajectoire d'évolution sur le long terme.

Territorialisations des politiques d'économie d'eau dans les grands périmètres irrigués de Basse-Durance

Les cas du contrat de canal de Carpentras et du projet de modernisation du canal des arrosants de la Crau

Les canaux de Basse-Durance, qui desservent de vastes plaines agricoles de la région provençale depuis plusieurs siècles, sont soumis à une demande d'optimisation des ouvrages pour avoir accès aux subventions publiques pour l'entretien, le renouvellement ou l'extension des réseaux. Alors que les canaux du Vaucluse sont souvent pris comme modèle de mise en œuvre des politiques d'économie d'eau, étant donné « *qu'ils modernisent leur outil* » depuis plusieurs décennies, les irrigants des Bouches-du-Rhône sont présentés comme « *faisant peu d'efforts* », et mobilisant des techniques « *loin de l'optimum* » d'efficacité. À partir des cas d'études de l'ASA du canal de Carpentras et de l'ASA des arrosants de la Crau, nous montrons les limites de cette opposition en nous intéressant aux dynamiques d'évolution des deux territoires hydro-sociaux. Nous analysons les dynamiques de territorialisation des politiques d'économie d'eau, comprise comme « *un processus tensionnel […] entre une logique politique descendante et une dynamique ascendante où s'expriment pratiques, pouvoirs et enjeux locaux* » (Ghiotti, 2018, p. 87). Dans le cas du canal de Carpentras, les projets d'économie d'eau ont été intégrés dans un discours de modernisation et d'extension des réseaux « *pour le développement du Comtat Venaissin* », et pour « *rendre justice aux terres au-dessus du canal* ». L'Association des arrosants de la Crau défend quant à elle l'intérêt des pratiques séculaires d'irrigation gravitaire pour le foin de Crau, la nappe sous-jacente et les zones humides. La modernisation passe alors par la recherche de consensus entre l'optimisation génératrice d'économies d'eau et le maintien d'un agroécosystème dépendant intimement de l'irrigation gravitaire. Finalement, les études de terrain nous permettent d'ouvrir une discussion sur les liens entre construction des territoires hydro-sociaux et mise en œuvre de l'action publique.

1 Introduction : modernisation et dynamique des territoires hydro-sociaux

Dans les chapitres 2 et 3, nous nous sommes intéressés à l'évolution des paradigmes de gestion quantitative de l'eau et à l'élaboration puis la mise en œuvre d'un instrument de réallocation à l'échelle du bassin versant de la Durance. Nous avons décrit l'évolution des programmes d'intervention et des schémas de financement de l'hydraulique agricole au cours du temps, avec l'intégration croissante des enjeux environnementaux.

Dans les chapitres 4 et 5, l'enjeu est d'analyser comment les politiques de gestion quantitative de l'eau rencontrent le terrain au niveau local. En effet, ces modifications affectent des espaces socialement construits, des infrastructures, des modes de gestion, des milieux aquatiques et des méthodes de produire. Comment la mise en œuvre de ces mesures est intégrée dans la construction matérielle et idéelle des territoires ? Comment viennent-elles renforcer, modifier ou remettre en cause les dynamiques présentes ? Par ailleurs, au niveau de l'action publique, comment les objectifs, les programmes d'action ou les instruments générés à des échelles de grand bassin hydrographique ou de région administrative, s'adaptent et se modifient au contact de différentes réalités hydro-sociales ?

La question de la réallocation de l'eau vers l'environnement est analysée au niveau des réseaux hydrauliques de Basse-Durance dans ce chapitre, puis des bassins déficitaires de Moyenne-Durance dans le chapitre 5. Nous nous focaliserons plus particulièrement sur les « *logiques ascendantes* » (Ghiotti, 2018) des territoires hydro-sociaux dans le chapitre 4, en lien avec la politique d'économie d'eau, et sur les « *logiques descendantes* » (Ibid., 2018) liées à la mise en œuvre de la réforme des volumes prélevables dans le chapitre 5. Ces deux chapitres font apparaître le processus dynamique « *d'adaptations réciproques* » (Marié, 1987) entre construction des territoires hydro-sociaux et mise en œuvre de l'action publique.

Le territoire hydro-social est compris comme :

> l*a matérialisation imaginaire et socio-environnementale contestée d'un réseau multi-scalaire spatialement délimité dans lequel les humains, les flux d'eau, les relations écologiques, les infrastructures hydrauliques, les moyens financiers, les arrangements juridico-administratifs et les institutions et pratiques culturelles sont définis, alignés et mobilisés de manière interactive par des systèmes de croyances épistémologiques, des hiérarchies politiques et des discours de naturalisation* (Boelens et al., 2016).

Dans le contexte de fortes incertitudes liées aux économies d'eau et à leur réallocation, nous avançons que le succès du nouveau paradigme environnemental et la mise en œuvre de ses différents instruments repose sur la construction d'un territoire hydro-social permettant d'aligner des éléments d'ordre cognitifs, économiques et environnementaux avec les nouvelles exigences de gain environnemental.

L'adoption, totale ou partielle, ou le rejet de nouvelles infrastructures de gestion de l'eau apparaît intimement lié à la production de discours permettant d'englober l'avancée technologique dans un projet politique au niveau local (Boelens & Vos, 2012 ; Boelens et al., 2016), faisant le lien entre l'innovation et le réseau d'acteurs dans lequel elle s'insère (Akrich, 1991). Comme cela est souligné par Zwarteveen (2017) pour le développement des technologies de goutte-à-goutte :

> *When drip irrigation 'saves water' in experimental settings, this is not just the result of the technology itself, but the performative effect of a careful process of aligning the technology to water flows, pumps, crops, people and stories (words, meanings, ideas). The water use efficiency of drip irrigation is therefore only real within settings that resemble these experiments: only when it is similarly aligned to words, tools, resources and people can it be expected to perform similarly* (Zwarteveen, 2017, p. 43).

La mobilisation des territoires hydro-sociaux participe au processus de ré-appropriation et ré-interprétation des instruments de politique publique qui sont mis en place (Lascoumes & Simard, 2011). Les instruments, tels que les contrats de canaux analysés dans le chapitre 4 et les plans de gestion de la ressource en eau du chapitre 5, font l'objet de processus de « traduction » (Callon, 1986) à différentes échelles.

Créé à l'origine dans le domaine de la sociologie des sciences et des techniques, le concept de traduction désigne l'ensemble des activités visant à rendre « nécessaire » une innovation pour l'ensemble des acteurs concernés (Callon, 1986). Cela passe par une problématisation de la situation qui distribue des identités aux entités sociales et naturelles du système, et des entreprises « d'intéressement » pour les convaincre d'adopter les définitions proposées. Un dispositif d'intéressement réussi est appelé « enrôlement », c'est-à-dire la formation d'une coalition durable entre différentes entités, en accord avec la problématisation initiale (Ibid., 1984).

En sciences politiques, le concept a été mobilisé pour décrire les activités de reformulation des problèmes publiques dans différents registres et arènes, via l'agrégation de pratiques et d'informations diverses, le recyclage de routines établies, et la construction de cadres interprétatifs (Lascoumes, 1996 ; Lendvai & Stubbs, 2009 ; Barone & Bouleau, 2011).

Les instruments de politique publique ne sont pas immuables et fixés, mais au contraire constamment redéfinis et négociés depuis leur élaboration jusqu'à leur mise en œuvre (Lascoumes & Simard, 2011). Ils peuvent notamment être soumis à des résistances de la part des publics cibles (Le Bourhis & Lascoumes, 2014). Les résistances peuvent conduire à limiter les effets des instruments, à les neutraliser ou encore à les détourner pour répondre à des objectifs différents de ceux qui étaient fixés à l'origine (Ibid., 2014, p. 12).

Un processus de traduction/transcodage réussi parvient à stabiliser un certain assemblage d'humains et de non humains dans une nouvelle configuration. L'adoption de nouvelles technologies d'irrigation ou de nouvelles normes de répartition de la ressource est ainsi inséparable de la transformation des territoires hydrosociaux concernés, dans leurs dimensions matérielles et discursives.

Les discours sont ici définis comme « *un assemblage spécifique d'idées, de concepts et de catégories qui sont produits, reproduits et transformés au sein d'un ensemble de pratiques et à travers lesquels du sens est donné aux réalités physiques et sociales* » (Hajer, 1995, p. 42). L'analyse des discours vise à la fois le contenu, à travers les définitions des problèmes à gérer ou encore les solutions à mettre en œuvre, ainsi que le contexte dans lequel il est prononcé (ou écrit), qui fixe des principes « d'ordonnancement » et « d'exclusion », sur ce qu'on inclut ou pas dans les propos (Foucault, 1971, p. 70). Les catégories et les limites produites participent à renforcer la légitimité de certains acteurs, et l'illégitimité d'autres pratiques et usages (Foucault, 1971 ; Hajer, 1995, p. 51 ; Boelens & Vos, 2012, p. 19).

La modernisation des réseaux dépend ainsi de l'alignement entre des territorialités (Hommes et al., 2019, p. 12) au niveau local, et des *story-lines* (Hajer & Verteeg, 2005) ou *narratives* (Roe, 1991) plus larges qui la soutiennent.

Nous nous basons dans ce chapitre sur l'analyse de la mise en œuvre d'un instrument de politique publique visant à moderniser les canaux gravitaires, le contrat de canal, dans deux cas contrastés. Cet instrument intègre les nouvelles exigences environnementales liées aux projets de modernisation.

Nos cas d'étude se situent à l'échelle des associations d'irrigants et de leurs périmètres irrigués. Les canaux de Basse-Durance, qui desservent de vastes plaines agricoles de la région provençale depuis plusieurs siècles, sont soumis à une demande d'optimisation des ouvrages pour avoir accès aux subventions publiques pour l'entretien, le renouvellement ou l'extension des réseaux. Depuis le début des années 2000, les conditions d'accès aux financements sont devenues de plus en plus strictes, en particulier par rapport à l'objectif d'économie d'eau attendu grâce aux travaux. Ce sont ces projets qui alimentent le Compte Epargne Volume.

Alors que les canaux du Vaucluse sont souvent pris comme modèle de mise en œuvre des politiques d'économie d'eau, étant donné « *qu'ils modernisent leur outil* » (entretien, 2018) depuis plusieurs décennies, les irrigants des Bouches-du-Rhône sont présentés comme « *faisant peu d'efforts* », et mobilisant des techniques « *loin de l'optimum* » (entretien, 2018) d'efficacité.

Nous montrons que les contrats de canaux font l'objet de processus de « *ré-appropriation contextualisée* » (Lascoumes & Simard, 2011) et de ré-interprétations par les associations d'irrigants, qui sont les principaux traducteurs (Callon, 1986) de l'instrument au niveau local.

L'échelle du périmètre irrigué et du projet de modernisation permet l'analyse fine des interdépendances entre les flux d'eau, les infrastructures, et les aspects socio-politiques. Nous nous basons sur des études d'impact et documents administratifs, de la littérature scientifique, des entretiens semi-directifs et des enquêtes auprès des agriculteurs.

Tout d'abord, nous décrivons le dispositif des contrats de canaux et plus largement les nouvelles conditions de financement des projets de modernisation, dans le cadre du paradigme environnemental des économies d'eau.

À partir de l'exemple de l'ASA du canal de Carpentras, nous montrons comment les gestionnaires et élus sont parvenu à produire un territoire hydro-social « moderne » dès les années 1980, dont l'un des moteurs sont les projets de modernisation. Les évolutions des circuits de financement ont permis de poursuivre la dynamique engagée. L'origine du territoire hydro-social moderne, son développement et les effets attendus des derniers projets de modernisation sont décrits.

En nous appuyant ensuite sur le cas de l'Asco des arrosants de la Crau, nous analysons comment les projets de modernisation et la redevance prélèvement ont toujours fait l'objet de contestations, négociations et compromis, afin de rester cohérents avec le système d'irrigation gravitaire du foin de Crau. Ici, l'impératif de gain environnemental et d'économie d'eau amène à remettre en cause les compromis passés, et soulève de fortes incertitudes au niveau local. La nouvelle recherche de consensus est analysée à travers l'exemple de la modernisation de la branche d'Arles du canal de Craponne.

Enfin, nous discutons des effets des nouvelles exigences environnementales en lien avec les financements de l'hydraulique agricole, en mettant en avant l'intérêt de compléter l'analyse des jeux d'acteurs et des discours par celle des flux d'eau.

2 Contrats de canaux et évolution des règles de financement de l'hydraulique agricole

2.1 Origine des contrats de canaux

Comme nous l'avons vu dans le deuxième chapitre, les conditions de financement de l'Agence de l'eau étaient peu contraignantes jusqu'au début des années 2000, et pouvaient inclure des travaux de confortement, de cuvelage, de régulation et de conversion des systèmes irrigués.

À partir du 8ème programme (2003-2007), les règles deviennent de plus en plus strictes pour répondre à l'enjeu de gain environnemental, à travers la génération d'économies d'eau importantes, et leur réallocation vers les milieux naturels.

Les contrats de canaux sont des démarches volontaires et contractuelles qui intègrent ces nouvelles conditions de financement, en assurant un retour de 50% de l'eau économisée vers l'environnement, pour une durée de 25 ans. Ils représentent un nouveau compromis avec les associations d'irrigants afin d'encourager la réalisation de projets de modernisation : les associations doivent se soumettre à de nouvelles exigences environnementales, mais l'Agence accepte que 50% des volumes bruts économisés soient laissés à la disposition des ASAs.

Un responsable de l'Agence de l'eau nous a expliqué que les contrats de canaux sont nés à partir de deux situations particulières. La première est une demande de financement pour la modernisation du secteur de Monteux par le canal de Carpentras, où « *on sait pertinemment que la modernisation n'allège pas forcément le prélèvement sur le milieu local, parce que les agriculteurs ont tous des forages sur une nappe qu'on souhaiterait préserver pour l'alimentation en eau potable, qui s'appelle la nappe du miocène* » (entretien AERMC, 2019). L'Agence demande une contrepartie pour s'assurer de l'impact positif de l'opération sur la nappe. Finalement, la région double sa part de financement et l'Agence de l'eau n'est plus sollicitée pour le projet. La deuxième situation vient avec une demande d'aide de l'ASA du canal de Manosque, qui souhaite moderniser un tiers de son périmètre (1000 hectares) et en déléguer la gestion à la SCP. L'agence, qui craint d'être à nouveau sollicitée par la suite pour l'entretien du canal gravitaire, impose alors certaines conditions à son financement qui prendront forme dans un contrat de canal. Et finalement :

> *Cette opération elle est réussie, la greffe a pris, et le canal de Carpentras revient à la charge avec le projet de modernisation du secteur de Monteux. Là on leur dit, non, mais faut faire quelque chose, et du coup c'est pas un contrat de canal en émergence, mais cinq, les cinq qui dépendent de la prise du canal mixte de Carpentras : le tronçon commun, Saint Julien, Cadeban Neuf, l'Isle et Carpentras* (entretien AERMC, 2019).

La mise en place des contrats de canaux ne s'est pas faite de manière instantanée, mais dans le cadre « d'un virage » qui est pris par l'agence, pour s'assurer du lien entre les financements et la préservation des ressources en eau (entretien AERMC, 2018). Ce virage s'étale sur une dizaine d'années, avec la signature du contrat de Manosque en 2008 dans le cadre du 9ème programme d'intervention, et des autres contrats au cours du 10ème programme (Figure 84).

Il est important de noter que les contrats de canaux constituent une forme de dérogation par rapport aux règles qui s'appliquent aux autres projets de modernisation. En effet, la règle de base d'intervention de l'Agence est un retour de 100% des volumes économisés aux milieux naturels.

Les contrats n'ont été mis en place qu'avec des canaux « *très grands* », dont les investissements se font sur au moins une dizaine d'années, et peuvent être séparés en différentes tranches. Ils représentent ainsi « *un outil de programmation* », donnant une visibilité sur le long terme (entretien AERMC, 2018). La dérogation concernant la règle des 50% vient donc de la capacité des ouvrages à dégager théoriquement des volumes d'économie d'eau importants.

Par ailleurs, les contrats de canaux représentent une démarche territoriale pour structurer les projets d'évolution des associations d'irrigants :

> *Au-delà de cet objectif purement environnemental, le Contrat de Canal est un outil qui propose aux gestionnaires de canaux une réflexion globale à l'échelle de leur périmètre desservi et d'intégrer dans la réflexion tous les enjeux qu'ils soient d'ordre économique, environnemental, de protection des biens et de personnes, touristique, social… Le Contrat de Canal a pour ambition de permettre aux structures d'irrigation d'élaborer et de mettre en place un véritable projet de territoire, en lien avec tous les acteurs locaux* (ASA du canal Saint-Julien, 2011, p. 14).

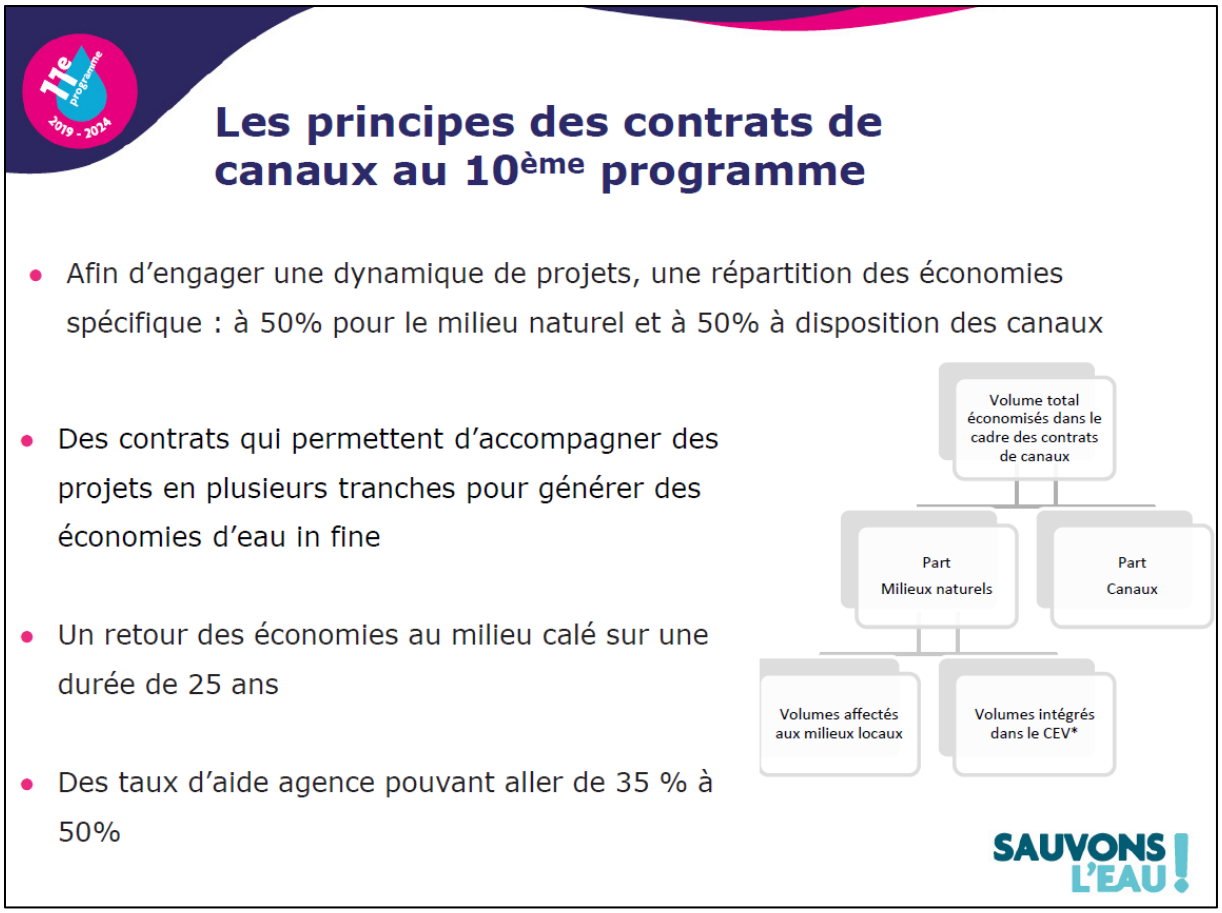


Figure 84 : Définition des critères de financement dans le cadre des contrats de canaux au 10ème programme. Source : AERMC.

Les contrats de canaux du bassin de la Durance ont été réalisés en plusieurs phases successives sur une période moyenne de cinq à sept ans : une phase de diagnostic avec la rédaction d'un « état des lieux » de l'ouvrage, de la structure de gestion, et de contexte socio-économique et environnemental ; une phase de réflexion prospective et de définition des objectifs, amenant à la signature d'une charte d'objectifs par l'ensemble des partenaires ; une phase de définition d'un programme d'actions ; une dernière étape de mise en œuvre et de suivi.

Les contrats se présentent sous la forme d'un ensemble de quatre documents :

- Le mémoire dans lequel figure une présentation générale de la démarche, les informations essentielles sur la structure de gestion, le périmètre desservi et les objectifs.
- Le document contractuel qui présente une synthèse du programme d'opérations et les engagements des différents partenaires, notamment l'engagement de l'Agence de l'eau à participer financièrement à la mise en œuvre du programme sur une période de six ans.
- Le programme d'opérations qui présente le détail des actions programmées, chacune d'entre elles faisant l'objet d'une « fiche-action ».
- Le protocole de gestion, dont l'objet est de préciser les volumes économisés et la partie qui revient aux milieux naturels pour une durée de 25 ans. Il doit indiquer les réallocations vers les milieux locaux identifiés.

Figure 85 : Charte d'objectifs des contrats de canaux dépendant du canal mixte dans le département du Vaucluse. Source : Asa du Canal de Carpentras, 2010.

Dans l'ensemble des contrats de canaux, les objectifs et les programmes d'action sont structurés autour de cinq axes : axe économique (soutien des activités au sein du périmètre desservi, grâce aux investissements dans la modernisation des infrastructures), axe environnemental (i.e. amélioration de la connaissance sur les interactions entre les canaux et les milieux naturels), axe social et culturel (valorisation récréative et patrimoniale des ouvrages), axe territorial (intégrer les problématiques de gestion des canaux dans les politiques d'aménagement du territoire), axe gestion concertée (adapter la composition et le fonctionnement des instances de gestion des associations syndicales) (Figure 85).

2.2 Premiers contrats de canaux : ASAs dépendant du canal mixte (84) et ASA du canal de Manosque (04)

Le contrat de canal de Manosque est le premier à être signé en 2008. Les cinq contrats de canaux de l'Union Lubéron-Sorgues-Ventoux, Saint-Julien, Cadeban neuf, l'Isle sur Sorgues et Carpentras ont été signés en 2012 (Figure 86).

Ces six contrats sont les principaux à avoir été mis en œuvre dans le bassin de la Durance, suite à un processus d'élaboration qui a débuté dès 2005 avec le recrutement de deux chargés de mission responsables du développement de la démarche (une personne pour le canal de Manosque et une personne pour les cinq canaux du Vaucluse). Les postes ont été financés par l'Agence de l'eau pendant plusieurs années.

Ces contrats se sont terminés avec le 10ème programme d'investissement de l'Agence de l'eau (2013-2018) et ont fait l'objet d'une évaluation sur la période 2005-2017 (Contrechamp, 2018). Les réflexions portent aujourd'hui sur leur renouvellement.

Nous présentons ici succinctement le bilan des travaux prévus et réalisés, et des économies d'eau estimées, sur la base des documents de contrats de canaux, de bilans réalisés par l'Agence et de l'évaluation du bureau d'études Contrechamp (Tableau 26).

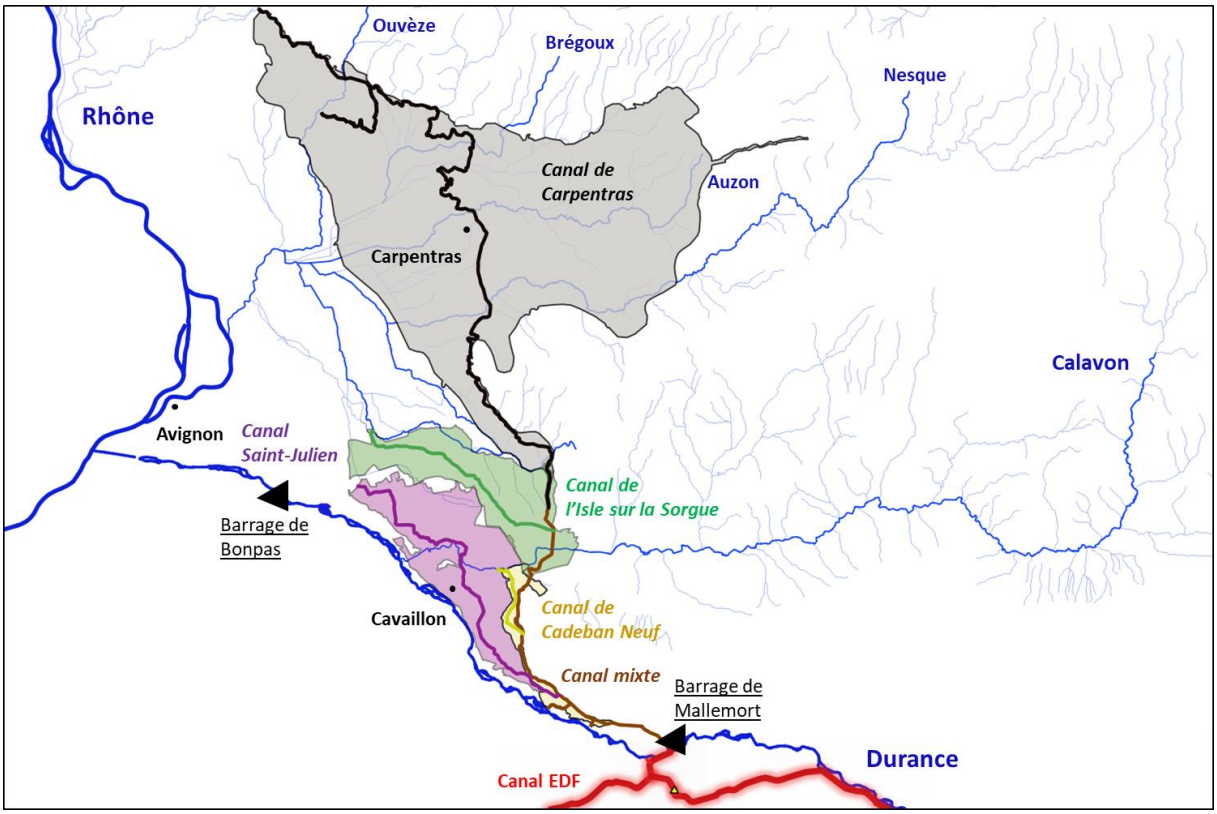


Figure 86 : Périmètres desservis des canaux dépendant de l'Union Lubéron-Sorgues-Ventoux dans le département du Vaucluse, et partageant une prise d'eau commune. Source : auteur à partir de BD TOPO IGN, BD HYDRO 2015.

Les actions principales des six contrats de canaux sont la mise sous pression de canaux gravitaires, les travaux de sécurisation et cuvelage, la régulation et l'extension des réseaux sous pression. Il s'agit d'un budget total prévisionnel de 50 M€, réalisé à près de 90% entre 2005 et 2018 (Figure 87).

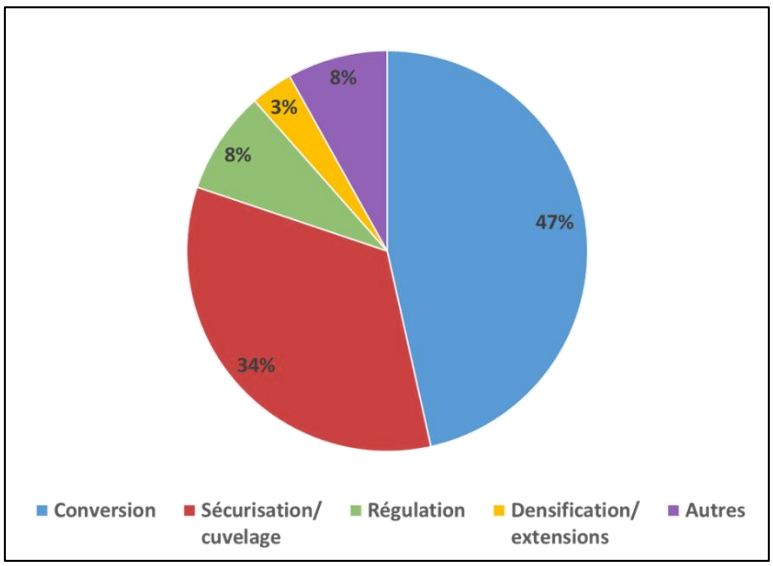


Figure 87 : Répartition du budget total prévisionnel des contrats de canaux par type d'aide. Source : auteur à partir de ASA du canal de Manosque, 2009 ; ASCO du canal de Cadeban Neuf, 2011 ; ASA du canal de Carpentras, 2010 ; ASA du canal Saint-Julien, 2011, ASA du canal de l'isle, 2011 ; Données AERMC.

Tableau 26 : Résumé des caractéristiques des six premiers contrats de canaux du secteur Durance. Source : auteur à partir de ASA du canal de Manosque, 2009 ; ASCO du canal de Cadeban Neuf, 2011 ; ASA du canal de Carpentras, 2010 ; ASA du canal Saint-Julien, 2011.

Canal		Manosque	Canal Mixte	Cadeban Neuf	Isle sur Sorgue	Carpentras	Saint-Julien
Longueur périmètre canal primaire (km)		57	23	(canal mixte)	15	65	22
Linéaire de réseau total		300	23	43	350 / OU 50?	1215	240
Surfaces irrigables (ha)		2600	canal d'amenée apportant l'eau de la Durance aux autres canaux de l'union Lubéron-Sorgue-Ventoux	852	3300	10800	4500
Surface sous pression (%) avant contrat		0		20	47	60	15
Surface sous pression (%) après contrat		?		44	80	63	?
Adhérents		4400		1230	2650	15000	3720
Part agriculteurs (adhérents) %		5		10	55	20	55
Part agriculteurs (surfaces) %		55		55	85	80	62
Nombre de communes desservies		13	6	3	6	34	7
Période du contrat de canal (élaboration / mise en œuvre)		2008-2017	2005-2011 / 2012-2016	2005-2011 / 2012-2018			
Budget total (k€) prévisionnel		13683	1294	1872,5	7772	13622	11660
Budget total (k€) réalisé		11904,21	1940	1590	8184	11235	9590
Economies prévisionnelles totales 2005-2017 (m3)		6800000	439000	797000	5480000	4970000	19583000
Economies réalisées totales (2005-2018)		6800000	321300	768000	*5835000*	1837000	10760000
Dont économies réalisées 10e programme (2013-2018)		6800000	321300	768000	3535000	1019000	5679000
Economies d'eau mis à disposition des milieux naturels (2005-2017)		3400000	160650	384000	2917500	918500	5380000
Conversion	% budget total	50%	0	70%	88%	36%	35%
Sécurisation/ cuvelage		15%	92%	23%	2%	40%	30%
Régulation transport		15%	0	0	5%	0%	30%
Densification / extensions		?	0	0	0	17%	0
Axe 1 / Total Contrat		80-90%	92%	93%	95%	93%	95%
Actions principales		Modernisation, sécurisation, régulation, densification	Cuvelage / sécurisation	Modernisation, sécurisation	Modernisation secteur Arrousaire	Modernisation secteur de Monteux, sécurisation, densification	Régulation, modernisation, sécurisation
Réallocations vers les milieux naturels locaux		Oui sous forme d'expérimentations : restitutions de 100 à 300 l/s dans le Largue	Non	Non	Non : limiter les rejets du canal dans les milieux (Sorgue)	Oui : Auzon, dilution des rejets de la STEP de Carpentras 1,8 Mm3/an	Non

Les catégories « conversion », « sécurisation/cuvelage », « régulation » et « densification/extensions » correspondent à l'axe 1 des contrats de canaux, représentant en moyenne 92% des budgets totaux. La catégorie « autres » contient les actions contenues dans le reste des axes des contrats.

Le financement des contrats s'est réalisé pour une faible partie au cours du 9ème programme d'intervention de l'Agence de l'eau, et pour la majorité lors du 10ème programme. Leur mise en place effective s'est traduite par une augmentation importante (multiplication par trois) des financements de l'Agence pour l'hydraulique agricole en région Paca, passant d'un peu moins de 10 M€ d'aides pour un total de 31 M€ de travaux au 9ème programme, à environ 29 M€ d'aides pour 73,5 M€ de travaux au 10ème programme. Les investissements de l'Agence dans le bassin de la Durance représentent plus de 90% des aides du 10ème programme, et les contrats de canaux du Tableau 26 environ 40%.

2.3 Part des contrats financés par l'Agence de l'eau et évolution des règles de financement de l'hydraulique agricole au niveau régional

Les types de travaux retenus par l'Agence pour déterminer les aides à allouer sont différents du budget global des contrats de canaux, pour deux raisons majeures. Premièrement, les conditions de financement de l'Agence sont devenues de plus en plus strictes vis-à-vis du gain environnemental, et notamment des économies d'eau potentielles. Cela s'est traduit par une diminution progressive des aides au confortement et au cuvelage des canaux, pour se concentrer sur la conversion des réseaux et la régulation du transport.

Deuxièmement, les schémas de financement de l'hydraulique agricole ont évolué en région Paca au cours du 10ème programme d'investissement. Alors que chaque financeur – l'Agence de l'eau, la région, les départements et l'État- réalisait sa propre instruction des dossiers de demande d'aide auparavant, un guichet unique a été créé depuis 2015. Il s'agit d'une mise en conformité avec le droit européen, qui impose que tout régime d'aide soit notifié auprès de la Commission européenne pour éviter de « fausser la concurrence » entre États membres :

> « Sauf dérogations prévues par les traités, sont incompatibles avec le marché intérieur, dans la mesure où elles affectent les échanges entre États membres, les aides accordées par les États ou au moyen de ressources d'État sous quelque forme que ce soit qui faussent ou qui menacent de fausser la concurrence en favorisant certaines entreprises ou certaines productions »[62].

C'est le Feader qui correspond au régime notifié auprès de la Commission dans le domaine des aides au développement rural agricole, auquel appartiennent les subventions pour la modernisation des irrigations. L'autorité de gestion des fonds Feader est la Région depuis 2014, et le détail des aides et des règles de financement est inscrit dans le Plan de Développement Rural Régional (PDRR) 2014-2020.

L'ensemble des demandes d'aide pour l'hydraulique agricole entre donc dans un même schéma de financement et passe par le service Feader de la région qui a le rôle de « guichet unique ». Les demandes sont soumises aux mêmes critères d'éligibilité et de notation, inscrits dans le PDRR de la région Paca, en accord avec le règlement européen de 2014 relatif au Feader[63].

Par rapport aux programmes de développement rural antérieurs, l'obligation d'un minimum de 5% d'économie d'eau par rapport au prélèvement total a été ajouté dans le règlement concernant la période 2014-2020. De plus, la grille de notation des projets repose sur des critères liés aux économies d'eau pour 60 points sur 140 (Tableau 27). Finalement, les conditions d'accès au financement pour des

[62] Paragraphe 1 de l'article 107 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne. https://www.europe-en-france.gouv.fr/fr/aides-d-etat

[63] RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) n o 808/2014 DE LA COMMISSION du 17 juillet 2014 portant modalités d'application du règlement (UE) n o 1305/2013 du Parlement européen et du Conseil relatif au soutien au développement rural par le Fonds européen agricole pour le développement rural (Feader).

projets de cuvelage ou de confortement sont devenues de plus en plus complexes, du fait des économies d'eau souvent faibles par rapport aux autres types de projets.

Ces évolutions des règles de financement sont visibles sur les travaux des contrats de canaux qui ont été financés par l'Agence de l'eau au cours du 10ème programme, pour un total de 29,6 M€ et une aide de 11,6 M€ (Figure 88 et Figure 89). Alors que les travaux de cuvelage et sécurisation représentaient 34% des budgets des Associations d'irrigants, ils ne représentent plus que 15% des montants du 10ème programme. La part financée par l'Agence a été en moyenne de 31% (Figure 89). Toutefois ces données ne permettent pas de voir l'évolution au cours du 10ème programme, avec un arrêt progressif des aides au cuvelage et confortement.

En revanche, les aides à la conversion d'un mode d'irrigation gravitaire à un mode d'irrigation sous pression ont représenté 75% des travaux retenus, financés en moyenne à environ 40% par l'Agence (Figure 88 et Figure 89).

2.4 Économies d'eau prévues et réalisées dans le cadre des six premiers contrats de canaux

Les contrats de canaux devaient générer environ 38 Mm^3 par an d'économie d'eau, dont 50% étaient destinées aux milieux naturels. D'après les bilans du 10ème programme réalisés par l'agence, les économies atteindraient 26,3 Mm^3 pour la période 2005-2018, avec 13,2 millions par an réservés pour l'environnement (Tableau 26). Plus de 60% des économies résultent des travaux de conversion des périmètres irrigués.

Les protocoles de gestion de chaque contrat de canal définissent la répartition entre le CEV (milieux duranciens) et les milieux naturels locaux. Dans les faits, la quasi-totalité des économies ont rejoint le CEV (exceptions : le Largue pour le contrat de canal de Manosque et l'Auzon pour Carpentras).

Les associations ayant participé à la mise en place de ces premiers contrats de canaux souhaitent poursuivre la démarche avec un deuxième contrat de canal. Ce dernier a déjà été rédigé pour plusieurs d'entre elles, notamment les associations du canal de Manosque et de Saint Julien. Toutefois, pour les raisons explicitées ci-dessus, les conditions de financement et le type d'action aidée ont évolué. Les mêmes contraintes se présentent pour les associations souhaitant initier leur premier contrat de canal, en particulier dans les Bouches-du-Rhône.

2.5 Autres contrats de canaux

D'autres associations d'irrigants se sont lancées dans la démarche des contrats de canaux, suite aux six premiers groupements. La mise en place est intervenue au moment de l'évolution des financements de l'hydraulique agricole, avec (1) des règles communes à l'ensemble des financeurs imposant des économies d'eau d'au moins 5%, (2) des critères de sélection communs favorisant les projets générant des économies d'eau importantes et à coût réduit (80 points sur 140), (3) des critères spécifiques à l'Agence de l'eau, liés à la réallocation des volumes vers l'environnement.

Les possibilités de financement sont donc plus limitées pour certaines associations qui bénéficiaient depuis les années 1980 d'aides principalement destinées au confortement des ouvrages, à la sécurisation ou au cuvelage.

Tableau 27 : Grille d'éligibilité et de notation des projets d'hydraulique agricole dans le cadre du PDRR 2014-2020 de la région Paca. Source : PDRR Paca 2014-2020.

Principes de sélection PDR	Critères de sélection	points	
Priorisation des projets en fonction de leur impact sur les économies d'eau ;	Economies d'eau générées		
	Pour les projets de modernisation Rapport cout du projet / volume d'eau économisé (prévisionnel)		
	1 à 2 €/m3	10	20
	<1€/m3	20	
	Pour les projets de substitution Rapport cout du projet / volume d'eau économisé (prévisionnel)		
	2 à 4,5 €/m3	10	
	<2€/m3	20	
	Pour les projets de modernisation : volume d'eau économisé (prévisionnel)/ consommation annuelle (la consommation annuelle de référence est la moyenne des consommations des 10 dernières années)		
	10 à 25%	20	40
	>25%	40	
	Pour les projets de substitution : volume d'eau substitué sur la ressource locale en période d'étiage (prévisionnel)/ consommation annuelle		
	10 à 25%	20	
	>25%	40	
Priorisation des projets en fonction de l'existence d'une démarche de gestion collective à l'échelle du territoire de la ressource en eau	Existence d'une démarche SAGE, PGRE en préparation ou en cours de mise en œuvre		20
Priorisation des projets en fonction de l'existence sur leur territoire de mesures de protection du foncier agricole	Existence d'un classement ou d'une zone agricole protégée (ZAP), d'un périmètre de protection et de mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains (PAEN)		20
Dans le cas de projets intégrés avec le type d'opération 7.4.2, priorisation des projets en fonction de l'intérêt agricole ;	Intérêt agricole du projet		
	Dans le cas de projets intégrés avec le type d'opération 7.4.2 : part du volume consommé prévisionnel à usage agricole entre 61% à 75%	20	40
	Dans le cas de projets intégrés avec le type d'opération 7.4.2 : part du volume consommé prévisionnel à usage agricole entre > 75%	30	
	Projets non combinés avec le type d'opération 7.4.2 (100% agricoles)	40	
	TOTAL		140 points

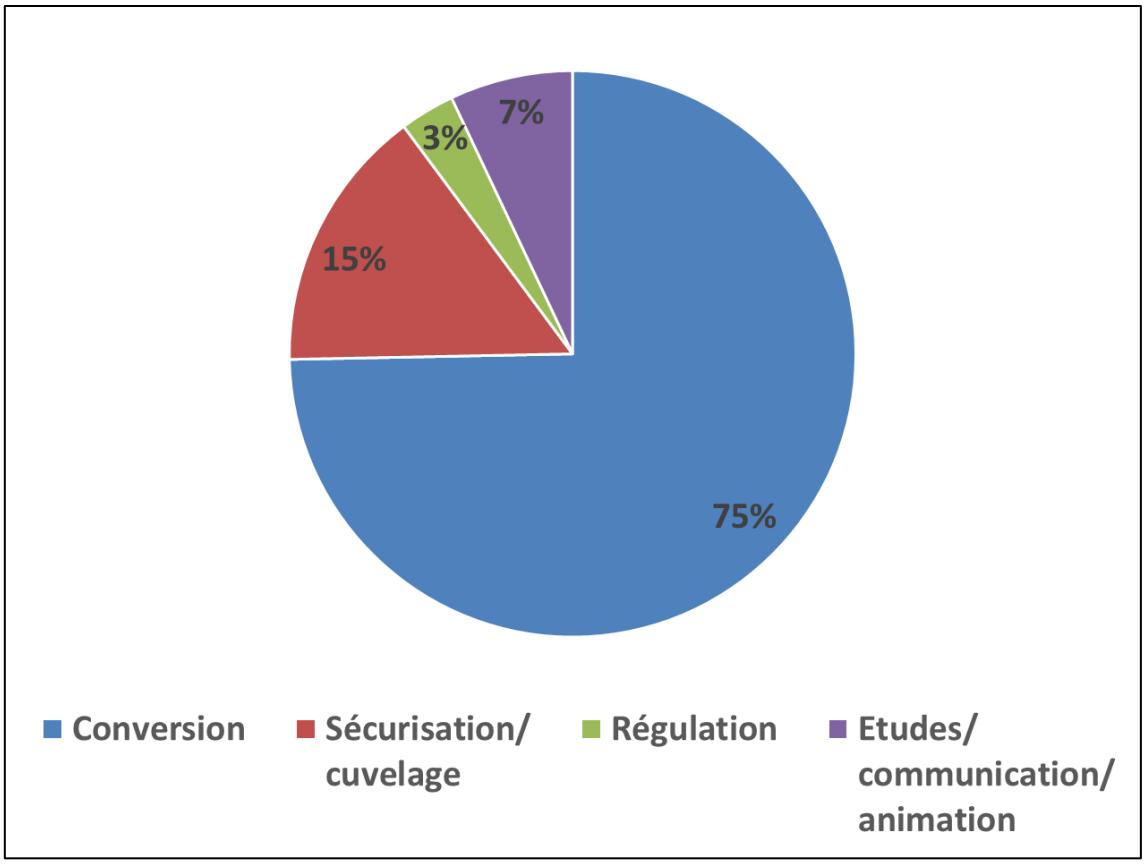


Figure 88 : Investissements retenus pour les aides de l'Agence de l'eau dans le cadre des contrats de canaux (10ème programme, total de 29,6 M€). Source : auteur à partir de données AERMC.

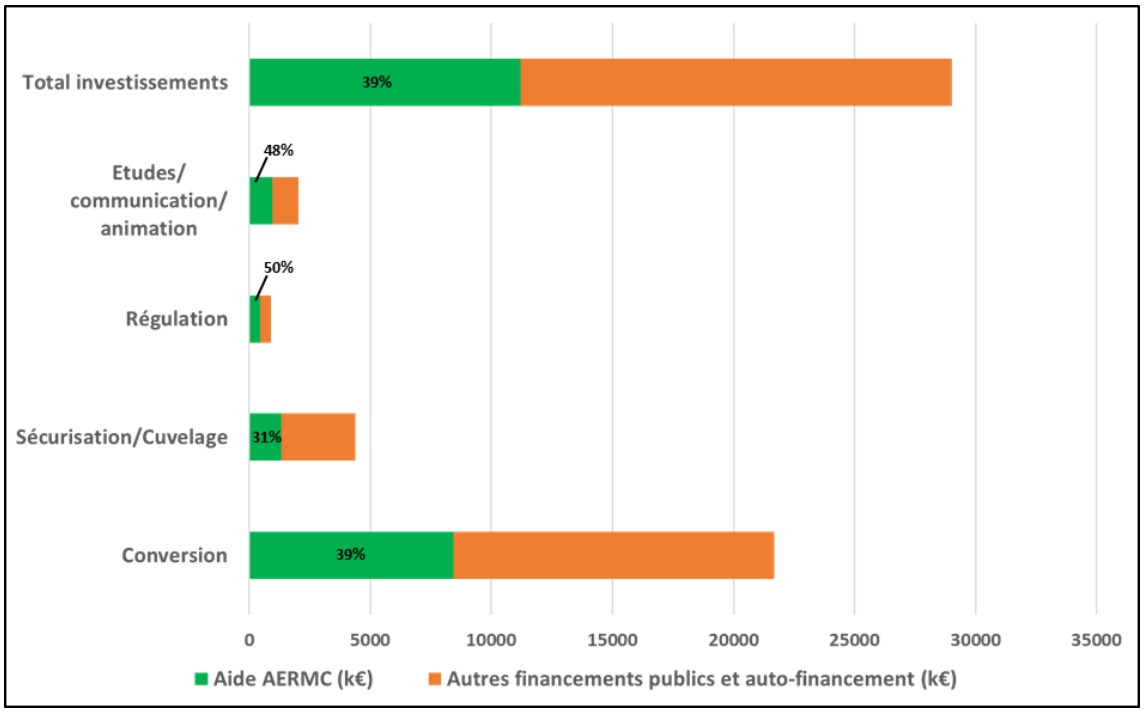


Figure 89 : Part des contrats de canaux financée par l'Agence de l'eau au cours du 10ème programme, pour différents types d'aides. Source : auteur à partir de données AERMC.

À partir des années 2009-2010, les associations d'irrigants des Bouches-du-Rhône se mobilisent pour engager des contrats de canaux. La charte d'objectifs du contrat de canal « Crau Sud Alpilles » est signée en 2011 et le contrat de canal en 2014 (Figure 90). Il regroupe 10 associations d'irrigants[64] dans son périmètre, à la différence des contrats précédents qui concernaient un seul canal. Le programme d'opération porte sur un total d'environ 26 M€ d'investissements, qui sont toutefois peu détaillés. En effet, une partie des travaux sont envisagés comme découlant de schémas directeurs encore à construire, et le protocole de gestion des économies d'eau ne comporte aucun volume définitif.

Les objectifs principaux identifiés dans le contrat Crau-Sud Alpilles sont les suivants :

- Maintenir l'usage agricole d'irrigation et développer de nouveaux usages de l'eau brute en lien avec la demande.
- Préserver les infrastructures et l'accès à l'eau des canaux sur l'ensemble du périmètre.
- Cultiver le rôle favorable des canaux et de l'irrigation gravitaire au profit de l'environnement et du cadre de vie.
- Promouvoir la valeur patrimoniale des canaux à l'échelle du territoire.
- Adapter la gouvernance aux enjeux des canaux et du territoire.

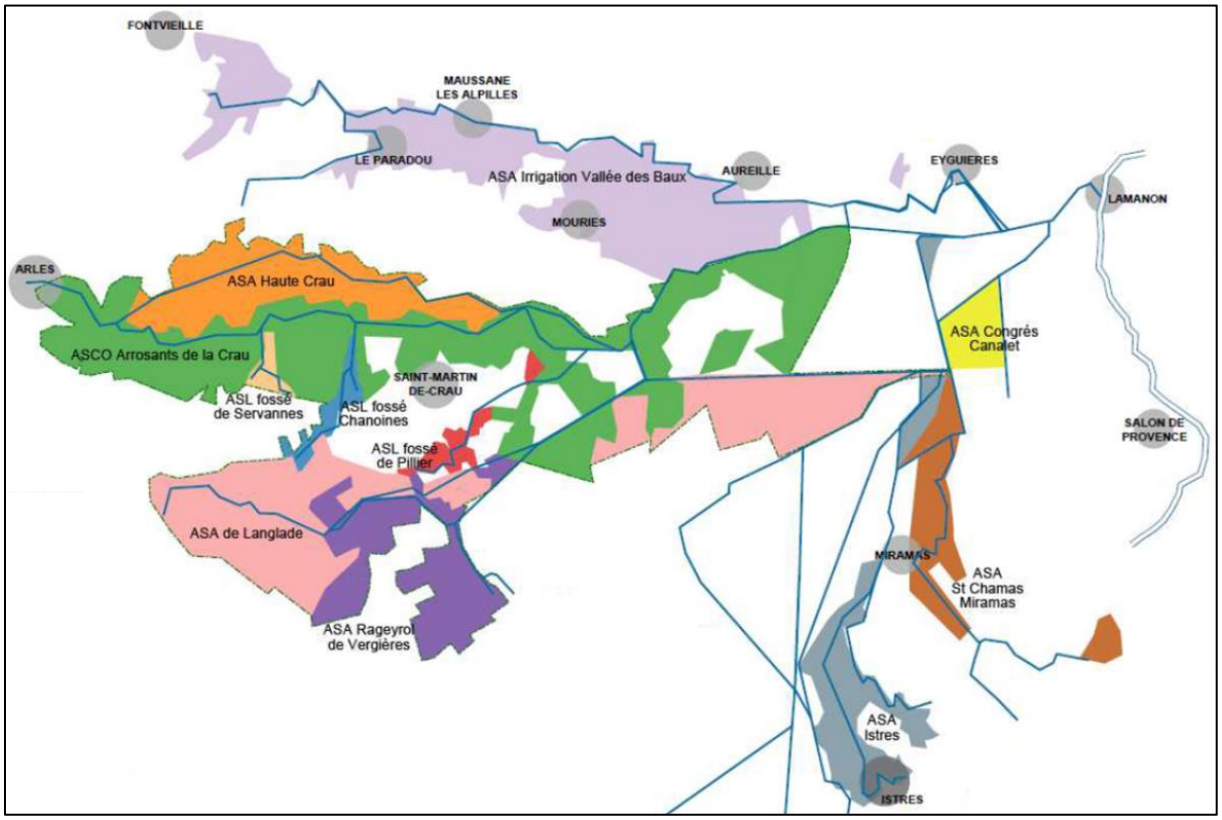


Figure 90 : Périmètre du contrat de canal Crau Sud Alpilles et structures partenaires. Source : SICAS, 2014.

Par ailleurs, le syndicat intercommunal des Alpilles septentrionales (SICAS) et les associations d'irrigants du nord des Alpilles mettent en place le contrat de canal « Comtat-Nord Alpilles » (Figure 91). Les réunions débutent en 2013, et de premiers documents sont produits en 2014,

[64] l'Association des arrosants de la Crau, l'ASA des arrosants de Craponne à Istres, l'ASA d'irrigation de la Vallée des Baux, l'ASA d'irrigation de la Haute Crau, l'ASA du canal de Langlade, l'ASA du Ragerol de Vergières, les ASL du Fossé du Pillier, du Fossé de Servanne et du Fossé des Chanoines et l'ASA des arrosants d'Eyguières

notamment un état des lieux de l'irrigation, des groupements agricoles et du contexte environnemental (SICAS, 2014). La mise en place est interrompue en 2016 (suite à la fin du contrat de la personne chargée de développer la démarche), et n'a repris que plus récemment, avec la publication d'un « diagnostic » en 2018.

Dans le diagnostic il est indiqué la réticence des acteurs locaux face aux économies d'eau : **«** *Économies d'eau attendues pour les canaux d'irrigation de basse Durance, mais globalement mal perçues et/ou mal comprises par la majorité des agriculteurs et des ASA d'irrigation rencontrés* » (SICAS, 2018, p. 20). L'accent est mis sur l'intérêt des canaux gravitaires à travers de multiples externalités positives :

> *L'impact le plus fort, et pourtant le moins visible pour des populations ayant toujours connu ces canaux d'irrigation gravitaire, concerne le développement d'un paysage, d'une végétation, d'une faune et d'une flore exceptionnels compte tenu des conditions qui règnent naturellement en région méditerranéenne. En effet, l'irrigation gravitaire a permis au fil des siècles le développement d'un paysage arboré sur des sols naturellement secs, ainsi que le développement d'écosystèmes où siège aujourd'hui une grande biodiversité, dont la faune et la flore qui l'incarnent sont souvent spécifiques aux canaux d'irrigation. La réalimentation des nappes par l'irrigation confère également des conditions propices au développement de cette végétation, par la proximité de la nappe et l'abondante présence d'eau offerte aux plantes, tout particulièrement en période estivale où l'eau se fait naturellement plus rare (SICAS, 2014 : 262). […] Les réseaux d'irrigation remplissent ainsi d'autres fonctions que la simple fourniture d'eau aux irrigants, d'ordres à la fois économique, social et environnemental. Ils constituent une sorte de réseau hydrographique anthropisé en forte interconnexion avec le réseau naturel et bien qu'ils soient des éléments artificiels du paysage, ils font partie intégrante de celui-ci et du système socio-économique qui lui est associé (Ibid., 2014, p. 263).*

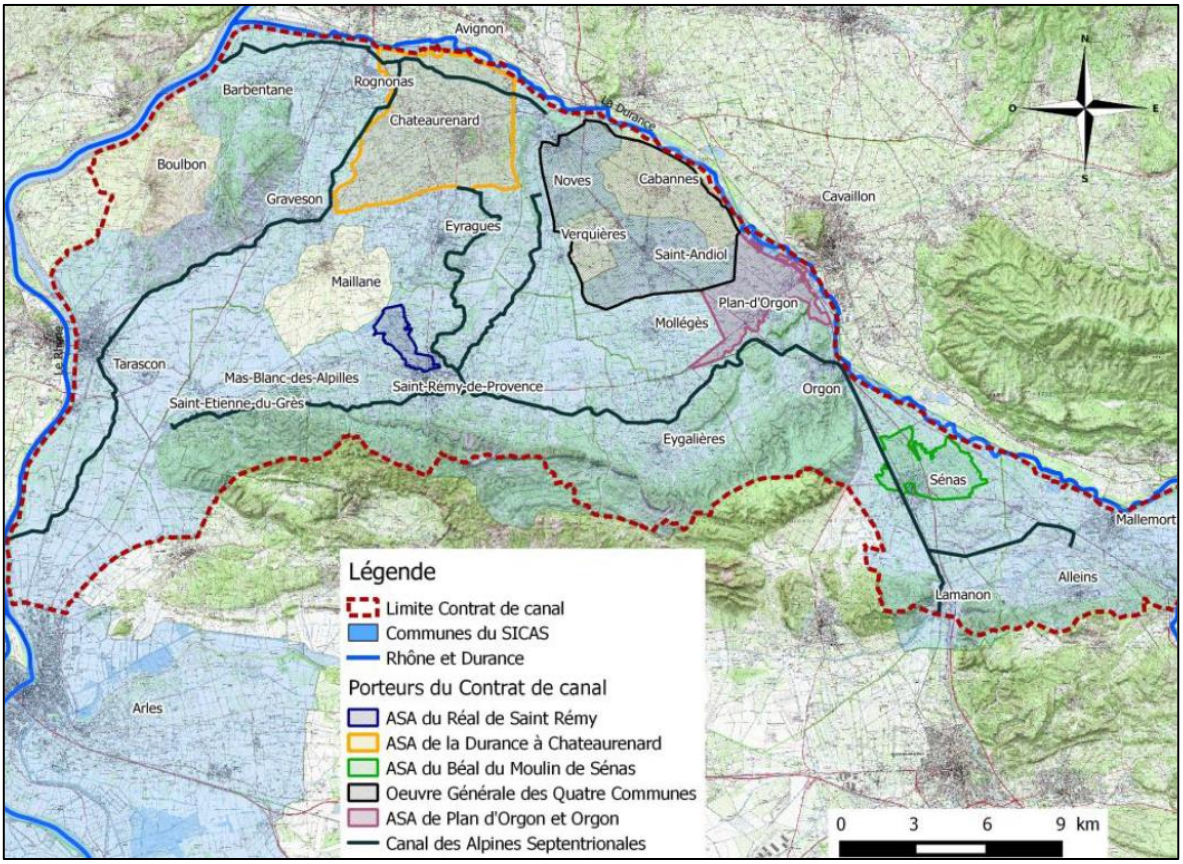


Figure 91 : Groupement participant au contrat de canal "du Comtat – Nord Alpilles". Source : SICAS, 2018.

Alors même que la démarche des contrats de canaux est fondée sur l'objectif de réalisation d'économies d'eau pour l'agence, les groupements d'irrigants du département des Bouches-du-Rhône ont identifié peu d'actions permettant de dégager des volumes importants. Il en a résulté un accès faible aux financements de l'Agence du 10ème programme d'intervention, avec un total de 4,5 M€ de travaux et une aide de 1,2 M€ (soit 26% du total contre 40% pour les contrats du Vaucluse) (Données AERMC).

La situation s'est tendue de plus en plus, à cause d'un manque d'entretien et un vieillissement « *d'infrastructures qui se désagrègent* » (DDTM 13, 2020), pouvant causer des risques d'effondrement. Le canal de la Haute Crau a ainsi eu une mise en eau restreinte depuis 2018, nécessitant la fermeture de la route départementale se trouvant sous l'une des parties aériennes du canal pour pouvoir irriguer (Figure 92). Des travaux d'urgence devraient être engagés prochainement, mais la recherche de financements a été complexe même dans ce cas extrême.

On observe finalement une polarisation entre des groupements d'irrigation « exemplaires » (La Provence, 2012[65]) qui se modernisent et parviennent à développer des plans de financement importants, et d'autres qui sont de plus en plus en décalage avec les nouvelles conditions d'accès aux aides, présentés parfois comme ayant des modes de gestion avec une « *efficience médiocre* » et des « *grosses pertes d'eau* » (entretiens, 2018-2020).

Arles : "Les travaux du canal de la Haute Crau, c'est l'affaire de tous"

Les agriculteurs ont eu le droit à un premier tour d'arrosage et l'eau reviendra après les travaux

La Provence

Par Olivier Lemierre

Figure 92 : Article de sur les risques d'effondrement d'un canal. Source : La Provence, 2018.

Dans les prochaines parties, nous analysons le processus de construction des territoires hydro-sociaux sur plusieurs décennies, en lien avec la politique d'économie d'eau, à partir des cas de l'ASA du canal

[65] https://www.laprovence.com/article/actualites/2079417/un-plan-pour-recuperer-30-millions-de-m3-deau-par-an-dans-les-canaux-dirrigation.html

de Carpentras et de l'Asco des arrosants de Craponne. Carpentras représente le contrat de canal le plus important du Vaucluse, et s'est engagé dans des démarches d'économie d'eau depuis de nombreuses années. L'association des arrosants de la Crau recouvre un large périmètre dans les Bouches-du-Rhône et a été au cœur des négociations avec l'Agence de l'eau depuis les années 1980, sur l'accès aux aides et la redevance prélèvement. Ils représentent ainsi deux cas « emblématiques » de la situation actuelle.

Nous montrons qu'il existe une diversité de territorialités produites au niveau local, replaçant les infrastructures de gestion de l'eau dans un contexte politique, culturel et environnemental plus large. Alors que pour Carpentras le succès des projets de modernisation dépend d'un alignement avec des critères de financement « modernes » et mettant l'accent sur l'optimisation des flux d'eau, le maintien de l'accès aux aides dépend pour la Crau de négociations et compromis faisant intervenir un agro-écosystème complexe dépendant des réseaux d'irrigation.

Nous discutons finalement les limites du système de financement de l'hydraulique agricole actuel, en proposant de rapprocher la gestion des flux d'eau à celle des écosystèmes et du paysage.

3 Moderniser et faire revivre les fondateurs du canal de Carpentras : justice pour « les gens d'en haut »

3.1 Le cas du canal de Carpentras

Nous proposons une analyse des composantes financières, environnementales et politiques du Contrat de canal de Carpentras, grâce à une étude remontant de la création du canal à nos jours. Un ensemble d'archives, d'études, et de documents de planification, ainsi des entretiens semi-directifs et des enquêtes auprès des agriculteurs.

L'analyse historique repose sur quatre ouvrages principaux : Canal de Carpentras, contribution à l'histoire du Comtat Venaissin : 1561- 1925 de Robert Caillet (1925) ; Paysans du Vaucluse de Claude Mesliand (1989) ; Le canal de Carpentras, une rivière inversée ou les sources du territoire vauclusien de Bernard Lambert (2007) ; et Les architectes de l'eau en Provence de Michel Jean (2011). Bernard Lambert a été directeur du canal de Carpentras pendant plus de 20 ans. Un entretien a pu être réalisé avec lui en 2018. Michel Jean était directeur de la Société du Canal de Provence de 1980 à 2000. Son livre correspond à la publication d'une thèse en histoire sur les canaux provençaux. Ces récits donnent à voir un exemple de la « mission hydraulique » du XIX^{ème} siècle, visant à dompter la nature grâce au travail des ingénieurs.

La période actuelle est étudiée au regard des dynamiques historiques décrites, d'études et de documents de planification, des entretiens semi-directifs réalisés lors de séjours de terrain (15 entretiens), de visites d'exploitations agricoles et du réseau hydraulique. Les discours actuels de modernisation du canal ne se font pas en opposition aux récits du passé, mais dans leur continuité en reprenant leurs personnages et leur héros.

Dans un premier temps, nous décrivons la première partie de l'histoire du canal : l'effort presque surhumain, pendant des centaines d'années pour faire aboutir le projet, puis des dizaines d'années pour convaincre la puissance publique et les agriculteurs de s'y associer, avant d'arriver à « l'âge d'or du Comtat Venaissin ».

Ensuite nous nous intéressons à la période de transition des années 1960-1970, durant laquelle un tournant sera pris par l'ASA du canal de Carpentras pour s'engager dans une dynamique de modernisation et d'extension de son réseau.

Enfin, nous analysons la mise en œuvre du contrat de canal, et sa réappropriation par l'ASA pour poursuivre la dynamique de modernisation/extension.

3.2 1857-1960 : la lutte d'ingénieurs visionnaires, vers l'atteinte de l'âge d'or du Comtat

3.2.1 Des échecs à l'inauguration du canal le 12 juillet 1857

L'idée de construire un canal d'irrigation transportant l'eau de la Durance vers la plaine du Comtat Venaissin émerge dès 1566, et de nombreux projets ont été proposés sur une période totale d'environ trois siècles, avant la mise en place du syndicat de l'association du canal de Carpentras en 1849 et le commencement des travaux.

Ces projets peuvent être regroupés en trois types principaux : un premier type visant à la fois l'irrigation et la navigation entre le Rhône et « la mer de Martigues » via l'étang de Berre (projets Granger [1710], De Clapies [1714], Chevallier [1716], projet d'Allemand [1717], qui représente la version la plus aboutie), un deuxième type visant uniquement l'irrigation de la plaine du Comtat et reposant sur un financement par une société de capitalistes (projet Brun [1769], légèrement modifiés dans les projets Lefèvre [1793] et Dufour [1819]), et enfin le projet Livache du Plan (1826) qui reprend le projet Brun mais propose la création d'une assemblée de propriétaires pour assurer le financement (Caillet, 1925).

L'une des raisons principales de ces échecs est liée aux statuts politiques différents du comtat Venaissin et des eaux de la Durance, le premier faisant partie des États Pontificaux et placé sous l'autorité du pape (à partir de 1274 suite au traité de Meaux-Paris mettant fin au conflit albigeois, et ce jusqu'en 1791), les secondes appartenant au royaume de France et placées sous l'autorité du roi. Les opposants avancent que « *la souveraineté du Saint-Siège sera gravement atteinte […]. Il en résultera que la France prétendra posséder le domaine de souveraineté sur un canal formé des eaux de la Durance et du Rhône ; qu'elle voudra y exercer un droit de régale, y établir ses officiers de justice, percevoir des droits de péage* » (Ibid., 1925, p. 16). Les arbitrages ont ainsi été faits aux plus hauts niveaux, entre le chargé d'affaires du roi de France et le ministre d'État du pape (Ibid., 1925, p. 25). Louis XV est intervenu personnellement en 1719, assurant « *à sa Sainteté qu'elle conservera sa souveraineté sur la partie du canal qui passera dans ses États* ». Par ailleurs, les représentants du Comtat craignaient une compétition forte faite à la ville d'Avignon : « *le canal coulant trop loin d'Avignon, cette ville ne sera plus le lieu de passage des marchandises et de ce fait sera ruinée* (Ibid., 1925, p. 16).

Deuxièmement, la question du financement de l'ouvrage a longuement posé problème. En effet, malgré les accords du pape et du Royaume de France pour la construction du canal, les promoteurs peinent à trouver des financeurs. En 1779, le projet Brun détient toutes les autorisations, mais les investisseurs décident finalement de se retirer, les états du Comtat ne répondant pas à plusieurs de leurs demandes (transmission à la compagnie privée de l'autorisation d'expropriation donnée par le pape, engagement de soutien à la compagnie en cas de procès ; Ibid., 1925, p. 38).

Enfin, l'incapacité des projets à aboutir et l'hésitation des investisseurs privés s'expliquent par un troisième aspect : le manque d'intérêt et la défiance des populations locales (Ibid., 1925). Cette difficulté explique les longues années d'effort pour rassembler un nombre de propriétaires suffisants pour la création du canal, selon le modèle de l'association de propriétaires proposé par Livache du Plan à partir de 1826.

En 1849 est créé un syndicat provisoire par arrêté préfectoral, chargé de récolter les souscriptions des propriétaires. Toutefois, ce n'est que le 15 novembre 1852 que les engagements atteignent les 5300 hectares censés couvrir le total de la dépense. En 1853 est créé le syndicat définitif rassemblant 11 communes, avec à sa tête Louis Giraud, maire de Pernes-Les-Fontaines, « *homme providentiel* » (Lambert, 2007, p. 29), « *lutteur ardent et infatigable, apôtre fervent du canal, administrateur courageux et habile* » (Caillet, 1925, p. 65). Le canal est inauguré le 12 juillet 1857 sous l'aqueduc de Galas, en présence de l'impératrice Eugénie, femme de Napoléon III.

3.2.2 Problèmes financiers, désengagement des propriétaires et crise agricole (1850-1890)

L'histoire initiale du canal de Carpentras est marquée par d'importantes difficultés économiques, dues aux coûts sous-estimés des travaux et au désengagement des propriétaires à cause du retard des constructions ou du manque d'intérêt. En 1857, seulement 4500 hectares sont engagés sur les 6000 hectares disponibles (dotation de 6 m^3/s à l'étiage accordée par la loi du 9 juillet 1852). En 1880, seuls 2400 hectares sont arrosés sur les 5100 hectares souscrits, les propriétaires trouvant trop chère l'installation des filioles sur leur parcelle (à leurs frais), et l'association ne parvenant pas à poursuivre les travaux par manque de fonds. Le syndicat manque d'être dissout, jusqu'à l'intervention de l'État qui accorde une subvention de 800 000 francs (Caillet, 1925, p. 94). Finalement le canal aura coûté 4 691 000 francs, dont 1 525 000 accordés par l'État sous forme de subvention (33% du total) et le reste financé par les propriétaires (presque le double du coût initial envisagé en 1849, de 2 420 000 francs Ibid., 1925, p. 68).

Les difficultés du canal prendront fin après la transformation de l'agriculture vauclusienne et son orientation vers les cultures irriguées maraichères, à partir des années 1890. En effet, jusqu'en 1870, l'agriculture du département du Vaucluse repose principalement sur trois cultures non irriguées : la vigne qui recouvre environ 30 000 hectares, la garance des teinturiers (*rubia tinctorum*) - utilisée pour la production de colorant rouge et implantée dans le Vaucluse par l'arménien Jean Althen à partir de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, dont les surfaces occupent jusqu'à 18 000 hectares dans les années 1860, et enfin la production de muriers pour le vers à soie.

À partir des années 1860 – 1870, avec l'apparition du phylloxera, la synthèse artificielle d'azarine et les maladies des mûriers, ces trois cultures et plus généralement l'agriculture vauclusienne entre dans une crise sans précédent :

> *La propriété et l'agriculture y (en Vaucluse) traversent une des crises les plus douloureuses que l'histoire des choses rurales ait jamais eu à enregistrer. Le phylloxera a détruit des magnifiques vignobles qui prospéraient dans des terres de médiocre qualité, la découverte de l'alizarine artificielle a ruiné pour jamais la culture de la garance et l'industrie naguère si prospère qui exploitait cette racine ; la sériciculture ne s'est pas encore relevée de la cruelle atteinte que la maladie des vers à soie avait portée à la culture des mûriers... Que faire, comment s'y prendre pour remplacer tant de sources de richesse évanouies à jamais pour les unes, taries en grande partie pour les autres ? C'est avec anxiété que les cultivateurs y envisagent l'avenir, beaucoup sont désespérés, et abandonnent un sol qui assurait jusqu'alors l'aisance à de nombreuses familles maintenant réduites à la misère (J. Barral, les irrigations dans le département du Vaucluse in Meslian, 1989).*

En 1878, le vignoble ne recouvre plus que 4000 hectares et la culture de la garance a presque totalement disparu (Caillet, 1925, p. 7). C'est dans cette situation critique que s'opère une transformation de l'agriculture vauclusienne vers les cultures maraichères irriguées, permettant un accroissement régulier des surfaces arrosées par le canal de Carpentras (dont la construction est terminée en 1890), jusqu'à atteindre 75% du périmètre en 1925.

3.2.3 1890 – 1960 : l'âge d'or du comtat irrigué ou « royaume de la fraise »

Le melon de Cavaillon, l'asperge de Lauris, la fraise de Carpentras, ainsi que les cultures de pommes de terre, haricots, tomates, courgettes et autres légumes ont continuellement progressé à partir des années 1890 et au cours de la première moitié du XX^{ème} siècle, faisant la richesse et la renommée du Vaucluse. Dans sa préface à l'ouvrage de Robert Caillet, Edouard Daladier indique : « *Grâce au canal, l'ancienne garrigue est devenue une des régions les plus riches de la France, le royaume de la fraise, véritable souveraine, pour laquelle travaillent des milliers d'hommes et de femmes et qui exige des trains spéciaux, comme les chefs d'État* » (Caillet, 1925). En 1895, les revenus nets des exploitations maraichères sont estimés entre 3000 et 4000 francs à l'hectare, ce qui dépasse l'ensemble des types d'exploitation existant en France à cette époque (Mesliand, 1989). En 1912, le revenu net moyen d'une

exploitation agricole atteint 4 090 francs, soit une augmentation de 105 % depuis 1892 (Mesliand, 1989, p. 287-342). Les recettes des produits maraichers augmentent de 300% entre 1892 et 1912, et de 100% entre 1912 et 1929 (Ibid., 1989 ; à partir des recensements agricoles de 1892, 1912 et 1929), représentant « *le secteur décisif de la croissance de l'agriculture vauclusienne* » (Ibid., 1989). Mesliand calcule une progression du produit agricole de 39% entre 1912 et 1929, atteignant 803 MF. Les exportations de fruits et légumes depuis la gare de Carpentras passent de 20 000 tonnes en 1899 à 65 000 tonnes en 1925, et la surface des cultures maraichères passe de 1 550 ha en 1852 à 10 129 ha en 1929 (Caillet, 1925). Malgré le manque de données sur le revenu agricole après 1929, la progression des salaires agricoles semble traduire une poursuite de la croissance jusqu'en 1938 (Mesliand, 1989).

Le département du Vaucluse connait donc une croissance ininterrompue des recettes tirées de ses productions agricoles, entre 1892 et 1939, grâce au maraichage, au vin et au raisin de table principalement. Durant cette période et jusque dans les années 1950, la superficie arrosée du canal de Carpentras est également croissante et directement liée à l'augmentation des surfaces en maraichage (Figure 93).

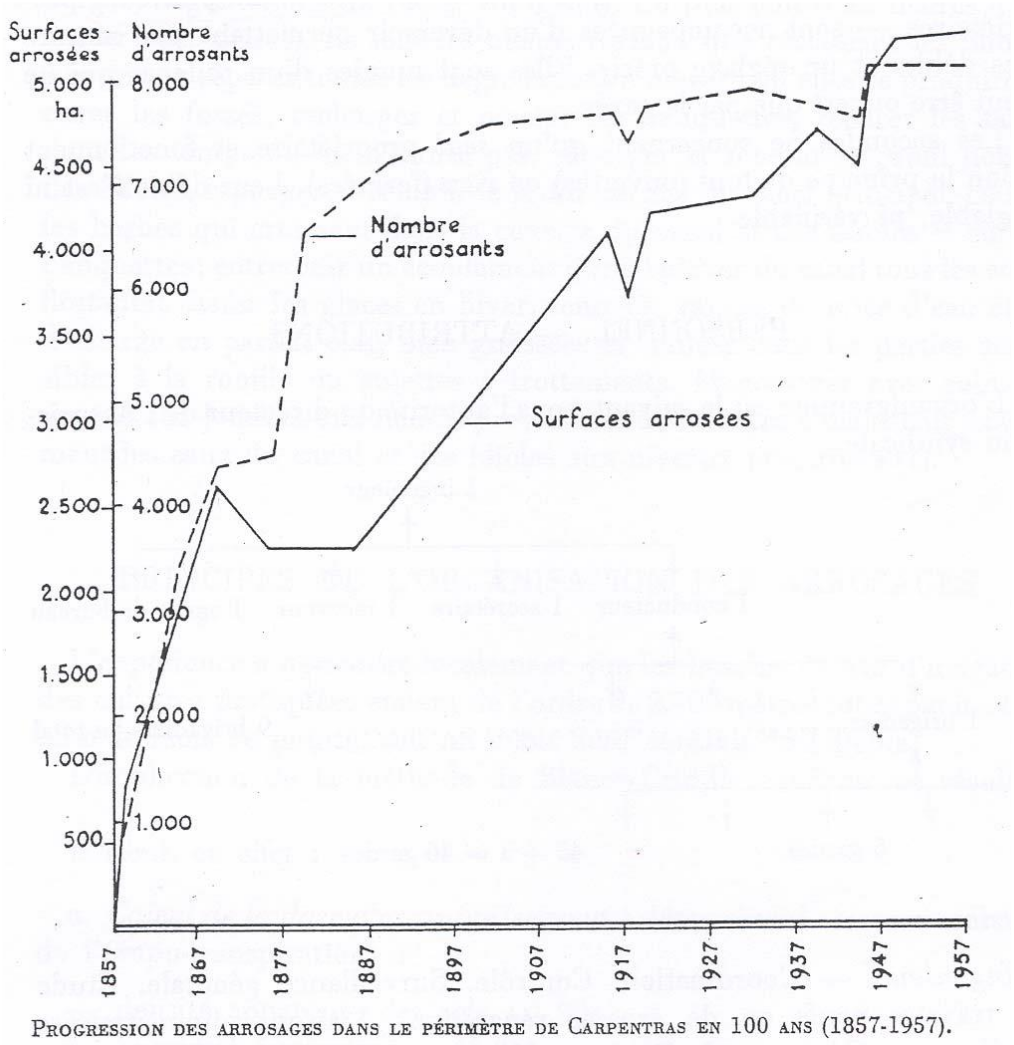


Figure 93 : Évolution des surfaces irriguées et du nombre d'arrosants de 1857 à 1957. Source : Ladki et al, 2006.

La richesse des paysans vauclusiens atteint alors une notoriété nationale comme le montre l'article d'un journaliste de l'Illustration sur ce qu'il nomme « *la Babylone Vauclusienne* » :

Tout le jour, en ville, des paysans farauds, loquaces, heureux de vivre en leur matérialité individuelle et songeant avant tout à leur propre personne, lampant des apéritifs ou de grands verres de bière. Ils s'attablent dans de bons restaurants, se font déboucher des bouteilles de Châteauneuf-du-Pape, dégustent des liqueurs (in Mesliand, 1989).

Le journal Rhône-Durance-Ventoux répondra peu après à la critique, sans remettre en cause les propos rapportés dans l'Illustration, mais en les justifiant par le travail : « *S'il (le paysan vauclusien) dépense largement, parfois, c'est qu'il en a les moyens et qu'il a, lui aussi, le droit de bien vivre puisqu'il travaille* » (Rhône-Durance-Ventoux, 10 septembre 1929, in Mesliand, 1989).

Les récits écrits par Caillet (1925), Mesliand (1989), Lambert (2007) et Jean (2011) proposent chaque fois une lecture similaire : c'est après trois siècles d'efforts, de luttes politiques, avec l'engagement d'ingénieurs éclairés soucieux des générations futures et d'agriculteurs visionnaires qu'a pu aboutir le projet de construction du canal de Carpentras. Il faudra alors encore une cinquantaine d'années suite à sa construction pour faire entendre raison aux réfractaires, convaincre les responsables publics de l'intérêt général de l'ouvrage, pour enfin « *entrer dans la modernité* » (Mesliand, 1989) et « *atteindre l'apogée de la prospérité agricole* » (Lambert, 2007).

La prospérité du maraichage vauclusien au début du XX^{ème} siècle porte en elle la légitimité et la raison d'être d'un ouvrage d'abord largement contesté puis ignoré dans ses premières décennies d'existence, et fonde les discours et récits faisant l'éloge du canal de Carpentras. C'est elle qui permet d'élever Messieurs Brun, Livache du Plan au statut d'ingénieurs visionnaires et Louis Giraud à celui « *d'homme providentiel* ». Ces derniers suivent ainsi un parcours presque prophétique permettant d'atteindre la prospérité du département, le « *royaume de la fraise* ». Dans ces récits, la richesse du Vaucluse ou « *jardin de la France* », les productions maraichères et le canal de Carpentras forment un tout cohérent, indissociable.

3.2.4 Déterminants politiques et conséquences de l'âge d'or du Comtat

Plusieurs aspects de la transition agricole vauclusienne apparaissent très peu dans les récits présentés précédemment. Premièrement, cette transition n'a pas lieu d'elle-même et repose sur l'implication de différents acteurs soutenant une certaine vision de l'agriculture. Le ministère de l'Agriculture tentera dès la fin du XIX^{ème} siècle de démontrer les avantages de l'irrigation par rapport aux cultures en pluvial. Il financera des études et le concours de 1876 « *pour le meilleur emploi des eaux d'irrigation* ». La Société d'Agriculture, qui rassemble des grands propriétaires nobles, crée la commission d'irrigation en 1879, sous la présidence de son propre président, le marquis de l'Espine (Mesliand, 1989, p. 155-203). Cette commission a réalisé un rapport détaillé sur les réseaux d'irrigation dans le département du Vaucluse, elle proposa des actions de développement ou de restauration des canaux et adressa plusieurs demandes de subvention à l'État. Le conseil général a également appuyé le développement des irrigations dans le département, et ce thème revient de manière récurrente lors des débats électoraux (Ibid., 1989, p. 693-774). Les infrastructures du canal sont alors le support d'une « *mission hydraulique* » (Molle et al., 2009) qui implique à la fois des élus, des ingénieurs et des agriculteurs. Il s'agit de défendre l'entrée dans une agriculture de rente, intensive en main-d'œuvre et en intrants. La structure de la propriété agricole est largement modifiée, avec la disparition progressive des petites propriétés (inférieures à 1 hectare) et l'augmentation des moyennes propriétés (1 à 5 et 10 à 30 hectares) (Mesliand, 1989).

Deuxièmement, l'intensification n'est pas sans conséquences. À la fin du XIX^{ème} siècle les droits d'eau atteignent 95 m^3/s en Basse-Durance alors que les étiages sont en moyenne de 50 m^3/s. De nombreux conflits éclatent, certaines ASAs détruisant les prises d'autres préleveurs plus en amont. Les tensions sont également fortes entre la Basse-Durance et les autres territoires souhaitant utiliser les eaux duranciennes : Marseille et le département du Var. Les élus du Vaucluse se sont ainsi fortement engagés afin de faire échouer le projet de captage des eaux du Verdon par les varois (projet soutenu par Clémenceau en 1909 et consistant à détourner les eaux de fontaine l'évêque, source du Verdon).

C'est l'engagement de deux conseillers généraux qui sera déterminant, l'un sénateur (Eugène Guérin) et l'autre député (Jean Saint-Martin) (Caillet, 1925, p. 109).

Par ailleurs, les pratiques agricoles ne permettent parfois plus à la terre de régénérer son stock de nutriments et de matière organique, et le manque de rotation provoque l'apparition de maladies. La description qu'en fait Mesliand serait en fait idéalisée :

> *Il y a dans l'agriculture maraîchère, avec sa rotation rapide et épuisante des cultures, des besoins complémentaires d'engrais et de repos du sol. Les engrais chimiques, dont les formules sont très bien étudiées, assurent d'excellentes conditions de croissance à la végétation, notamment "le coup de fouet" qui a une incidence immédiate sur la productivité. Après plusieurs années de ce régime très intensif, l'ensemencement en prairie artificielle – voire même en céréales – permet à la terre de se reposer, de "se refaire" (Mesliand, 1989, p. 469-487).*

Plusieurs agriculteurs retraités nous ont rapporté que les mises en jachère étaient en fait assez rares. Les fraises sont très sensibles à divers champignons qui s'attaquent aux racines, en particulier les *verticilium* et un complexe de champignon provoquant la « pourriture noire des racines »[66]. Ces champignons se développent fortement sur les anciennes fraisières ou après des cultures de cucurbitacées dans le cas de la verticilliose. Assez rapidement il est devenu impossible de planter des fraises sur les mêmes terres sans intervention, amenant les agriculteurs à bruler leurs terrains chaque année, puis à appliquer des traitements chimiques :

> *Parce que depuis qu'il y a le canal de Carpentras il y a des fraises ici, donc les terrains ils sont épuisés, ça tire. Le canal a été créé sous Napoléon [III], les premières fraises ont dû apparaître en 1910. C'était les premières fraises. Mon père disait que c'était les premiers, chemin des garrigues, sur Pernes, sur la gauche. Donc les terres à force de mettre des fraises, elles sont fatiguées. Avant le champ de fraisier tu le gardais 10 ans. Et ça avait l'odeur de la fraise. Avant ça embaumait. Et le gout de la fraise. Tant qu'il y avait ça marchait. Et pour renouveler, ils étendaient de la paille sur le champ, et ils mettaient le feu. L'hiver. Maintenant ça sent plus rien. Et ils vous ont dit ils ne les gardent qu'un an leur fraises (entretien agriculteurs, juin 2019).*

Dès les années 1960, les agriculteurs se tourneront vers l'utilisation du bromure de méthyl[67] : « *Avant nous ce que nous faisions, qui était toléré, on faisait un gaz, on désinfectait la terre. Les terres étaient fatiguées, donc on faisait venir une entreprise qui gazait la terre et après ça poussait* ». Cette période s'est terminée dans les années 1990, suite à la signature du protocole de Montréal en 1987, dans lequel la France s'engageait à réduire puis interdire totalement l'usage de bromure de méthyl. Aujourd'hui, les fraises du Comtat sont principalement cultivées hors-sol, dans des boudins plastiques rempli de substrats végétaux comme des fibres de coco, eux même posés sur le sol ou surélevés. Un agriculteur explique que c'est la seule manière de cultiver la fraise dorénavant :

> *La terre n'existe plus maintenant […]. Comme ça a été interdit ils sont passés au hors-sol. Sans ça les fraises elles crèvent. On ramasse trois fois rien, ça prend des maladies des racines, ça séchait, et ils crevaient les plants (entretien agriculteur, 2019).*

L'orientation massive vers le maraichage dans le Vaucluse porte ainsi en elle deux faiblesses majeures, qui se révèleront décisives par la suite. D'une part, la spécialisation dans des cultures de rente et l'entrée dans un marché européen et mondial qui deviendra de plus en plus fluctuant. D'autre part,

---

[66] Les vieilles fraisières ou les sites qui sont dédiés à la fraise année après année sont les lieux privilégiés pour le développement de la pourriture noire des racines. Les symptômes sont plus fréquents et sévères lorsque les plants sont soumis à un stress et que la demande énergétique est plus grande.
URL : https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Champignon?imageId=1994

[67] Le Bromure de Méthyl est un fongicide qui a été progressivement interdit pour ses effets nocifs sur la santé, l'environnement et la couche d'ozone.
URL : https://www.actu-environnement.com/ae/news/1202.php4

une intensification des pratiques allant vers une uniformisation et rendant difficile la différenciation avec d'autres bassins de production français ou étrangers (serres, hors-sol…). À partir des années 1960, les maraichers se détourneront progressivement de l'utilisation du canal, s'orientant petit à petit vers des systèmes de goutte-à-goutte approvisionnés par des forages et permettant, notamment, un apport en eau plus flexible et fréquent.

3.3 1970-2004 : économies d'eau et extensions, vers un nouveau modèle économique et politique

3.3.1 Les changements majeurs des années 1960-1970

À partir des années 1960, divers changements d'ampleur vont fragiliser le système maraicher du Comtat Venaissin et le fonctionnement du canal de Carpentras, amenant le syndicat à entrer dans une nouvelle période, dite de « modernité » (Lambert, 2007), dans une logique d'économie d'eau et d'extension vers de nouveaux territoires.

3.3.1.1 La sollicitation du canal de Carpentras diminue fortement (orientation du maraichage vers les forages, urbanisation, déprise agricole)

Alors qu'on pensait que le Vaucluse avait « *enfin trouvé sa véritable vocation* » et qu'il avait « *dans les cultures de fruits et de légumes, un facteur de prospérité autrement solide et durable que ne l'étaient autrefois la garance et la soie* » (Mesliand, 1989), son agriculture connait des difficultés importantes dans la deuxième moitié de XX^{ème} siècle.

À partir des années 1960 émerge une concurrence sur les produits maraichers et même les produits primeurs, venant de l'ouest de la France (Chupin, 2000), mais aussi d'Italie et d'Espagne (Tirone et al., 2003). Par ailleurs, l'augmentation du salaire minimum et le passage à un maximum de 40 heures par semaine entraine des coûts salariaux importants, et une perte de flexibilité. Le système gravitaire apparaît donc couteux par rapport aux systèmes sous pression émergents (Ladki et al., 2006).

Pour maintenir la course aux primeurs, les pratiques continuent de s'intensifier dans la plaine du Comtat. Les serres se multiplient à partir des années 1960 afin d'allonger les cycles de production (Figure 94). Elles imposent des systèmes de goutte-à-goutte (et d'aspersion dans certains cas) performants. Certains agriculteurs tentent d'utiliser des systèmes de pompage dans les filioles, mais le manque de disponibilité en eau (respect des tours d'eau, accès deux fois par semaine) et la charge en limons (en particulier en cas d'évènements pluvieux violents) ne permettent pas de répondre aux exigences de la culture maraichère sous serre (entretiens, 2019). Petit à petit, les agriculteurs s'équipent de forages (nappe alluviale ou nappe du miocène) et cessent d'utiliser le canal. Le lien est rompu entre la richesse du Vaucluse, le maraichage et l'eau du canal de Carpentras.

Par ailleurs, la plaine agricole du Comtat Venaissin s'urbanise fortement dans la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, et la diminution des terres agricoles impacte le fonctionnement du canal de Carpentras.

Le report des prélèvements d'eau agricole vers les eaux souterraines, conjugué à la dynamique d'urbanisation, entraine une diminution importante de l'utilisation des réseaux du canal. Loin d'être anecdotique, cette baisse traduit un mouvement de fond qui s'est prolongé jusqu'à la période actuelle, avec un pourcentage de surface irrigué des réseaux gravitaires situés entre 10 et 25% selon les secteurs au début des années 2000 (Figure 95).

Figure 94 : Production de fraises hors-sol dans des boudins remplis de filaments de coco, sous serre chauffée. Alimentation par un forage profond (Monteux, 2019). Source : auteur.

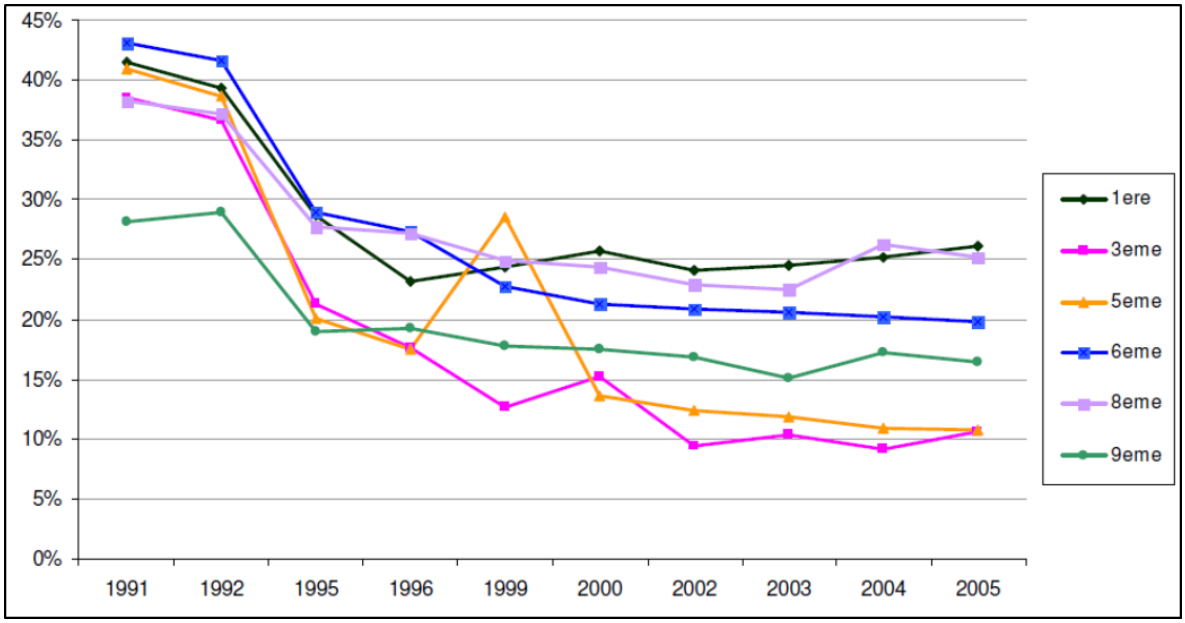


Figure 95 : Pourcentage des secteurs gravitaires irrigués entre 1991 et 2005. Source : ASA du canal de Carpentras, 2006.

3.3.1.2 Fragilité des réseaux, accidents sur le canal primaire par manque d'investissement

En plus des baisses de sollicitation du canal dues aux évolutions des pratiques agricoles et à l'urbanisation, le réseau se fragilise et plusieurs accidents (ruptures de berge) ont lieu en 1954, en mars et mai 1967, et en 1973 (Ladki et al., 2006). À côté de la baisse des ventes d'eau, les besoins d'investissement deviennent urgents.

3.3.1.3 La légitimité du modèle ASA en difficulté dans un nouveau contexte socio-hydraulique

La Société du Canal de Provence (SCP) est créée en 1957 et le barrage de Serre-Ponçon est mis en eau en 1966. Face à des difficultés importantes, l'association syndicale du canal de Manosque passe un contrat d'affermage avec la SCP en 1977. Les études de modernisation de la Basse-Durance sont lancées par le ministère de l'Agriculture dès la fin des années 1960 et pilotées par le Service Régional d'Aménagement des Eaux (Chapitre 2). Il est fait état des possibilités d'amélioration importantes et des problèmes d'efficacité des réseaux anciens (Pelissier, 1974 ; Jean et al., 1981). Un discours prend forme et vise directement la légitimité des ASAs à assurer une gestion cohérente de l'eau en Provence (Gaudin, 2014, p. 124).

Comme ce fut le cas dans ses premières décennies d'existence, le bienfondé du canal de Carpentras est mis à l'épreuve. Au niveau local par le manque de souscription des adhérents et d'entretien des réseaux, et au niveau régional en tant que modèle de gestion de l'eau face aux Sociétés d'Aménagement Rural. La politique de modernisation/extension menée à partir des années 1970 répond précisément aux diverses menaces qui pèsent sur l'ASA du canal de Carpentras : construction discursive démontrant l'intérêt d'un modèle « d'ASA moderne » et justifiant la place des grands canaux historiques dans les territoires socio-hydrauliques provençaux ; politique d'investissement grâce à l'accès aux subventions publiques, en particulier du département ; captage de nouvelles recettes grâce aux extensions ; distribution à la demande dans les territoires peu préleveurs d'eau ; gain en pouvoir dans les grands arbitrages de la politique de l'eau en Provence (notamment le partage de la ressource en cas de pénurie gérée par la CED, la valorisation et répartition des volumes économisés…).

3.3.2 Les économies d'eau pour entrer dans la modernité et étendre les réseaux sous pression

À partir de 1975, « *l'entrée dans la période moderne* » (Lambert, 2007, p. 70), se fera grâce à la modernisation et aux extensions de périmètre. Les économies d'eau sont ainsi constitutives de l'histoire du canal de Carpentras, en tant qu'élément fondamental pour reconstruire sa légitimité mise à l'épreuve.

3.3.2.1 Économies et extensions, supports d'un nouveau discours

Le changement de modèle économique du canal, basé sur la vente d'eau dans les extensions du périmètre sous pression et non plus sur l'utilisation du réseau gravitaire, s'accompagne d'une nouvelle traduction (Callon, 1986) de la situation. Le livre de Bernard Lambert (directeur du canal de 1991 à 2016) datant de 2007 est particulièrement riche dans la description de cette nouvelle « époque » :

> *On connait bien le chantier monumental initial de Louis Giraud ; on connaît beaucoup moins un autre chantier, récent celui-là, tout aussi important (sur une surface potentielle équivalente) et bien peu de nos compatriotes savent tout le chemin parcouru, depuis ces temps mémorables, dans la période dite moderne : grâce à la DDA du Vaucluse qui conçut (par son ingénieur en chef du Génie Rural : M. Bernard Faguet) le Premier Schéma Directeur hydraulique (en octobre 1980), et grâce au concours du Conseil Général du Vaucluse […]. Divers autres partenaires (Région Paca, État et Agence de l'eau essentiellement, sans oublier la CED), et des hommes décidés, experts en hydraulique agricole, travailleurs infatigables, vont conjuguer leurs efforts pour faire entrer le Canal de Carpentras dans le III^{e} millénaire ! (Lambert, 2007, p. 59-60).*

Les similitudes avec le récit de Caillet sont frappantes : en donnant à cette nouvelle période ses héros visionnaires, les travaux de modernisation et d'extension sont mis au même niveau que les travaux de construction du canal. Tout comme Caillet décrit la difficulté à convaincre certains agriculteurs réfractaires à la fin du XIX^{ème} siècle, l'ancien directeur Willy Gibert fait état du problème culturel opposant « *les ingénieurs modernistes aux agriculteurs conservateurs* » (citation d'entretien in Ladki et al., 2006). Guy Rey, président de 1982 à 2006, est désigné comme étant « *le président de la modernité* » et le « *Louis Giraud moderne* » (Lambert, 2007, p. 111).

À partir de cette période, les responsables du canal redéfinissent les problèmes et les solutions permettant d'y répondre. L'entrée dans la période moderne repose sur une prise de conscience de la rareté de la ressource et accuse les pertes en eau des réseaux gravitaires : « *l'efficience des réseaux gravitaires est médiocre (ce qui n'avait que peu d'importance quand la ressource était excédentaire)* ». Dans cette situation tendue, les économies d'eau sont « *un besoin impérieux* ». Les réseaux sous-pression sont présentés comme la solution idéale, à la fois « *plus économique financièrement et plus écologique* » (Ibid., 2007, p. 73). Enfin, les extensions permettent de « *rendre justice aux terres au-dessus du canal* » (Ibid., 2007, p. 74).

Ce discours est porteur d'une nouvelle traduction et articule ensemble des éléments de justification hydraulique, économique, écologique, mais aussi de justice sociale. Il fait tenir ensemble les deux éléments de la nouvelle stratégie de l'ASA du canal de Carpentras : la modernisation générant des économies d'eau et les extensions apportant de nouvelles recettes économiques et augmentant l'assise du canal sur le territoire.

3.3.2.2 Évolution des réseaux d'irrigation, évolution des relations de pouvoir

Le discours porté par l'ASA à partir des années 1970, en proposant une nouvelle problématisation et des solutions qui l'accompagnent, s'articule avec des enjeux politiques aux niveaux local et régional. La stratégie de l'ASA lui permet de développer de nouvelles alliances, d'accéder à des financements, de s'ouvrir des marges de négociation et de se maintenir dans un socio-hydro système bouleversé à partir des années 1960. Cette période sera marquée par un changement des dirigeants au sein de l'ASA : Willy Gibert, diplômé de l'école d'agriculture de Montpellier, arrive en 1962 et sera le premier directeur impulsant un tournant pour assurer la modernisation et l'extension du réseau. Cela deviendra réellement possible avec la nomination de Germain Nicolet comme président, maire de Loriol-du-Comtat, en 1968 (Ladki et al., 2007, p. 24).

Le premier élément de la stratégie discursive est le suivant : la ressource est rare et il est donc nécessaire de l'économiser. L'ASA s'aligne ici sur le discours dominant l'hydraulique agricole depuis les années 1990-2000. Comme nous l'avons vu, cet aspect est devenu une condition d'attribution des aides européennes, de la région et de l'Agence de l'eau depuis 2010-2015. En mettant l'accent sur la conversion des réseaux gravitaires au sous pression, l'ASA renforce ses liens avec les communes pour la desserte des urbains, la CED pour les négociations entre ASAs, et EDF pour la rémunération des économies d'eau.

La modernisation des réseaux gravitaires anciens intéresse les élus des communes fortement urbanisées comme Pernes-Les-Fontaines, Carpentras et plus tard Monteux, où les usagers domestiques sont en attente d'un réseau sous pression pour arroser les jardins ou les potagers à coût moindre qu'avec le réseau d'eau potable de la ville (entretien élu de Monteux, 2019). Les syndics du canal (désignés par le préfet) sont généralement impliqués politiquement dans leur commune et le département, comme Louis Giraud qui était à la fois maire de Pernes-Les-Fontaines et conseiller départemental, ou Alain Guillaume actuellement conseiller municipal d'Aubagne et président de l'EPAGE du Sud-Ouest du Mont Ventoux (SOMV)[68]. Guy Rey, président du canal de 1982 à 2006, est aujourd'hui maire d'Aubagne et président de la Communauté d'Agglomération Ventoux Comtat Venaissin (CoVe). Ces relations entre syndics et élus des communes ont été essentielles pour développer les services de distribution d'eau brute urbaine (Ladki, 2010, p. 499). L'économie d'eau via la modernisation représente donc l'intérêt de desservir des usagers urbains ou des communes (complexes sportifs, arrosage des stades…), peu intéressés par une desserte en gravitaire.

Par ailleurs, les économies d'eau permettent de construire l'image de « *canal vertueux* », en opposition à l'arrosage gravitaire traditionnel, et donnent des marges de manœuvre au canal de Carpentras dans ses négociations au sein de la CED (entretien Draaf, 2018). En cas de sécheresse et dans le cadre du

[68] Établissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux sur le bassin versant du Sud Ouest du Mont Ventoux. http://www.epagesomv.com/

protocole de gestion de crise de la CED, les canaux du Vaucluse engagés dans la voie de la modernisation ont ainsi obtenu une différence de traitement entre « *canaux déficitaires* » et « *canaux bénéficiaires* » (protocole de gestion de crise, 2013, p. 6). Les derniers disposent d'un volume supérieur aux premiers en cas de déstockage de la réserve de Serre-Ponçon supérieur aux 200 Mm^3 prévus.

Enfin, les faibles prélèvements du canal de Carpentras lui ont permis de négocier avec EDF un paiement des volumes économisés, mobilisés par l'entreprise pour la production d'électricité. Ces rémunérations ont lieu depuis 2003 et ont été renouvelées récemment dans le cadre d'une deuxième convention (Convention n° 2 relative au soutien des économies d'eau, 2014, p. 2). Ces conventions présentent un caractère exceptionnel dans les territoires desservis par le système Durance-Verdon, puisque seuls les canaux de l'Union Lubéron Sorgue Ventoux et la SCP ont réussi à négocier de tels arrangements avec EDF.

La gestion économe de l'eau s'accompagne donc d'une réorganisation au sein de l'ASA, de l'élaboration de nouveaux accords avec les élus locaux pour capter des recettes supplémentaires, mais également d'un plus grand pouvoir de négociation auprès d'acteurs régionaux comme la CED ou EDF. Entre 1975 et 2017, 3654 hectares ont été modernisés, soit environ la moitié du périmètre gravitaire initial (7318 hectares) (données du canal de Carpentras ; Contrechamp, 2018).

Le deuxième élément du discours porté par l'ASA peut être résumé de la manière suivante : la répartition de la ressource est inéquitable entre les territoires desservis historiquement et les « *terres au-dessus du canal* », il faut donc « *rendre justice* » aux territoires non desservis (Lambert, 2007). Cet élément, pouvant apparaître contradictoire avec la réalisation d'économies d'eau, est au cœur de la stratégie de l'ASA. Les deux projets d'extension des coteaux de la Nesque (débuté en 1975) et des terrasses du Mont Ventoux (débuté en 1985) ont permis l'installation de nouveaux réseaux sous pression sur 4185 hectares entre 1975 et 2017 (Figure 96). Les volumes économisés dans le périmètre traditionnel libèrent donc des capacités d'extension importantes :

> *Les capacités locales, tant en volume d'eau disponible qu'en faisabilité technique permettent d'envisager des extensions et densifications des réseaux existants d'une part sur les 34 communes du périmètre actuel, mais aussi, plus au nord du département en liaison avec l'exploitation des eaux du Rhône […]. Plus à l'Est la sécurisation de l'association d'irrigation Ouvèze Ventoux* […] (Lambert, 2007, p. 133).

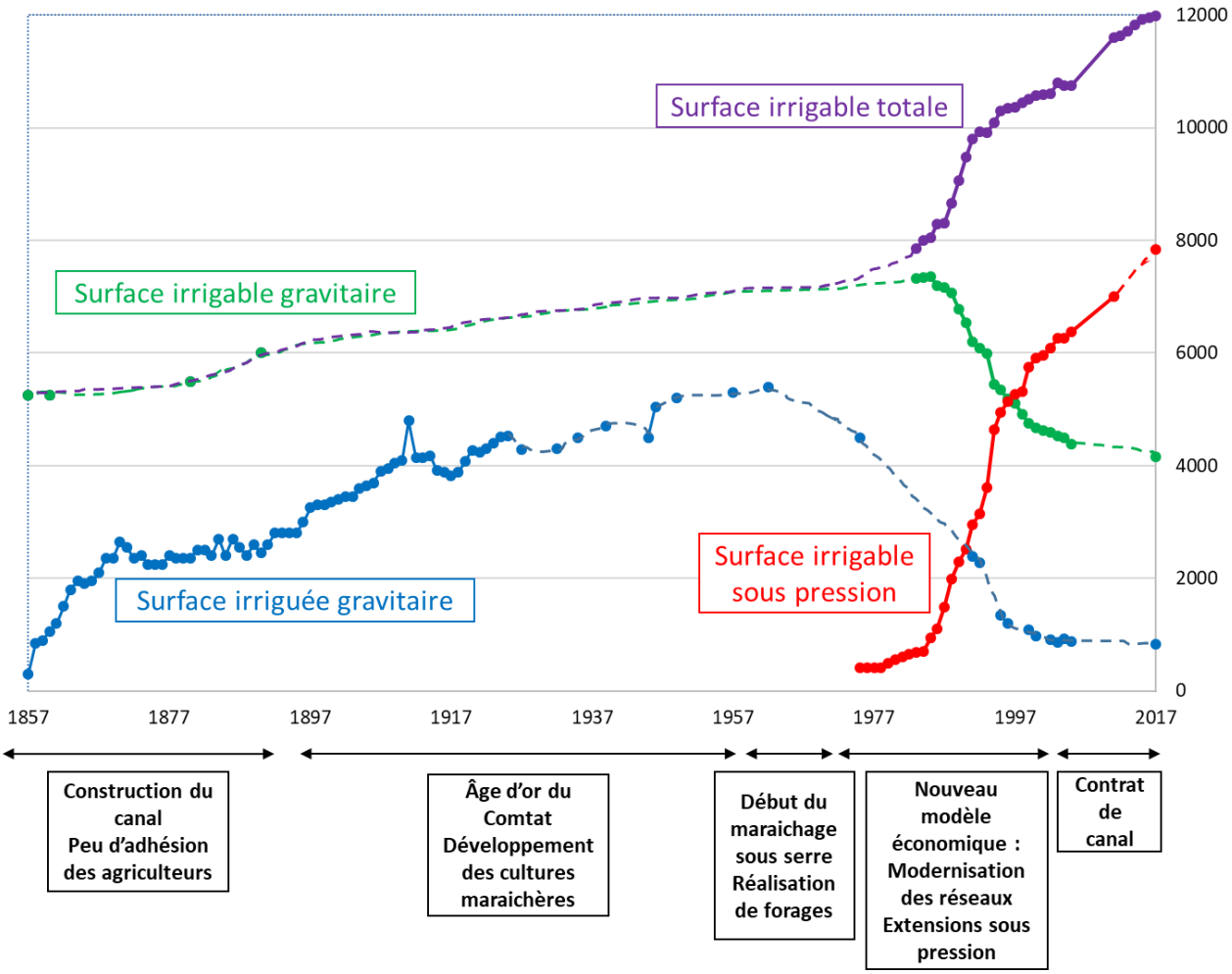


Figure 96 : Évolution des périmètres irrigables sous pression et gravitaires, et des périmètres irrigués gravitaires de 1857 à 2017. Source : Caillet (1925) ; Arrighi de CASAnova (1957) ; Ladki et al. (2006) ; données ASA du canal de Carpentras.

L'ASA a noué des relations étroites avec la Daaf et le Conseil Général du Vaucluse pour élaborer ces projets. La Daaf assura l'élaboration du premier Schéma de développement de l'hydraulique agricole (1980), et le conseil général présidé par Jean Garcin, fervent défenseur de l'irrigation au service du développement du territoire, finança à 100% les deux projets d'extension tout en assurant la maîtrise d'ouvrage (Ladki et al., 2006, p. 62). Entre 1983 et 2007, l'investissement financier du Conseil Général représente environ 100 millions d'euros (Lambert, 2007, p. 87). Grâce aux extensions entièrement financées par des fonds publics, l'ASA a pu compenser ses pertes de recettes économiques dues à la baisse de surfaces gravitaires irriguées par de nouvelles taxes de périmètre, la location de bornes et la vente d'eau. Elle a ainsi maintenu « *des ventes d'eau stables en volume* » (Lambert, 2007, p. 128). En 2005, les recettes du canal venant de l'exploitation des réseaux (entre 4 et 5 M€) sont constituées à 74% par le réseau sous pression et à seulement 26% par le réseau gravitaire (ASA du canal de Carpentras, 2006, p. 67). La situation économique du canal reste toutefois fragile jusqu'en 1998, à cause de la difficulté à rembourser les emprunts contractés pour répondre aux surcoûts des projets de modernisation et d'extension. L'équilibre budgétaire a été rétabli depuis 1999 grâce à une renégociation des emprunts et l'accès à de nouveaux financements du ministère de l'Agriculture (Ladki et al., 2006, p. 47). Par l'intermédiaire de ses relations avec les élus locaux, le Conseil Général et la Daaf, l'ASA du canal de Carpentras est parvenue à bénéficier des mêmes avantages que la SCP dans le cadre du projet d'aménagement de la partie aval du bassin du Calavon (100% de subvention, maîtrise d'ouvrage du Conseil Général, financement de charges intercalaires, renégociation des emprunts…)

(Ibid., 2006, p. 62). En « *rendant justice* » aux territoires non desservis, l'ASA est parvenue à tisser des liens forts avec les responsables politiques du département et à obtenir des avantages comparables à ceux de la Société d'Aménagement Rural, atteignant finalement l'équilibre budgétaire à partir de 1999 tout en ayant modernisé et étendu son réseau.

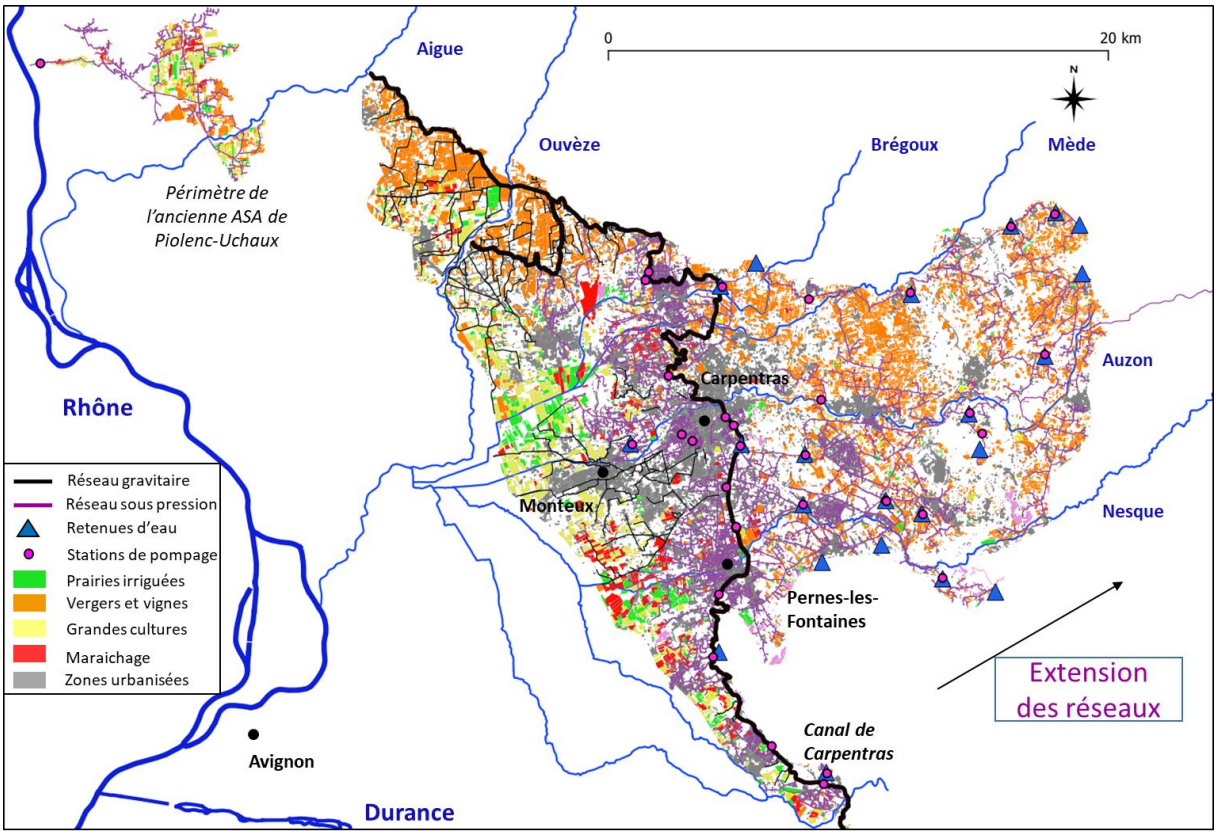


Figure 97 : Périmètre de l'ASA du canal de Carpentras faisant apparaître les réseaux gravitaires et sous pression, et les principaux usages du sol. Source : auteur à partir de BD HYDRA 2015, BD TOPO IGN, Registre Parcellaire Graphique 2017.

En plus des extensions de son périmètre, le canal de Carpentras absorba d'autres ASAs pendant toute cette période : l'ASA de Saint Ponchon dès les années 1950, puis l'ASA de Saint-Philippe en 1975, celle de Garrigues de Sarrians en 1979 et enfin celle de Piolenc Uchaux en 2011 (Figure 97). La dernière revêt un intérêt stratégique important puisqu'elle alimente 415 hectares depuis la prise de Saint-Étienne des Sorts sur le Rhône (site internet du canal de Carpentras[69]). L'ASA prévoit de connecter ces deux réseaux dans le futur, permettant de bénéficier de deux sources de droits d'eau distinctes pour alimenter les canaux (6000 l/s sur la Durance, modulés sur l'année ; 1400 l/s sur le Rhône) (entretien ancien directeur du canal de Carpentras, 2019).

En effet, la situation économique des ASAs (en particulier celles de petite taille) est généralement fragile, du fait de la déprise agricole, de l'urbanisation sur les périmètres, de la difficulté pour l'accès aux financements et des exigences réglementaires (entretien des canaux, comptabilité). Les financements du ministère de l'Agriculture sont terminés depuis les années 2000, de même que l'accompagnement des structures par les services déconcentrés (Baudequin et al., 2015, p. 39-45). L'une des solutions consiste à fusionner avec des structures plus grosses, afin de mutualiser les moyens et de pouvoir employer du personnel technique (entretien DDT, 2018). La nécessité d'atteindre une

[69] https://www.canaldecarpentras.com/connaitre-l-ASA/l-eau-d-irrigation

« *taille critique* » entraine de nombreuses reconfigurations dans les structures associatives de gestion de l'eau (Ibid., 2015, p. 55).

Pour les structures plus importantes comme la SCP ou les grosses ASAs (par exemple l'ASA du canal de Carpentras ou l'ASA du canal de Gap-Ventavon-Saint Tropez), l'absorption d'associations d'irrigation permet d'étendre leur périmètre et de récupérer des droits d'eau (entretien, 2019). Il en découle un jeu complexe de fusion/absorption des structures d'irrigation, mêlant des enjeux politiques (assise sur le territoire), réglementaires (récupération de nouveaux droits d'eau) et hydrauliques (extension des réseaux). Le cas de Manosque est particulièrement documenté (Gaudin, 2014). D'après deux de ses précédents directeurs techniques, l'ASA du canal de Carpentras aurait été approchée à plusieurs reprises, dans les années 1980 par la SCP et dans les années 1990 par des sociétés intervenant dans la distribution d'eau potable, afin de récupérer une partie de la gestion du réseau ou des droits d'eau (Ladki et al., 2010, p. 501). En doublant la taille de son réseau et en absorbant plusieurs ASAs, l'association du canal de Carpentras gagne en emprise sur le territoire, en droits d'eau et en représentation politique (via les membres du syndicat), décourageant ainsi les potentiels acteurs intéressés par son réseau hydraulique. La fusion envisagée avec l'ASA Ouvèze Ventoux représenterait la prochaine étape de cette politique d'extension, vers les dentelles de Montmirail.

Les économies d'eau sont essentiellement présentées comme une mesure technique, relevant d'un « *besoin impérieux* » (Lambert, 2007) ou d'une « *mesure sans regret* » (AERMC, 2018). Nous montrons ici que dans le cas de l'ASA du canal de Carpentras, les économies d'eau ont soutenu la construction et transformation d'un territoire hydro-social dans ses multiples composantes économiques, environnementales et politiques. Cette évolution des années 1970 aux années 2000 s'insère pleinement dans le deuxième paradigme de gestion de l'eau, visant à réaliser des économies pour étendre les usages productifs. En effet, nous avons montré que les économies d'eau sont au cœur d'une stratégie politique d'extension des réseaux, afin d'asseoir un nouveau modèle économique et de s'assurer une place dans le jeu complexe de fusion/absorption des structures hydrauliques.

Dans les prochaines sections, nous montrons que le contrat de canal prolonge la logique historique, en renégociant certains aspects comme l'allocation d'une partie des économies d'eau vers les milieux naturels.

3.4 2005-2017 : le contrat de canal, prolongement et ajustements de la politique amorcée dans les années 1980

3.4.1 Prolongement de la politique de modernisation/extension

3.4.1.1 Budget du contrat

Le budget investi dans le cadre du contrat de canal sur la période 2005-2017 est réparti entre cinq axes principaux : volets économique, environnemental, social et culturel, territorial et gestion concertée. Nous nous intéresserons plus précisément au volet économique, qui représente 91% des montants dépensés soit 10,2 M€ (Tableau 28). Les actions principales sont la sécurisation des réseaux (26% ; 2,6 M€), leur modernisation (34% ; 3,5 M€) et leur extension (1,9 M€ pour densifier les réseaux et 1,9 M€ pour renforcer les stations de pompage et moderniser les sites de télégestion, soit 37%) (Contrechamp, 2018 : 47). Les principaux financeurs sont l'Agence de l'eau, le conseil départemental, les fonds européens (FEADER) et le conseil régional (Tableau 29).

Tableau 28 : Montants dépensés et prévisionnels du contrat de canal sur la période 2005-2017. Source : Contrechamp, 2018.

Bilan en regard du Contrat révisé Montants en € HT	Nombre d'actions réalisées et % nombre initial		Montants dépensés 2005-2017	Montant prévisionnel 2005-2017	Taux de réalisation	Dont montant engagé avant la signature 2005-2011	Montant prévisionnel 2012-2017	Montants dépensés 2012-2017
Volet I – Axe économique	34	79%	10 175 010	12 556 000	81%	4 597 000	7 959 000	5 578 010
Volet II – Axe environnemental	11	65%	289 518	335 033	86%	15 985	307 533	273 533
Volet III – Axe Social et patrimonial	9	82%	247 250	216 130	114%	31 278	174 310	215 972
Volet IV – Axe territorial	5	63%		0		0	0	
Volet V – Axe de gestion concertée	4	100%	523 670	515 020	102%	0	515 020	523 670
TOTAL CONTRAT	**63**	**75%**	**11 235 448**	**13 622 183**	**82%**	**4 644 263**	**8 955 863**	6 591 185

Tableau 29 : Répartition des participations financières sur la période 2012-2017. Source : Contrechamp, 2018.

Montants HT	Volet I	Volet II	Volet III	Volet IV	Volet V	Total Contrat
Maîtres d'ouvrages						
ASA	1 329 702 €	86 977 €	- €	- €	142 467 €	1 559 146 €
CME CPIE	- €	- €	43 194 €	- €	- €	43 194 €
Partenaires financiers						
FEADER	1 020 394 €	- €	- €	- €	117 918 €	1 138 312 €
AE RMC	1 291 451 €	109 267 €	109 740 €	- €	247 685 €	1 758 143 €
CD	1 074 281 €	- €	1 860 €	- €	- €	1 076 141 €
CR	824 681 €	47 960 €	61 177 €	- €	15 600 €	949 418 €
Autre	37 500 €	27 000 €	- €	- €	- €	64 500 €
TOTAL	**5 578 009 €**	**271 203 €**	**215 972 €**	**- €**	**523 670 €**	**6 588 854 €**

3.4.1.2 Projet de modernisation du secteur de Monteux

La modernisation concerne principalement le secteur de Monteux. Ce projet avait été envisagé dès les années 1970 à la suite de la modernisation du secteur de Pernes-les-Fontaines en basse pression, et finalement mis de côté au profit des projets d'extension sur les coteaux de la Nesque et les terrasses du Mont Ventoux. Il semble que l'une des raisons ait été la faible rentabilité de la modernisation sur le secteur de Pernes (entretien ASA Carpentras, 2019). En effet, bien que les travaux de modernisation permettent de nouveaux branchements, notamment auprès des particuliers et des collectivités, les taux d'utilisation des réseaux restent faibles (Ladki et al., 2006). Ils seraient d'environ 30% (Platon, 1998, p. 27 in Ladki et al., 2006, p. 43). L'avantage principal des modernisations reposerait donc sur l'économie d'eau permise par un passage de desserte à la demande, évitant les pertes générées par

des refus de tour d'eau (évalués entre 75 et 80%) (Ladki et al., 2006, p. 43). Un agent du canal indique que *« la modernisation du secteur de Monteux est importante parce que ce secteur concentre les problèmes principaux que nous rencontrons »* (entretien ASA Carpentras, 2019). Parmi ces problèmes, nous retrouvons une urbanisation importante menant parfois à des situations dans lesquelles les personnes paient la taxe du périmètre sans avoir d'accès à l'eau (non raccrochement au réseau de nouveaux lotissements par exemple). Par ailleurs, la déprise agricole est toujours en cours avec une diminution, entre 2000 et 2010, de 36% de la SAU et de 7% du nombre d'exploitations dans les 34 communes desservies par le canal. En 2010, 1900 exploitations et 28 000 hectares de SAU se trouvent sur les communes du périmètre (Contrechamp, 2018, p. 22). Le quart de la SAU serait irrigué (4400 hectares) et composé à 45% de vergers, 26% de maraichage et 22% de vignes (Contrechamp, 2018, p. 23).

Pour l'ASA, la modernisation du secteur de Monteux répond à trois objectifs principaux : diminuer les coûts d'entretien et les volumes prélevés dans une zone où le rapport surface irriguée/surface irrigable se trouve entre 10 et 25% selon les secteurs (ASA du canal de Carpentras, 2006, p. 32-36) ; rétablir le service auprès d'usagers n'ayant pas accès à l'eau et payant une taxe de périmètre (une association de propriétaires s'est constituée pour dénoncer ces situations en 2008[70]) ; augmenter la surface irriguée grâce au service pour des particuliers, à la ville de Monteux (arrosage du stade…) ou à des agriculteurs par exemple avec la mise en culture de jachères (entretiens avec des agents du canal, 2019). En effet, plusieurs dizaines d'hectares agricoles sont en friche sur la zone du projet (Ibid., 2019).

Le projet repose sur sept tranches de travaux et vise à équiper sous pression environ 350 hectares au Sud de Monteux (Eco-Stratégie, 2012, p. 23). Il comprend la construction d'un bassin de stockage de 8000 m^3 (autonomie de fonctionnement supérieure à six heures), l'installation de 35 kilomètres de canalisations, et d'environ 190 bornes agricoles (10 l/s) et 260 bornes d'agréments (2 l/s) (Eco-Stratégie, 2012, p. 26 ; Figure 99 et Figure 100).

Dans l'étude d'impact et sur la base des analyses du canal de Carpentras, il est estimé que la zone du projet est irriguée à environ 75%, mais avec seulement 20% de surfaces en gravitaire depuis le canal (surfaces officiellement déclarées à l'ASA). Les autres modes d'irrigation font intervenir des pompages dans le canal, de l'irrigation gravitaire ou des pompages en rivières, des pompages dans la nappe alluviale ou des forages profonds dans la nappe du Miocène (Eco-Stratégie, 2012, p. 174 ; Figure 98).

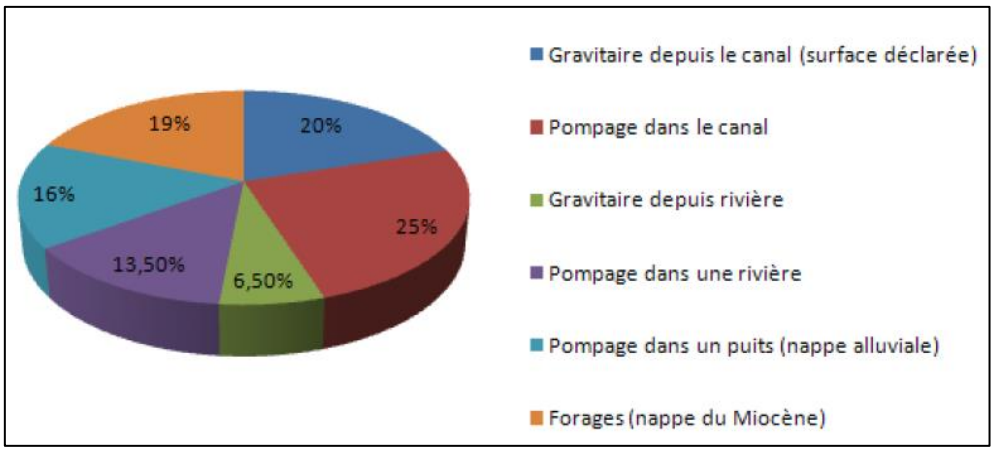


Figure 98 : Répartition des types d'irrigation sur la zone du projet de modernisation d'après une analyse du canal de Carpentras en 2000. Source : Eco-Stratégie, 2012.

[70] Collectif des adhérents mécontents de l'ASA du Canal de Carpentras.
https://collectif-canal-carpentras.asso-web.com/26+a-quoi-sert-le-collectif.html

Par ailleurs, deux zones agricoles sont distinguées (les deux étant fortement soumises à l'urbanisation des terres) :

- La partie Est (Les Plumaneaux*)* est recouverte de terres alluviales peu profondes, riches et fertiles favorisant les productions maraichères sous serres ou tunnel (fraises, melons, courgettes, salades, tomates…). On trouve des exploitations de petites tailles (4 à 5 ha) et quelques grosses exploitations de plus de 30 hectares. L'irrigation de ces exploitations est obligatoire et elle se fait majoritairement au goutte-à-goutte depuis des forages profonds (environ 100 mètres ; entretien agent du canal de Carpentras, 2019).
- Les parties Sud et Ouest (La Plaine), ont des sols plus profonds et de type sableux. Elles sont propices aux cultures de céréales, de vignes mères et greffées (Eco-Stratégie, 2012, p. 193).

D'après une enquête réalisée en 2005, environ 70% des agriculteurs seraient favorables à une modernisation des réseaux gravitaires dans le secteur Monteux-Pernes-Carpentras (Ibid., 2012, p. 193).

Pour l'Agence, les deux principaux enjeux environnementaux sont la réalisation d'économies d'eau et la substitution de prélèvements dans la nappe du Miocène. À la fin des travaux les économies d'eau devraient être de 2,5 Mm^3. Le canal estime que le réseau prélève 3,5 Mm^3 par an en gravitaire contre 1 Mm^3 par an sous pression (3000 m^3 en moyenne par hectare sur 355 hectares). En 2017, seulement 93 hectares sur 355 ont été modernisés, mais les travaux se sont poursuivis les hivers suivants. Les travaux de sécurisation et la modernisation de quatre autres petits secteurs devaient permettre environ 5 Mm^3 d'économies d'eau (protocole de gestion du contrat de canal de Carpentras, 2011, p. 19). En 2017, le volume économisé est estimé à près de 2 Mm^3 (Contrechamp, 2018, p. 45). La réallocation de ces volumes économisés ainsi que la question de l'impact sur les prélèvements en nappe sont discutées après une courte description des projets d'extension du contrat de canal.

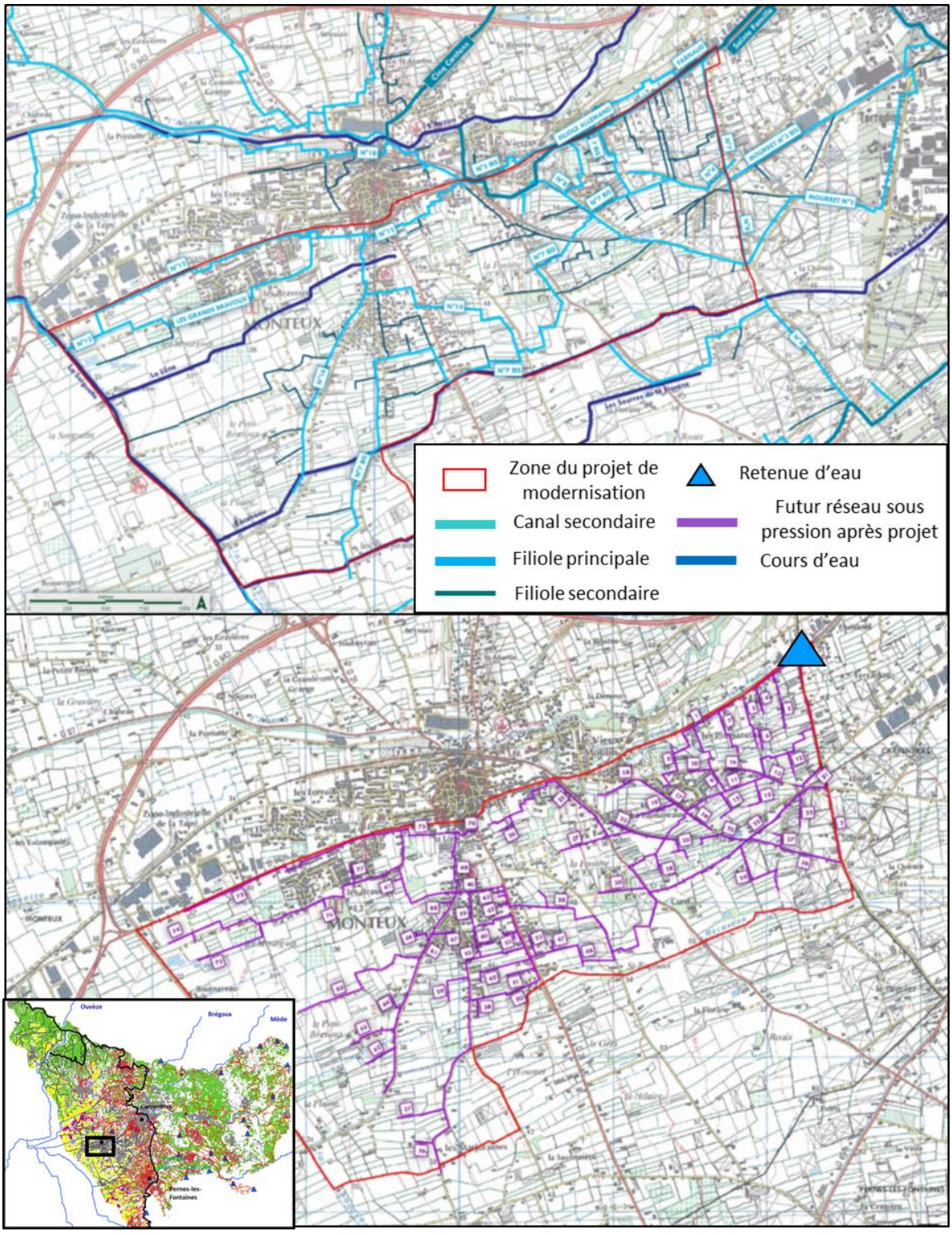


Figure 99 : Projet de modernisation du secteur de Monteux. Source : Eco-Stratégie, 2012.

Figure 100 : Projet de modernisation du secteur de Monteux. Gauche haut : cérémonie d'ouverture de la station de pompage Lambert ; Gauche bas : bassin de la station ; Droite haut : borne sous pression ; Droite bas : ancienne jachère mise en culture pour la production de raisin de table (muscat). Sources : auteur et site internet du canal de Carpentras[71].

3.4.1.3 Extensions

Les extensions ont concerné 613 hectares entre 2005 et 2017 (faisant passer le périmètre de l'ASA de 10755 à 11368 hectares, sans compter les 625 hectares de l'ASA de Piolenc-Uchaux) (Figure 101).

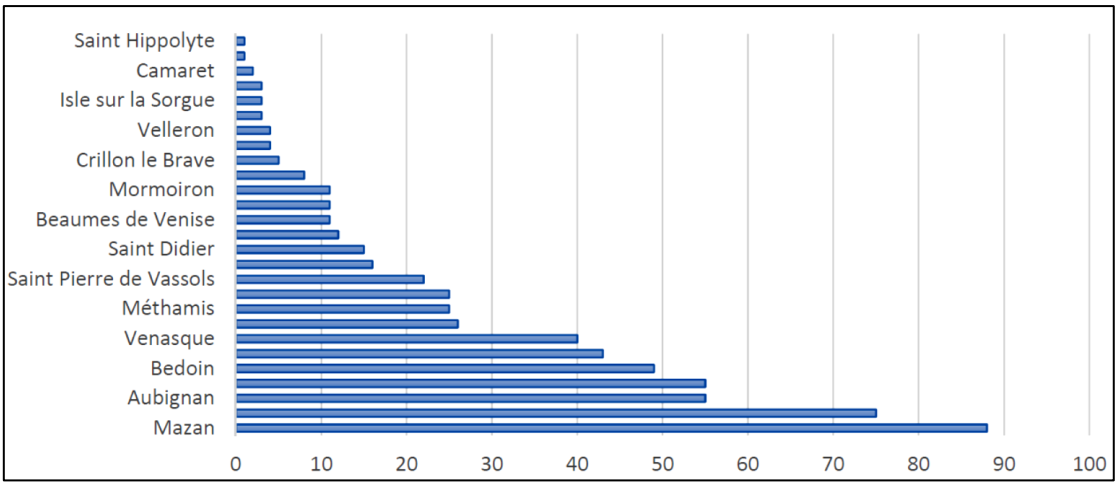


Figure 101 : Évolution du périmètre desservi par le canal de Carpentras sur les 36 communes concernées entre 2005 et 2017. Source : Contrechamp, 2018.

[71] https://www.canaldecarpentras.com/actualites/evenements/136-lorem-ipsum-evenement
Alain GUILLAUME (Président de l'ASA du Canal de Carpentras), Bénédicte MARTIN (Conseillère régionale et Présidente de la Commission Agriculture), Christian GROS (Maire de Monteux), André BERNARD (Président de la Chambre d'Agriculture de Vaucluse) et Max RASPAIL (Conseiller départemental)

Les extensions ont absorbé 37% du budget total et ont concerné principalement les terrasses du Ventoux (communes de Carpentras, Mazan, Aubignan, Bédoin) et les coteaux de la Nesque (communes de Vénasque, Malemort-du-Comtat, Pernes-les-Fontaines) (Figure 102). D'après les élus des conseils départemental et régional :

> *La modernisation et les extensions permettent également un soutien effectif à l'agriculture du territoire ce qui est une priorité. La modernisation est indispensable pour les exploitations de pointe » (Contrechamp, 2018, p. 42).*

Figure 102 : Zone d'extension sous pression du périmètre du canal de Carpentras, au nord de Saint Didier. Productions de raisin de table. Source : auteur, 2019.

Les projets d'extension se poursuivent en 2021, avec près de 200 nouveaux hectares irrigables à Sérignan-du-Comtat et Piolenc (financement Feader, Conseil départemental et Conseil Régional)[72]. Comme depuis les années 1980, les extensions du périmètre font partie d'une stratégie économique visant à « *assurer la pérennité financière du canal* » (Contrechamp, 2018, p. 33) et politique via l'appui des élus pour développer les réseaux d'irrigation sur leurs territoires (Ibid., 2018, p. 45). Toutefois, on observe une évolution du vocabulaire mobilisé, les extensions répondant aujourd'hui à la nécessité de « *soulager les ressources locales* » (Ibid., 2018, p. 33) et non plus seulement de « *rendre justice aux terres au-dessus du canal* » (Lambert, 2007).

Même si l'estimation n'a pas été réalisée dans l'évaluation des contrats de canaux, on peut supposer que les extensions aient mené à une augmentation de la consommation d'eau d'environ 1,8 Mm^3 (3000 m^3/ha sur 613 hectares) pour la période 2005-2017. Cette estimation pourrait être affinée en fonction du type de culture irrigué et des volumes réellement consommés sur ces secteurs.

[72] URL : https://www.canaldecarpentras.com/actualites/travaux/326-extension-du-reseau-span-a-serignan-du-comtat-span

3.4.2 Ajustements pour une nouvelle répartition des économies d'eau et impacts environnementaux

3.4.2.1 Évolution des prélèvements de l'ASA du canal de Carpentras

Dans la convention C2, le volume de référence pour la rémunération des canaux par EDF est basé sur la moyenne des prélèvements entre 1988 et 1996. Ce volume était de 203 Mm^3 pour l'ensemble des canaux de l'Union Sorgue Lubéron Ventoux (sans le canal Saint-Julien), et de 121 Mm^3 pour Carpentras.

D'après les données que nous avons pu obtenir, les prélèvements totaux du canal de Carpentras depuis le canal EDF (Durance) ont peu évolué sur la période 1997-2019 (Figure 103). Les données sont manquantes pour les années 2006 à 2012, mais les périodes 1997-2005 et 2013-2019 montrent une grande stabilité autour d'une moyenne d'environ 71 Mm^3 par an.

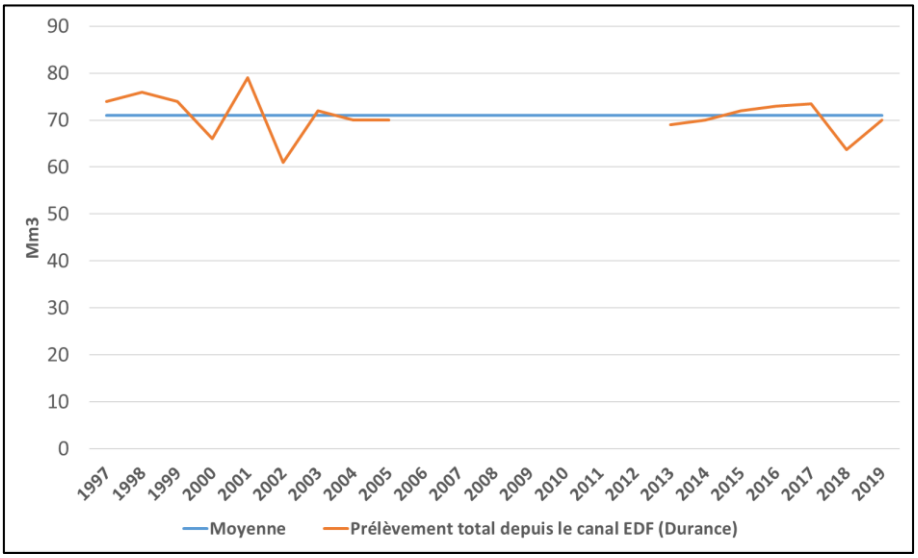


Figure 103 : Évolution des prélèvements totaux du canal de Carpentras en 1997 et 2019. Source : bilans d'activité du canal de Carpentras ; ASA du canal de Carpentras, 2006.

La baisse de 50 Mm^3 par an entre la période 1988-1996 (période de référence) et 1997-2019 résulte de plusieurs facteurs. Premièrement, la baisse très forte de l'utilisation des réseaux gravitaires, passant d'environ 2500-3000 hectares irrigués à la fin des années 1980 à moins de 1000 hectares au début des années 2000 (Figure 96). Deuxièmement, la modernisation des réseaux a contribué à diminuer les prélèvements, sans que la part respective des deux causes soit calculable avec précision.

Il est important de noter que sur l'ensemble de la période, les 7000 hectares d'extension (sans compter les réseaux dépendant de l'eau du Rhône) n'ont pas fait augmenter significativement les prélèvements.

Nous manquons de données sur les volumes distribués au sein du réseau sous pression, mais ils ont oscillé ces dernières années entre environ 5 millions de mètres cubes les années humides comme 2014 ou 2018, et 7 millions de mètres cubes les années sèches comme 2017. Ces volumes ont nécessairement augmenté de façon continue du fait de l'augmentation du périmètre. Plus de 2500 hectares d'extension ont été réalisés entre 1997 et 2017, et pourraient correspondre à un doublement des prélèvements sur les réseaux sous pression.

Globalement, on peut donc supposer que les économies d'eau ont permis de réaliser les extensions du réseau, en maintenant le prélèvement total autour de 70 Mm^3 sur la période 1997-2017.

3.4.2.2 Répartition des volumes économisés : part ASA

Comme nous l'avons vu, 50% des volumes économisés sont à disposition de l'ASA, et correspondent à environ 1 million de mètres cubes pour la période 2005-2017 (Tableau 26)

Ces derniers peuvent être mobilisés soit pour l'extension des surfaces à irriguer soit être rémunérés par EDF.

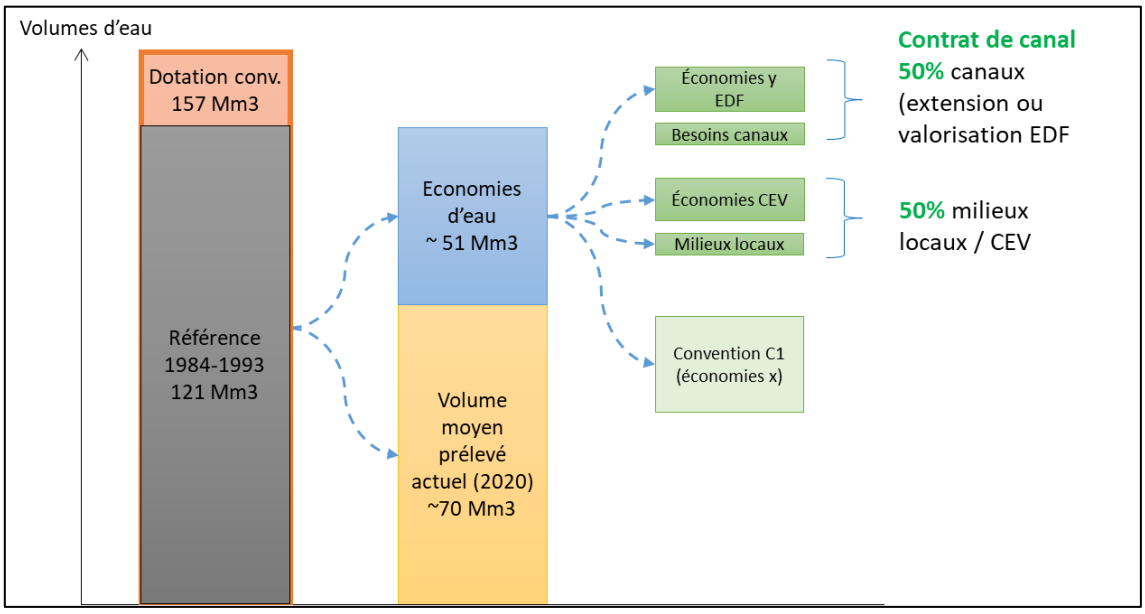


Figure 104 : répartition des volumes économisés pour le canal de Carpentras. Source : auteur.

Une partie des 51 Mm^3 est rémunérée dans le cadre de la convention C2 (économies x) (Figure 104). Puis environ 1 Mm^3 correspond à la « part y » rémunérées par EDF ou aux extensions, et 1 Mm^3 à la réallocation vers les milieux.

3.4.2.3 Répartition des volumes économisés : part milieux naturels

IMPACTS DE LA MODERNISATION SUR LES MILIEUX NATURELS ET LES USAGES

La proposition de réallouer une partie des volumes économisés aux milieux locaux vient tout d'abord du fait que ces milieux sont privés d'apports d'eau importants suite aux projets de modernisation. L'étude de flux de 2005 du canal de Carpentras illustre bien ce phénomène (Figure 105).

D'après les résultats obtenus de 1997 à 2005, les valeurs sont relativement stables chaque année, avec une répartition des volumes prélevés d'environ 18% vers les plantes (consommation), 70% vers les rivières (bassins du Sud-Ouest du Mont Ventoux et de l'Ouvèze provençale) et 12% vers les nappes. (Figure 105).

Ce sont donc en moyenne 58 Mm^3 qui rejoignaient chaque année les zones humides, rivières et nappes au niveau local, de 1997 à 2005. Avec les projets de modernisation, cette répartition est modifiée au profit d'une meilleure efficience d'utilisation de l'eau, c'est-à-dire un pourcentage d'eau consommée par les plantes qui augmentent. Étant donné que le prélèvement s'est maintenu à une moyenne de 71 Mm^3 au cours des 20 dernières années, c'est donc une baisse des retours aux milieux naturels et en nappe qui a eu lieu.

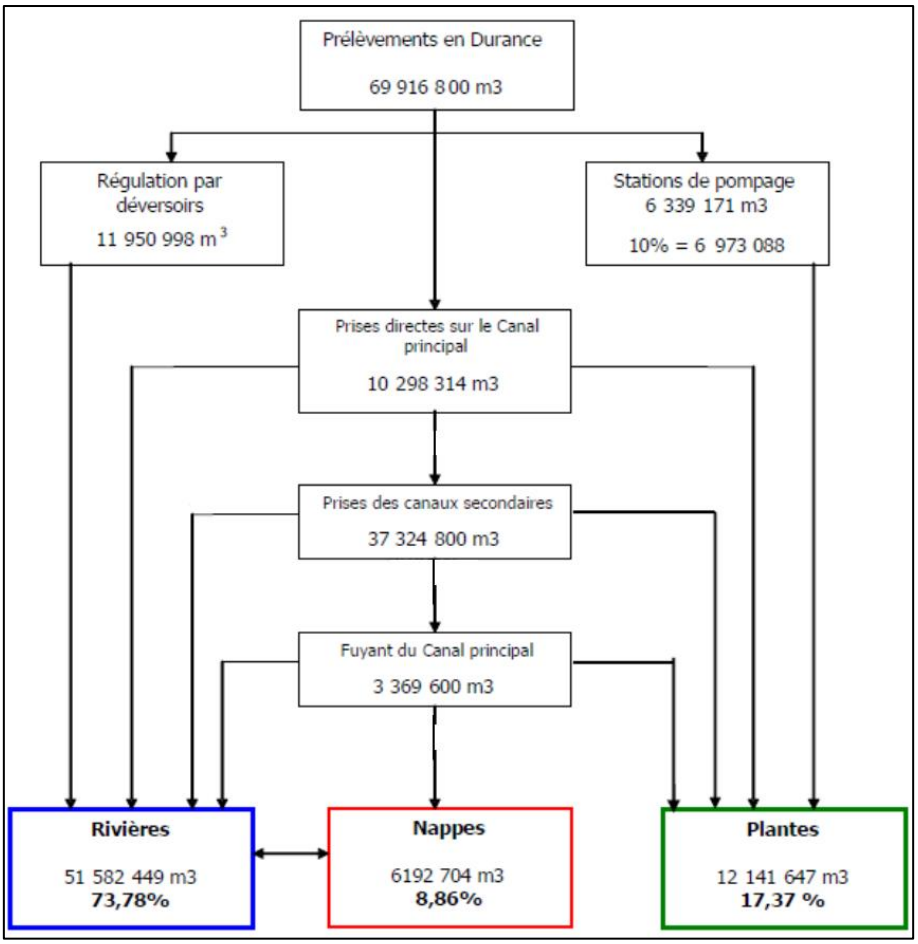


Figure 105 : Étude de flux de 2005 du canal de Carpentras. Source : ASA du canal de Carpentras, 2006, p. 80.

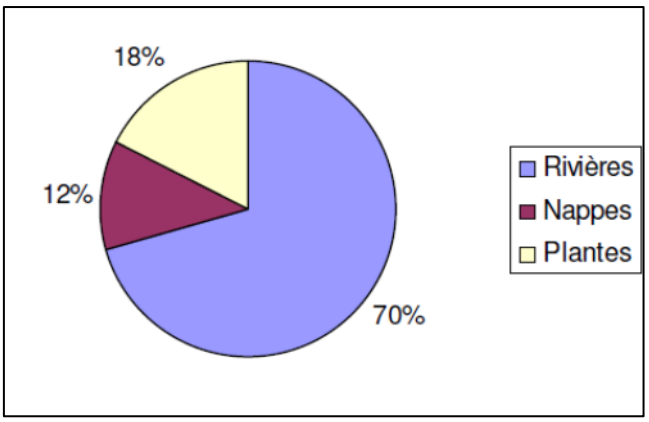


Figure 106 : Répartition moyenne des volumes prélevés entre les plantes, les rivières et les nappes pendant la période 1997-2005. Source ASA du canal de Carpentras, 2006, p. 81.

Concernant la nappe alluviale (alluvion des plaines du Comtat et des Sorgues - FRGR301), les apports du canal représenteraient 80% de l'approvisionnement par rapport aux précipitations (ASA du canal de Carpentras, 2006). La nappe profonde « miocène du Comtat Venaissin » a un fonctionnement indépendant de la nappe alluviale (excepté pour la transmission de pollution par l'intermédiaire de forages), et représente une ressource stratégique pour l'eau potable (classement comme aquifère patrimoniale dans le SDAGE RMC).

D'après une enquête menée par le canal de Carpentras au début des années 2000, la modernisation du canal sur le secteur de Carpentras tendrait à favoriser une substitution des prélèvements en nappe alluviale (« pompage dans un puit ») ou miocène (« forage ») par une alimentation depuis le canal sous pression (Eco-Stratégie, p. 186 ; Figure 106).

Nos entretiens avec les agriculteurs indiquent que face aux risques d'assèchement des puits peu profonds dépendant de la nappe alluviale, une souscription au réseau sous pression du canal de Carpentras serait possible. De manière générale, les agriculteurs acceptent l'installation de la borne de distribution (service gratuit de l'ASA), mais ne l'utilisent pas forcément (enquête auprès des agriculteurs ; entretien ASA Carpentras). L'ASA de Carpentras estime que c'est ce processus de remplacement progressif des puits peu profonds par des branchements au canal sous pression qui a eu lieu au cours des dernières décennies (entretien ASA Carpentras).

Toutefois, la substitution des forages, généralement utilisés pour des cultures maraichères comme la fraise, le melon ou les tomates, apparaît peu probable. En effet la qualité de l'eau des forages (de profondeur comprise entre 60 et 70 mètres) serait bien supérieure à celle du canal, et par ailleurs les besoins d'eau l'hiver pour la production de fraises ou de salades ne peuvent être assurés par le canal, du fait de la période de chômage (enquête auprès des agriculteurs). Bien que la substitution des prélèvements d'eau dans la nappe du miocène faisait partie des objectifs prévus pour la modernisation du secteur de Monteux, aucune contrainte de remplacement des forages par le canal n'a été imposée aux agriculteurs (entretien avec la DDT 84, 2020). Des contrôles ont par contre été mis en place pour régulariser les forages existants, et la réalisation de nouveaux forages est interdite (Ibid., 2020).

Dans les secteurs à l'aval du bassin du Sud-Ouest du Mont Ventoux, sans accès au canal de Carpentras, mais bénéficiant des retours vers les rivières et les nappes, les prélèvements agricoles seraient faibles et d'environ 700 000 m^3. Ils proviendraient avant tout de la nappe du Miocène pour plus de 70% d'entre eux (Risques et Développement, 2013, p. 39). Il existe encore des incertitudes importantes sur les volumes prélevés non déclarés.

Pour ce qui est de l'eau potable, entre 70 et 80% de l'eau du bassin provient du Rhône, soit environ 2,5 Mm3 (Ibid., 2013, p. 85). Par ailleurs, dans la zone dépendant du canal les prélèvements seraient principalement des forages profonds dans la nappe du miocène. Finalement, l'enjeu de diminution de la recharge des nappes alluviales serait donc limité sur les usages agricoles et AEP du bassin Sud-Ouest du Mont Ventoux, d'après l'étude volume prélevable et les études d'impact réalisées par le canal de Carpentras (ASA du canal de Carpentras, 2006 ; Eco-Stratégie, 2012 ; Risques et Développement, 2013).

L'impact de l'abaissement de la nappe sur les milieux naturels est en revanche bien identifié, en particulier pour les haies qui bordent souvent les parcelles agricoles :

> *La baisse du niveau de la nappe due à la modernisation des réseaux cause la mortalité et la régression des haies, si elles ne sont pas arrosées le temps de développer un système racinaire adéquat. Les conséquences sont multiples : disparition du maillage bocager, diminution de la diversité du paysage, perte de la fonction de brise-vent des haies avec un impact sur la demande en eau des cultures, diminution de la diversité faunistique et floristique des filioles abandonnées au profit de la mise sous pression » (ASA du canal de Carpentras, 2006, p. 105).*

Des exemples de ces impacts sur les haies ont pu être observés sur le terrain dans le secteur de Monteux, concerné par le projet de modernisation du contrat de canal (Figure 107).

Figure 107 : Haie de cyprès asséchée en bord de parcelle agricole, après la modernisation réalisée en 2017 (secteur de Monteux, 2019). Source : auteur.

Cependant, aucune réallocation vers les nappes n'a été envisagée d'après les documents consultés et les entretiens réalisés. Les discussions ont avant tout porté sur les réallocations vers les milieux superficiels comme les rivières et zones humides bénéficiant de décharges depuis le canal de Carpentras. Les débats ont eu lieu au sein de la commission Coec'eau (Commission des Économies d'Eau).

CHOIX DES RÉALLOCATIONS PAR LA COEC'EAU

Une commission spéciale a été créée afin de décider des allocations vers les milieux naturels locaux dans le cadre du contrat de canal, nommée COEC'EAU. Elle réunit les membres suivants : DDT de Vaucluse, Agence de l'Eau RMC, Conseil Régional Paca, Conseil Départemental de Vaucluse, Syndicat Rhône Ventoux, OFB, EPAGE Sud-Ouest Mont Ventoux, Syndicat Mixte du Bassin des Sorgues, Chambre d'Agriculture de Vaucluse, CEN Paca, Mairies de Monteux et Carpentras, CoVe, ASA du Canal de Carpentras, Maison Régionale de l'Eau, Syndicat Mixte de l'Ouvèze Provençale, EDF, Syndicats intercommunaux d'aménagement de l'Aygues et de la Nesque, Fédération de Vaucluse pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques. L'ensemble des invités n'ont pas assisté aux différentes réunions. Nous avons pu consulter l'ensemble des comptes rendus des échanges.

Lors de la première réunion en 2013, il est décidé d'allouer 881 285 m^3 (environ 90 l/s pendant la durée de fonctionnement du canal) dans l'Auzon, afin d'assurer une dilution des rejets de la STEP de Carpentras (Coec'eau, 2013). En fait, cette réallocation avait déjà lieu et faisait l'objet d'un arrêté préfectoral et d'une convention avec la mairie de Carpentras, pour des raisons de salubrité. Elle correspond donc à une allocation qui était déjà présente, comptabilisée dans les contrats de canaux.

Au cours des réunions suivantes, plusieurs possibilités de restitutions sont envisagées. Les zones humides des « confines » au nord de Monteux, et des « Garrigues de l'étang » à Sarrians constituent une partie des options. Toutefois, les intervenants ne parviennent pas à tomber d'accord : les « Garrigues de l'étang » sont en partie chez un propriétaire privé, ce qui empêche les interventions ; la partie nord des confines est un lieu potentiel, géré par le conservatoire d'espace naturel, mais des travaux d'aménagement sont en cours et les besoins éventuels d'apports en eau depuis le canal ne seront pas connus avant plusieurs années ; la partie sud des confines est intéressante, mais la zone humide est alimentée par des canaux gravitaires, et il s'agirait donc de donner plus d'eau aux

agriculteurs pour irriguer leurs prairies, ce qui apparaît contradictoire aux participants (soutien de l'usage agricole, et inégalité entre les membres de l'ASA) (Coec'eau, 2014).

Une autre série de propositions vise les bassins qui reçoivent les eaux du canal de Carpentras. En effet, le bassin Sud-Ouest du Mont Ventoux a été classé « non déficitaire » suite à l'étude volume prélevable, du fait des apports d'eau estimés à 28 Mm^3 par an depuis le canal. Le bassin de l'Ouvèze à quant à lui été classé déficitaire avec une demande de réduction des prélèvements de 30%. Mais encore une fois aucune décision ne satisfait tout le monde : le bassin Sud-Ouest du Mont Ventoux est considéré comme déjà très artificialisé, et les rejets du canal ne sont pas toujours bons pour les milieux, du fait de l'irrégularité et la soudaineté de certains rejets (Risques et Développement, 2013). Les besoins sont en premier lieu agricoles à l'aval du canal de Carpentras, ou liés à la qualité de l'eau à cause des stations d'épuration, comme c'est le cas pour l'Auzon (Ibid., 2013). Le seul cours d'eau qui fait débat est le Récaveau (Coec'eau, 2014 ; 2016). Ce dernier sera privé de nombreux rejets suite à la modernisation du secteur de Monteux (Figure 108). Il a été décidé de mener une étude précise, sur la possibilité de ré-alimenter le Récaveau à partir du canal, après modernisation. Elle est terminée en 2019 et conclue qu'il y aura bien une détérioration du cours d'eau, mais que « *du point de vue de la biodiversité, du fait de son anthropisation le Récaveau ne présente aucun enjeu environnemental, hormis la présence d'odonates (dont Agrion de Mercure) et d'amphibiens* » (Eco-Stratégie, 2019, p. 64). Suite à cette étude, aucune réallocation n'est proposée pour le Récaveau.

Figure 108 : Retour de canal vers le Récaveau. Source : auteur.

Dans le cas de l'Ouvèze, les apports du canal de Carpentras sont d'environ 12 Mm^3, ce qui correspond à la totalité des prélèvements agricoles annuels (Coec'eau, 2014). Le Syndicat Mixte de l'Ouvèze Provençale (SMOP) a proposé à plusieurs reprises d'étudier la possibilité de substituer les prélèvements dans l'Ouvèze par un branchement au canal de Carpentras (Ibid., 2014). Cependant, les intervenants estiment que les décisions pour un tel projet dépassent largement le cadre de la Coec'eau, qui ne se prononce pas sur les réallocations vers l'Ouvèze.

En définitive, après plusieurs années de débat, seule la réallocation vers l'Auzon a été actée. Les autres volumes économisés rejoignent donc pour le moment le Compte Epargne Volume.

3.4.2.4 Différentes visions de l'environnement

Les impacts de la modernisation et les débats sur les réallocations font en fait apparaître différentes visions de l'environnement. Comme cela est souligné dans l'évaluation des contrats de canaux, l'Agence de l'eau privilégie l'optimisation des ressources au niveau du bassin de la Durance, et la réallocation des économies d'eau vers les milieux naturels duranciens par l'intermédiaire du CEV (Contrechamp, 2018, p. 19). Cette vision est ancrée dans la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau où l'enjeu d'atteinte du bon état porte sur les masses d'eau naturelles plutôt que sur les milieux artificialisés.

Au niveau local, certains acteurs défendent quant à eux l'intérêt des réseaux gravitaires et leurs liens aux paysages :

> *Une seconde vision est portée par les élus, les agriculteurs, les représentants syndicaux et partagée par quelques gestionnaires de milieux aquatiques locaux, pour qui la qualité de l'environnement est perçue au travers de celle du paysage, des milieux naturels locaux, et des retours d'eau que les canaux et l'irrigation gravitaires permettent de maintenir, qui soutiennent un paysage doté d'un intérêt marqué au niveau local, régional et touristique plus large. […] Il semble qu'avec le temps ces deux visions aient glissé vers une opposition dans les discours, les acteurs locaux regrettant une perte de retours d'eau vers le territoire (haies le long des filioles, retours vers la nappe réels ou supposés) » (Contrechamp, 2018, p. 19).*

Dans le cas du canal de Carpentras, ces oppositions n'ont cependant pas entravé la mise en œuvre du contrat de canal. En effet, toujours d'après l'évaluation : *« Il apparaît que si la question des économies d'eau est fondatrice des contrats et sous-tend en quelque sorte ces démarches, elle est plutôt 'l'affaire de l'Agence de l'eau' et figure dans les documents des contrats essentiellement via le protocole de gestion de la ressource* » (Ibid., 2018, p.14).

In fine, la question des réallocations d'eau vers l'environnement est apparue secondaire par rapport aux projets de modernisation/extension, sur lesquels repose la construction du territoire hydrosocial du canal de Carpentras depuis les années 1980 :

> *Le volet environnemental est considéré comme positif par les membres du Conseil Syndical. Il leur semble important, en tant que gestionnaire d'une telle infrastructure territoriale, et plus encore au titre du fait que celle-ci distribue de l'eau, de se préoccuper de l'environnement. En revanche, le devenir de ces économies d'eau ne semble pas préoccuper les participants à la réunion » (Ibid., 2018, p. 46).*

3.4.3 Conclusion

Le cas du canal de Carpentras permet d'illustrer comment la réussite des projets d'économie d'eau a reposé sur l'alignement d'éléments économiques, politiques et financiers pendant plusieurs décennies. Les soutiens des élus locaux et collectivités territoriales pour l'aménagement du territoire et le développement économique d'une part, et de l'Agence de l'eau et EDF pour la réalisation d'économies d'eau d'autre part, ont permis l'articulation des projets de modernisation/extension en maintenant des prélèvements totaux sensiblement au même niveau au cours des 20 dernières années.

Alors que la question technique liée aux prélèvements et à la réalité des économies d'eau est passée au second plan, la production discursive d'un territoire hydro-social « moderne » a permis un agencement qui assure l'accès aux financements de l'hydraulique agricole. Ce territoire permet de poursuivre la tâche des ingénieurs visionnaires du XIX^{ème} siècle grâce aux nouvelles techniques d'irrigation, en assurant ainsi « *le développement du Comtat Venaissin* » comme c'était le cas il y a plus de 160 ans (ASA du canal de Carpentras, 2020). La fonction historique de transfert d'eau du canal pour

« *transformer terres arides soumises au climat méditerranéen en terres fertiles* » est toujours assurée depuis les années 1980 grâce aux travaux d'extension (ASA du canal de Carpentras, 2006, p. 80). La Figure 109 montre bien cette évolution linéaire vers l'ère moderne actuelle, de 1853 à aujourd'hui.

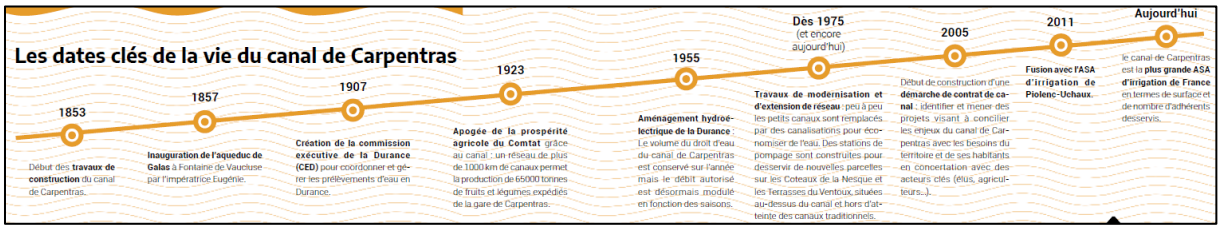


Figure 109 : Évolution du canal de Carpentras au cours du temps. Source : ASA du canal de Carpentras, 2020.

4 La recherche de consensus dans la plaine de la Crau : optimiser un « territoire d'équilibre entre espaces et usages »

4.1 Le cas de la plaine de la Crau

La plaine de la Crau a fait l'objet de nombreuses thèses (par exemple Alkassem-Alosman, 2017 ; Auvet, 2018), rapports de stage et projets de recherche (Saos, 2006). L'ensemble des composantes du système a été analysé grâce à des travaux d'hydrogéologie, d'hydraulique, de modélisation, d'agronomie. Récemment, l'étude Sinergi a permis d'analyser le fonctionnement de la nappe et sa sensibilité à des modifications d'usage du sol.

Nous remobilisons une partie importante de ces études et analyses, complétée par des entretiens semi-directifs, pour interroger comment est mise en œuvre la politique d'économie d'eau en Crau. Dans un premier temps, nous décrivons le système de la plaine de la Crau et les différents usages présents.

Ensuite, nous montrons comment le territoire s'oppose dès les années 1980 à la redevance de l'Agence de l'eau, grâce à un discours sur les aménités environnementales des réseaux gravitaires.

Ce discours est remobilisé dans les négociations sur les économies d'eau, lors de la mise en œuvre du contrat de canal. L'analyse fait apparaître la recherche d'ajustements à travers la production d'un « territoire d'équilibres » et d'une « eau-territoire » à optimiser.

Finalement, les limites de cette recherche d'ajustement sont présentées, à travers plusieurs échecs de modernisation.

4.2 La plaine de la Crau : un agro-écosystème diversifié soumis à des tensions nouvelles

4.2.1 La Crau sèche et le pâturage ovin extensif

La plaine de la Crau possède une superficie d'environ 60000 hectares et forme un triangle entre Arles, Salon-de-Provence et Fos sur Mer. Elle est entourée par les Alpilles au nord, le Rhône à l'Ouest et l'étang de Berre à l'Est.

La Crau correspond au paléo-delta de la Durance, qui la traversa durant plusieurs millions d'années pour rejoindre la mer, en charriant des galets depuis les Alpes. Suite à la déviation du lit de la Durance il y a 18 000 ans (Buisson & Dutoit, 2006), le delta s'est asséché et a laissé place à une steppe semi-aride : le « coussoul » ou « crau sèche ». Le sol est constitué d'un poudingue, correspondant à une

sorte de « ciment calcaire » faisant le joint entre les galets alpins. Le poudingue, le climat méditerranéen et l'absence de cours d'eau sur la plaine de Crau ont contribué à façonner une végétation très particulière, proche des steppes d'Afrique du Nord ou de la péninsule ibérique (Ibid., 2006).

Le coussoul est parcouru par des troupeaux d'ovins depuis l'Antiquité, comme en témoignent les nombreux vestiges de bergeries romaines. Il s'est maintenu au cours des siècles, d'abord pour la production de laine, puis de viande à partir du XIX^{ème} siècle, avec la création de l'espèce « Mérinos d'Arles »[73]. La Crau reste aujourd'hui le principal terroir de l'élevage ovin transhumant de Basse Provence. Le coussoul est pâturé essentiellement au printemps avant le départ en transhumance vers le massif alpin.

Le cheptel est estimé à environ 100 000 ovins au 1er siècle avant J-C (Soma-Bonfillon, 2010), 110 000 en 1999 (Comité du Foin de Crau, 1994) et 120 000 têtes en 2010 (Association syndicale des arrosants de la Crau, 2010, p. 97).

Au cours des siècles, le pastoralisme extensif a façonné la végétation du coussoul, correspondant ainsi à « un vieil agroécosystème » (Buisson & Dutoit, 2006). En effet, les niveaux de pression de pâturage sur la steppe créent une forte hétérogénéité spatiale de la végétation (Buisson et al., 2004). Il a été montré que cela favorise une diversité de composition steppique, permettant pour l'avifaune la coexistence d'espèces aux exigences écologiques contrastées (Ibid., 2004).

Une partie du coussoul a été classée en réserve naturelle nationale en 2001 (Figure 110), et occupe une superficie d'un peu plus de 7 000 hectares. Ce classement a été justifié par le fait que la Crau représente le seul écosystème steppique en France, et a vu sa superficie fortement diminuer.

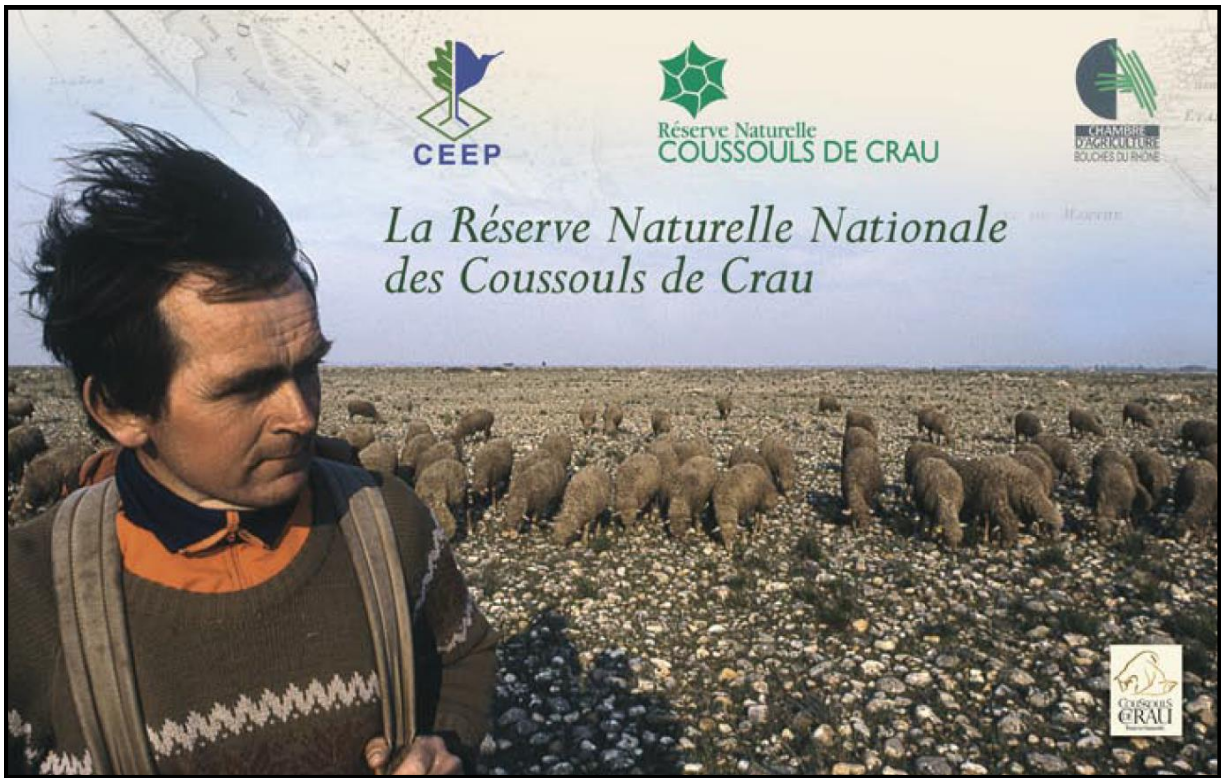


Figure 110 : Affiche de présentation d'une exposition sur les Coussouls de Crau. Source : CEEP, 1986.

[73] La race ovine du « Merinos d'Arles est issue du croisement du Merinos d'Espagne et la brebis d'Arles, qui a lieu à partir du début du XIX^{ème} siècle.

Avec l'arrivée de l'irrigation au 16ème siècle et la mise en culture de prairies, puis avec le développement urbain, industriel et militaire, les surfaces de steppe sont passées de 50 000 hectares à environ 11 500 hectares aujourd'hui.

4.2.2 Infrastructures hydrauliques de la Crau et irrigation (« Crau Humide »)

4.2.2.1 Infrastructures hydraulique de Crau (XVIème siècle – 1950)

Le premier canal construit en Crau est l'œuvre d'Adam de Craponne au XVIème siècle, dont le projet fut autorisé par Henri II. L'acte officiel du droit d'eau sur la Durance date du 17 août 1554 (Auvet, 2018, p. 114). L'infrastructure hydraulique était destinée à trois types d'usages principaux : les moulins pour la production de farine ou d'huile, les arrosages, et les usages d'utilité publique (lavoirs, etc.) (Ibid., 2018, p. 120). La « branche d'Arles », qui traverse la Crau, est terminée en 1582 (Soma-Bonfillon, 2010).

Du fait des difficultés économiques rencontrées, Adam de Craponne va peu à peu vendre des droits à prélever (sous la forme de concessions) et finalement ses droits d'eau aux œuvres de Salon et d'Arles. Ces dernières ont fusionné pour créer l'Oeuvre générale de Craponne (OGC)[74] en 1583. L'OGC détient les droits d'eau sur la Durance et les concessionnaires en sont les membres.

L'État voulut poursuivre les aménagements hydrauliques deux siècles plus tard avec la construction du canal « Boisgelin » ou canal des Alpines, qui passe au nord de la chaîne des Alpilles. L'autorisation est accordée par les États de Provence en 1772 et approuvée par le roi l'année suivante (Soma-Bonfillon, 2010). L'Oeuvre générale des Alpines (OGA) est créée à l'image de l'OGC.

L'irrigation concernerait plusieurs centaines d'hectares à la fin du XVIème siècle, notamment d'oliviers et de blé, et les premières expérimentations de semis de prairies ont lieu (Soma-Bonfillon, 2010). Les surfaces augmentent ensuite fortement au XIXème siècle. En effet, des projets visant à construire de nouveaux canaux dédiés au colmatage de la Crau pour « *la rendre productive* » (Auvet, 2018) sont envisagés à plusieurs reprises à cette époque, mais n'aboutissent pas. La technique privilégiée pour le colmatage a été l'apport progressif de limons grâce aux irrigations, plutôt qu'un apport brutal en large quantité (Soma-Bonfillon, 2010).

Auvet (2018) montre les liens entre la construction d'une Crau « productive » grâce à la mise à l'irrigation du coussoul, et la mise en place du pouvoir de l'État et de ses administrations techniques suite à la fin de l'Ancien Régime. Le canal est confisqué par l'État aux nobles qui détenaient les droits d'eau, et l'un d'eux est incarcéré[75]. Les droits sont ensuite restitués, mais l'État garde une place importante dans la gestion du canal. La « conquête de la Crau » (Ibid., 2018) est encouragée, avec l'appui des ingénieurs du Corps des Ponts et Chaussées qui analysent l'état des canaux, proposent des règlements et planifient de nouveaux projets d'extension. Cette période correspond au « paradigme hydraulique » identifié dans le Chapitre 2, et s'est poursuivie avec les aménagements d'après-guerre.

Même si l'on manque de données, il existe plusieurs estimations de l'évolution des débits prélevés par le canal de Craponne et des surfaces irriguées (Figure 111). Le débit serait passé d'environ 4 m^3/s en 1600 à 11,5 en 1865, 16 en 1907 et enfin 23,6 en 1963 suite aux aménagements d'EDF (Jean, 2011, p. 97).

[74] L'OGC rassemble des membres de la famille d'Adam de Craponne et des nobles.

[75] http://contratdecanalcrausudalpilles.over-blog.com/article-les-origines-du-canal-de-craponne-partie-3-sur-4-55647624.html

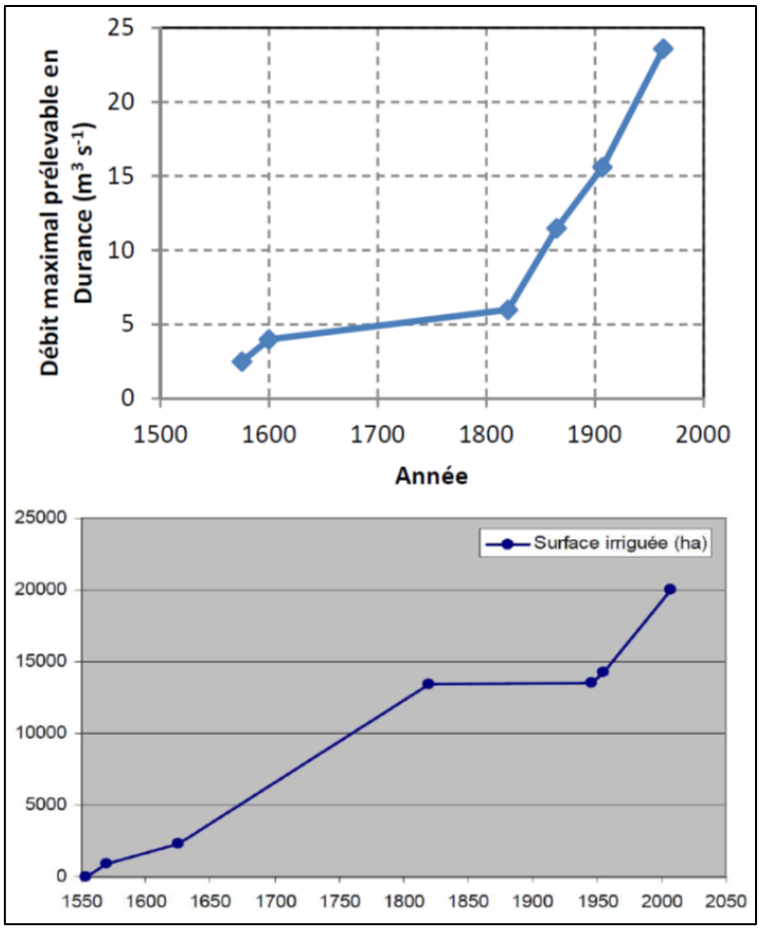


Figure 111 : Évolution des débits prélevables en Durance et de surfaces irriguées en Crau. Source : Alkassem-Alosman, 2017, à partir de Jean (2011).

Les surfaces irriguées ont également augmenté au cours des siècles, atteignant 15 000 hectares au cours du XIX^{ème} siècle et 20 000 hectares dans les années 1970. Les prairies irriguées représentent la majeure partie des surfaces à la fin du XIX^{ème} siècle (Auvet, 2018), remplaçant progressivement les céréales et les oliviers.

4.2.2.2 Connexion aux infrastructures EDF suite à l'aménagement du système Durance-Verdon

Alors que des conflits fréquents ont lieu sur la répartition de l'eau en Basse-Durance l'été, comme l'atteste la création de la CED en 1907, la connexion au canal EDF va permettre d'assurer une alimentation sécurisée des canaux de Craponne (Figure 112). Les trois partiteurs de Lamanon, des Crottes et d'Eyguières répartissent l'eau entre l'ensemble des Associations d'irrigants et canaux. L'Asco des arrosants de la Crau dispose du plus grand périmètre avec 9800 hectares et une dotation de 13 800 l/s. Sur les dix structures de gestion, seules l'Asco des arrosants de la Crau et l'ASA d'irrigation de la vallée des Baux disposent d'un « directeur technique » (Contrat de Canal Crau Sud Alpilles, 2010). Les autres emploient uniquement des gardes-canaux, et éventuellement une personne chargée de l'administratif (Ibid., 2010).

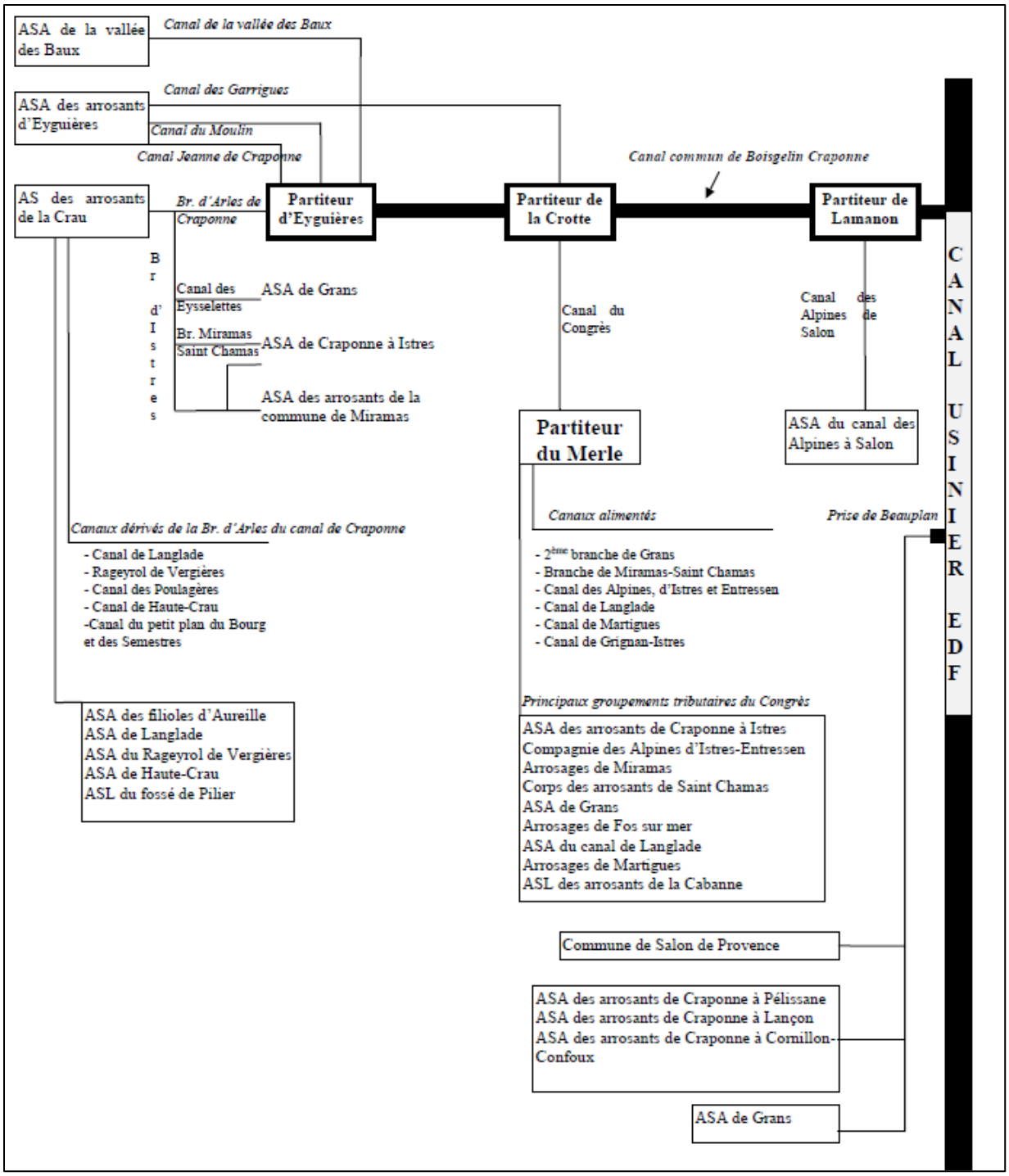


Figure 112 : Organisation des prises d'eau dans la plaine de la Crau après les années 1960. Source : Comité du foin de Crau, 2001.

Les surfaces irriguées se stabilisent avec environ 20 000 hectares irrigués dans les années 1970, et 10 000 à 15 000 hectares de prairies (15 500 hectares en 1994 et 14000 en 2016 ; Contrat de Canal Crau Sud Alpilles, 2010 ; Symcrau, 2020), également appelées « Crau humide » (Figure 113).

Figure 113 : Canal de Craponne Branche d'Arles, à l'aval du partiteur d'Eyguières. Source : M. Laurenceau, 2021.

4.2.3 Le foin de Crau et l'élevage ovin : deux productions complémentaires

Les prairies de foin de Crau représentent la principale culture de la plaine et environ 70% des surfaces irriguées. Le Comité du Foin de Crau est créé en 1977 pour regrouper les producteurs et compte 270 adhérents qui exploitent plus de 9 000 hectares de prairies (Association des arrosants de la Crau, 2011, p. 88). Le Comité a œuvré pour la création d'une Appellation d'Origine Contrôlée (AOC), obtenue en 1997. Le cahier des charges définit la composition du foin qui lui donne sa spécificité avec au moins quatre espèces majoritaires de trèfle, dactyle et fromental, et la présence d'une vingtaine d'espèces en moyenne (Saos, 2006). Les prairies doivent être irriguées gravitairement par submersion de mars à octobre (tous les huit à douze jours), et la fertilisation minérale est limitée à 40 unités par hectare et par an. Il fait l'objet de trois coupes (au maximum 11 tonnes/hectare/an, dont une peut être remplacée par un pâturage ovin.

En effet, la production de foin est intimement liée au système d'élevage ovin en Crau. Les cheptels pâturent les prairies irriguées environ cinq mois d'octobre à mars [« quatrième coupe »], puis les coussouls pendant trois à quatre mois au printemps, et enfin partent en transhumance dans les Alpes l'été [le transport a aujourd'hui lieu en camions ; Figure 114]. La pâture permet une fertilisation des prairies et l'apport de fumier [Comité du foin de Crau, 2001].

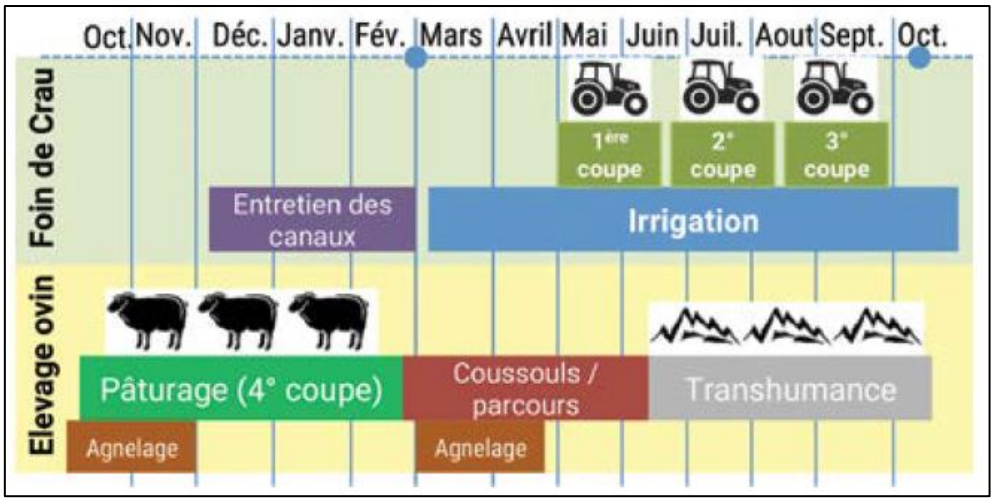


Figure 114 : Complémentarité entre l'élevage ovin et la production de foin de Crau. Source : Comité du Foin de Crau, 2001.

Une part importante des producteurs de foin sont également éleveurs. D'autres agriculteurs sont uniquement des producteurs de foin, ou des éleveurs qui louent les terres pour la pâturage chaque année [Comité du foin de Crau, 2001]. La Figure 115 présente l'occupation du sol en Crau et la répartition entre les zones de pâturage correspondant aux coussouls [en violet] et les prairies irriguées [en vert]. Les surfaces de coussouls et de prairies sont estimées chacune à environ 14 000 hectares en 2016 [Symcrau, 2020].

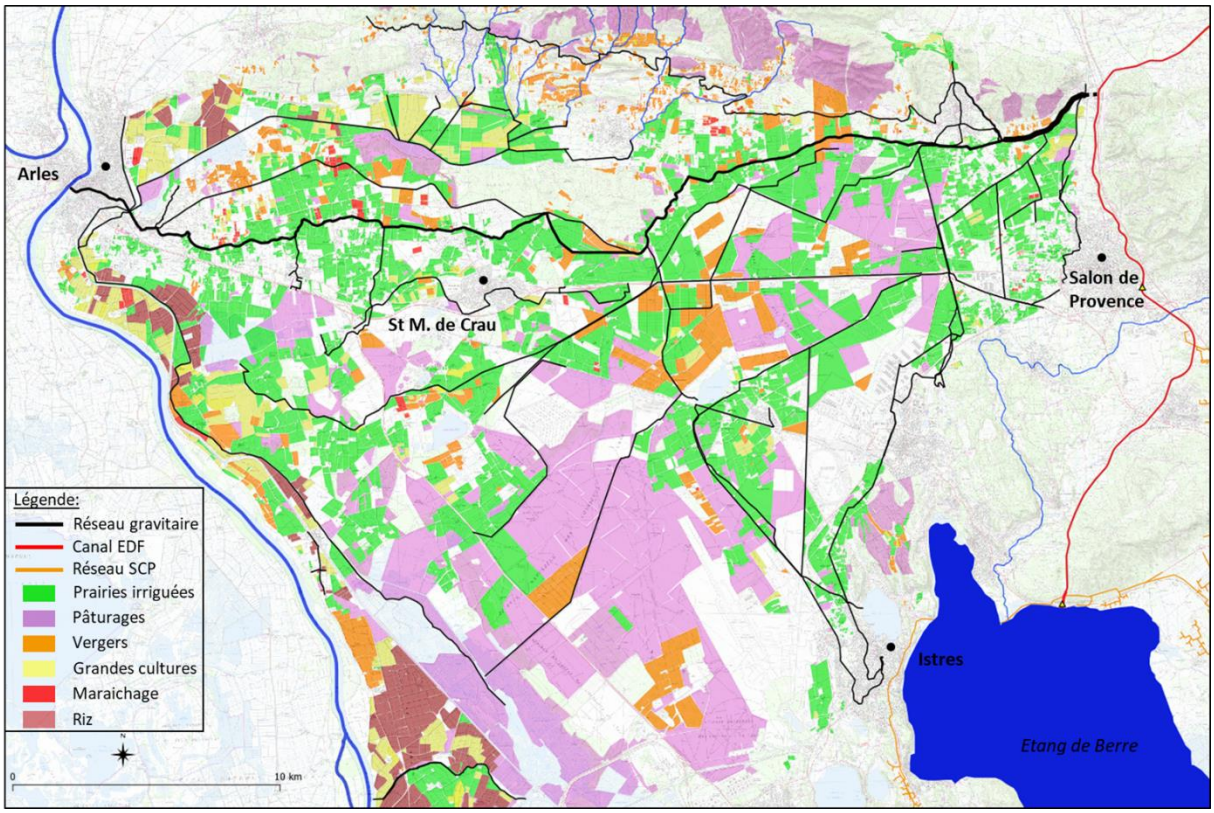


Figure 115 : Productions agricoles et occupation du sol de la plaine de la Crau. Source : auteur à partir de BD Hydra ; Registre Parcellaire Graphique 2017 ; BD TOPO IGN.

Les écologues se sont d'abord concentrés sur l'analyse du fonctionnement de la Crau sèche [coussouls] et ont mis en évidence les multiples pressions auxquelles cet écosystème faisait face [Buisson & Dutoit, 2006]. Cela a mené à la création de la réserve naturelle des Coussouls de Crau en 2001.

Mais petit à petit c'est l'intérêt de la mosaïque de milieux formée par l'alternance des zones de Crau sèche et de Crau irriguée qui a été mise en avant [Buisson et al., 2004]. En effet ces deux systèmes complémentaires participent à la production d'un agro-écosystème complexe, source d'une grande biodiversité et de nombreux services écosystémiques.

4.2.4 Un agroécosystème aux multiples bénéfices environnementaux

Avec le transfert de centaines de millions de mètres cubes depuis la Durance [environ 500 Mm^3 pour les années 2000-2010] depuis plusieurs siècles sur la plaine de la Crau, l'ensemble du paysage a été modifié. La diversité d'habitats d'intérêt communautaire présente a mené à la classification de 39 000 hectares de la Crau en Zone de Protection Spéciale [ZPS] pour l'avifaune en 1990[76], de 32 000 hectares en Zone Spéciale de Conservation [ZSC] en 2010[77], et à la protection de plusieurs marais et zones humides[78] Figure 116).

Ces habitats appartiennent aux Crau sèche et humide, avec notamment les « parcours substeppiques de graminées » (Coussouls), les « prairies maigres de fauche de basse altitude » (prairies irriguées), les forêts de chênes verts, et tout un ensemble de milieux humides remarquables, parmi lesquels on trouve les mares temporaires méditerranéennes, les marais calcaires à Marisque, les prairies humides méditerranéennes, les lacs eutrophes, les fourrés halophiles et prés salés méditerranéens (Mairie de Saint Martin de Crau, 2015).

Ils abritent plus d'une dizaine d'espèces (hors avifaune) jugées vulnérables ou en danger au niveau européen, comme l'agrion de mercure ou le criquet de Crau qui est endémique. Pour l'avifaune, la Crau fait partie d'un vaste complexe de zones humides s'étendant de la Camargue à l'étang de Berre, et représente un site d'exception en France. Elle abrite ainsi plus de 90% des effectifs de ganga cata, d'alouette calendre et de faucon crécerellette en France, présentant toutes un mauvais état de conservation au niveau national. Plus d'une centaine d'espèces d'oiseaux fréquentent la Crau, dont environ 70 sont considérées d'intérêt communautaire (c'est-à-dire en danger, vulnérable ou susceptible de le devenir).

À cela s'ajoutent d'autres milieux comme les haies et les canaux. La ZPS de Crau compte 2740 kilomètres de haies qui entourent les prairies (protection contre le mistral) et forment un paysage bocager. L'intérêt écologique de certains canaux a été montré comme dans le cas du canal de Vergières, qui abrite une cinquantaine d'espèces d'odonates (libellules) (Herzog et al., 2017).

La spécificité des milieux naturels de Crau est notamment liée aux relations entre la nappe sous-jacente des cailloutis de la Crau et les zones humides. La nappe de Crau représente un réservoir d'environ 550 Mm^3, rechargé à 70% par l'apport des canaux gravitaires. Un travail réalisé par le Symcrau et le Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN Paca) a permis de préciser ces relations (Figure 117).

[76] FR9310064 – Crau.
URL : https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9310064
[77] FR9301595 - Crau centrale - Crau sèche
URL : https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9301595
[78] FR9312001 - Marais entre Crau et Grand Rhône.
URL : https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9312001

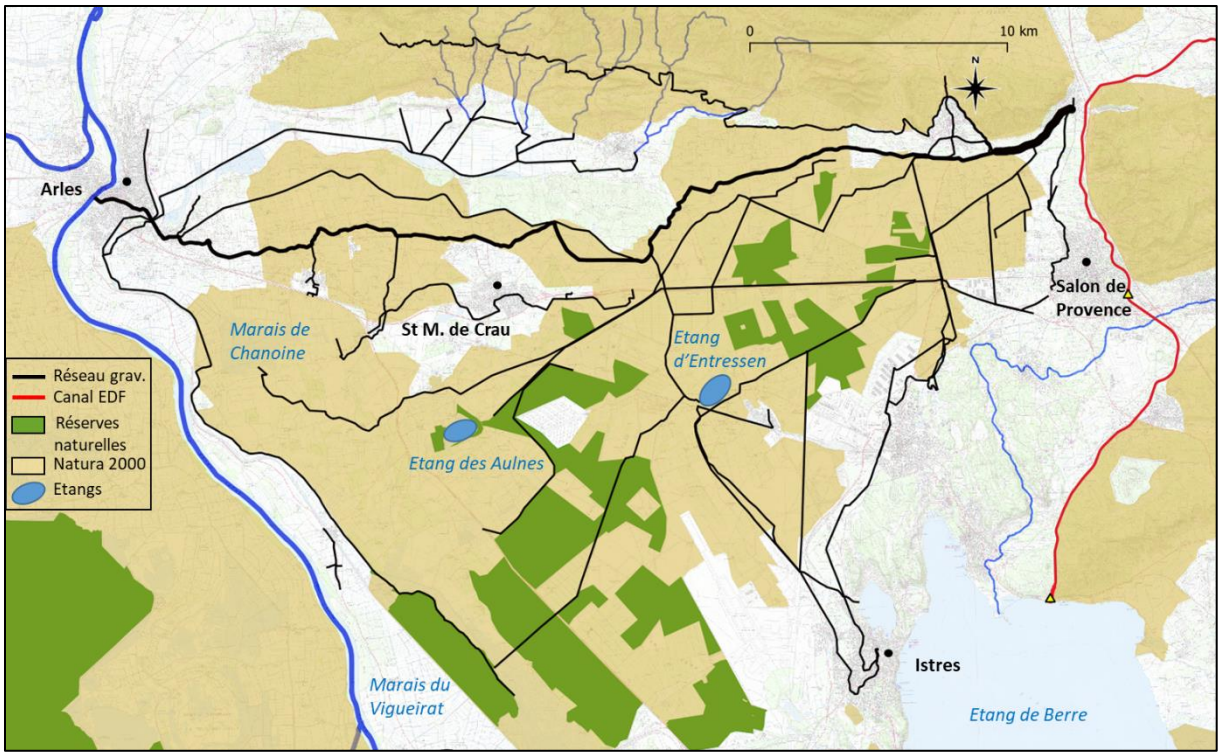


Figure 116 : Réserves naturelles et zones de protection spéciale (Natura 2000) en Crau. Source : auteur à partir de BD TOPO IGN, BD HYDRA 2015, MNHN 2020.

Zone humide	Habitats humides établissant l'enjeux écologique	Type de dépendance aux eaux de la nappe de la Crau
Baisse de Raillon	Phragmitaies Cladiaies	Dépendance à un niveau de nappe de la Crau
Grand Brahis	Ripisylves Marais permanent (Fougère des marais)	
Baussenq / canal de Vergières central	Prairies humides / Cladiaies	
Canal de Vergière amont	Odonates	
Marais des Chanoines	Cladiaies et laurons Prairies humides Reliques glaciaires	Dépendance à un flux en provenance de la nappe de la Crau
Touloubre	Ripisylves	
Marais de l'Ilon et des Quatre Platanes / vallées des Baux	Cladiaies, Reliques glaciaires	
Marais de la dépression du Vigueirat	Cladiaies Reliques glaciaires	

Figure 117 : Relations entre la nappe de la Crau et les zones humides. Source : Symcrau, 2020, p. 146.

Dans le cas des marais à Marisque comme les marais de Chanoine (Figure 117), les résurgences de nappe (appelées localement « laurons ») assurent un débit d'eau fraiche oligotrophe toute l'année. Cela a permis le maintien au cours du temps d'espèces boréo-alpines dites « survivantes glaciaires » ou « reliques glaciaires » (Symcrau, 2020), représentant une forte originalité dans un milieu méditerranéen.

La nappe des cailloutis de la Crau est également essentielle à de nombreux usages sur le territoire, en particulier l'alimentation en eau potable, et les prélèvements agricoles et industriels.

4.2.5 Usages dépendant de la nappe de Crau

L'alimentation de la nappe est assurée aux deux tiers par les surplus de l'irrigation gravitaire et pour environ un tiers par les pluies (Figure 118). Son niveau est le plus haut pendant la période d'irrigation, d'avril à septembre/octobre. Les entrées du système sont donc déterminées par la totalité des surfaces irriguées de prairies et le fonctionnement des canaux d'irrigation (Symcrau, 2020).

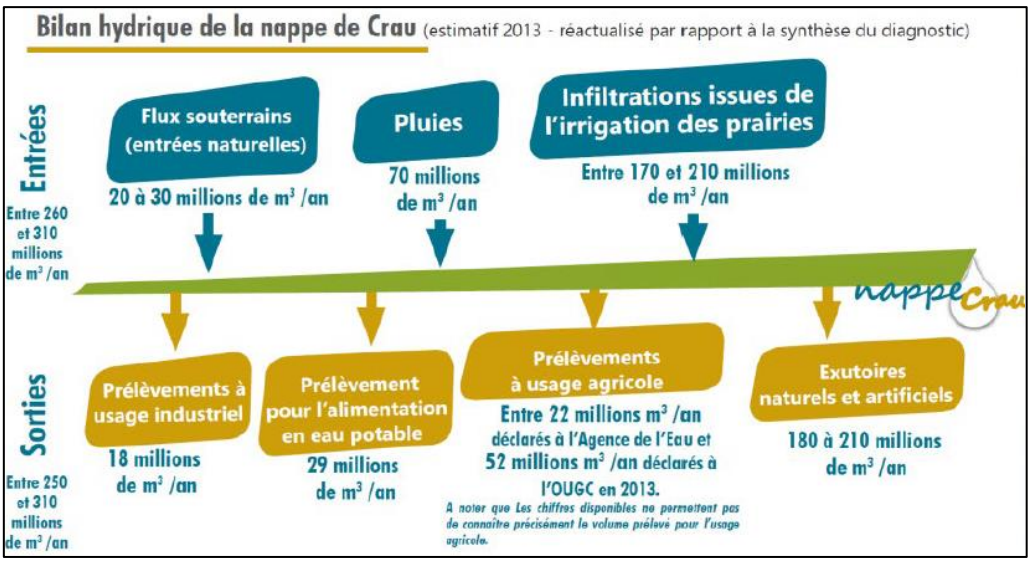


Figure 118 : Bilan des apports et prélèvements de la nappe de Crau. Source : Symcrau, 2020.

De nombreux usages se sont développés à partir des eaux pompées depuis la nappe de la Crau, en particulier dans la deuxième moitié du vingtième siècle avec l'augmentation de la population urbaine et le développement du maraichage et de l'arboriculture (Alkassem-Alosman, 2017). La Figure 39La Figure 119 présente les différents types d'usages à gauche, et les productions agricoles concernées à droite. Les pompages pour l'AEP représentent 29 Mm^3 par an et assurent l'alimentation de 270 000 habitants chaque année (Symcrau, 2020, p. 33). Les prélèvements agricoles présentent une incertitude, mais se situeraient entre 32 et 52 Mm^3/an. Un OUGC a été créé en 2010 pour gérer les prélèvements en nappe, porté par la chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône, et les volumes déclarés atteignent 52 Mm^3. D'après une estimation des prélèvements par rapport aux surfaces et aux types de culture, le Symcrau obtient un volume de 32 Mm^3/an.

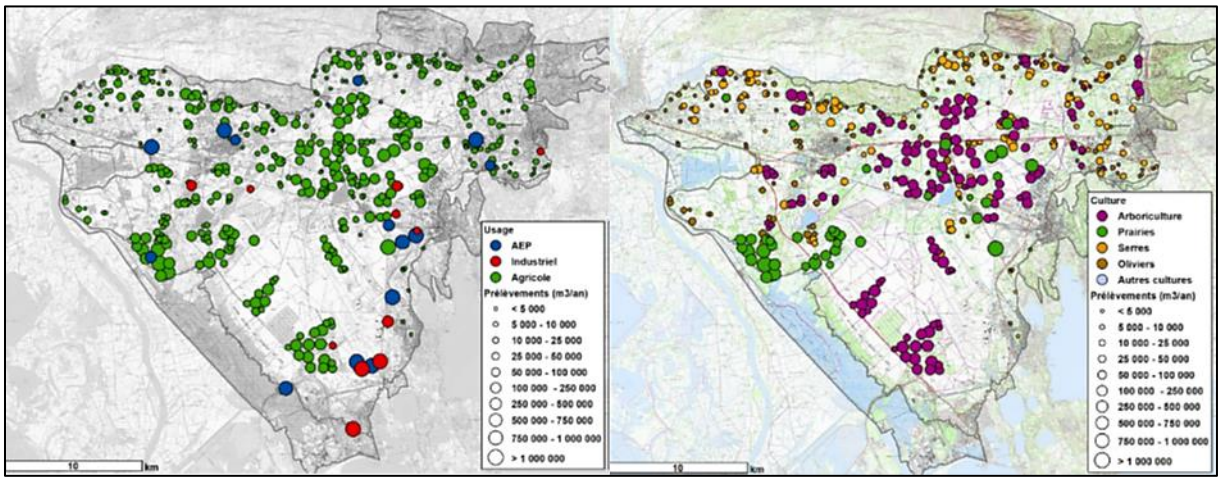


Figure 119 : Prélèvements dans la nappe de la Crau. Source : Symcrau, 2020.

En plus des prélèvements AEP, industriels et agricoles, et de l'alimentation des zones humides, la nappe empêche l'intrusion du biseau salé. Le projet SIMBA (Surveillance de l'Intrusion Marine en Basse-Crau) mené par le BRGM a permis d'étudier en détail cet enjeu (BRGM, 2019). L'étude a confirmé la présence du biseau salé en bordure ouest de la nappe, avec une prolongation au nord sous l'étang de Meyrannes. Il ressort que la charge d'eau douce est le principal facteur influençant l'évolution du biseau salé, avec la géométrie variable du substratum. L'intrusion saline serait d'autant plus marquée que la pente du substratum en direction de la mer est faible (Ibid., 2019, p. 3).

Les systèmes de production de foin de Crau et d'élevage extensif ovin représentent donc le trait d'union entre de nombreux usages et une diversité de milieux naturels à préserver. Les canaux d'irrigation participent à assurer la production agricole, mais aussi à créer des sols cultivables grâce à l'apport de limons, à alimenter la nappe souterraine et l'ensemble des usages qui en dépendent (Trolard et al., 2016).

Même si cet agro-écosystème s'est maintenu pendant très longtemps, il est soumis à des tensions du fait des enjeux de gestion quantitative de l'eau au niveau du bassin de la Durance, du changement climatique, et de la viabilité économique de la filière foin de Crau.

4.2.6 Un système qui a perduré depuis de nombreuses années, mais qui montre des signes de fragilité

Alors que l'ensemble des surfaces irriguées de Basse-Durance ont diminué depuis les années 1970 (excepté une augmentation possible ces dernières années qui devra être confirmée par le RGA de 2020), le secteur « Crau-Sud Alpilles » s'est maintenu à un niveau stable au cours des cinquante dernières années, autour de 20 000 hectares (Figure 120).

Cependant, plusieurs facteurs montrent la fragilité du système. Premièrement, des enjeux liés à l'économie des filières agricoles pourraient mener à une diminution des prairies de foin de Crau, au profit de nouvelles exploitations de maraichage ou arboricoles. Cela se traduirait à la fois par une baisse des apports à la nappe (excédents d'irrigation pour le foin) et une augmentation des prélèvements (pompage). Les problématiques pour le foin de Crau sont notamment liées à la main-d'œuvre nécessaire au fonctionnement des réseaux gravitaires, qui coûte cher et impose une présence jour et nuit (entretien avec un agriculteur de Crau, 2021).

Deuxièmement, l'entretien des canaux d'irrigation fait face à un déficit de financements et s'est traduit récemment par l'arrêt temporaire des irrigations à cause de risques d'effondrement sur le canal de la Haute Crau, comme nous l'avons vu en introduction (DDTM 13, 2020 ; Symcrau, 2020). Ce manque d'entretien est lié à une situation financière difficile des ASAs, à des enjeux de gouvernance (conflits entre urbains et agriculteurs notamment) et à une problématique d'accès aux financements publics. Une baisse de l'utilisation d'eau gravitaire pour l'irrigation des prairies conduirait à accroitre cette fragilité financière.

Troisièmement, la conversion de zones agricoles et zones urbaines a concerné 1600 hectares entre 1997 et 2009 sur la plaine de la Crau (Trolard et al., 2016). La poursuite de l'urbanisation représente une menace sur la recharge de la nappe sous-jacente.

Enfin, les effets du changement climatique se traduiraient dans le bassin de la Durance par une baisse des ressources disponibles pendant la période d'irrigation (Sauquet et al., 2015). Les périodes de restriction des prélèvements (gérées dans le cadre du protocole sécheresse de la CED) deviendraient de plus en plus fréquentes. À l'échelle du bassin versant de la Durance, cela pose la question de la répartition de l'eau entre différents usages, et des arbitrages à réaliser, notamment dans le cadre du SAGE en cours de préparation.

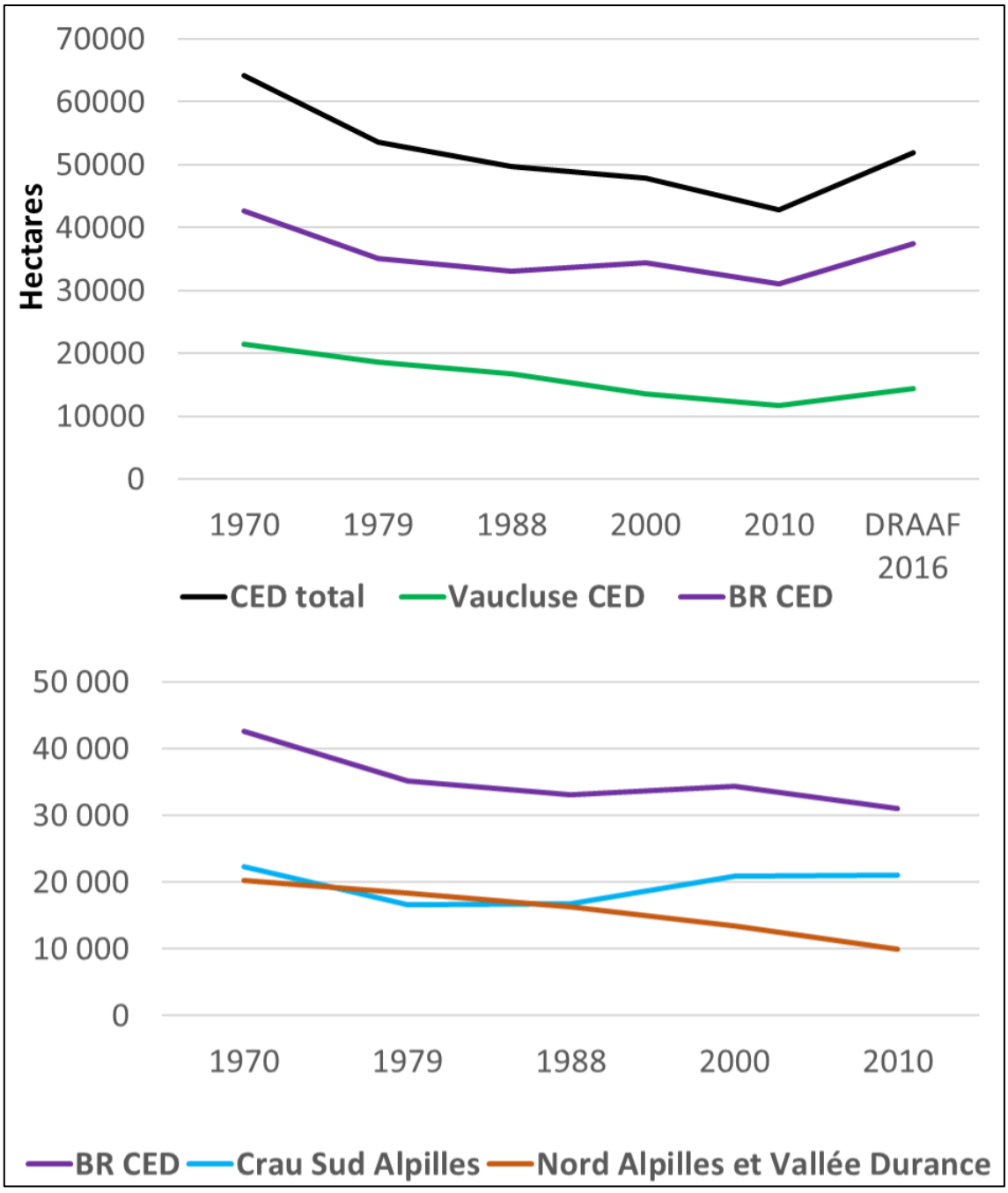


Figure 120 : Évolution des surfaces irriguées des périmètres de la CED, par département (haut) et secteurs (bas). Source : auteur à partir de RGA 1970 ; 1979 ; 1988 ; 2000 ; 2010 ; Draaf, 2016.

Le Symcrau a récemment évalué les niveaux de vulnérabilité des différents usages et des milieux naturels dépendant de la nappe de Crau, en fonction de plusieurs scénarios (Symcrau, 2020). Les indicateurs concernent les zones humides, la salinité, l'AEP, et les usages agricoles et industriels. Les deux facteurs expliquant le niveau de tension sont les surfaces de prairies en foin de Crau et les prélèvements en nappe, qui déterminent la charge en eau douce annuelle.

Les principaux résultats sont résumés dans la Figure 121. Trois paliers ont été identifiés, se traduisant par le passage de certains indicateurs en « tension forte », c'est-à-dire avec le dépassement de critères

de manque d'eau plus de 10% du temps[79]. Le deuxième pallier correspond à un déficit d'apport en eau d'environ 80 à 100 Mm^3. Ce déficit pourrait résulter d'une combinaison avec une diminution de 20% des surfaces de prairies irriguées (- 64 Mm^3/an de recharge), et une augmentation de 15 Mm^3 (+ 50%) des prélèvements en nappe. Les conséquences seraient une tension très forte pour les zones humides et les prélèvements agricoles en nappe, et une tension forte sur une partie des prélèvements AEP publics et privés (Figure 121).

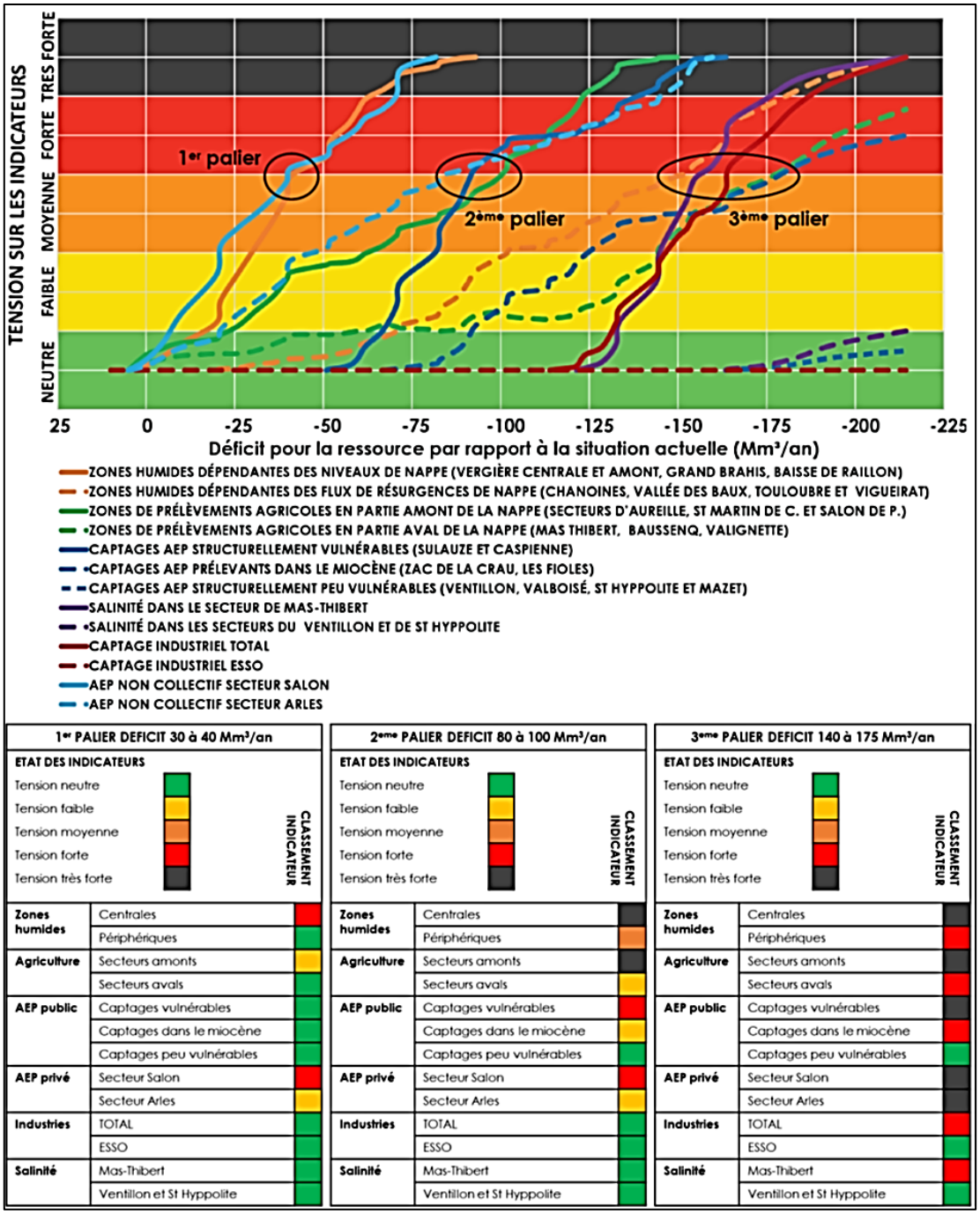


Figure 121 : Synthèse des résultats de l'étude SINERGI. Source : Symcrau, 2020.

[79] Les critères sont par exemple : pour l'AEP collective, tension forte lorsque plus de 20% des crépines sont dénoyées ; pour les prélèvements agricoles en nappe, tension forte lorsque la productivité des forages diminuent de plus de 50%. Pour plus d'information sur les critères et indicateurs mobilisés dans l'étude SINERGI, voir Symcrau, 2020 : 82-93.

Même si ces résultats présentent une part d'incertitude, ils donnent une première estimation de la vulnérabilité de la nappe de la Crau et des activités qui en dépendent, à des modifications d'usages du sol. La qualité du modèle est « *bonne à très bonne pour 76%* » des points d'observation (reproduction des mesures de piézomètres entre 2013 et 2018), les erreurs sont supérieures à 1 mètre dans 24% des cas. Les battements de nappe d'environ 7 mètres au domaine du Merle n'ont pas été reproductibles par le modèle.

La question du financement de l'hydraulique agricole est aujourd'hui au cœur des débats, afin de maintenir les réseaux gravitaires en bon état (DDTM 13, 2020 ; Symcrau, 2020). Alors même que les besoins d'investissement sont très importants, l'outil contrat de canal n'a permis que peu d'interventions. Nous souhaitons montrer dans les prochaines parties que l'accès aux subventions publiques dans le secteur de la Crau s'est basé sur la réalisation de compromis et des négociations depuis les années 1980, entre la construction d'un territoire hydrosocial mettant en valeur les externalités des réseaux gravitaires au niveau local, et les exigences des financeurs. Depuis les années 2010, c'est une rupture des consensus passés qui s'est peu à peu installée. La mise en place de nouveaux circuits de financements pourrait permettre de sortir de l'impasse.

4.3 Compromis historiques et négociations sur la redevance prélèvement et les subventions pour l'hydraulique agricole

4.3.1 La construction d'un territoire hydro-social systémique ou « d'équilibre entre espaces et usages complémentaires » pour remettre en cause la redevance prélèvement (1980-2000)

Les contestations de la politique d'économie d'eau en Crau sont intimement liées aux débat sur la redevance prélèvement, qui se met en place au cours du quatrième programme.

À partir de 1982, les volumes agricoles prélevés dans le milieu naturel et les volumes consommés (prélevé – restitués) sont taxés par l'Agence de l'eau (chapitre 2). Si la redevance est globalement acceptée dans le bassin Rhône Méditerranée, le secteur de la Crau a tenté pour sa part de s'y opposer. L'accès aux archives de l'Agence de l'eau a permis de retracer l'historique des débats sur la redevance et son calcul depuis les années 1980.

Malgré le versement de subventions de l'Agence de l'eau pour des travaux de modernisation (principalement du cuvelage ou de l'entretien), une partie des associations d'arrosants refuse de payer la redevance prélèvement. Les surfaces concernées sont d'environ 20 000 hectares irriguées (Conseil d'Administration AERMC, 1988). L'Oeuvre générale de Craponne, qui dispose d'un droit de prélèvement de plus de 23 m^3/s, a avancé qu'il était impossible d'imposer une redevance à des droits d'eau fondés en titre. Des procès s'enchaînent et vont jusqu'au niveau du Conseil d'État, où la demande de l'OGC est rejetée à trois reprises en 1987 et 1989 (Auvet, 2018, p. 300)[80].

Entre-temps, aucun paiement n'est effectué par l'OGC au cours du 4ème programme et quelques autres associations d'irrigants. L'Agence menace d'arrêter ses financements au cas où un accord ne serait pas trouvé.

Pour le 5ème programme, et suite à une mission interministérielle en 1986, l'intérêt de poursuivre l'action de l'Agence dans le domaine de l'hydraulique agricole est confirmé, ainsi que la nécessité de trouver un compromis pour « *faire rentrer* » les agriculteurs « hors Agence » (CA AERMC, 2000).

Les Ministères de l'agriculture et de l'environnement proposent de régler 90% des redevances impayées de 1982 à 1986, et les ASAs doivent assumer les 10% restants (soit 114 Francs 1987 par hectare, ou 30€ 2020) (CA du 30 juin 1987).

Le principe de la redevance prélèvement continue à être contesté, mais les modalités de calcul font tout de même l'objet de négociations. Les arguments mis en avant par les agriculteurs font valoir les

[80] Décisions du Conseil d'État : 28 janvier 1987, 21 avril 1989 et 12 juillet 1989.

externalités positives du système gravitaire dans la plaine de Crau, en particulier pour l'alimentation de la nappe souterraine. Cela conduirait à une double taxation, sur l'eau d'irrigation et l'eau potable, pompée depuis la nappe pour plus de 100000 personnes (CA AERMC, 2001). Ils estiment également que l'eau non consommée par les plantes rejoint l'environnement et alimente les haies, ripisylves et le paysage en général. Enfin, les difficultés économiques de la filière foin de Crau sont également exposées.

Il est décidé que la redevance ferait l'objet d'une augmentation progressive pendant les premières années du 5ème programme, jusqu'à atteindre son niveau de référence en 1990. L'Agence justifie ces exceptions du fait des bénéfices des économies d'eau pour EDF, ce dernier contribuant aux programmes d'intervention de l'Agence de l'eau à ce titre (CA AERMC, 2000). Malgré ces modifications, peu d'irrigants acceptent de payer la redevance.

En fait, les arrosants du foin de Crau construisent peu à peu un discours sur l'intérêt « systémique » de la production de foin au sein du territoire craven, et s'appuient notamment sur le zonage Natura 2000 datant de 1990, et animé par le Comité du Foin de Crau (Figure 122).

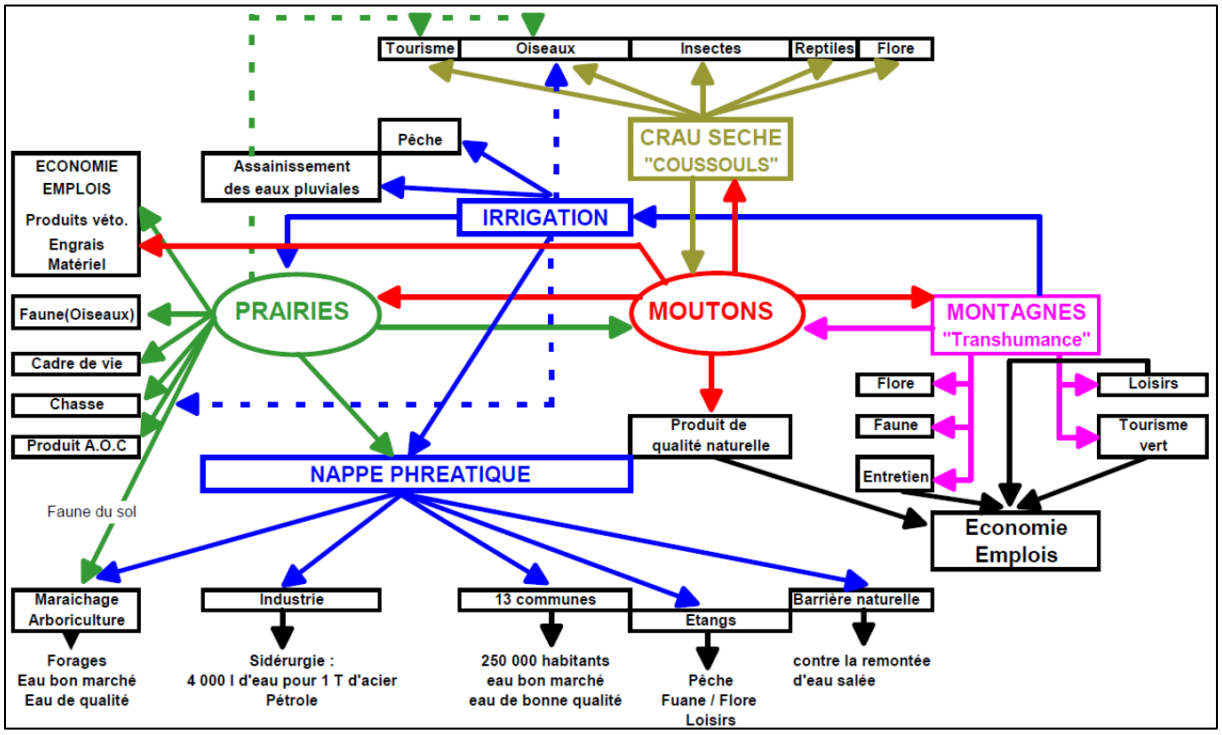


Figure 122 : Représentation des liens entre les systèmes de production de prairies et d'élevage ovin, avec les autres composantes environnementales, sociales et économiques. Source : Comité du Foin de Crau, 1994.

Dès 1993 et suite à la réforme de la PAC de 1992 qui affaiblit la filière du foin de Crau, un communiqué est produit en demandant le soutien aux producteurs et parmi d'autres mesures la suppression de la redevance prélèvement de l'Agence de l'eau (Comité du Foin de Crau, 1994). Le document est co-signé par le CEEP (devenu le CEN Paca), la chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône, la Draaf et la DIREN :

> *Si la nappe phréatique n'est plus alimentée par l'irrigation 200 000 personnes n'auront plus d'eau potable et de nombreuses industries seront privées d'eau douce et menacées par les remontées d'eau salée. Par ailleurs, les débits d'eau des réseaux d'assainissement ne seraient plus suffisants. Il faudra repenser les réseaux... à quel prix ? » (Comité du Foin de Crau, 1994, p. 16).*

Il y a complémentarité, dépendance réciproque et subtil équilibre entre: le foin et l'irrigation ; les coussouls, les prés et les alpages ; l'irrigation et les ressources en eau ; l'élevage ovin, la flore et l'avifaune sauvages ; les herbages, les pâturages et les paysages (désert sec et bocage verdoyant) » (Ibid., 1994, p. 10).

C'est ce qu'on pourrait appeler la création progressive d'un territoire hydro-social « systémique », mettant en avant les relations complexes du cycle de l'eau avec de multiples éléments socio-économiques, culturels et paysagers. Cette construction reprend des éléments de la synthèse des connaissances produite en 1986 par le CEEP et financée par le ministère de l'environnement, intitulée « La Crau : un équilibre à maintenir » (CEEP, 1986). La stratégie de protection mise en avant est d'encourager l'élevage et d'assurer son maintien à long terme : « *Protéger la Crau signifie donc gérer la Crau en assurant la pérennité des activités qui s'y déroulent* » (Ibid., 1986, p. 47).

Par rapport au territoire « moderne » qui isole les flux d'eau, ce dernier les considère dans un ensemble complexe, « complémentaires » et interdépendants.

L'Agence de l'eau finance plusieurs « études de flux » au cours des années 1990 afin d'analyser le fonctionnement des réseaux gravitaires, et l'intérêt éventuel de leurs retours vers les milieux aquatiques. En Crau, une première étude est menée par la SCP en 1994, et amène à une diminution de la redevance au cours du 6ème programme, avec un plafonnement à 5000 m^3/ha (Conseil d'Administration de l'AERMC, 2001) (Tableau 30). Les arrosants refusent toujours de payer, à part quelques exceptions.

Tableau 30 : Évolution de la redevance prélèvement de l'Agence de l'eau en Crau, de 1982 à 2002. Source : auteur à partir de AERMC, 1981 ; 1987 ; 2001.

Programme	Méthode de calcul	Coût annuel par hectare foin de Crau (environ 25 000 m3 par ha)	
		Courant	€ 2020 Constant
4ème programme 1982-1986	- Prélèvement - Consommation (plafonnée à 3500 m3/ha)	68 F (1982)	23,5
5ème programme 1987-1991	- Prélèvement (plafonné à 10000 m3/ha) - Consommation (plafonnée à 3500 m3/ha)	75 (1987)	19,5
6ème programme 1992-1996	- Forfait de 5000 m3/ha	72 F (1992)	14,8
7ème programme 1997-2002	- Prélèvement - Prime de restitution pour les milieux naturels (limitée à 21000 m3/ha)	27 F (2001)	5,3

Une deuxième étude d'ampleur est menée par le bureau d'étude AScA en 1996, et apporte de nombreux éléments sur la nécessité de maintenir les cultures de foin de Crau dont dépendent la nappe et ses usages, ainsi que les milieux naturels et le paysage (AScA, 1997). De plus, la Crau n'est pas isolée et d'autres canaux mettent en avant les aménités environnementales des infrastructures hydrauliques, par exemple dans les Pyrénées Orientales (Gaudin, 2014, p. 280). Les chambres d'agriculture de Paca et Languedoc Roussillon soutiennent également les canaux gravitaires et le modèle des ASAs, avec par

exemple l'organisation d'un colloque à Avignon intitulé « *L'irrigation gravitaire, un héritage collectif pour les besoins d'aujourd'hui* » (Gaudin, 2014, p. 281).

Peu à peu, l'Agence arrive à la conclusion de l'intérêt de rétribuer les bénéfices environnementaux de l'eau restituée aux milieux naturels, et un nouveau mode de calcul de la redevance est mis en place pour le 7ème programme. Si les prélèvements totaux restent inférieurs à 25 000 mètres cubes par hectare, le coût de la redevance est presque divisé par trois et atteint 5,3 €/ha (Mairie de Saint Martin de Crau, 2001).

C'est ce qui va permettre l'entrée des arrosants de la Crau dans le système de redevance de façon « formelle », et en négociant le fait que le calcul des redevances non payées historiques soit calée sur la méthode de comptabilité du 7ème programme. Un *« processus de normalisation* » se met alors en place à la fin des années 1990 et au début des années 2000 (AERMC, 2001). L'Agence insiste sur le fait que pour bénéficier d'une la prime de retour aux milieux naturels, il est nécessaire de mettre en place des dispositifs de comptage sur les canaux. Sinon, un taux très défavorable s'applique.

L'entrée de la Crau dans le système de l'Agence de l'eau se fait donc à travers des compromis et négociations qui s'étalent sur plus de 20 ans. Pendant toute cette période, une partie des ASAs bénéficie des fonds de l'Agence pour des travaux de confortement, de sécurisation et de cuvelage des canaux. C'est le cas notamment de l'Asco des arrosants de Craponne qui réalise d'importants travaux de cuvelage sur plusieurs kilomètres de la branche d'Arles du canal de Craponne.

4.3.2 Modification du calcul de la redevance et nouvelles conditions de financement de l'hydraulique agricole (2000-2020)

Dans le cadre du paradigme environnemental des années 2000-2010, l'Agence de l'eau a remis en cause les compromis passés avec les arrosants de la Crau. En premier lieu, les modes de calcul des redevances sont modifiés suite à l'adoption de la LEMA en 2006, et vise à mieux mettre en place les principes de « pollueur-payeur » et « préleveur-payeur » (Conseil d'Administration de l'Agence de l'eau RMC du 5 décembre 2007).

La prime de restitution pour les volumes qui retournent aux milieux naturels est supprimée à partir de 2007 dans le 9ème programme. Le calcul pour l'irrigation gravitaire est basé sur une redevance « alimentation des canaux » qui comprend l'ensemble des volumes prélevés auxquels sont soustraits les volumes desservis aux agriculteurs. Les volumes desservis sont forfaitaires et égaux à 10 000 m3/ha. Les 10 000 mètres cubes sont censés prendre en compte l'intérêt de l'irrigation gravitaire pour les milieux, en sous-estimant la réalité (autour de 20 000 m3/ha dans le cas de la Crau). Toutefois, l'ensemble des volumes prélevés est taxé via la redevance prélèvement ou la redevance « alimentation des canaux ». Par ailleurs, le zonage est restructuré en fixant une différence de taux entre les secteurs déficitaires en eau (éventuellement en Zone de répartition des eaux) et les secteurs non déficitaires. La vallée de la Durance bénéficie d'un taux intermédiaire, entre déficitaire et non déficitaire. Finalement, la redevance atteint 15 à 18€/ha en Crau au cours des 9ème et 10ème programmes (CA du 19 juin 2012).

En second lieu, ce sont les conditions d'éligibilité aux aides qui sont modifiées, comme nous l'avons vu précédemment. L'exigence d'économie d'eau devenant progressivement obligatoire pour avoir accès aux subventions.

La décennie 2010-2020 s'est donc traduite par une rupture des accords négociés historiquement, résumés par un employé d'une ASA par la formule « *on vous aide, vous nous aidez* » (entretien avec une ASA de Crau, 2021). Certaines ASAs remettent à nouveau en cause le principe du calcul de la redevance prélèvement, comme c'était le cas dans les années 1980-1990.

Une nouvelle recherche de compromis a eu lieu dans ce contexte et s'est traduite par la mise en œuvre de la démarche Contrat de canal dans le secteur Crau-Sud Alpilles. Nous montrons dans la partie suivante que les ASAs ont mobilisé la démarche pour faire valoir le territoire hydro-social « d'équilibre

entre usages et espaces », plutôt que pour gérer la destination des économies d'eau, terme presque absent du contrat. Cependant, l'inadéquation de ce discours avec le narrative qui cadre la politique d'intervention de l'Agence a conduit peu à peu à un abandon de la démarche.

Nous explorons ensuite le cas de la modernisation du canal de Craponne Branche d'Arles, où l'ASA tente de concilier réalisation d'économie d'eau et maintien de l'irrigation gravitaire grâce à des travaux de régulation du transport de l'eau.

Finalement, nous discutons des possibilités de développer d'autres circuits de financement pour le maintien de l'irrigation gravitaire dans le secteur de la Crau.

4.4 Le contrat de canal et son échec : mise en valeur du territoire « d'équilibre entre usages et espaces » et optimisation

4.4.1 Défendre l'irrigation en Crau et les équilibres qui en dépendent

Le début de la démarche du contrat de canal est marqué par un contexte tendu, où la redevance prélèvement augmente et les conditions d'accès aux subventions deviennent plus sévères. L'outil est alors mobilisé par les 10 associations du secteur Crau-Sud Alpilles pour faire valoir les spécificités du territoire, « *pour défendre la Crau* », sa nappe et son paysage (entretien avec une ASA, 2021). Le contrat est principalement porté par l'Asco des arrosants de Craponne et l'ASA d'irrigation de la vallée des Baux, qui disposent toutes deux de personnels techniques permanents (en plus des gardes canaux et de la gestion administrative). Une personne est embauchée pour mettre en place le contrat de canal en 2009 par l'association des arrosants de la Crau, dont le contrat est en partie financée par l'Agence de l'eau. De nombreuses réunions sont organisées à partir de 2010, pour la réalisation de l'état des lieux et du diagnostic (Figure 123). Au total, c'est une quinzaine de réunions qui ont lieu entre 2009 et 2011, rassemblant de nombreux acteurs, parmi lesquels les ASAs, des agriculteurs, des élus locaux, des gestionnaires de milieux naturels, des représentants d'autres usages comme le kayak, les représentants de l'État et de l'Agence de l'eau, EDF, etc.

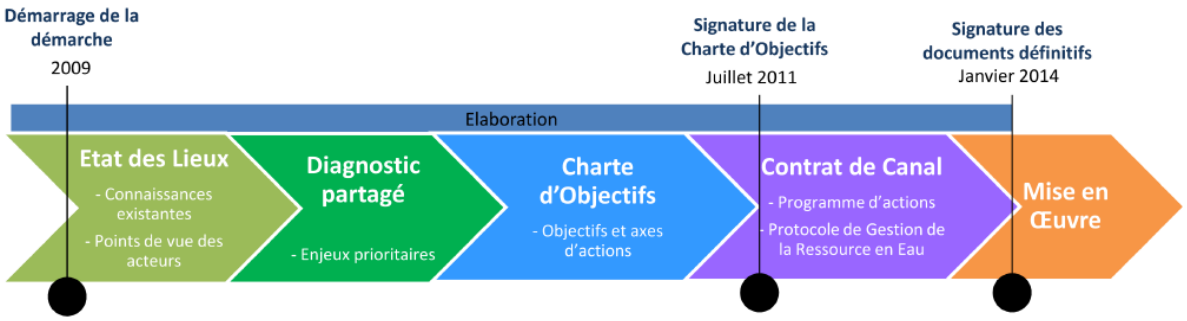


Figure 123 : Frise chronologique de mise en place du contrat de canal Crau Sud Alpilles. Source : Associations des arrosants de la Crau, 2011.

Les présentations, comptes rendus de réunion et documents de diagnostic reprennent les éléments du discours des décennies passées en mettant en avant le territoire hydro-social « systémique ». Le contrat de canal doit ainsi permettre de faire connaître « *la culture de l'eau, tant au niveau du patrimoine, de l'économie, de la biodiversité et du lien social* » (Association des arrosants de la Crau, 2011).

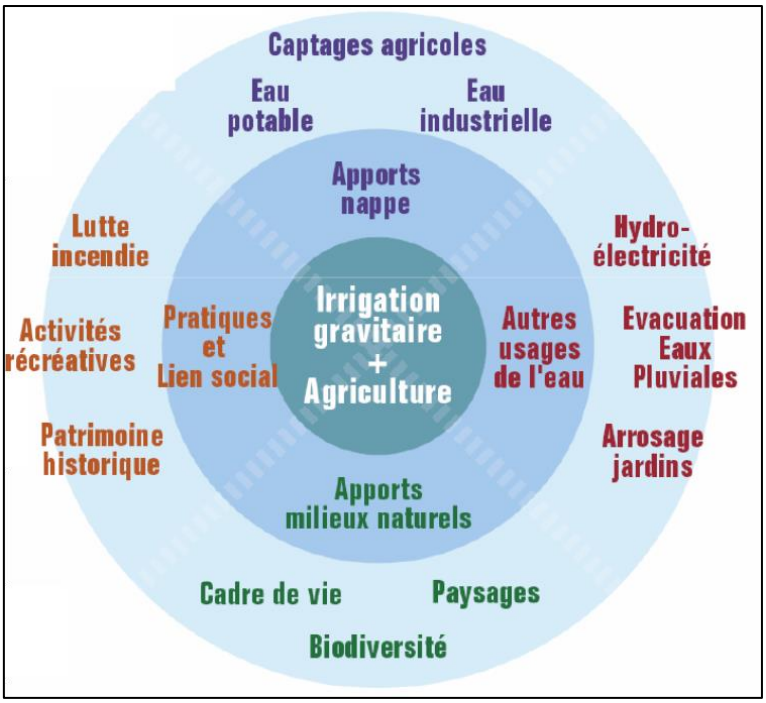


Figure 124 : Rôle de l'irrigation gravitaire et de l'agriculture en Crau, et lien avec les autres usages et l'environnement. Source : Association des arrosants de la Crau, 2011.

Dans la Charte d'Objectifs signée en 2011, il apparaît bien que le dispositif a été ré-approprié par les acteurs locaux :

> *Pourquoi un contrat de canal ? […] Il s'agit de faire connaître et reconnaître les effets induits directs et indirects bénéfiques du système « irrigation gravitaire - pratiques culturales » ; mais aussi d'intégrer les nouveaux usages, d'impliquer des nouveaux acteurs et de réfléchir à un système de gouvernance adapté » (Association des arrosants de la Crau, 2011).*

Ou encore dans le texte introduisant la signature de la charte :

> *La synergie entre le monde agricole traditionnel et les associations syndicales gestionnaires des ouvrages hydrauliques a su préserver le système « eau-territoire ». L'assurance de la durabilité soutenable de ce système apparaît comme la seule solution réellement viable » (Association des arrosants de la Crau, 2011, p. 2).*

Alors que la démarche des contrats de canaux avait été initiée par l'Agence de l'eau pour structurer la gestion des volumes économisés et les investissements dans l'hydraulique agricole, le contrat Crau-Sud Alpilles se focalise sur les aménités sociales, économiques et environnementales de l'irrigation gravitaire, et les « pertes d'eau » qui y sont associées (Figure 124).

De plus, la question des économies d'eau est en partie écartée de la démarche par les acteurs du territoire. Les comptes rendus de réunions contiennent plusieurs interventions à ce sujet :

> *Face aux accusations de gaspillage d'eau en Crau, les ASAs sont soucieuses de rappeler que le système existant fonctionne et que : le réseau est particulièrement étendu, entraînant un temps de réponse important ; les rejets en fin de canaux sont peu importants et ils bénéficient aux zones humides et à la nappe ; le partage de la ressource est assuré de façon transparente par la CED ; la Crau demande à être regardée différemment des autres territoires de Paca, car c'est le gravitaire qui est à l'origine d'un système historique original, qui a lui-même façonné ce territoire, et qui alimente l'enjeu primordial du territoire qu'est la nappe de la Crau.*

Les participants s'interrogent sur la position et les attentes de l'Agence de l'Eau eu égard aux économies d'eau. Il est rappelé que celle-ci a affirmé ne pas attendre de remise en cause des droits d'eau et d'économies à grande échelle, en raison de la contribution de l'irrigation gravitaire et du système Foin de Crau/pastoralisme à l'alimentation de la nappe. Si des efforts de régulation peuvent être faits sur certains tronçons, en matière de régulation, les volumes en jeu sont jugés faibles (Association des arrosants de la Crau, 2011).

Toutefois, il faut bien trouver des marges de manœuvre pour l'accès aux subventions, et il est décidé de parler « d'optimisation » plutôt que d'économies d'eau (entretien avec la personne en charge du contrat de canal, 2021). En effet, l'économie d'eau est généralement mal perçue, du fait de l'incompréhension de la destination de cette économie. Un acteur indique ainsi qu'il n'est pas forcément contre, mais qu'il s'oppose à « *sacrifier le milieu craven pour le vendre à EDF* » (membre d'une ASA, 2021).

4.4.2 Optimiser » la gestion de l'eau en Crau : tentative d'agencement du territoire hydro-social avec la politique d'économie d'eau

En juin 2012, les ASAs ont présenté une première version des documents du contrat de canal, avec un chiffrage approximatif des actions à mener. Lors du comité de suivi, un décalage apparaît avec les attentes de l'Agence de l'eau :

L'Agence de l'Eau est à l'initiative de cette démarche et souhaite l'accompagner encore le plus longtemps possible. Un point important, qui a amené à proposer une planification en 2 phases (une phase pré-opérationnelle d'études, pour aboutir sur une seconde phase opérationnelle dans un second temps), c'est la volonté de l'Agence de l'Eau de réaliser des ***« économies d'eau ».*** *Même si dans un territoire comme la Crau ce terme « d'économies d'eau » rend prudent un certain nombre d'acteurs, il convient de bien définir ce que nous entendons par ce terme.* ***Il ne s'agit pas de retirer de l'eau du territoire, mais de pouvoir l'optimiser au mieux au sein du territoire : il convient donc de parler « d'optimisation ».*** *Il faut aussi se demander quelles seront les* ***destinations de ces « optimisations »,*** *notamment au sein du territoire, comme par exemple à travers la recharge de la nappe de la Crau, etc. ? Il faut se demander quels sont les besoins sur le territoire ? Il ne faut pas cacher qu'au niveau du bassin versant plus général (région Paca, Durance), d'autres territoires réclament également cette eau, et il faut pouvoir leur donner une réponse précise et concrète concernant les besoins réels du territoire Crau-Sud Alpilles. [L'agence] attire toute l'attention des canaux concernant la réalisation des études schémas directeurs et l'importance à donner au volet régulation et optimisation. Elle pense qu'il faudra bien 3 ans pour bien approfondir les choses » (Agence de l'eau lors du comité de suivi du contrat Crau Sud Alpilles, Compte rendu de juin 2012).*

Ce terme d'optimisation est repris par certaines ASAs et par le Symcrau, estimant qu'un « consensus » semble émerger autour de sa définition (Symcrau, Compte rendu de juin 2012).

Cependant, lorsqu'on regarde de manière détaillée les actions du contrat de canal, peu de projets d'optimisation ressortent. Dans le document définitif de 2013, le budget total prévisionnel est de 26 M€ pour la période 2013-2018, correspondant au 10ème programme d'investissement de l'Agence de l'eau (Association des arrosants de la Crau, 2011, p. 7).

Une première phase comprend la réalisation d'études et de schémas directeurs des canaux, de 2014 à 2016 pour un budget prévisionnel de 13,7 M€. Mais peu d'actions sont engagées. En fait, la majorité des demandes de financement porte sur des travaux de cuvelage ou de confortement, que l'Agence finance de moins en moins. D'après l'état des lieux réalisé, de nombreux canaux comme celui de la Haute Crau, de Reganas, de Vergières, de Langlade ou du fossé du pilier présentent un mauvais état d'entretien et parfois des risques d'effondrement. Le risque de rupture est considéré comme « important » pour quatre des 10 ASAs du contrat de canal, et « existant » pour deux autres (État des

lieux, 2010). Cet enjeu est devenu d'autant plus prégnant avec l'urbanisation de certaines parties des périmètres des canaux :

> *Avant quand ça débordait, la digue cassait, mais ce n'était pas grave parce que ça inondait les terres, donc on refaisait la digue et « terminé ». […] Alors que maintenant, s'il y a une maison derrière… Avant, il n'y avait que des terres derrière, si c'était inondé… bon. Maintenant, si vous avez une maison, le gars porte plainte, l'assurance, sa machine à laver est foutue, sa voiture est foutue. Ça a énormément changé en quelques années » (entretien avec une ASA de Crau, 2021).*

Une partie des travaux de confortement est financé au début du 10ème programme, mais plus du tout à la fin. Cela représente pour de nombreuses ASA l'enjeu prioritaire, et une large part des actions du contrat de canal.

Une voie d'optimisation de l'irrigation gravitaire repose sur la gestion des calants (parcelles irriguées d'un tenant) et des martelières. Des expérimentations sont portées depuis le début des années 2000 par le Domaine du Merle appartenant à Montpellier Supagro, situé entre Salon de Provence et Saint Martin de Crau. Le constat est que pour une question de gestion de la main-d'œuvre, la taille des calants a augmenté au cours du temps. En effet, alors que les calants mesuraient généralement moins d'un demi-hectare (par exemple une parcelle de 100 mètres sur 20 mètres) et s'irriguaient en 1 heure environ ou moins, ils peuvent aujourd'hui faire plusieurs hectares et s'irriguer pendant des périodes atteignant une dizaine d'heures (entretien 2021). L'intérêt est notamment d'éviter l'arrosage de nuit, très contraignant. Toutefois, cela augmente les besoins en eau des exploitations (pouvant atteindre 30 000 mètres cubes par hectare sur les plus grands calants, au lieu de 20 000 environ). Une piste d'optimisation repose donc la réduction de la taille des calants, et la mise en place de martelières automatiques pour éviter la contrainte de main-d'œuvre. Une action du contrat y était dédiée, mais n'a pas été retenue par l'Agence de l'eau. En effet, certaines opérations ont déjà été financées historiquement par l'agence, mais il s'agit d'expérimentations à l'échelle de la parcelle. Or l'Agence souhaite faire émerger des projets au niveau des canaux principaux et du transport de l'eau, afin de produire des économies d'eau qui se répercutent au niveau des prises.

Finalement, plusieurs schémas directeurs ont été mis en place. Mais seul le schéma directeur de l'ASA des arrosants de Craponne, finalisé en 2014, a proposé des scénarios de travaux susceptibles de réaliser des économies d'eau importantes.

Sur la période 2013-2018, un total de 3,1 M€ de travaux (soit environ 10% du budget prévisionnel) a été éligible aux aides de l'agence, qui a participé à hauteur de 950 000€ (données AERMC). En plus du manque de projet, des changements de personnes ont lieu, notamment avec le départ de l'ancien président de l'ASA des arrosants de Craponne, qui avait initié la démarche de contrat de canal. La personne en charge de l'animation depuis 2009 voit son contrat se terminer. En effet, l'Agence ne finance une partie de l'animation que sur une période de quelques années, et encourage ensuite les structures à recruter à 100% les personnes ensuite. L'Asco n'a pas prolongé le contrat, et la démarche prend fin en 2016 (entretien avec l'Asco des arrosants de la Crau, 2020).

La tentative d'agencer la défense du territoire de la Crau et ses aménités, et la réalisation d'économie d'eau pour être éligibles aux aides de l'Agence de l'eau et du Feader, n'a pas fonctionné dans le cadre du contrat de canal à l'échelle de l'ensemble du secteur Crau-Sud Alpilles. L'Asco des arrosants de la Crau poursuit en revanche les études visant à optimiser la Branche d'Arles du canal de Craponne. Nous allons voir dans la prochaine partie que ce projet risque également de ne pas aboutir, malgré le consensus qui avait été trouvé en 2018.

4.5 Recherche de consensus pour la modernisation du canal de Craponne Branche d'Arles

4.5.1 Le canal de Craponne Branche d'Arles et le projet de régulation

Nous avons vu que deux discours majoritaires coexistent en Crau : l'un tend à défendre l'irrigation gravitaire et ses externalités environnementales positives, et refuse d'envisager la réalisation d'économie d'eau, vue comme un risque de dépossession des droits d'eau historiques ; l'autre défend également les aménités des réseaux gravitaires, mais cherche à construire un consensus autour de la recherche de marges de manœuvre et de l'optimisation du fonctionnement des canaux. Le Symcrau et le président de l'ASA des arrosants de Craponne qui est arrivé en 2016 étaient porteurs du second discours. Le Symcrau propose ainsi une stratégie « *des efforts partagés* », en défendant le foin de Crau et son rôle de recharge de l'aquifère, tout en encourageant une optimisation du fonctionnement des canaux :

> *Grâce à des efforts partagés (compensation des éventuelles baisses de dotations de la Durance, réduction des consommations d'eau par tous, optimisation du transfert d'eau depuis la Durance, soutien à la filière foin de Crau...), on SATISFAIT tous les usages (eau potable, eau agricole, eau industrielle) et l'alimentation des zones humides. Le territoire est alors plus résilient au changement climatique et aux épisodes de sécheresse (Symcrau, 2021, p. 3).*

Le projet de régulation de la branche d'Arles du canal de Craponne est au cœur de cette recherche de consensus entre les attentes des financeurs et du bassin de la Durance d'une part, et les enjeux de préservation du système de foin de Crau/élevage au niveau local. Après plusieurs années de négociations avec l'Agence de l'eau sur la possibilité de financer des travaux d'entretien et sur le devenir des économies d'eau, un agent de l'Asco des arrosants de la Crau explique :

> *Au bout d'un certain temps, on s'est quand même dit : on va améliorer notre régulation parce que nous-mêmes y avons intérêt, c'est-à-dire qu'on a intérêt à préparer le canal du futur, dans l'optique de sécheresses qui risquent de venir, plus fréquentes avec le réchauffement climatique. On aura des restrictions plus fortes, et si on veut pouvoir gérer ces restrictions au mieux des intérêts de chacun... Parce que soit on a la guerre avec les fourches et le fusil, soit on essaie de servir à peu près tout le monde. Donc on a bâti un « programme régulation » pour automatiser les prises qui sont sur le canal et pouvoir les télécommander, en gros, en fonction des débits, et si on a des restrictions" (entretien Association des arrosants de la Crau, 2020).*

Le canal de Craponne branche d'Arles a une longueur de 42 km et dispose d'un droit d'eau de 13 180 l/s pour l'irrigation d'environ 9800 hectares (Figure 125). L'Asco compte 1800 adhérents (des particuliers et neuf ASAs) et 2500 arrosants. L'usage principal du canal est l'irrigation du foin de Crau (environ 70% des surfaces irriguées). Il existe 116 prises directement sur le canal, pour desservir des particuliers et plusieurs ASAs, dont la plus importante est l'ASA de la Haute Crau. Le canal dispose d'un partiteur automatisé à Pont Paradis et de quatre vannes « Amil » qui permettent d'assurer un niveau d'eau constant à l'amont des vannes, censé répondre aux besoins de prélèvements du bief. Des sondes permettent d'évaluer les besoins en eau, et d'ajuster le prélèvement de Pont Paradis de façon automatique. Le prélèvement annuel du canal varie entre 150 et 200 Mm^3, avec une moyenne de 180 Mm^3 sur la période 2000-2013. Une étude de la SCP de 1974 estimait un débit moyen prélevé de 170 Mm^3 entre 1969 et 1972 (SCP, 1974 ; Figure 126).

Figure 125 : Canal de Craponne Branche d'Arles. De l'amont vers l'aval : séparation entre les branches d'Arles et d'Istre au Pont Paradis ; partie amont du canal non cuvelée ; Vannes de Moulès ; exemple d'une des 120 prises du canal. Source : assemblage de cartes et photos issues de BRL, 2014.

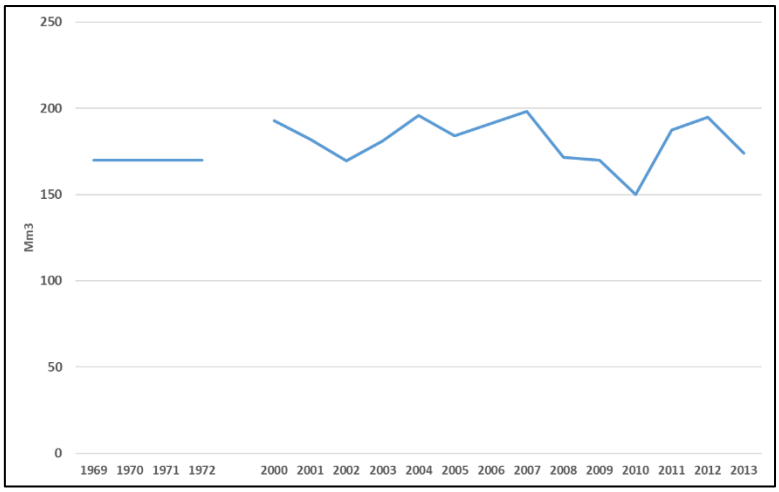


Figure 126 : Évolution des prélèvements du canal de Craponne Branche d'Arles au pont Paradis. Source : auteur à partir de SCP, 1974 ; BRL, 2007 ; BRL, 2014.

Le schéma directeur de 2014 réalisé par BRL a apporté plusieurs éléments sur le fonctionnement de la branche d'Arles (Figure 125) :

- (1) le canal de Craponne ne présente pas de problèmes financiers, mais certains tronçons et prises nécessitent des travaux (BRL, 2014);
- (2) il existe une répartition inégale de l'eau tout du long du canal, avec un déficit d'accès à l'eau dans la partie aval (aval de la vanne de Moulès, Figure 125) en période de pointe, au cours des mois de juin, juillet et août. Ce déficit serait dû à des sur-prélèvements par rapport aux droits d'eau à l'amont de la vanne de Moulès (Ibid., 2014). Il en résulte des tensions allant « *jusqu'à des menaces à l'encontre du personnel de l'ASCO, ainsi que des actions de vandalisme et des interventions répétées des usagers sur les ouvrages pour en modifier les réglages* » (BRL, 2014, p. 112).
- (3) il y a un problème d'alimentation de certaines prises en début et fin d'irrigation, tout à l'amont de l'ouvrage et dans la partie aval (lignes d'eau trop basse) (Ibid., 2014, p. 268) ;

Par rapport au point (3), des seuils en béton sont construits à plusieurs endroits du canal pour rehausser la ligne d'eau localement et mieux alimenter les prises (Figure 127). Cela peut toutefois avoir des effets négatifs pour les prises aval. D'après les modélisations réalisées par BRL, 28 prises présentent un défaut d'alimentation en début et fin de période d'irrigation (BRL, 2014, p. 115).

Figure 127 : Dispositifs pour réhausser la ligne d'eau du canal et mieux alimenter certaines prises. Source : BRL, 2014.

Une enquête a également été réalisée auprès des membres de l'Asco des arrosants de Craponne. Sur 120 questionnaires envoyés, 54 ont été remplis par des adhérents. Les membres apparaissent globalement satisfaits des actions de l'Asco. Sur l'importance des travaux à réaliser, ils privilégient l'entretien des berges, des fossés, et le curage du canal. Par ailleurs, plus de 30 adhérents considèrent « inutile » la mise en place d'un système de comptage des débits délivrés aux prises (Figure 128).

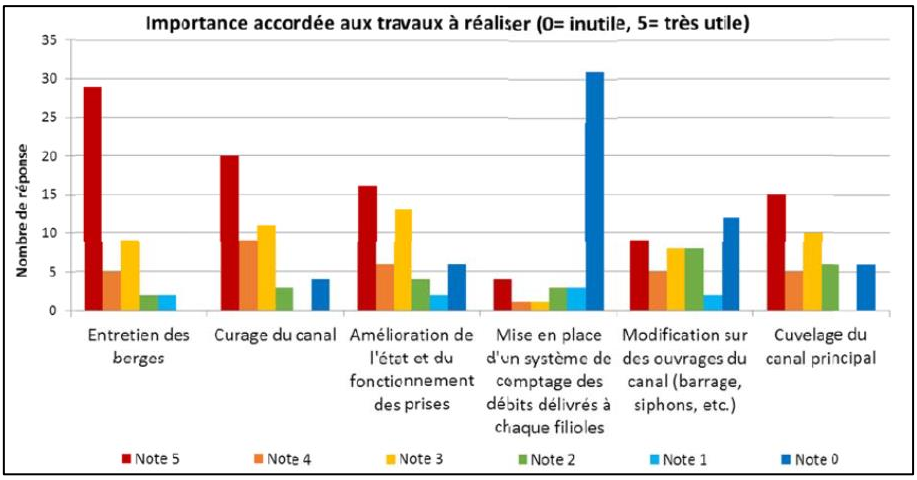


Figure 128 : Réponses des adhérents au questionnaire de 2014, sur les travaux à réaliser en priorité. Source : BRL, 2014.

En effet, plus de 60% des personnes ayant répondu ne souhaitent pas plus d'implication de l'Asco sur la gestion des débits arrivant au niveau des filioles (BRL, 2014).

Suite à ces conclusions, l'Asco a commandité une nouvelle étude pour analyser différents scénarios de régulation qui permettraient d'optimiser le fonctionnement du canal et de mieux desservir l'ensemble des usagers.

4.5.2 Étude SCP et scénarios de régulation envisagés

Une nouvelle étude est réalisée par la SCP en 2018 pour étudier différents scénarios de régulation du canal de Craponne Branche d'Arles. Une première analyse basée sur des jaugeages et une modélisation permet de vérifier et de préciser les conclusions du schéma directeur de 2014 : les débits à l'aval des vannes de Moulès sont inférieurs aux débits théoriques, et conduisent à un manque d'eau sur cette section. Cela se traduit par des débits arrivant au Rhône égaux à 0 pendant certaines périodes des mois de juin, juillet et août (SCP, 2018).

Un jaugeage de 100 des 116 prises a été réalisé. Il apparaît que le déficit d'eau à l'aval du canal est bien lié à un sur-prélèvement de nombreuses prises : une partie d'entre elles ne dispose d'aucun dispositif de contrôle du débit entrant, 60% présente à écart supérieur de +/- 20% par rapport au droit d'eau théorique (écart supérieur à 50% pour 25% des prises jaugées) (SCP, 2018).

De plus, les jaugeages et modélisation permettent d'expliquer les rejets au Rhône, qui varient entre quelques centaines de litres par seconde et 2,5 mètres cubes secondes (année 2014) (Figure 129).

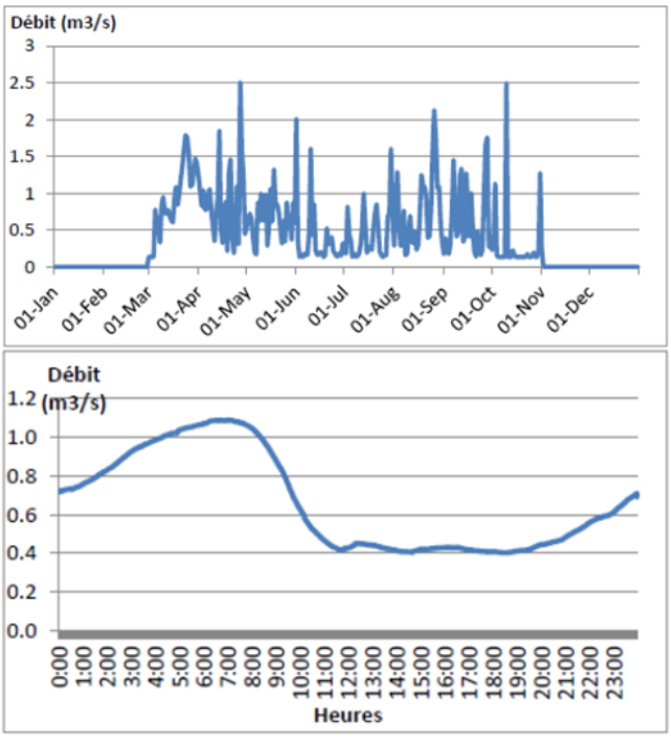


Figure 129 : Débits rejetés au Rhône par le canal de Craponne pendant l'année 2013 (haut), et au cours d'une journée du mois d'août en moyenne (bas), jaugés à la station de mesure de Saint Victor. Source : BRL, 2014.

Deux scénarios sont proposés afin de réaliser des économies d'eau tout en optimisant le fonctionnement du canal, c'est-à-dire permettant une diminution des rejets au Rhône et un accès des préleveurs à hauteur des droits d'eau sur l'ensemble du périmètre irrigué (SCP, 2018).

Le premier scénario propose de limiter les sur-prélèvements grâce à la « motorisation » (ouverture et fermeture automatique ; Figure 130) des 21 prises qui prélèvent le plus d'eau sur la branche d'Arles (débit supérieur à 100 l/s), et la mise en place d'une mesure automatique de débits sur 53 autres prises (Ibid., 2018, p. 3).

Figure 130 : Exemple de vanne motorisée alimentée par un panneau solaire. Source : SCP, 2018.

L'économie d'eau estimée du scénario 1 serait comprise entre 6 à 11% du prélèvement global du canal de Craponne, soit environ 10 à 18 Mm^3 par an. Le calcul précis de cette estimation n'est toutefois pas fourni.

Le deuxième scénario consiste à ajouter une réserve d'eau de 35 000 mètres cubes pour mettre en place une régulation de type « aval distant » à l'aval du moulin de Chambremont. Ce mode de régulation permet d'ajuster les débits entrants au plus près du niveau de prélèvement, et ainsi de limiter les rejets vers le Rhône. Il pourrait être combiné au premier scénario et permettrait une économie d'eau de 0,3 à 1,3 m^3/s selon les périodes de l'année, pour des débits transitant à l'aval de Chambremont compris entre 4 et 5 m^3/s (SCP, 2018).

Ce deuxième scénario est proche de celui qui avait envisagé par la SCP en 1974 sur la mise en place d'une « régulation dynamique » (voir Chapitre 2) du canal de Craponne. Il était calculé que les rejets au Rhône variaient entre 25 et 30 Mm^3 par an et qu'il était possible de les diminuer d'environ 20 Mm^3 grâce à la motorisation et l'automatisation de vannes intermédiaires le long du canal. Cette diminution pouvait atteindre 25 Mm^3 avec la réalisation d'une réserve de stockage intermédiaire de 25 000 m^3 (SCP, 1974, p. 7). Il était envisagé d'installer un centre de gestion à distance dans les locaux de l'Asco, ou bien directement au sein du centre SCP au Tholonet (Ibid., 1974, p. 8).

4.5.3 Echec du projet de régulation du canal de Craponne

L'Asco s'est basée sur les études de 2014 et 2018 pour bâtir un projet de régulation d'environ 10 M€ correspondant au premier scénario de la SCP, visant l'automatisation et la gestion à distance des principales prises du canal. Le projet permettrait de réaliser environ 5% d'économie d'eau sur le prélèvement annuel (170 à 200 Mm^3).

Une première demande de financement est déposée dans le cadre de l'appel à projet Feader en 2018, mais elle n'est pas retenue. En effet, même si le projet génère des économies d'eau potentiellement importantes, son coût est élevé, et il n'a pas été parmi les mieux classés au niveau régional.

Une nouvelle demande est déposée en 2019 et acceptée. Cependant, les règles ont évolué depuis le cadrage du contrat de canal qui datait des années 2010. L'Agence demande d'une part à l'Asco d'accepter de participer au protocole CEV, et d'autre part aucune subvention n'est accordée pour les travaux de confortement ou cuvelage. Une partie du budget est cependant dédiée à la réhabilitation des prises, en vue de la régulation. L'Asco a d'abord refusé de faire rentrer des volumes au sein du CEV, mais le président est parvenu à négocier avec les membres du syndicat :

> *Il y a eu des discussions. Ce n'était pas simple non plus. C'est vrai que les irrigants ont le sentiment que si on rentre dans ce protocole, on va réduire l'eau au robinet, et que les dotations – c'est-à-dire la valeur maximale que vous avez vue là – vont être diminuées. Ça, ce n'est pas vrai. Mais les gens ont du mal à le comprendre, et nos syndics qui sont pour la plupart agriculteurs ont du mal à comprendre que ça ne va pas impacter la dotation d'une part, et d'autre part le fait qu'ils auront même plus d'eau à mon avis, puisqu'on va pouvoir réguler comme il faut le canal, on aura moins de perte. Et que la moitié des économies nous revient (entretien ASA des arrosants de Craponne, 2020).*

Un premier accord est trouvé entre l'Asco et l'Agence : l'association accepte de participer au CEV, mais à condition que les volumes soient prioritairement réservés pour les milieux naturels locaux, avant de remonter éventuellement en Durance (entretien ASA des arrosants de Craponne, 2020).

Les travaux ne peuvent avoir lieu chaque année que pendant la période hivernale de chômage, et il est prévu de faire un appel à projet pour débuter fin 2020-début 2021. Une réunion est organisée fin 2020 pour avoir l'accord des membres du syndicat de l'Asco et lancer les travaux. Cependant, les membres ont voté contre le projet, considérant que le budget d'autofinancement pour la régulation était trop important, et allait diminuer la capacité de l'association à réaliser ses travaux d'entretien en fonds propres (ASA des arrosants de Craponne, 2021).

Le président décida de démissionner suite à cet échec « de modernisation » ou « d'optimisation ». Les discussions continuent pour réajuster le projet. Mais étant donné la limite de 5% d'économie d'eau par rapport au prélèvement total, les marges de manœuvre apparaissent limitées.

Plusieurs explications sont ressorties lors des entretiens. Certains y voient le problème du sur-prélèvement sur certaines parties du canal du canal, les irrigants ne souhaitant pas être contrôlés par l'intermédiaire de vannes motorisées. Il a en effet été montré qu'il y avait de nombreuses règles informelles et d'arrangements pour la répartition de l'eau en Crau. Pour d'autres, cet échec est représentatif de l'opposition entre deux types d'acteurs de la Crau, la « vieille garde » qui souhaite maintenir le système à l'identique, et la « nouvelle garde » qui tente de préserver le système tout en l'optimisant (entretien ASA, 2021).

Plus généralement, il s'agit bien de la difficulté d'ajuster un territoire hydrosocial « *d'équilibre entre espaces et usages complémentaires* », où toute goutte d'eau est considérée utile et recyclée par d'autres usages ou bénéficiant aux milieux naturels, avec la nécessité d'optimiser et de réaliser des économies d'eau.

Les études réalisées par le canal de Craponne montrent qu'il existe une marge de progrès sur la diminution des rejets vers le Rhône, mais cela ne peut se faire qu'en mettant en place un contrôle accru des débits prélevés par les irrigants. Par ailleurs, la régulation est difficilement éligible aux financements dans le cadre des appels à projet du Feader, car coûteuse et générant moins d'économies d'eau que la conversion de réseaux gravitaires à des systèmes sous pression. Enfin, il existe toujours la question de l'impact sur les milieux d'une diminution des volumes entrants dans les canaux, dont la majeure partie rejoint la nappe et les milieux humides superficiels. Il en résulte un difficile équilibre pour ajuster le territoire hydrosocial de la Crau avec les nouveaux impératifs des financements de l'hydraulique agricole.

4.5.4 Vers de nouveaux circuits de financements pour l'hydraulique agricole ?

D'après les estimations du Symcrau du projet Sinergi, il serait possible d'optimiser le fonctionnement des canaux et de dégager plusieurs dizaines de millions de mètres cubes d'économie d'eau, sans affecter le fonctionnement de la nappe. Ces estimations n'incluent toutefois pas le fonctionnement des canaux gravitaires, et se basent seulement sur les volumes distribués aux parcelles de foin de Crau. Il est donc possible que certains effets indésirables se produisent par rapport aux rejets vers les milieux naturels superficiels. Il apparaît que des études plus précises doivent être menées sur les rejets des canaux pendant la période d'irrigation, et les besoins en eau des milieux superficiels qui les reçoivent.

Cette question d'économie d'eau est primordiale dans le cadre des négociations entre la Crau et les autres usagers du bassin de la Durance, et l'adaptation au changement climatique avec des risques de manque d'eau de plus en plus fréquents (Sauquet et al., 2015). Mais elle ne répond pas à l'enjeu de maintien des canaux gravitaires sur des centaines de kilomètres, dont certains menacent de s'effondrer.

Des discussions sont actuellement en cours afin de faire émerger un nouveau circuit de financement pour l'entretien des canaux, auquel les bénéficiaires des aménités participeraient. Il s'agit en premier lieu des collectivités qui pompent dans la nappe des cailloutis de la Crau pour subvenir aux besoins de près de 300 000 personnes. Une telle solution pourrait permettre d'assurer l'entretien des canaux, leur confortement et leur cuvelage, sans recourir aux circuits financiers régionaux qui sont devenus de plus en plus stricts pour l'élection des travaux subventionnés.

5 Les contrats de canaux et la recherche d'ajustements entre territoires hydro-sociaux et circuits de financement

Pour accompagner l'évolution des financements de l'hydraulique agricole dans le contexte des nouveaux impératifs de gain environnemental, l'Agence de l'eau a développé l'instrument des contrats de canaux. Ces derniers sont basés sur une approche partenariale avec les gestionnaires de canaux, en proposant une réflexion à long terme sur l'évolution des infrastructures hydrauliques dans leur territoire. À travers la rédaction de plusieurs rapports dont un état des lieux détaillé des structures de

gestion et du territoire, et la signature d'un document contractuel entre l'ensemble des parties prenantes, ils représentent une démarche innovante. Ils permettent notamment d'ouvrir des arènes de débat à l'ensemble des acteurs concernés par les infrastructures hydrauliques, au-delà des seuls usagers agricoles ou des propriétaires.

Cependant, il nous semble que la littérature portant sur les contrats de canaux a eu tendance à se focaliser principalement sur cette nouvelle dynamique partenariale, et à moins explorer les enjeux de cadrage liés aux conditions de financement de l'hydraulique agricole et à l'exigence de gain environnemental (Ladki, 2010, p. 150 ; Ghiotti & Rivière-Honneger, 2012 ; Jacqué, 2012 ; Ricart & Clarimont, 2013 ; Ricart et al., 2019).

Le contrat de canal est par exemple décrit de la façon suivante par Ricart & Clarimont (2013) :

> *Il s'agit d'une gestion globale et collective de l'eau dans une dimension territoriale qui s'est imposée aux gestionnaires des canaux. La justification du « contrat de canal » comme figure de gestion est multiple : il suppose une réflexion globale tant au niveau géographique qu'au niveau de la gestion (le territoire concerné comprend le canal principal, le périmètre desservi, mais plus largement le territoire dans lequel s'inscrit le canal et où s'intègrent tous les enjeux qu'ils soient d'ordre socio-économique, environnemental, ludique ou éducatif, paysager, etc.) ; il implique de nouveaux acteurs et favorise la concertation (donc des efforts pour limiter les demandes sectorielles) ; il est capable de s'adapter à de nouveaux usages et défis et de les intégrer dans la gestion du canal ; il reconnaît les fonctions multiples assumées par le canal ainsi que ses spécificités. De plus, le contrat de canal est […]* territorialisé*, dans la mesure où il est adapté, transformé et modelé par les acteurs chargés de le mettre en place selon les spécificités, les enjeux et les demandes locales* […] (Ricart & Clarimont, 2013, p. 80).

Alors que les démarches étaient à leur commencement dans les années 2000, Ladki (2010, p. 150-151) y voyait la possibilité de valoriser les multiples aménités environnementales des canaux gravitaires, grâce à une contractualisation entre les différentes parties prenantes. Jacqué (2012) a décrit le contrat de canal comme un outil assurant « *une gestion concertée entre les différents usagers de la ressource à l'échelle locale*.

Un article récent décrit le cas du contrat de canal de la Crau comme un outil de participation « ouvert, cohérent et efficace » (Ricart et al., 2019, p. 508) :

> *Contracts have proved to be an effective instrument for obtaining commitments from farmers to change their farming practices to reduce the negative impacts of water use, while other stakeholders recognize the role played by irrigated agriculture in maintaining local landscapes and ecosystem services. An example is the Contrat de canal Crau-Sud Alpilles, signed in 2014 by 73 partners (irrigators, municipalities, environmental associations, cultural and touristic agents, water agencies, etc.). The main objective of the canal contract was to improve governance in multifunctional irrigation systems, and to achieve this goal, the contract requires consultation with stakeholders. The participation process was assisted by 98 individuals from the academy, environmental platforms, water managers, local administration, and end-users, like irrigators. In fact, irrigators expressed consensus on three points. First, the multiple water uses associated with the canal justify the engagement of all stakeholders in decision-making processes. Second, gravity irrigation is the historical reason for maintaining the existing canals, and its maintenance is a benefit for society. Finally, the status of the Property Owners Association appears to be the most suitable for ensuring stakeholders' engagement as a guarantee of the sustainability of the canals and the economic, social and ecosystem services provided* (Ricart et al., 2019, p. 502–503).

Cependant, en mettant l'accent sur la démarche participative (que nous discuterons plus largement dans le chapitre 6), cette analyse ne permet pas de voir les effets de cadrage, les rapports de force et les blocages qui ont eu lieu au cours du processus de territorialisation (Homme et al., 2020). Comme cela a été souligné par Ghiotti & Honneger (2012), la question des économies d'eau et de leur

destination représente une dimension relativement peu analysée dans les démarches de contrat de canal.

Nos deux cas d'études montrent l'intérêt de combiner une analyse des flux d'eau et des dimensions matérielles des infrastructures, avec celle des discours, des institutions et des intérêts. Premièrement, nous avons montré les limites liées aux économies d'eau et à leur évaluation. Nous avons souligné que la comptabilité des flux d'eau est très incertaine, et laisse place à de nombreuses approximations sur les prélèvements en années humides ou sèches, ou encore sur les flux de retour des canaux, qui rejoignent les milieux superficiels et les nappes. Du fait de ces difficultés, la réalité des économies d'eau n'est pas mesurée de façon systématique après réalisation des travaux, et lorsqu'une baisse est observée la part due aux investissements est rarement connue, par rapport à une éventuelle diminution des surfaces irriguées.

Ces incertitudes offrent des marges de négociation et des espaces pour le développement de différentes territorialisations, qui ont toutefois leurs limites en termes d'efficacité. Bien qu'inscrit dans une démarche partenariale, le contrat de canal correspond à un plan d'investissement à long terme devant répondre aux critères des financeurs. Ainsi, la réappropriation opérée par le canal de Carpentras, malgré les extensions des surfaces irriguées qui sont réalisées et les impacts possibles de la diminution des flux de retour, permet à l'ASA d'avoir accès aux financements de l'Agence, de l'Europe et de la région Paca. La territorialisation consiste à aligner des enjeux d'aménagement du territoire soutenus largement par les élus locaux et collectivités territoriales depuis les années 1980, avec la question des économies d'eau pour l'environnement. L'argument consistant à assurer une substitution des forages dans la nappe du miocène par un apport en eau du canal permet de « *sceller les alliances* » (Callon, 1986, p. 185) autour du projet de modernisation du secteur de Monteux, malgré l'impossibilité de contraindre les agriculteurs à changer de système (excepté pour des forages illégaux).

Dans le cas de la Crau, la territorialisation consiste à remettre en cause l'un des points de départ des contrats de canaux, c'est-à-dire l'exigence d'économies d'eau à réallouer en Durance, et à développer un territoire hydro-social « d'équilibre entre espaces et usages ». Autrement dit, une nouvelle problématisation est proposée, par rapport au cadrage initialement souhaité par l'Agence de l'eau. Les ASAs de la Crau refusent d'adopter le rôle qui leur est attribué, et redéfinissent les objectifs du territoire en lien avec l'hydraulique agricole :

> *Chacune des entités convoquées par la problématisation peut se soumettre et s'intégrer au plan initial, ou à l'inverse refuser la transaction en définissant autrement son identité, ses buts, ses projets, ses orientations, ses motivations ou ses intérêts (Callon, 1986, p. 185).*

Ce projet est mené à bien dans le cadre de la démarche participative, avec l'élaboration des différents documents et la signature par les parties prenantes en 2014. Cependant, le contrat de canal a ensuite débouché sur très peu de projets concrets et n'a pas permis l'accès au financement des actions qui étaient prévues. Il est abandonné en 2016. Malgré le fait que l'Agence de l'eau propose de parler « d'optimisation » plutôt que « d'économie d'eau » (voir ci-dessus), ces ajustements ne permettent pas de résoudre certaines incompatibilités entre un territoire hydro-social moderne à optimiser d'une part, et un territoire hydrosocial « d'équilibres » à préserver d'autre part.

Les deux cas d'études permettent ainsi de montrer les dynamiques de territorialisation des politiques d'économie d'eau, et les conditions de succès ou d'échec en fonction de la capacité à aligner un territoire de l'eau à des éléments discursifs et réglementaires liés aux circuits de financement de l'hydraulique agricole.

Territorialisation des politiques de réallocation d'eau vers l'environnement en Moyenne-Durance

La réforme des volumes prélevables dans les bassins du Sasse et du Jabron

En Moyenne-Durance, les projets d'économie d'eau sont moins en lien avec les besoins de financement des associations syndicales autorisées qu'avec la nécessité d'être en règle avec la législation portant sur les débits d'objectifs étiage. En effet, la réforme des volumes prélevables impose un retour à l'équilibre quantitatif pour l'ensemble des bassins versants en France. Huit affluents sont concernés dans le bassin de la Durance, et ces territoires bénéficient rarement des ressources sécurisées du système Durance-Verdon. À partir des cas d'étude du Sasse et du Jabron, nous nous intéressons dans ce chapitre à la mise en œuvre de la politique de gestion quantitative de l'eau dans ces bassins déficitaires et, en particulier, aux dynamiques de traduction depuis les échelons européens et français jusqu'à l'échelle locale. Nous montrons que les normes environnementales se traduisent en nouveaux projets d'infrastructure, comme les transferts d'eau ou la modernisation de réseaux d'irrigation anciens. Dans le bassin du Jabron, le projet d'extension du canal de Provence permet de répondre aux contestations des agriculteurs en limitant l'impact des restrictions. Dans le bassin du Sasse, les normes environnementales amènent à dépolitiser un conflit datant de plus de deux siècles entre l'amont et l'aval d'un canal gravitaire[81].

[81] Les résultats de ce chapitre ont servi à la publication d'un article : Laurenceau M., Molle F., Grau M. (2020). Reducing water withdrawals: the negotiation and implementation of environmental policy in the Durance River Basin, France. *Water Policy*, 22 (6).

1 Introduction : traduction des règles de gestion quantitative en nouveaux projets d'infrastructures

Dans ce chapitre 5, nous explorons la territorialisation des politiques de gestion quantitative de l'eau en Moyenne-Durance, à travers la mise en œuvre de la réforme des volumes prélevables, issue des circulaires de 2008 et 2010.

À la différence des territoires sécurisés de Basse-Durance où l'enjeu se situe avant tout sur l'accès aux financements de l'hydraulique agricole, la réforme des volumes prélevables s'applique dans les territoires dits « déficitaires » et impose réglementairement une réallocation de l'eau depuis les usagers vers les milieux naturels, afin de mettre en place un débit environnemental (« débit d'objectif étiage »).

Cela représente donc un cas d'étude éclairant pour l'analyse des dynamiques descendantes, c'est-à-dire depuis l'élaboration d'une nouvelle réglementation au niveau national jusqu'à sa mise en œuvre concrète sur le terrain.

La gestion quantitative de l'eau dans les bassins déficitaires repose sur un ensemble d'instruments de politique publique visant à classifier les zones où une pénurie d'eau fréquente est observée, à caractériser les écarts entre besoins et ressources disponibles, à imposer des réductions de prélèvements, ainsi qu'à mettre en œuvre des incitations économiques pour la réallocation d'eau vers les milieux naturels (projets d'économie d'eau ou de substitution).

De telles mesures amènent à remettre en cause les usages existants, avec des demandes de réduction pouvant aller jusqu'à 70% des prélèvements observés dans certains bassins. Elles donnent ainsi lieu à des résistances de la part des acteurs concernés par les restrictions, et à de nombreuses négociations au niveau local pour la recherche de compromis. Nous nous intéressons ici aux ré-appropriations et ré-interprétations de la réforme des volumes prélevables et de ses instruments au niveau local, à travers des processus de traduction, depuis l'arène administrative jusqu'aux arènes socio-économique et politique locales.

Alors que dans le Chapitre 4 les principaux traducteurs de la démarche contrat de canal étaient les associations d'irrigants elles-mêmes, nous mettons en avant ici le rôle déterminant de l'administration départementale et de la chambre d'agriculture.

Face à des résistances aux instruments de la réforme des volumes prélevables et à la recherche d'adéquation entre les nouveaux objectifs environnementaux et des situations locales contrastées, les « intermédiaires » ou « traducteurs » participent à rendre intelligible et applicable une politique publique au sein d'un réseau d'acteurs hétérogènes, faisant intervenir les services de l'État, l'Agence de l'eau, des élus locaux, des représentants du monde économique et des enjeux environnementaux, ainsi que des experts et bureaux d'études. Ces agents intermédiaires appartiennent généralement à des « espaces hybrides, [situés] entre différentes échelles, organisations, pratiques discursives et systèmes de valeurs et de connaissances » (Lendvai & Stubbs, 2009).

En effet, il a été montré par exemple que le rôle des agents publics au contact direct des usagers (« *street-level bureaucrats* » ; Lipsky, 1980) était essentiel dans la phase de mise en œuvre des politiques publiques, et donnait lieu à diverses stratégies adaptatives (Barrett, 2004). Plus que de simples ajustements, les adaptations peuvent donner un sens nouveau à une politique publique et modifier ses objectifs et ses effets (Lipsky, 1980 ; Barrett, 2004). Cela concerne par exemple les agents responsables des contrôles de police de l'eau en administration déconcentrée.

Les actions et marges de manœuvre des « *agents intermédiaires de la fonction publique* » (Barrier et al., 2015) (ou « middle managers ») ont également été analysées dans différents secteurs en France. Il peut s'agir dans ce cas des responsables de pôle ou de service dans les directions départementales et régionales. D'après Barrier et al. (2015) :

> *Ces acteurs jouent un rôle décisif dans l'intense et minutieux travail de recomposition des rouages de l'administration à l'œuvre depuis une trentaine d'années en France. Par leur position hiérarchique, les responsabilités qu'ils exercent et le rôle qui leur est prescrit, ces cadres sont amenés à donner du sens, à mettre en forme et à stabiliser des procédures et des règles dans un contexte incertain, marqué par de multiples réformes* (Ibid., 2015, p. 12).

Avec l'exemple des parcs nationaux, il a été montré que la direction est confrontée à un travail d'interprétation continu des réformes. Il s'agit de répondre à des objectifs potentiellement contradictoires, en particulier la mise en place d'une charte ambitieuse en termes de protection de l'environnement, mais permettant d'obtenir l'adhésion des élus locaux (Cosson, 2015).

Ceci illustre bien les dilemmes et tensions auxquels doit faire face l'administration départementale pour la mise en œuvre des réformes de gestion quantitative de l'eau, devant à la fois répondre à des objectifs de résultat fixés au niveau du bassin hydrographique et de la région, tout en intéressant (Callon, 1986) les acteurs locaux aux dispositifs.

L'autre intermédiaire principal qui entre en jeu, la chambre d'agriculture, correspond quant à elle au « *médiateur sectoriel* » tel qu'il est défini par Muller (2005). Ces derniers font le lien entre « *deux espaces d'action et de production de sens* », dans notre cas le secteur agricole et ses enjeux d'une part, et les nouvelles réglementations environnementales, avec leurs outils et leurs objectifs spécifiques d'autre part.

Nous souhaitons montrer dans ce chapitre comment les diverses résistances à la réforme des volumes prélevables ont mené à une traduction des objectifs environnementaux en nouveaux projets d'infrastructure largement consensuels. Le rôle des « intermédiaires » dans ce processus est analysé. Au cours du processus de traduction, la recherche « d'assemblage » (Lendvai, 2009) entre les multiples acteurs et intérêts en présence a peu à peu amené à privilégier l'obtention d'un accord au niveau local, plutôt que la performance environnementale des mesures. Nous nous basons sur l'analyse détaillée de deux bassins versant de moyenne Durance, le Jabron et le Sasse. Dans le cas du Jabron, la mise en place d'un transfert d'eau depuis la Durance correspond à un « *hydro-social fix* » (Swingedouw, 2013), permettant de maintenir les usages en présence, voire de les augmenter légèrement, malgré les restrictions. Dans le bassin du Sasse, les acteurs se réapproprient la réforme des volumes prélevables afin de faire un aboutir un projet de modernisation datant de plusieurs décennies et visant une nouvelle répartition de l'eau entre agriculteurs de l'amont et usagers urbains de l'aval, au profit de ces derniers.

Tout d'abord, nous présentons les dernières évolutions de la gestion quantitative en Europe et en France, en lien avec les débits environnementaux, jusqu'à l'adoption de la réforme des volumes prélevables. Après avoir présenté les circulaires de 2008 et 2010, nous montrons comment elles ont été appliquées dans le bassin Rhône Méditerranée et Corse. Deuxièmement, nous analysons la mise en œuvre des instruments de la réforme des volumes prélevables dans l'ensemble du bassin de la Durance. Troisièmement, nous mettons en avant les processus de traduction dans les cas du Sasse et du Jabron. Finalement, nous discutons le processus de traduction et ses intermédiaires, et mettons en avant les incertitudes fortes sur l'efficacité environnementales des différents projets.

2 Gestion quantitative de l'eau et débits environnementaux en Europe, en France et dans le bassin RMC

2.1 Gestion quantitative de l'eau et débits réservés en Europe

Nous avons décrit dans le Chapitre 2 les communications et stratégies publiées à partir des années 2000-2010 au niveau européen, mettant en avant les potentiels d'économie d'eau pour la modernisation, l'enjeu du prix de l'eau et des classifications tels que les « plans sécheresse » en cas de manque d'eau. Ces dispositions reconnaissent « *le rôle essentiel de la quantité et de la dynamique des eaux pour soutenir la qualité des écosystèmes aquatiques et la réalisation des objectifs environnementaux* » (European Commission, 2015, p. 3).

Nous revenons ici plus précisément sur la question des débits environnementaux. Aucune réglementation spécifique n'existe au niveau européen, mais un guide technique a été publié en 2015. Le document ne propose pas une méthodologie unique qui devrait être suivie par les États membres, mais fait l'état des connaissances sur les différentes actions menées, et fait le lien entre les débits écologiques et la DCE. Les débits écologiques sont définis comme « les volumes d'eau nécessaires *à l'écosystème aquatique pour prospérer et continuer à fournir les services dont nous dépendons » (Ibid., 2015, p. 3).*

Une définition plus précise est donnée dans la suite du document, en lien avec la Directive Cadre sur l'Eau :

> *Les débits écologiques sont considérés dans le contexte de la DCE comme un régime hydrologique compatible avec la réalisation des objectifs environnementaux de la DCE dans les masses d'eau naturelles de surface telles que mentionnées à l'article 4(1).*
>
> *Considérant l'article 4(1) de la DCE, les objectifs environnementaux se réfèrent à :*
>
> *- la non détérioration de l'état existant*
>
> *- l'atteinte du bon état écologique dans les masses d'eau naturelles de surface,*
>
> *- le respect des normes et objectifs pour les zones protégées, y compris celles désignées comme zones de protection des habitats et des espèces, où le maintien ou l'amélioration de l'état des eaux est un facteur important de leur protection, notamment les sites Natura 2000 pertinents désignés dans le cadre des directives oiseaux et habitats.*
>
> *Lorsque les masses d'eau peuvent être désignées comme masses d'eau fortement modifiées et/ou qu'elles bénéficient d'une dérogation, les exigences y afférentes en termes de régime d'écoulement doivent être établies en tenant compte de la faisabilité technique et des impacts socio-économiques sur l'usage qui serait affecté par la mise en œuvre des débits écologiques. Les débits à mettre en œuvre dans ces masses d'eau ne sont pas couverts par la définition pratique du débit écologique et il y sera fait distinctement référence* (Ibid., 2015, p. 5).

En 2012, environ 50% des plans de gestion des districts hydrographiques en Europe avaient mis en œuvre ou prévoyaient la mise en place de débits écologiques (Ibid., 2015, p. 27). Le document fait état d'une grande diversité par rapport à la terminologie, aux méthodes et réglementations existantes dans les différents États membres.

Dans le cas du Royaume-Uni, les volumes prélevables ont par exemple été définis uniquement en pourcentage par rapport à plusieurs indicateurs hydrologiques. Le débit environnemental est alors estimé avec des méthodes dites « hydrologiques », qui mesurent l'écart acceptable entre le régime naturel et le régime modifié par les usages anthropiques (Poff, 1997 ; Arthington, 2006 ; European Commission, 2015). Aux Pays-Bas, une dizaine de méthodes différentes ont été mobilisées, faisant intervenir l'hydrologie, les caractéristiques hydrauliques des cours d'eau, et les préférences biologiques des espèces.

Globalement, on retrouve deux grands types de méthode pour l'évaluation des débits écologiques. Les plus répandues sont les méthodes hydrologiques, qui font intervenir l'analyse du régime hydrologique, et éventuellement les relations observées entre le régime et certains paramètres écologiques (pourcentage de végétation alluviale, abondance de certaines espèces) (Lamouroux et al., 2017) Le second type de méthode est dit « d'habitat hydraulique », et repose sur le couplage entre un modèle hydraulique qui prévoit les caractéristiques d'un tronçon (hauteur d'eau, surface mouillée, vitesses) en fonction du débit et d'éléments physiques (dimensions, substrat), avec un modèle de préférence biologique. Ce dernier estime les exigences écologiques d'espèces de poissons, d'invertébrés, ou de flore, en fonction des caractéristiques hydrauliques de chaque tronçon (Ibid., 2017).

Dans le cas de la France, plusieurs méthodes ont été utilisées dans la réglementation sur la gestion quantitative de l'eau depuis les années 1980, depuis des indicateurs purement hydrologiques vers des modèles d'habitat plus complexes.

2.2 Gestion quantitative de l'eau et débits réservés en France

2.2.1 Réglementation liée aux débits écologiques

2.2.1.1 Débits réservés

En France, on retrouve trois types de débits environnementaux liés à différentes réglementations. Les débits réservés à l'aval des ouvrages, les débits minimums en cas de crise, et les débits d'objectifs étiage devant être observés huit années sur dix.

La première allusion aux débits réservés date de la loi de 1919 sur les concessions hydroélectriques[82]. Cependant, aucune valeur seuil n'avait été définie et l'évaluation devait se faire au cas par cas.

La loi sur l'eau de 1984[83], ou « loi pêche », fixe pour la première fois un débit réservé minimal à mettre en place pour l'ensemble des ouvrages du territoire. Pour les nouveaux barrages ou seuils, le débit réservé doit être au minimum fixé au 10ème du module. Pour les ouvrages existants, le débit réservé est fixé au minimum au 40ème du module. Enfin, lors du renouvellement de concessions hydroélectriques, le débit est censé passer au 10ème du module. Une dérogation est toutefois possible pour les cours d'eau ayant un débit supérieur à 80 m3/s, au 20ème du module.

Plus récemment, la LEMA de 2006 a créé l'article L 214-18 du code de l'environnement[84] qui définit le débit réservé comme le « *débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces ».* Pour les nouveaux ouvrages ou ceux déjà construits, le seuil de débit réservé a été fixé au 10ème du module. Trois conditions peuvent cependant permettre d'obtenir une dérogation au 20ème du module : si le débit moyen interannuel est supérieur à 80 m3/s, si les barrages participent à produire de l'énergie pendant les périodes de forte demande, et dans le cas de rivières présentant une hydrologie « atypique »[85] (par exemple marquée par des étiages très sévères).

La mise en place des débits réservés est assurée par les services de la Dreal en charge de l'eau et de la biodiversité, et des concessions hydro-électriques. Les contrôles sont effectués par la Dreal et la police de l'eau (DDT et OFB).

---

[82] Loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique.
https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000498687/2010-07-13/

[83] Loi n° 84-512 du 29 juin 1984 relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles.
https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000692732/2020-12-14/

[84] Article L-214-18 du Code de l'Environnement.
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006833152/

[85] Décret n°2019-827 du 3 août 2019.
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074220/LEGISCTA000017695264/

2.2.1.2 Débits de crise en cas de pénurie d'eau (gestion conjoncturelle)

La loi sur l'eau de 1992[86] a reconnu l'eau comme patrimoine commun de la nation et introduit le principe de « *gestion équilibrée de la ressource en eau* ». Elle a donné la possibilité aux préfets départementaux la possibilité de limiter ou suspendre provisoirement les usages de l'eau « *en cas de sécheresse, d'inondation ou de risque de pénurie* »[87]. Cette gestion de l'eau est dite « conjoncturelle » au sens où les mesures sont prises pour faire face à des situations temporaires et occasionnelles.

Un ordre de priorité a été établi en cas de limitation des usages[88] :

1) Assurer la santé, la salubrité publique, la sécurité civile et l'alimentation en eau potable de la population.
2) La préservation des milieux naturels aquatiques.
3) Le maintien des usages : agriculture, pêches et cultures marines, pêche en eau douce, industrie, production d'énergie, en particulier pour assurer la sécurité du système électrique, transports, tourisme, protection des sites, loisirs et sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées.

Des seuils de déclenchement des limitations d'usages de l'eau ont été définis aux niveaux départementaux par l'administration. Ils prennent en compte généralement le débit journalier, ainsi que les débits moyens et maximum observés au cours des derniers jours à une ou plusieurs stations hydrométriques du bassin considéré (Sauquet et al., 2019).

Quatre stades de gestion de crise existent, avec des mesures de restrictions correspondantes : les stades de vigilance, d'alerte, d'alerte renforcée et de crise. Dans le cas du département des Alpes de Haute Provence, les mesures de restrictions pour les différents stades sont présentées dans le Tableau 31. Cependant, il a été montré que les prises de décision ne reposaient pas uniquement sur ces indicateurs, mais aussi sur plusieurs phases de négociation faisant intervenir des compromis et des arrangements (Barbier et al., 2010).

Une grande diversité des mesures et d'indicateurs était observée entre les départements et au sein de ces derniers entre bassins versants. Les arrêtés sécheresses départementaux sont pris maintenant en accord avec un arrêté-cadre départemental qui fixe les règles principales de définition des seuils et des mesures de restriction, et un arrêté « d'orientation » au niveau du bassin hydrographique (MTES, 2021, guide mise en œuvre arrêtés).

[86] Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau.
https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000173995?tab_selection=all&searchField=ALL&query=loi+sur+l%27eau+1992&page=1&init=true

[87] Article L-211-3 du Code de l'Environnement.
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000033932907/

[88] Article L-211-1 du Code de l'Environnement.
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000033746493/2017-03-01

Tableau 31 : Mesures de restriction des usages de l'eau dans le département des Alpes de Haute Provence. Source : DDT des Alpes de Haute Provence.

Niveaux	Conséquences sur les prélèvements agricoles	Conséquences sur les prélèvements non destinés à l'alimentation en eau potable ni à la production agricole
Alerte	Baisse de 20 % des volumes prélevés Interdiction d'arrosage de 9h à 19h	Baisse de 20 % des volumes prélevés Interdiction d'arrosage de 9h à 19h Remplissage des piscines privées interdit Lavage des voitures en station uniquement Fontaines fermées
Alerte Renforcée	Baisse de 40 % des volumes prélevés Interdiction d'arrosage de 9h à 19h	Interdiction d'arrosage des espaces verts, pelouses, fleurs, jardins d'agrément, ... Interdiction d'arrosage de 9h à 19h pour les jardins potagers, stades, golfs Remplissage des piscines privées interdit Lavage des voitures en station uniquement Fontaines fermées
Crise	Suppression de tout prélèvement	Interdiction de tout usage autre que l'eau potable (piscine, lavage des voitures, arrosage des jardins, ...) Fontaines fermées

2.2.1.3 Débits d'objectif étiage et gestion structurelle

En plus des débits réservés et de la gestion conjoncturelle, une réglementation a été mise en place pour assurer un équilibre durable entre ressources en eau et usages dans les bassins versants, indépendamment de la présence ou non d'ouvrages.

Les circulaires de 2008[89] et 2010[90] relatives « *à la résorption des déséquilibres quantitatifs* » constituent les fondements de la réforme des volumes prélevables, et de la gestion structurelle en France. L'objectif est d'assurer des débits d'objectif étiage (DOE) pour lesquels sont simultanément satisfaits le bon état des eaux et l'ensemble des usages, en moyenne huit années sur dix. Autrement dit, il est considéré que les bassins sont à l'équilibre si des arrêtés sécheresses ne sont pris en moyenne qu'une année sur cinq.

D'après les circulaires de résorption des déséquilibres quantitatifs, cinq instruments de politique publique et étapes devaient être mis en œuvre entre 2008 et 2014 :

[89] Circulaire du 30 juin 2008 relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation.
http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=28179

[90] Circulaire du 3 août 2010 relative à la résorption des déséquilibres quantitatifs en matière de prélèvements d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation dans les bassins où l'écart entre le volume prélevé en année quinquennale sèche et le volume prélevable est supérieur à un seuil de l'ordre de 30 %. www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Bulletinofficiel-0024505&regId=85d89b0c-78a2-4f5e-953a-0f9950d98bb9&pos=6

- Lister les bassins en déficit quantitatif dans le SDAGE dès 2008.
- Engager la procédure de classement en ZRE de ces bassins dès 2008.
- Réaliser des études d'évaluation des volumes prélevables dans les bassins en déficit dès 2009.
- Mettre en conformité les autorisations de prélèvement avec les volumes prélevables au plus tard fin 2014.
- Encourager la mise en place d'organisme unique de gestion collective (OUGC) pour l'irrigation agricole.

La circulaire de 2010 reporte a 2017 l'atteinte de l'équilibre dans le cas de bassins où le déficit entre ressources et besoins est supérieur à 30%.

Dans les bassins classés en déficit quantitatif, la redevance de l'Agence de l'eau est majorée. De plus, l'accès aux aides est prioritaire par rapport à des territoires non déficitaires.

La zone de répartition des eaux (ZRE) correspond à une « *zone présentant une insuffisance autre qu'exceptionnelle des ressources en eau par rapport aux besoins*[91] ». Le classement en ZRE modifie les seuils d'autorisation de prélèvement à 8 m3/h contre 1000 m3/h hors ZRE, et l'ensemble des prélèvements doivent être déclarés, alors que seuls les prélèvements supérieurs à 400 m3/h doivent l'être hors ZRE (Erdlenbruch et al., 2013). Par ailleurs, les autorisations de prélèvement temporaires ne peuvent pas être accordées dans les ZRE, comme c'est le cas généralement pour les préleveurs individuels qui renouvellent leur demande chaque année. Des demandes pluri-annuelles pour une période de 3 à 10 ans doivent être adressées à la DDT et requièrent la réalisation d'une étude d'impact prenant en compte l'ensemble des prélèvements du bassin et les résultats des études volumes prélevables. Enfin, la ZRE facilite les possibilités d'opposition de l'administration à de nouveaux prélèvements, tant que le déficit entre ressources et besoins reste présent (Secrétariat technique du Sdage, 2017).

Des OUGC peuvent être créés pour porter l'ensemble des demandes de prélèvement d'un bassin auprès de l'administration. L'OUGC est alors détenteur de l'autorisation unique de prélèvement (AUP) pour la période considérée.

2.2.2 Réglementation liée aux financements d'infrastructures

La gestion quantitative de l'eau comprend également la réglementation liée au financement de nouvelles infrastructures, comme des barrages ou transferts d'eau. Cette réglementation a fait l'objet de divers décrets, plans d'action et missions gouvernementales depuis le début des années 2000. Un court résumé est présenté ici. Le Tableau 32 résume les différents types de débits environnementaux en France.

[91] Article R211-71 du code de l'environnement.

Tableau 32 : Réglementations en France sur les débits écologiques. Source : auteur.

Débits écologiques	Débits réservés à l'aval des ouvrages	Débits minimums en cas de pénurie d'eau (gestion conjoncturelle)	Débits d'objectif étiage (DOE) (gestion structurelle)
Définition	Débit minimal à l'aval des ouvrages transversaux, garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces	Débits de vigilance, d'alerte, d'alerte renforcée et de crise, auxquels correspondent des restrictions d'usages de l'eau. Ils doivent permettre d'assurer la santé, salubrité publique, sécurité civile et l'alimentation en eau potable de la population ; la préservation des milieux aquatiques ; dans la mesure du possible le maintien des usages économiques	Débits pour lesquels sont simultanément satisfaits le bon état des eaux et l'ensemble des usages, en moyenne huit années sur dix
Méthode de détermination	Méthode hydrologique, basée sur un pourcentage du module. 10ème du module sauf dérogations au 20ème (cours d'eau ayant un module supérieur à 80 m3/s, production d'énergie en période de pointe, cours d'eau atypiques)	Différentes méthodes hydrologiques, basée sur l'analyse des débits journaliers et éventuellement les précipitations	Différentes méthodes hydrologiques ou d'habitats hydrauliques
Autorité compétente	Dreal et services de police de l'eau (DDT et OFB)	Préfets de département (harmonisation au niveau du district hydrographique) et police de l'eau	Coordination par la Dreal de bassin (district hydrographique) et l'agence de l'eau, en lien avec services régionaux et départementaux
Organismes intervenant dans la mise en œuvre	/	Comités "ressources en eau"	Commission Locale de l'Eau, Syndicat Mixte, ou DDT
Réglementation	Article L-214-18 du Code de l'Environnement	Articles L-211-1 et L-211-3 du Code de l'Environnement	Circulaire du 30 juin 2008 relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation

Comme indiqué dans le rapport de Pierre-Etienne Bisch de 2018, « *la mise en œuvre de la LEMA s'est traduite de façon différenciée dans les SDAGEs et a provoqué un débat national sur la création de ressource au travers notamment des retenues de substitution* ». L'article 27 de la loi « Grenelle II » de 2009[92] demandait une adaptation des prélèvements aux ressources, grâce à « *la gestion collective et la création de retenues* ». En 2011, Nicolas Sarkosy lançait le « plan de soutien à la création de retenues d'eau et à l'adaptation des cultures » visant à augmenter le stockage de 40 Mm^3 par an sur le territoire national grâce à un important financement de la part des agences de l'eau. Dès sa nomination en tant que ministre de l'environnement en 2012, Delphine Batho prenait une trajectoire opposée en mettant en place un moratoire sur le financement de nouvelles retenues d'eau, dans l'attente d'un rapport parlementaire faisant état de la problématique. En 2013, son remplaçant Philippe Martin lève le gel des financements, dans le cas où les nouvelles infrastructures s'insèrent dans un « projet de territoire ». Ce projet doit « *viser à améliorer la connaissance de la ressource, à promouvoir les économies d'eau – notamment via l'engagement dans des pratiques agricoles moins consommatrices d'eau – et à améliorer la qualité des milieux aquatiques tout en sécurisant l'approvisionnement* ». Le cadrage est précisé en 2015, à l'initiative de Ségolène Royal, qui impose que le financement des agences de l'eau soit uniquement dédié à des infrastructures permettant une substitution des volumes

[92] Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000020950534/2021-05-30

prélevés dans le milieu, et non à l'augmentation des prélèvements. La notion de projet de territoire est également renforcée pour mettre en place ces projets.

Le rapport réalisé par Monsieur Bisch et associant notamment l'APCA et FNE devait faire le point sur le développement des projets de territoire. Conclu en 2018, les auteurs estiment que le cadrage des projets de territoire a eu des effets relativement limités, étant donné que seuls quelques projets (moins de cinq) ont été validés sur la soixantaine recensée (Bisch et al., 2018).

Suite à cela, un nouveau décret est paru en 2019, remplaçant les projets de territoire par des projets de territoires pour la gestion de l'eau (PTGE). Ces derniers apportent peu de modifications, mais ouvrent la possibilité pour les agences de financer des projets « multi-usages », qui ne sont pas uniquement dédiés à la substitution de prélèvements pour les milieux naturels.

Ces évolutions au niveau national se sont accompagnées de mesures propres aux différents bassins hydrographiques. Dans le bassin RMC, ce sont les Plans de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE) qui ont été créés dès 2013, en accord avec les instructions gouvernementales de 2013 et 2015.

La mise en œuvre de la réforme des volumes prélevables et des PGRE dans le bassin RMC est présentée dans la prochaine partie.

2.3 Gestion quantitative de l'eau dans le bassin RMC

Le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée fixe les orientations pour une gestion équilibrée de la ressource en eau. Huit orientations fondamentales du SDAGE sont mentionnées, dont notamment l'OF7 « *atteindre et pérenniser l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau, en anticipant l'avenir* ». Les objectifs de quantité sont définis par « *(1) des débits d'objectifs étiage (DOE) pour lesquels sont simultanément satisfaits le bon état des eaux et l'ensemble des usages, en moyenne huit années sur dix et (2) des débits de crise renforcés (DCR) en dessous desquels seules les exigences relatives à la santé, la sécurité civile, l'alimentation en eau potable et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits* ».

Plusieurs adaptations ont été mises en place dans le cadre de la réforme des volumes prélevables dans le bassin RMC, par rapport aux circulaires de 2008 et 2010. Premièrement, le classement en ZRE n'a pas été automatique pour les bassins considérés déficitaires « à dire d'experts » et inscrits comme tels au sein du SDAGE, comme c'était prévu dans la circulaire de 2008. En effet, les classements en ZRE ont été contestés dans de nombreux territoires par la profession agricole (Dreal de bassin 2015 ; 2017 ; 2018) et ont été très progressifs. Sur les 72 bassins déficitaires du district RM (Figure 131), seuls 60% d'entre eux étaient classés en ZRE en 2018 (Dreal de bassin, communication personnelle).

Deuxièmement, il est fait mention dans les circulaires d'évaluation des volumes prélevables, sans précisions sur les méthodes à mobiliser. Une étude de l'Inra et l'OFB de 2014 a comparé les méthodes mobilisées dans les bassins RMC, Adour Garonne et Loire Bretagne (Balestrat & Théron, 2014). Les bassins Adour Garonne et Loire Bretagne ont uniquement utilisé des indicateurs « hydrologiques », tels que les VCN 10 ou VCN 30 de l'année quinquennale sèche (Ibid., 2014). Le bassin RMC a mobilisé une méthode plus complexe mise en place par l'Inrae, dite « méthode habitat ». Il s'agit d'une méthode simplifiée d'habitat hydraulique, estimant les surfaces pondérées utiles pour différentes espèces, en fonction d'un modèle hydraulique et d'un modèle de préférence biologique des espèces (Lamouroux et al., 2018). Le débit minimum biologique est normalement défini en fonction des résultats d'ESTIMHAB, et le DOE est égal à la somme du débit biologique et des besoins en eau à l'aval du point considéré (Figure 132).

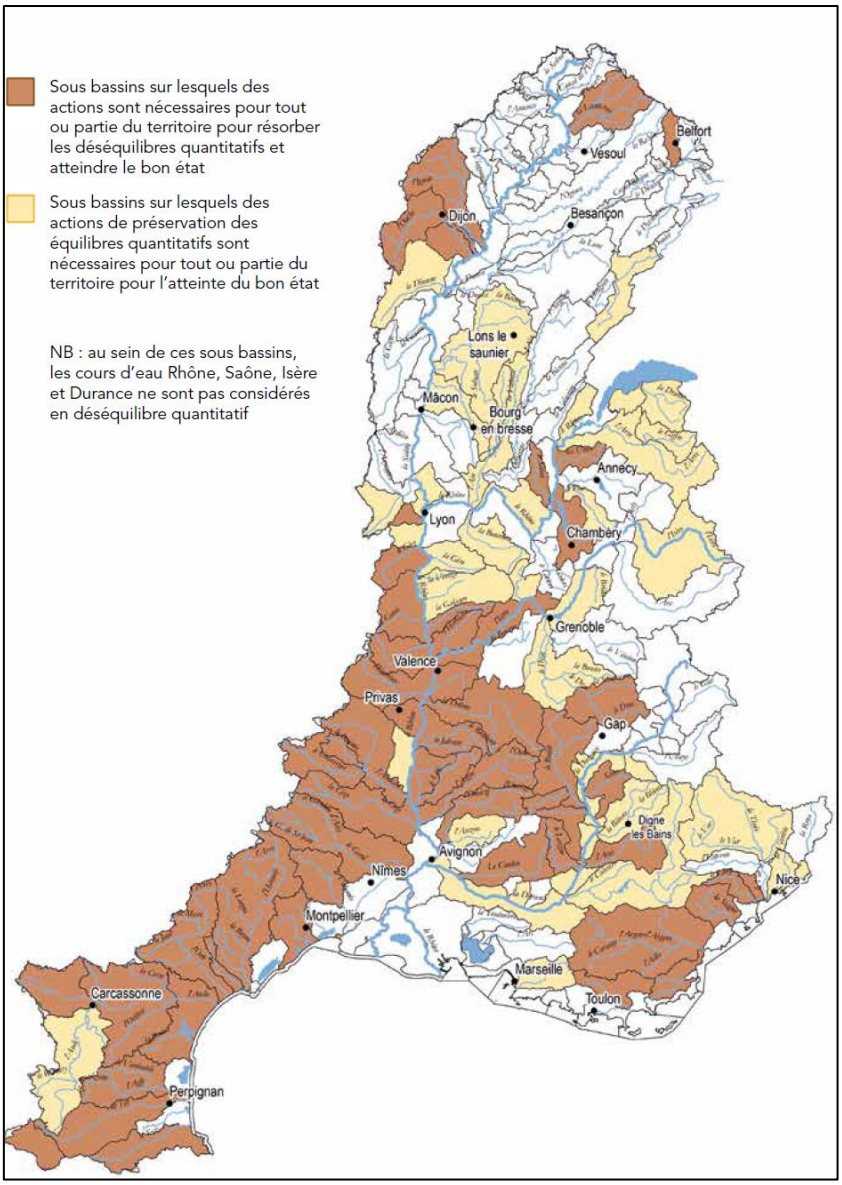


Figure 131 : Bassins versants classés comme "déficitaires" dans le district RM pour le SDAGE 2016-2021. Source : SDAGE RMC 2016-2021.

Troisièmement, le bassin RMC a créé l'outil des PGRE en 2014. Ces derniers font suite aux EVP dans les bassins déficitaires, et constituent « *un programme d'action pour atteindre l'équilibre quantitatif et organiser le partage du volume d'eau prélevable global entre les différents usages* » (Secrétariat technique du Sdage, 2014, p. 4). Le PGRE est par ailleurs « *nécessaire pour mobiliser des aides de l'Agence de l'eau pour le financement de solutions de substitution sur les zones en déficit quantitatif* » (Ibid., 2014, p. 4). Il est précisé que le PGRE « *n'est pas un dispositif réglementaire, mais un outil contractuel qui permet de rassembler et donner un cadre à la réflexion sur le partage de la ressource* » (Ibid., 2014, p. 8). L'articulation entre les différents outils de gestion quantitative est présentée dans la Figure 133.

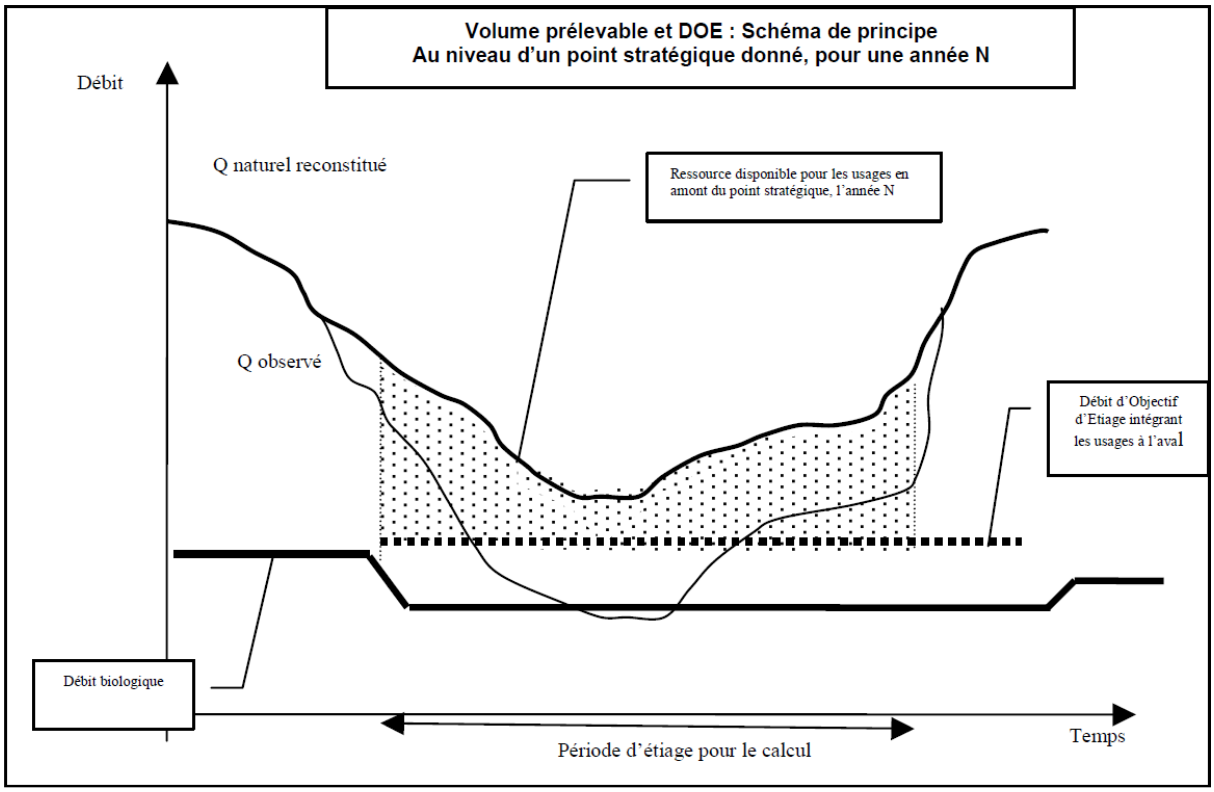


Figure 132 : Définition des débits d'objectif étiage. Source : Secrétariat technique du Sdage, 2011.

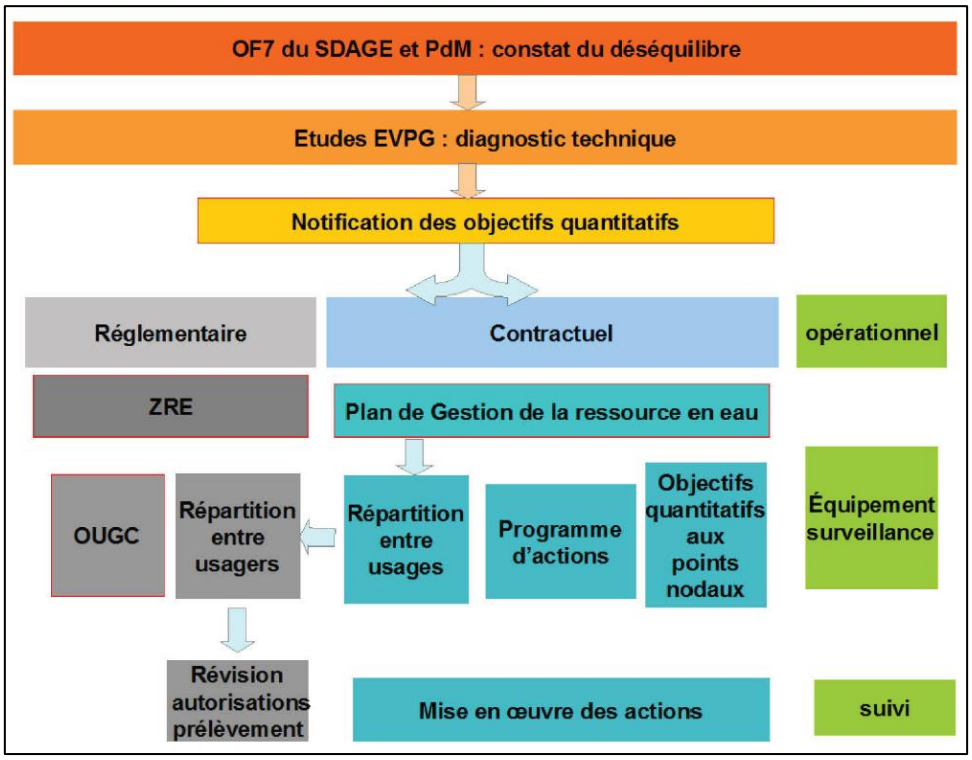


Figure 133 : Politique de gestion quantitative de l'eau dans le bassin Rhône Méditerranée et Corse. Source : Secrétariat technique du SDAGE, 2019.

La Figure 133 montre la place centrale qu'ont pris les PGRE dans la mise en œuvre de la réforme des volumes prélevables. La réforme des volumes prélevables dans le bassin RMC repose ainsi sur l'articulation entre l'instrument réglementaire de la ZRE, et l'instrument contractuel du PGRE :

> *Le classement en ZRE délimite des territoires sur lesquels il est nécessaire d'agir prioritairement en vue d'une gestion quantitative équilibrée et durable de la ressource en prenant en compte la préservation des milieux aquatiques associés et les adaptations nécessaires au changement climatique (L211-1 du Code de l'environnement). Il constitue l'outil réglementaire visant la résorption des déséquilibres quantitatifs.*
>
> *Parallèlement et dans un cadre contractuel, sur les mêmes territoires, l'équilibre quantitatif est à reconquérir par la combinaison de différentes actions de réduction des prélèvements, par des actions d'économie d'eau tous usages confondus et, si ces dernières ne s'avèrent pas suffisamment efficientes sur les milieux aquatiques, par la mobilisation d'autres ressources de substitution. Ce panel d'actions concertées et partagées par les acteurs du territoire au sein d'un plan de gestion quantitative des ressources en eau (PGRE) est renforcé parfois, pour l'atteinte de cet objectif commun, par le classement d'une zone en ZRE évitant ainsi l'aggravation du déséquilibre par de nouveaux prélèvements sollicités pendant la période d'élaboration et de mise en œuvre du PGRE* (Secrétariat technique du Sdage, 2017).

L'articulation entre ZRE et PGRE a fait l'objet de nombreuses négociations. Les services de l'État au niveau du bassin ont encouragé le classement en ZRE de l'ensemble des territoires déficitaires depuis 2010, en accord avec les circulaires de la réforme des volumes prélevables, et malgré les oppositions du secteur agricole. Plusieurs DDT ont cependant tenté de freiner les classements en ZRE, pour privilégier les démarches contractuelles mieux acceptées sur le terrain :

> *Naturellement tout ce qui est passé en déficitaire devrait être classé en ZRE. Là-dessus les DDT sont montées au créneau en disant, si je veux pouvoir discuter il ne faut pas mettre tout de suite les ZRE, laissez-nous travailler avec les acteurs pour mettre en place les PGRE. Si vous mettez trop vite les ZRE, ça bloquera les PGRE. Suivant les territoires c'était plus ou moins marqué. Ce que je sais c'est que la profession agricole était contre la ZRE* (Dreal Paca, 2018).

Les différentes adaptations des circulaires dans le bassin RMC représentent une première étape de traduction de la politique nationale, avec ses reformulations et ses outils spécifiques. Nous n'avons toutefois pas étudié finement cette première reformulation dans le cadre de ce travail.

Nous proposons ici de nous concentrer sur l'étape de mise en œuvre de la réforme dans le district hydrographique Rhône Méditerranée, au sein du bassin de la Durance et de nos deux cas d'études.

3 Traduction de la réforme des volumes prélevables dans le bassin de la Durance : nouveaux transferts d'eau vers les affluents déficitaires

3.1 Les affluents déficitaires du bassin de la Durance

Avant de nous intéresser plus spécifiquement aux cas du Jabron et du Sasse, nous montrons que la traduction de la réforme des volumes prélevables dans le bassin de la Durance était déjà à l'origine d'un cadrage favorisant les nouveaux transferts d'eau, au détriment d'autres solutions comme par exemple la modification des pratiques culturales. Nous présentons le contexte des affluents déficitaires du bassin, puis montrons les principales raisons de l'attrait pour de nouvelles infrastructures.

Neuf études volumes prélevables ont été menées dans le bassin de la Durance, avec la classification de huit affluents comme étant déficitaires dans le SDAGE : Sasse, Buëch, Jabron, Vançon, Lauzon, Largues, Asse et Calavon. Suite à l'étude volume prélevable, la Bléone a été considérée « *en équilibre*

précaire ». Exceptés le Buëch, le Calavon, et le Largues, les affluents du bassin de la Durance ne sont pas connectés au système régulé Durance Verdon (Figure 134).

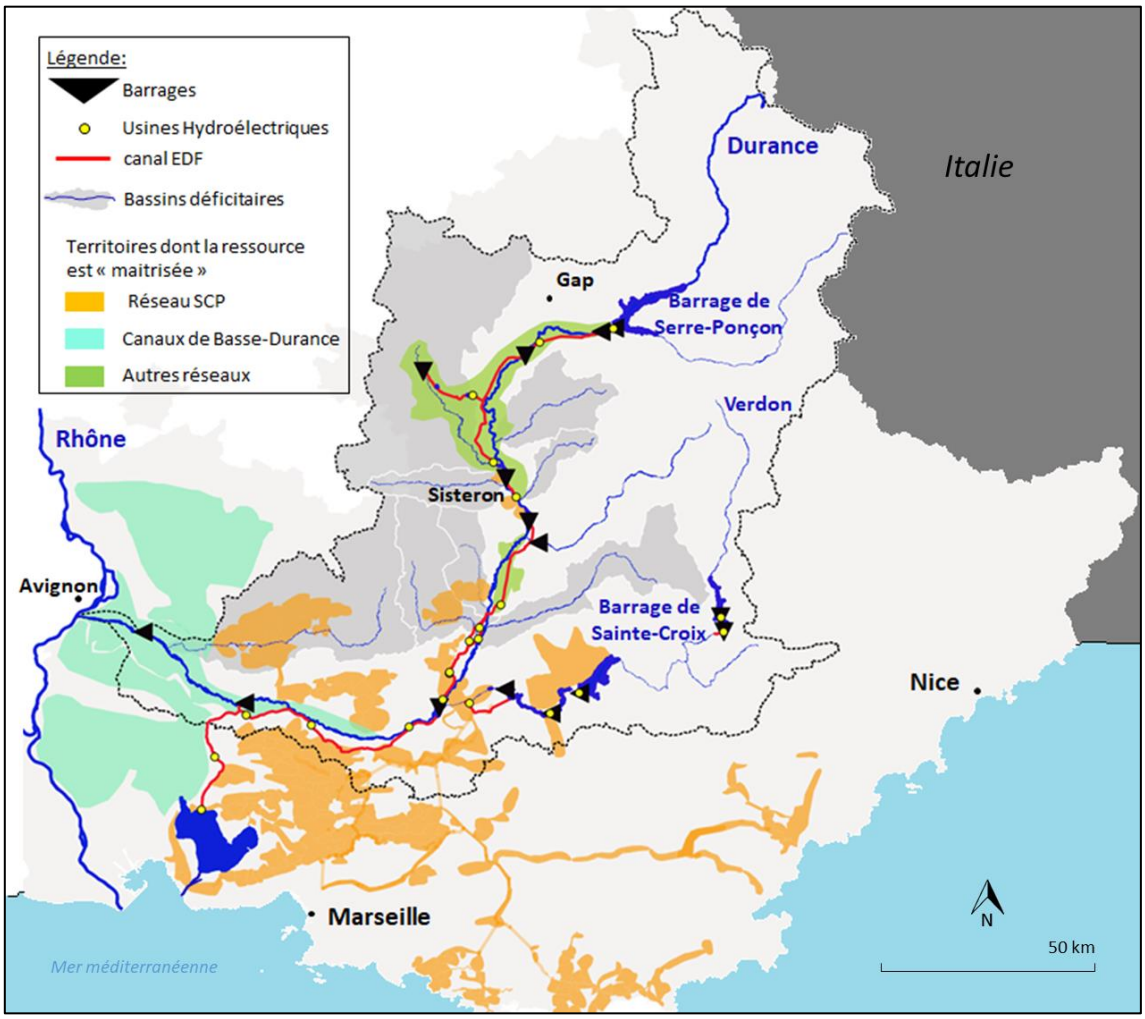


Figure 134 : Bassin de la Durance et principaux aménagements hydrauliques. Territoires aux ressources maîtrisées et territoires déficitaires. Source : M. Laurenceau à partir de BD HYDRA2015, BDTOPO, Dreal Paca.

On observe un fort contraste entre les exploitations agricoles. On retrouve la majorité des cultures intensives en bord de Durance ou dans des zones bénéficiant d'une connexion aux infrastructures EDF, et où l'arboriculture est majoritaire avec en particulier les pommiers. Les pommes représentent ainsi près de 2000 hectares dans le département des Alpes de Haute Provence et la première production en termes de chiffre d'affaires (Agreste, 2021). On observe au contraire une agriculture basée principalement sur l'élevage extensif d'ovins dans les parties plus à l'amont des affluents, et plus généralement tout le nord du bassin de la Durance (Figure 135). 45% des exploitations du département sont dédiées à l'élevage ovin/caprin ou à la polyculture élevage, et les prairies et espaces de pâturage (landes et parcours) représentent environ 150 000 hectares sur les 190 000 hectares de SAU (Agreste, 2018 ; 2020). Alors que l'irrigation des vergers se fait dans la quasi-totalité des cas grâce à des systèmes d'aspersion ou de goutte-à-goutte, l'irrigation des prairies se fait généralement par submersion. Le lavandin et les grandes cultures sont majoritaires dans la partie sud du département et concernent principalement le Largue, le Lauzon et le Calavon.

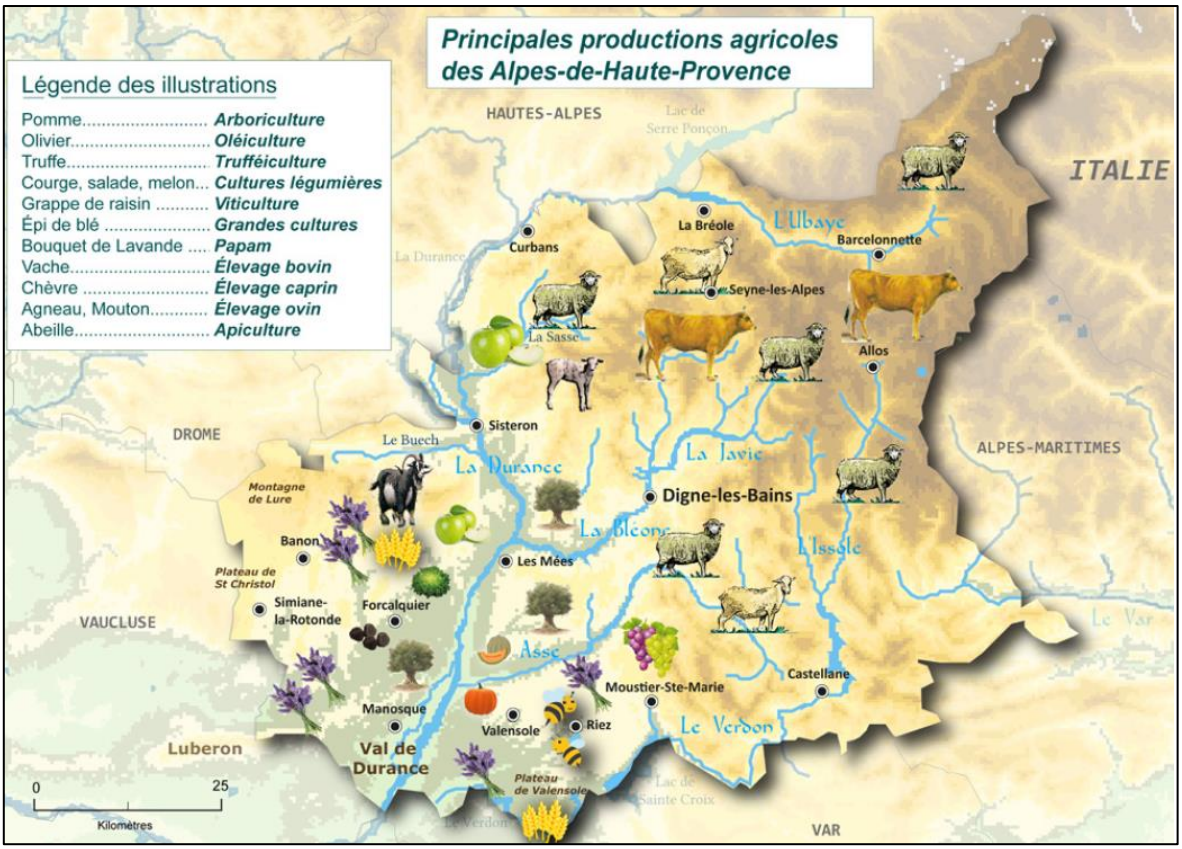


Figure 135 : Productions du département des Alpes de Haute Provence. Source : Draaf Paca, 2019.

Nous avons utilisé ici deux sources de données pour présenter l'enjeu de manque d'eau estival dans les affluents du bassin de la Durance : le type et la fréquence d'arrêtés sécheresses pris au niveau du département de 2004 à 2019, et les informations issues de l'Observatoire National des Données sur l'Étiage (ONDE) de l'OFB de 2012 à 2019. Les agents de l'OFB réalisent une analyse de l'étiage des cours d'eau à des points précis pour lesquels un risque d'assec est connu, une fois par mois de mai à octobre. Ils déterminent si l'écoulement est visible, non visible (écoulement sous la surface visible dans les trous d'eau), ou si le cours d'eau est en assec.

L'analyse pour une période de 15 ans montre que des arrêtés sont produits presque une année sur deux au moins au niveau d'alerte pour l'ensemble des bassins considérés comme déficitaires (Figure 136). Ce stade se traduit par l'interdiction d'arroser pendant entre 8 h et 19 h pour les agriculteurs.

Le réseau Onde comprend 24 stations situées dans le bassin de la Durance, en différents points des mêmes affluents. Nous avons retenu uniquement le mois d'août dans la Figure 137, qui est celui présentant le plus haut niveau de tension (à part quelques exceptions pour des bassins présentant les plus forts étiages en septembre). Il apparaît par exemple que le Petit Buëch a présenté un assec une année sur deux au moins d'août, entre 2012 et 2019. Plus généralement, un manque d'eau se fait sentir de façon fréquente sur les bassins considérés.

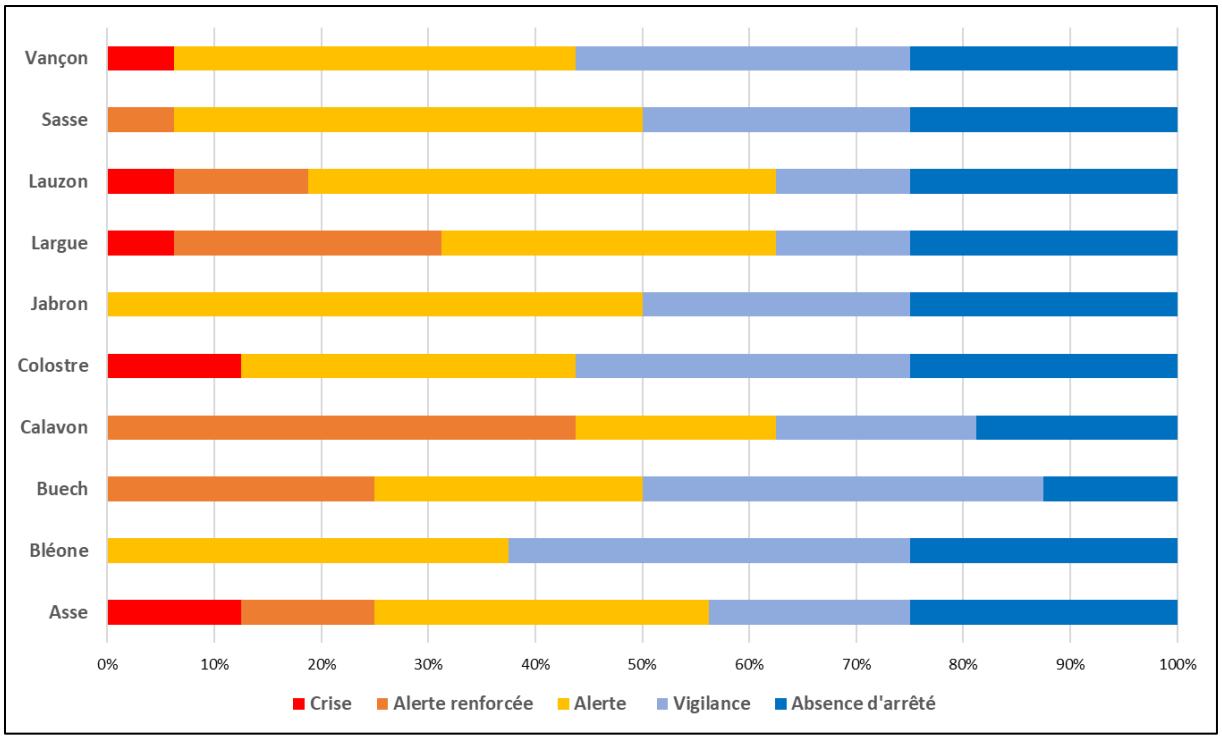


Figure 136 : Arrêtés sécheresses de. Source : auteur à partir de Propluvia, données Dreal de bassin AERMC, entre 2004 et 2019.

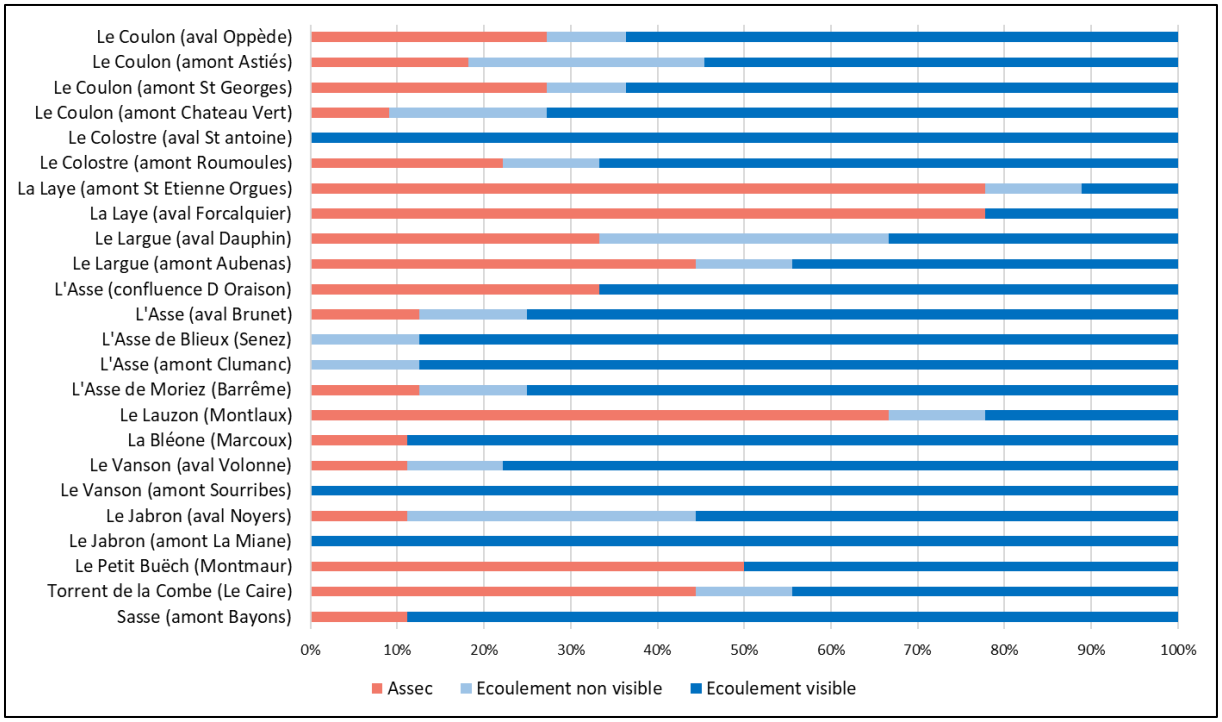


Figure 137 : Observations du réseau Onde de 2012 à 2019 sur les 20 stations présentes dans le bassin de la Durance, pour le mois d'août. Source : auteur à partir de BD ONDE de 2012 à 2019.

L'occurrence d'assecs et d'arrêtés sécheresses est très variable selon les années hydrologiques (Figure 138). Alors que l'année 2013 n'a pas connue de tensions particulières, presque 80% des points de jaugeage ne présentaient pas d'écoulement visible ou étaient en assec en 2017.

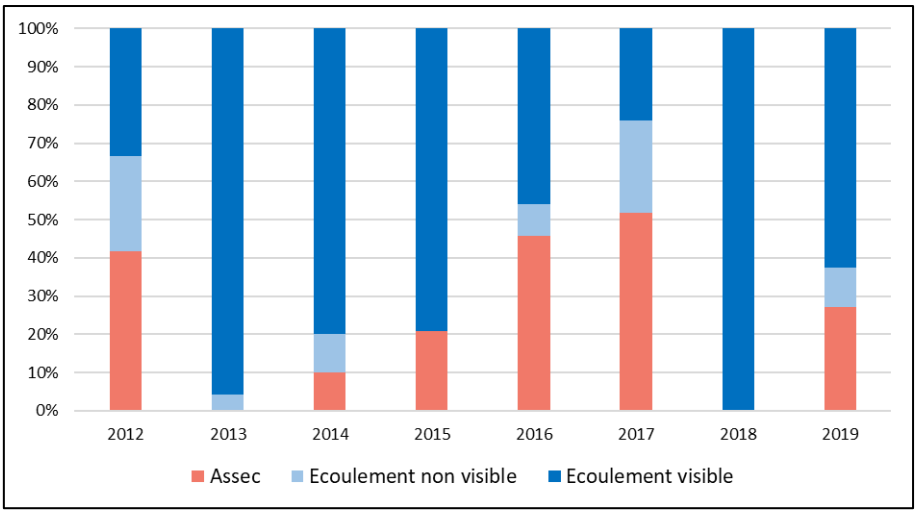


Figure 138 : Pourcentage de bassins déficitaires présentant un assec, un écoulement visible ou non visible dans le bassin de la Durance, au mois d'août, pour la période 2012-2019. Source : auteur à partir de BD ONDE de 2012 à 2019.

3.2 Vers de nouveaux transferts d'eau pour la sécurisation des bassins déficitaires

3.2.1 Sécurisation de l'accès à l'eau, équité et adaptation au changement climatique

Chaque fois que de nouveaux arrêtés sécheresses sont pris, les bassins déficitaires sont touchés par des restrictions d'usages de l'eau, alors que les territoires connectés au système régulé Durance Verdon ne le sont pas. L'enjeu d'équité entre l'amont non desservi et les secteurs avals bénéficiant d'une ressource sécurisée est souvent mis en avant :

> *Il s'avère que toutes les infrastructures de mobilisation ont été faites il y a plus de 50 ans. Mais maintenant, il faut réfléchir à un meilleur partage de l'eau et une meilleure répartition de la ressource, surtout dans un contexte de changement climatique. […] En période de crise, les départements de l'amont souffrent de la sécheresse et disent que ce n'est pas possible. Eux sur des petites économies agricoles, je dirais, crèvent de faim, et ont des calamités agricoles, alors que certains secteurs de la côte d'azur sont arrosés d'eau de la Durance (entretien avec un agent des services de l'État, 2018).*

Pour la Dreal, cette différence de traitement « *accentue la fracture entre territoires desservis par des ressources maîtrisées ou pas* » (Dreal Paca, 2018, p. 43). Dans le cadre des ateliers menés pour l'élaboration du SAGE Durance et le choix du périmètre du SAGE, l'enjeu de « *partage de la ressource* » est ressorti comme l'une des principales thématiques à traiter, en particulier « *les grands transferts d'eau et la question des bassins déficitaires aux côtés de bassins sécurisés* » (SMAVD, 2020, p. 114).

Face à ces trois enjeux de manque d'eau pendant les périodes d'étiage et d'arrêtés sécheresse, de risque d'aggravation dû au changement climatique (Sauquet et al., 2015), et d'équité entre territoires connectés ou non au système régulé Durance-Verdon, les transferts d'eau depuis la Durance vers les affluents représentent une solution portée par de nombreux acteurs.

Pour une personne du SMAVD, ces solutions « *permettent à l'agriculture de continuer à intensivement utiliser de l'eau, sans prélever toute la ressource en eau disponible pour les milieux* » (entretien avec le SMAVD, 2018). Il est cependant indiqué que la réflexion ne va pas jusqu'à interroger le type de culture irriguée, comme par exemple le maïs dans certains bassins.

Les PGRE sont censés permettre d'intégrer les transferts d'eau depuis la Durance vers les affluents, et d'en assurer le financement. Le Buëch a été l'un des premiers territoires à mettre en place ce type de transfert d'eau :

> *Globalement, ces actions sont favorables au maintien de l'agriculture et permettent de moderniser cette dernière. Sans la mise en place de celles-ci, l'irrigation risque d'être, dans la majorité des cas, condamnée. Afin d'éviter cette situation, la mise en place d'un véritable plan de gestion de la ressource en eau permettra de conforter l'irrigation et l'autonomie des systèmes agricoles respectueux de l'environnement* (Smigiba, 2019).

La traduction de la question environnementale en nouveaux transferts d'eau se fait donc dans le bassin de la Durance autour du rétablissement de l'équité entre amont et aval, et de l'adaptation au changement climatique.

3.2.2 L'eau du CEV pour les transferts d'eau, et les transferts pour légitimer le CEV

Le deuxième aspect qui favorise les nouvelles infrastructures est la disponibilité des ressources en eau, par l'intermédiaire du Compte Epargne Volume. En effet, il a été indiqué dans le Chapitre 3 que la possibilité de créer de nouveaux droits d'eau au titre de l'article 50 sur le système régulé Durance-Verdon n'était plus possible (autorisations dépassées en débits instantanés).

L'eau du CEV permet ainsi de rendre disponibles de nouvelles ressources en eau depuis le système régulé, étant donné que les projets de transfert d'eau font partie des réaffectations possibles (chapitre 3).

Au-delà de la disponibilité de l'eau du CEV, il ressort que les transferts d'eau représentent un moyen de légitimer le CEV depuis sa création. Le cas du Buëch, avec la réallocation d'environ 1 Mm^3 depuis la Durance et prélevés dans le CEV, est l'exemple qui revient de façon répétée au cours des réunions ou des entretiens. En effet, il s'agit du principal type de mesure qui est mobilisé pour intéresser (Callon, 1986) les agriculteurs au dispositif du CEV.

Lors de la réunion de la Commission Eau et Usages de janvier 2021, et notamment pour répondre au manque d'utilisation de l'eau du CEV, il a été envisagé de constituer un groupe « agriculture et irrigation », « *afin de partager les enjeux agricoles et permettre à ces acteurs de faire part des besoins en eau et de faire émerger des projets de substitution* » (élue de la région Paca, compte rendu de la commission Eau et Usages de janvier 2021).

Dans une note du SMAVD sur l'utilisation du CEV, il a également été proposé de transformer les volumes d'eau du CEV en financements EDF pour des infrastructures :

> *Une question générale portant sur le principe même de gestion du CEV est posée, mise en évidence par les simulations de consommation des volumes disponibles. Cette consommation semble, selon les scénarios, difficile à équilibrer par rapport à l'alimentation du CEV. S'il n'est pas possible de consommer tout le volume disponible pourquoi ne pas monétariser le surplus (qui sort du CEV qui est plafonné) auprès d'EDF qui le valorise de fait dans ses aménagements ? Cela pourrait notamment contribuer au financement d'infrastructures hydrauliques nécessaires pour transporter l'eau vers des milieux locaux ou des bassins déficitaires (SMAVD, 2020).*

Le prélèvement de volumes d'eau supplémentaires depuis la Durance n'est donc pas un facteur limitant pour les projets. Au contraire, la situation très particulière des infrastructures et la présence du CEV amènent à encourager de nouveaux transferts d'eau. Le dispositif permet la mise en place de nouveaux prélèvements éventuels, sans mobiliser les droits d'eau de l'article 50 qui auraient déjà atteint leur limite (chapitre 3).

3.2.3 Les PGRE du bassin de la Durance

Les principales caractéristiques des huit affluents déficitaires du bassin de la Durance sont présentées dans le Tableau 33, ainsi que les principaux projets de substitution envisagés ou en cours de réalisation.

Tableau 33 : Caractéristiques principales des résultats d'études volume prélevable et projets de substitution prévus. Source : auteur à partir des 8 PGRE et EVP.

Bassin versant	Sasse (PGRE 2017)	Buech (PGRE 2019)	Jabron (PGRE 2017)	Vançon (PGRE 2015)	Asse (PGRE 2014)	Lauzon (PGRE 2017)	Largue (PGRE 2017)	Calavon (PAGD 2015)
Aire (km2)	330	1460	200	110	693	175	378	995
Longueur (km)	36	85	34	27	130	25	45	84
Régime hydrologique	Nivo-pluvial (amont) à pluvio-nival (aval). Etiages été et hiver	Nivo-pluvial (amont) à pluvio-nival (aval). Etiages été et hiver	Pluvio-nival méditerranéen .Deux étiages, beaucoup plus marqué l'été	Pluvio-nival méditerranéen .Deux étiages, beaucoup plus marqué l'été	Pluvial méditerranéen. Etiages marqués l'été, avec assecs fréquents	Pluvial méditerranéen. Deux étiages, beaucoup plus marqué l'été avec des assecs à l'amont	Pluvial méditerranéen. Assecs fréquents amont et aval	Pluvial méditerranéen. Deux étiages, plus marqué l'été avec des assecs amont et aval
Module interranuel et QMNA 5 "naturalisés" en l/s (station)	3336 ; 1180 (Valernes)	15000 ; 1320 (Serres)	2250 ; 87 (Pont de Nadé)	1080 ; 92 (Pont de Sourribes)	4510 ; 550 (Clue de Chabrières)	1060 ; 48 (Pont du Pâtre)	680 ; 420 (Notre Dame de la Roche)	820 ; 71 (Bégudes)
DOE ; DCR (l/s)	340 ; 250	2500 ; 1500	130 ; 65	100 ; 40	400 ; 250	50 ; 25	23 ; 8	102 ; 47
Economies août (km3)	727	1200	129	548	775	/	/	/
Economies étiage (km3)	1100	3500	340	1645	1114	50	600	140
% de réduction à l'étiage	35% (août) et 45% (juillet) des volumes bruts prélevés tous usages confondus	Entre 30 et 50% des volumes bruts prélevés tous usages confondus pendant l'étiage	20% (AEP) et 33% (irrigation) sur la période juillet-août-septembre	Aval du pont de Sourribes : réduction de 100% des prélèvements en période d'étiage	Amont : modernisation des canaux et gel (trois Asses et Estoublaïsse). Aval : réduction de 15% en août	Gel des prélèvements agricoles, réduction de 20% AEP	5% à l'horizon 2017, 10% à l'horizon 2024 et 15% à l'horizon 2034 (prélèvements agricoles)	20% prélèvements tous usages confondus
Projets de substitution (volumes)	Transfert d'eau depuis la Durance : Conversion canal de saint tropez (6,6 Mm3)	Transfert d'eau depuis la Durance : Pompe Lazer (1 Mm3) Retenues collinaires Conversions	Transfert d'eau depuis la Durance : Extension réseau Thor (260 000 m3)	Transfert d'eau depuis la Durance : Conversion du canal de la Plaine à Volonne (1,2 Mm3)	Transfert d'eau depuis la Durance ou réseau sous pression à partir de puits (0,5 à 1,6 Mm3 selon les options)	1 projet de retenue collinaire ; modernisation réseaux AEP	projets de retenues collinaires	projets de retenues collinaires (extension SCP envisagée)
Porteur PGRE	DDT 04	SMIGIBA et DDT 05	DDT 04	DDT 04	DDT 04	DDT 04	PNR Lubéron et DDT 04	PNR Lubéron
Porteur(s) projets de substitution et partenaires directs	ASA canal de Ventavon - Saint Tropez, mairie de Sisteron, DDT 04	Asas, Smigiba, CA 05, DDT 05	Société du canal de Provence, CA 04, DDT 04	ASA du canal de la plaine de Volonne, CA 04, DDT 04	Chambre d'agriculture 04	/	Agriculteurs individuels, Chambre d'agriculture 04	Agriculteurs individuels, Chambre d'agriculture 04
Coût prévisionnel	12 M€	Transfert d'eau 0,6 M€ (transfert) 10 à 20 M€ (modernisation et retenues)	2,6 M€	5 M€	8,7 M€	/	/	/
Etat d'avancement (2021)	Deux parties finalisées (2018). Dernière tranche à réaliser	Nouvelle pompe installée en 2018 pour le transfert d'eau	Etudes de faisabilité et d'avant projet réalisées	Première tranche finalisée (2015). Autres tranches en cours	Projet	/	Plusieurs retenues réalisées	Plusieurs retenues réalisées
Classement ZRE	2015 classement de l'amont jusqu'à Clamensane	2015	2018 arrêté du préfet de bassin 2019 arrêté départemental	2014	Non (en discussion depuis 2012)	2010	2010	2018 classement de l'amont jusqu'au Bégudes

Selon les bassins, les réductions demandées varient fortement, entre environ 15% et 50% des prélèvements à l'étiage, et jusqu'à 100% à l'aval du Vanson par exemple. Les efforts demandés ont parfois été échelonnés dans le temps, comme pour le cas du Largue. L'usage agricole est majoritaire dans tous les bassins et représente 50 à 95% des volumes prélevés bruts à l'étiage.

Pour réallouer de l'eau vers l'environnement et maintenir les débits d'objectif étiage, tous les PGRE proposent la construction de nouvelles infrastructures, transferts d'eau ou retenues collinaires, généralement associées à des modernisations de réseaux gravitaires. Sur les huit PGRE, cinq comportent un projet de transfert d'eau depuis la Durance, et les trois autres des projets de retenues collinaires (une extension du réseau SCP avait également été envisagée dans le bassin du Calavon dans l'EVP, mais abandonnée, car trop couteuse).

D'après les premiers entretiens que nous avions réalisés et les dossiers de consultation du public par rapport au classement en ZRE, deux cas de figures contrastés semblaient apparaître : d'une part des bassins où les acteurs s'opposaient fortement aux résultats des études volumes prélevables, au classement en ZRE, en tentant de développer de nouveaux projets d'infrastructure qui permettraient d'éviter les restrictions ; d'autre part des bassins où la réforme des volumes prélevables était au contraire largement acceptée, et ré-appropriée par les acteurs locaux pour recycler des projets existants ou faciliter l'accès aux financements.

Nous avons choisi les cas du Jabron et du Sasse pour explorer ces deux voies de traduction de la réforme des volumes prélevables. Le Jabron a été au cœur des débats visant à éviter le classement en ZRE, jusqu'à ce qu'une solution de transfert soit mise en place (L'Espace Alpin, 2018). Il permet d'analyser avec précision les rôles d'intermédiaires de la DDT et la chambre d'agriculture pour la mise en œuvre de la réforme. À la différence de l'Asse où le classement en ZRE n'a toujours pas eu lieu, le projet de transfert est plus avancé et des études de faisabilité et d'avant-projet étaient disponibles. Le cas du Sasse représente le plus gros projet du bassin de la Durance en termes de surfaces concernées et de budget. Il est éclairant pour analyser les dynamiques de 'recyclage' d'un projet datant de plusieurs décennies.

4 Traduction de la réforme des volumes prélevables dans le bassin du Jabron : de la contestation au développement d'un « *hydro-social fix* »

4.1 Présentation du bassin du Jabron : hydrologie et usages de l'eau

4.1.1 Caractéristiques principales du bassin du Jabron

Le Jabron prend sa source sous le col de la Pigière, à 960 m d'altitude, sur la commune des Omergues et parcourt une vallée allongée d'ouest en est avant de se jeter dans la Durance à la cote 440 m, au sud de Sisteron. Le paysage est marqué par des reliefs importants, avec la montagne de Lure qui représente la frontière sud du bassin versant (Figure 139).

Le climat de la vallée du Jabron est marqué en été par de fortes températures et peu de précipitations. En automne et au début de l'hiver, les précipitations sont violentes, souvent torrentielles, et entraînent des évènements de crues intenses. Le manteau neigeux est généralement présent de décembre à mars, à plus de 1500 m d'altitude et particulièrement sur l'ubac. La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 950 mm par an.

Il s'agit d'une rivière en tresse déplaçant des quantités importantes de graviers et limons, en particulier pendant les épisodes de crue. L'été est marqué régulièrement par des assecs, notamment au niveau du pont de Valbelle (Figure 139, photo du bas).

Figure 139 : Vallée du Jabron. Haut : vue vers l'amont en période de hautes eaux (novembre 2019). Bas : vue vers l'aval en période de basses eaux (octobre 2019). Source : M. Grau.

La vallée comprend huit communes ainsi que l'extrémité sud de la commune de Sisteron. Sans compter Sisteron, il y a environ 1200 habitants dans la vallée, et jusqu'à 2000 pendant l'été.

4.1.2 Usages de l'eau agricoles

Cette partie repose principalement une enquête réalisée auprès de 15 agriculteurs de la vallée. L'étude a permis de rencontrer la quasi-totalité des agriculteurs et éleveurs de la vallée (15 sur moins d'une vingtaine). La SAU des enquêtés est de 5045 hectares, sur 5133 hectares d'après le recensement agricole en 2010 (sans Sisteron, ou 7160 hectares avec Sisteron). La répartition des cultures des exploitations enquêtées est décrite dans la Figure 140.

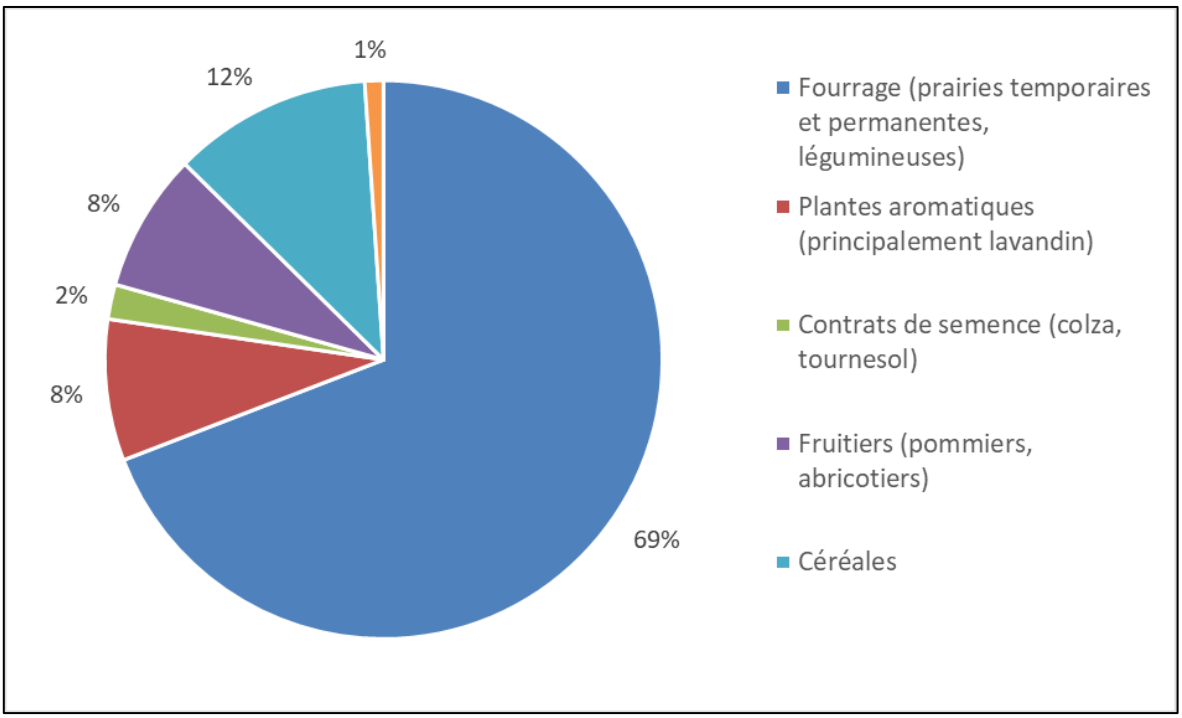


Figure 140 : Assolements de l'ensemble des exploitations enquêtées (SAU labourables) (2019). Source : Grau et Laurenceau, 2020.

Les surfaces labourables représentent moins d'un quart de la surface agricole utile soit 1350 hectares. Environ un quart de ces surfaces est irrigué. Les fourrages ou surfaces toujours en herbes (STH) restent majoritaires avec 69% des surfaces cultivées. Les céréales, historiquement très représentées, ont diminué pour ne représenter plus que 12%. Elles sont principalement destinées à enrichir l'alimentation des troupeaux, et sont particulièrement précieuses pour les agnelages au printemps. Les plantes aromatiques, dont le cours est favorable actuellement, ont retrouvé une part importante (8%) après un déclin lors des dernières décennies. La stabilité de cette culture, bien que traditionnelle et typique du paysage local, reste incertaine à cause des fluctuations des cours des marchés. Les surfaces en verger se sont stabilisées au tournant des années 2000, mais leur part reste prépondérante. Bien qu'elles restent inférieures à 10%, elles sont significatives et traduisent bien l'implantation de nouvelles pratiques agricoles, plus intensives, car reposant sur un usage important d'intrants. Deux exploitations sont importantes en termes de surfaces, dont une représentant les deux-tiers de l'arboriculture de la vallée (pommiers en grande majorité, et abricotiers). D'autres exploitations disposent de quelques hectares de vergers, mais ne sont pas spécialisées. Les systèmes d'irrigation sont principalement des asperseurs, et quelques fois des micro-jets ou goutte à goutte (une exploitation sur cinq). La plupart des parcelles sont au bord du Jabron. La part des oléo-protéagineux, bien que faible, se caractérise par l'augmentation récente des contrats de semence engagés par les agriculteurs. Les contrats avec les semenciers représentent en effet, un moyen de diversification rentable.

L'élevage ovin, qui constitue l'activité historique majoritaire, s'est maintenu au cours du temps avec près de 4000 têtes pour la production de viande. Ce chiffre est tout de même en diminution par rapport aux décennies précédentes. Tous les exploitants parviennent à écouler leur production localement près de Sisteron (entretien, agriculteurs).

D'après notre enquête, on peut différencier trois grands profils d'exploitations : l'exploitation ovine diversifiée, l'exploitation ovine spécialisée et l'exploitation basée sur des cultures à haute valeur ajoutée. Pour mener cette classification, deux critères principaux ont été privilégiés : présence ou non d'activité d'élevage, et production de cultures à haute valeur ajoutée (HVA) au sein de l'exploitation. Les filières à HVA comportent ici l'arboriculture, le maraichage, et les plantes à parfum, aromatiques et médicinales (PPAM). Quinze exploitations ont été enquêtées, mais seulement 13 sont représentées du fait d'un manque d'informations concernant deux exploitations, dont la majeure partie des parcelles se situe en dehors de la vallée du Jabron. Les exploitations se partagent assez bien sur les trois grands types identifiés de par leur fréquence et leur superficie (Figure 141). On retrouve quatre exploitations ovines spécialisées, cinq exploitations ovines diversifiées et quatre exploitations de productions à haute valeur ajoutée.

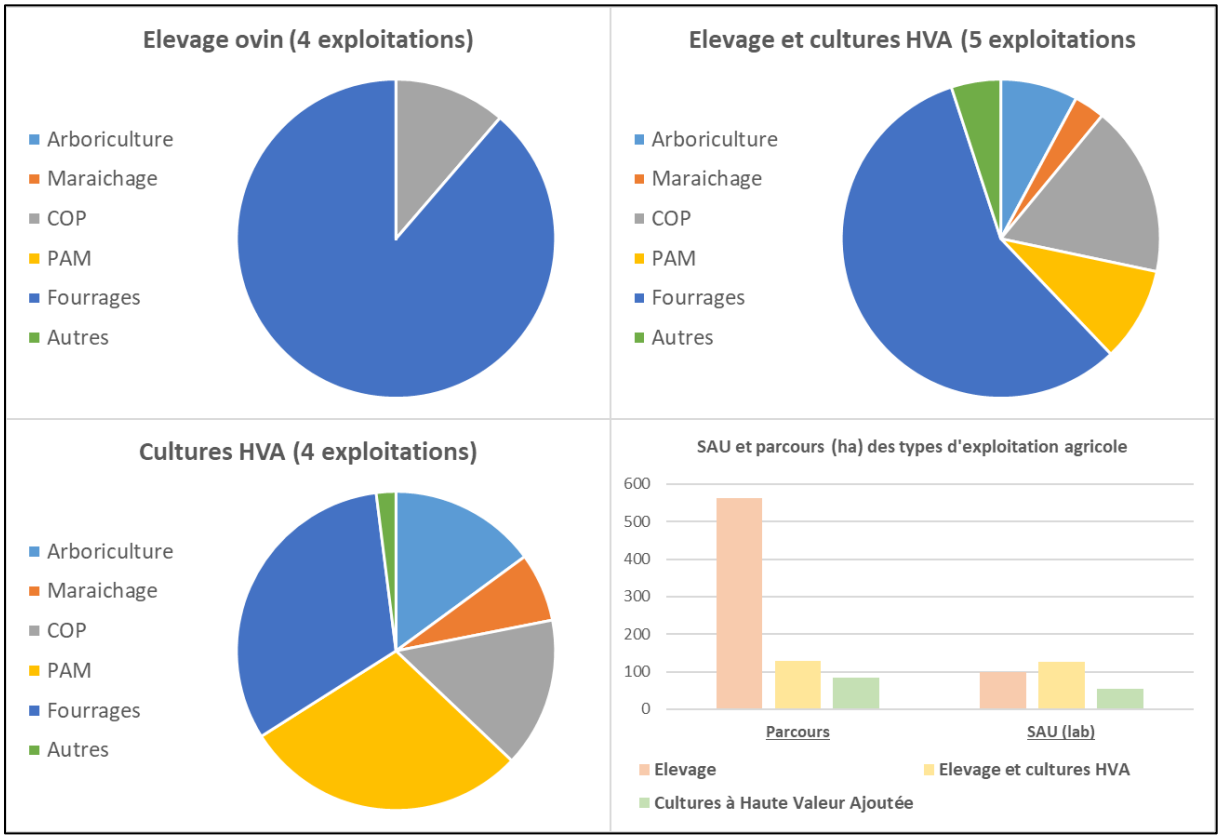


Figure 141 : Types d'exploitation agricole dans la vallée du Jabron. Source : Grau et Laurenceau, 2020.

Ces exploitations se différencient par leur mode d'utilisation des ressources en eau. Les exploitations dédiées à l'élevage représentaient la grande majorité de l'agriculture de la vallée du Jabron jusqu'aux années 1980. Pour la production de fourrage et l'irrigation des prairies, les canaux gravitaires étaient privilégiés. Sur les 15 canaux gravitaires recensés dans le bassin du Jabron, seuls six sont toujours en fonctionnement.

La plupart du temps, ces canaux ont été abandonnés du fait des contraintes d'entretien qu'ils demandent pour les mettre en eau, de l'évolution de la réglementation pour faire des travaux en rivière, et du manque d'eau en période d'étiage (entretien agriculteurs, décembre 2019). En effet, la

dynamique du lit du Jabron peut conduire à des phénomènes d'incision localisée, ne permettant plus de mettre en eau les prises. Lorsque les travaux nécessaires sont importants, il apparaît que les coûts financiers, les demandes d'autorisation et la complexité de montage des dossiers pour intervenir découragent certains agriculteurs.

Les ouvrages gravitaires ont en partie été remplacés par des pompages directement dans la rivière. En 2019 l'irrigation gravitaire concernait environ 40 hectares et l'irrigation sous pression 50. Les systèmes sous pression sont plus faciles d'entretien d'après les échanges avec les agriculteurs, et surtout permettent le développement d'autres productions, comme les arbres fruitiers. Avec les conditions climatiques de la vallée, il est nécessaire de disposer d'une aspersion anti-gel pour éviter les risques de gelées de printemps.

4.1.3 Des étiages naturellement sévères aggravés par les activités anthropiques

Le Jabron est une rivière de première catégorie avec de bonnes potentialités écologiques, comme l'atteste la présence d'écrevisses à pattes blanches à l'amont et de l'apron à l'aval (entretien OFB, 2019). En termes d'hydrobiologie, la qualité est bonne à très bonne sur l'ensemble du Jabron, bien qu'elle subisse des variations importantes (notamment à l'étiage). En amont jusqu'à Saint Vincent, la truite fario est le peuplement dominant, accompagnée de plusieurs espèces : blageon, chabot et vairon (Mic'eau, 2017). À l'aval de Saint-Vincent, la forte hausse des températures et le changement morphologique du cours d'eau entrainent une modification des peuplements. La dominance des cyprinidés d'eau vive caractérise cette portion (entretien APPMA, 2019). Il y a une augmentation des chevesnes, barbeaux, et une baisse des chabots. Plus d'une dizaine d'espèces de poissons sont bien installées dans le Jabron (entretien APPMA, 2019). D'après l'OFB, on observe depuis plusieurs années une remontée de la limite salmonidés/cyprinidés d'eau vive, les premières truites étant observées de plus en plus à l'amont du bassin. Une étude génétique en 2017 a permis d'identifier des profils génétiques de truites par comparaison avec la souche locale de référence du bassin Durance-Verdon. Les analyses ont identifié trois souches sur le Jabron et un de ses affluents, le Biaisse (Berrebi & Schikorski, 2017). La souche majoritaire (82%) est répertoriée comme autochtone de Durance. Deux autres souches minoritaires sont identifiées, Roquebillière et Atlantique (8 et 10% respectivement). Leur présence s'explique par des lâchers d'alevinage qui ont été arrêtés depuis 2017. La dominance des souches autochtones indique une bonne adaptation des truites dans le bassin du Jabron, et une capacité de reproduction et de développement. Cela souligne l'intérêt de maintenir et restaurer la capacité d'accueil de la rivière pour la reproduction de truites sauvages locales (entretien Fédération de pêche, 2019). La gestion est dite « patrimoniale stricte » depuis plusieurs années, et se fait donc sans alevinage, et sans lâchers de truites domestiques à l'ouverture de la pêche courant mars.

L'une des principales contraintes pour le peuplement piscicole est quantitative et liée aux étiages très sévères du Jabron (Sogreah, 2011). D'après la Fédération de pêche du 04 et l'APPMA locale, les conditions d'étiage perturbent fortement l'ichtyofaune et amoindrissent le potentiel écologique du Jabron, en particulier pour les peuplements salmonicoles, malgré la présence de frayères potentielles (entretien APPMA, 2019). Plusieurs tronçons d'assecs sont observés régulièrement, où le cours d'eau s'assèche totalement en surface (Sogreah, 2011). Quatre tronçons sont identifiés :

- Entre le pont de Lange et la souille de la Miane
- Entre le pont de Piedguichard et le Couvent
- Entre les ponts de Noyers et Valbelle (Figure 139, bas)
- Entre le pont de Valbelle et le pont de Gournias

Il est également important de noter que ces linéaires ont un lit large, à granulométrie grossière, favorable à la circulation souterraine et à des chenaux multiples. D'autres conformations favorisent l'écoulement superficiel de l'eau : rétrécissement du lit, affleurement de la nappe souterraine.

Le nombre d'arrêtés sécheresses au niveau d'alerte sur le Jabron est de 8 entre 2004 et 2019, soit 50% du temps (Figure 136). Bien que les stades d'alerte renforcée et de crise n'aient pas été déclenchés, la

situation d'alerte entraîne déjà une réduction de 20% des prélèvements. La fréquence des arrêtés sécheresses (stade d'alerte plus de 20% du temps) a entraîné la classification du Jabron comme bassin déficitaire. La mise en œuvre de la réforme des volumes prélevables est décrite dans la partie suivante.

Ces étiages ont également un impact sur la qualité de l'eau. Ainsi, une dégradation de la qualité est observée vers l'aval du fait de la pollution accumulée des rejets anthropiques et de l'augmentation de la température de l'eau (entretien OFB, 2019). Les conditions en période d'étiage estival altèrent fortement les peuplements macrobenthiques. La richesse spécifique diminue vers l'aval en raison d'une homogénéisation des milieux et de la pollution. Elle est caractérisée par des espèces indicatrices d'un enrichissement organique (Mic'eau, 2017). Pendant longtemps, l'absence de traitement des eaux usées a constitué la première pression impactant la qualité de l'eau. Les communes sont maintenant équipées de stations d'épuration (entretien OFB, 2019).

Il semblerait que le changement climatique, comme dans d'autres bassins de la région, participe à une augmentation de l'intensité et de la durée des étiages (entretiens OFB et fédération de pêche, 2019). Les étés sont marqués par des sécheresses de plus en plus sévères et longues, avec une prolongation jusqu'en septembre, voire octobre. La diminution du manteau neigeux et la remontée de la limite pluie/neige sont des facteurs impactant la constitution de réserves d'eau libérées progressivement avec la fonte à la fin du printemps (entretien DDT, 2019). Les habitants de la vallée relatent qu'avant, une station de ski au niveau de Lure fonctionnait assez bien, mais qu'elle est fermée depuis une dizaine d'années puisque le manteau neigeux ne lui permet pas de fonctionner assez de mois dans l'année. Ces observations des acteurs locaux sont en adéquation avec les dernières modélisations menées sur la bassin versant de la Durance, prévoyant des étiages plus longs et sévères sur les affluents (Sauquet et al., 2015).

Des débats importants ont lieu sur les causes de ces étiages sévères dans le bassin du Jabron. Les désaccords entre acteurs sur ce point ont entrainé ensuite des difficultés pour déterminer les efforts à réaliser, qui devait les réaliser, et comment (niveau d'ambition, solutions envisagées, répartition des efforts, etc.). On retrouve trois argumentaires principaux. La majorité des acteurs affirme qu'il existe un problème de « manque d'eau » et que le changement climatique est un facteur aggravant des étiages. Toutefois, pour la plupart des agriculteurs rencontrés, le problème quantitatif résulte du « *manque d'entretien* » de la rivière et de l'accumulation des graviers. L'amont du pont de Valbelle est un des exemples avancés. Le reboisement est également mis en avant comme l'un des facteurs ayant augmenté la consommation d'eau sur le bassin. Enfin, environ la moitié des agriculteurs estiment que le problème est pour partie « administratif », et que les outils comme les Zones de Restrictions des Eau aggravent la situation. Pour deux agriculteurs, soit une minorité, il s'agit plutôt de pratiques qui ne sont pas assez économes en eau : un assolement et des itinéraires culturaux trop dépendants de l'irrigation. Pour la plupart, les solutions existent, mais sont peu mises en œuvre. L'essentiel des avis convergent vers la mise en place de retenues comme moyen le plus efficace de répondre aux épisodes de sécheresse. Plusieurs soutiennent aussi l'amélioration des techniques (goutte à goutte, tensiomètres). Seuls quelques agriculteurs mentionnent des solutions alternatives : agroforesterie, changement des cultures, etc.

Les pêcheurs rencontrés, des associations environnementales (FNE 04 et une association locale), et certains habitants estiment que les prélèvements agricoles représentent le principal facteur aggravant des sécheresses sur le bassin du Jabron. L'étude volume prélevable a apporté des éléments appuyant cette position (Sogreah, 2011). Alors que l'effet de la reforestation et de la circulation des sédiments sont sujets à différentes interprétations, et produisent des effets parfois complexes et localisés, l'effet des prélèvements est bien reconnu (Ibid., 2011). Les économies d'eau sont souvent mises en avant comme principale mesure, ainsi que des changements de pratiques avec notamment l'augmentation des cultures à cultiver au sec. La Fédération de Pêche 04 et l'APPMA locale insistent également sur l'importance des adoux dans le fonctionnement des cours d'eau comme le Jabron. Les adoux (Figure 142) sont définis de la façon suivante par la Fédération de pêche de Région Paca :

Les adoux sont sources connectées au cours d'eau principal, […] des annexes hydrauliques qui se caractérisent par des eaux fraîches et claires (13°C en moyenne) et un débit constant. Ils jouent un rôle majeur en tant que corridor écologique […] : ce sont des zones de refuges pour une partie de la biodiversité aquatique du cours d'eau principal lors d'épisodes hydrologiques extrêmes comme les sécheresses ou encore les crues. Ce sont également des réservoirs de biodiversité […] : ils abritent des habitats diversifiés et une granulométrie moyenne adaptée à la reproduction piscicole qui en font des zones d'accueil pour tout un cortège d'espèces inféodées aux milieux aquatiques, protégées telles la Cistude d'Europe ou encore l'Écrevisse à pattes blanches, et patrimoniales comme la Truite Fario[93].

Figure 142 : Adoux ou source de la Bégüe, commune de Montfroc. Source : M Grau.

Certains acteurs (agriculteurs, expert de l'OFB) identifient le passage à l'aspersion comme l'un des facteurs ayant augmenté l'impact des sécheresses dans le bassin. Les surfaces irrigables sous pression ont fortement augmenté entre les années 1970 et 2000. En revanche, les surfaces irriguées avec un système gravitaire tendent à diminuer. L'agent de l'OFB indique ainsi qu'à l'époque, de nombreuses prairies étaient irriguées par des canaux gravitaires en bordure du Jabron, et permettaient une recharge en jouant le rôle de « tampon » pendant les étiages. En effet, environ 20% de l'eau amenée par les canaux est généralement consommée (FDSIC 04, 2001) et 80% est restituée aux milieux naturels (nappe ou rivière). La disparition progressive de ces systèmes, et l'augmentation des terres irriguées sous pression (avec peu ou pas de retours en rivière) aurait participé à l'aggravation de la situation dans le bassin du Jabron.

4.2 L'Étude Volume Prélevables et ses contestations au niveau local

L'EVP a été réalisée par Sogreah de 2010 à 2011 et fut financée par l'Agence de l'eau. L'objectif était d'établir un diagnostic de la gestion de l'eau et de proposer des modalités d'amélioration pour rétablir l'équilibre quantitatif.

Trois aspects principaux ont été analysés dans l'EVP (Sogreah, 2011) :

[93] https://www.peche-paca.fr/3426-le-cas-des-adoux.htm

1) Les prélèvements en eau sont évalués grâce aux autorisations de prélèvements (ensuite modifiés pour les prélèvements gravitaires, en fonction des débits de fonctionnement et de la période de fonctionnement) (phases 1 et 2). Les besoins théoriques des cultures sont également évalués.

2) La ressource en eau du bassin est évaluée grâce à une modélisation de type pluie-débit (phase 3).

3) Les besoins du milieu naturel sont évalués grâce à la méthode Estim'hab (Lamouroux et Capra, 2002) (phase 4).

L'étude EVP a confirmé une situation en déséquilibre quantitatif, en comparant les besoins des milieux (méthode Estim'hab) et les débits modélisés en période d'étiage. Les résultats de l'EVP ont été notifiés par le préfet de la région Paca en 2014 (préfet de la région Provence-Alpes-Côte D'Azur, 2014). Les prélèvements totaux bruts sont estimés à environ 1 Mm^3 pendant l'étiage (989 000 pour l'irrigation et 37 500 pour l'AEP, pour juillet août et septembre) et 2,2 Mm^3 sur l'ensemble de l'année (comprenant 250 000 m^3 pour l'AEP) (préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2014). Pour atteindre les DOE fixés dans l'EVP, un objectif global de réduction des prélèvements, résultant « *d'un équilibre entre efforts de réduction demandés et gains pour le milieu au vu de l'enjeu piscicole* » a été défini. Lors des mois d'étiage, il s'agit de réaliser une économie de 350 000 m^3, soit entre 35 et 40% des prélèvements bruts (préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2014).

Pour cela l'EVP prescrit « *de nécessaires améliorations de la gestion quantitative, des solutions pouvant permettre de réduire ce déséquilibre comme l'instauration de tours d'eau, l'aménagement d'ouvrages structurants, la conversion à l'aspersion* » (Sogreah, 2011).

L'EVP a été présentée au cours de son avancement auprès d'un comité de pilotage composé des acteurs principaux de la vallée : agriculteurs et Chambre d'agriculture, Fédération de pêche, OFB, DDT, Agence de l'eau, élus locaux. Dès 2012, un classement en ZRE est envisagé, au vu du déficit quantitatif (AERMC, 2012). Cependant, la discussion est reportée à 2014 suite à de vives contestations du monde agricole contre le classement en ZRE : « *Nous craignons que les tensions sociales s'accentuent dans le domaine de la gestion de l'eau […] ce classement aurait des conséquences gravissimes pour l'agriculture de notre vallée* » (Courrier des agriculteurs, 2013). De nombreuses critiques portent également sur la validité scientifique des conclusions de l'EVP. La Chambre d'agriculture précise que « *les conclusions de l'EVP n'ont jamais été validées par les acteurs locaux de l'eau, conclusions techniquement très fragiles et inadaptées à un cours d'eau méditerranéen* » (Espace Alpin, 2018). Ils mettent en avant le fait que les données de l'EVP ont été échantillonnées lors de campagnes hydrologiques par Sogreah, et qu'aucune station hydrométrique n'est présente sur le cours d'eau. La modélisation se base ainsi sur quelques campagnes de mesure réalisées au cours de l'étude (Sogreah, 2011). Des suivis sont réalisés par la DDT et l'OFB pendant l'étiage, notamment au pont de Nadé. Ce manque de robustesse est soulevé par des agriculteurs : « *ça se trouve il n'y a pas de déficit en eau sur le Jabron, on n'a pas les éléments pour le prouver* » (entretien agriculteur, 2019).

Le secteur agricole a également fait valoir les « *efforts réalisés ces 10 dernières années* » en termes d'économie d'eau (entretien agriculteurs, 2019). En effet, les volumes autorisés ont diminué de façon importante. Ces derniers autorisaient avant l'EVP des prélèvements à hauteur de 2 400 000 m^3 pendant la période d'étiage (préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2014). Ils ont été largement diminués depuis. Les valeurs sont basées sur les déclarations faites auprès de la Chambre d'agriculture dans le cadre de la procédure mandataire (pour les prélèvements individuels) et directement à la DDT pour les prélèvements collectifs (Figure 143).

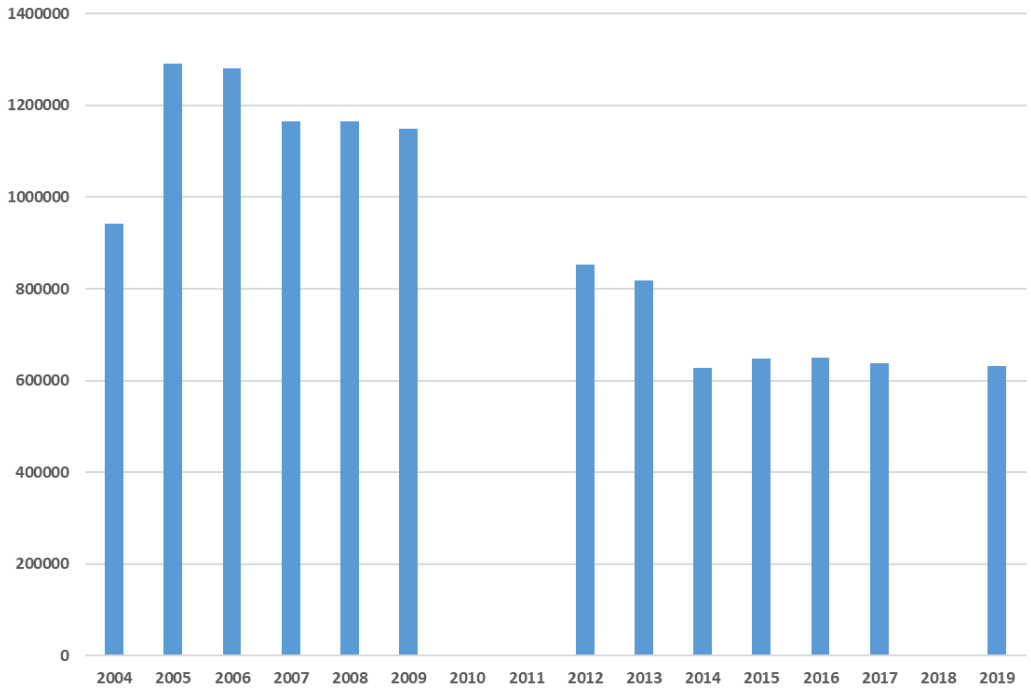


Figure 143 : Volumes autorisés en m^3 pour les prélèvements annuels agricoles, individuels (vallée du Jabron). Source : Grau & Laurenceau, 2020.

On observe une diminution d'environ 50% entre 2005 et 2014 des autorisations de prélèvement individuelles (1 292 000 m3 et 628 000 m^3) (Figure 143). Toutefois, ces diminutions de prélèvement d'eau restent difficiles à observer sur le terrain (entretien DDT, décembre 2019). Les enquêtes réalisées dans le cadre de cette étude viennent appuyer le manque de visibilité sur les actions ayant conduit à une telle réduction. La majorité des exploitants a installé des tensiomètres pour mieux identifier la période optimale d'irrigation, mais bien souvent, le volume total prélevé ne change presque pas (entretien agriculteurs, 2019). Deuxièmement, un des plus importants irrigants de la vallée a réalisé un passage progressif à des systèmes de micro-aspersion pour réduire ses prélèvements d'eau. Enfin, quelques exploitants enregistrent une diminution notable des prélèvements du fait de l'arrêt d'un canal gravitaire : c'est le cas de trois irrigants. D'après la DDT, les besoins agricoles ont été surestimés dans l'EVP du fait de demandes d'autorisation supérieures en volume à ce qui était réellement prélevé. Les diminutions observées reposeraient ainsi avant tout sur une meilleure adéquation entre volumes autorisés et volumes prélevés. Des cas similaires ont été observés dans d'autres bassins, comme le Buech.

Cependant, la contestation des résultats de l'EVP n'est pas apparue comme la meilleure stratégie pour le secteur agricole, qui a finalement décidé de s'engager dans la démarche :

> *On a passé des années à se battre contre ces moulins à vent quand même. Pour dire, mais quand même on n'a pas de référence sur ces cours d'eau. On ne sait pas ce qui coule. On ne sait pas comment ils fonctionnent. […] Je vous signale qu'on n'a toujours pas d'appareil qui mesure en continu. […] Ça n'empêche qu'il y a des assecs, et il y a des choses à faire. Et comme je vous ai dit, on ne va pas se battre contre des moulins à vent pendant 15 ans. Donc on est en sécheresse, et on va profiter de ça pour faire des aménagements, pour économiser de l'eau. Pour sécuriser les agriculteurs, voilà. […] À la fin nos élus ils nous ont dit qu'est-ce qu'on fait là ? on continue à se battre, on va au tribunal administratif ? Mais non ce n'est pas la peine, on va laisser faire. Et on va mobiliser des sous de l'Agence de l'eau. Avec des agriculteurs qui ont besoin et envie (entretien Chambre d'Agriculture, 2019).*

Cette nouvelle mobilisation a eu lieu dans le cadre du PGRE.

4.3 Le Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE) pour élaborer un « *hydrosocial fix* »

4.3.1 Le projet d'extension du réseau du Thor

Plutôt que de contester les résultats de l'EVP, la mise en place de projets de substitution a permis d'engager une nouvelle stratégie pour contester la classification en ZRE, et se réapproprier la démarche de diminution des prélèvements. Le principal projet mentionné dans le PGRE est un transfert d'eau depuis la Durance grâce au réseau du Thor de la Société du Canal de Provence.

> *Moi j'ai vécu le PGRE comme un passage obligé si on veut avoir des sous de l'Agence de l'eau. Donc je me suis dit : on met tout ce qu'on peut mettre, on met les retenues, on met le goutte-à-goutte, on met la tensiométrie, on met les tours d'eau, ... Et on met le réseau de la SCP. Comme ça il pourra être subventionné. […] Et l'avantage de la solution du Thor, c'est que ça permet aussi une extension des surfaces irriguées. […] Il y a des gens qui demandent de l'eau* » (entretien Chambre d'Agriculture 04, 2019).

Le projet de la Société du Canal de Provence vise à substituer une partie des prélèvements réalisés dans le Jabron par des prélèvements en Durance (Artelia, 2017). L'extension atteindrait Noyers-sur-Jabron, et serait approvisionnée depuis la retenue de Saint-Lazare (Sisteron) (Figure 144).

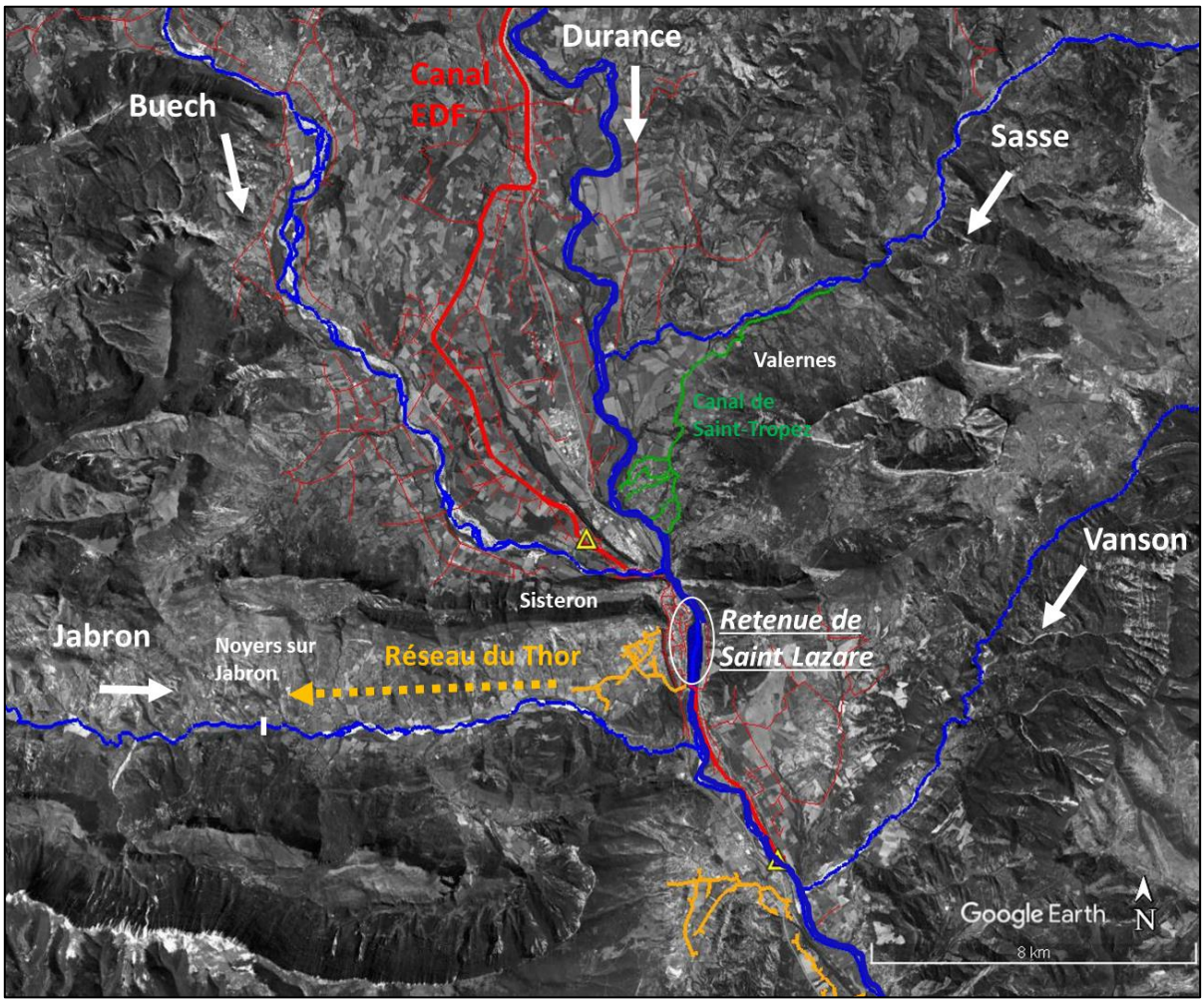


Figure 144 : Schéma présentant le projet d'extension du réseau du Thor de la SCP. Source : auteur.

Dans un premier temps, il était envisagé d'étendre le réseau du Thor jusqu'à l'amont de la vallée pour réaliser une substitution plus importante, suite à la demande de la DDT (entretien DDT, 2019). Le réseau aurait atteint la commune de Saint-Vincent-sur-Jabron. Cependant pour des raisons de faisabilité technique et économique, la SCP a refusé cette option (entretien SCP, 2019). Un forage a été mis en place pour répondre aux besoins d'une des exploitations de l'amont qui souhaitait être desservie par le réseau.

Le projet se réaliserait en deux phases. Une première phase d'aménagement du réseau jusqu'à Noyers-sur-Jabron, sans besoin de constituer de réservoir supplémentaire. Cette phase permettrait à la SCP d'ajuster les prévisions de prélèvement à la demande réelle. Une deuxième phase comprendrait la création d'un réservoir supplémentaire de 2000 m^3. Au total le projet comprendrait une extension de canaux sur 12 kilomètres (Figure 144). Le coût du projet est estimé à environ 2,6 M€, soit 16 500€/ha agricole à équiper.

Pour la partie de substitution, ce projet pourrait être financé à hauteur de 90% par des fonds publics (10% supplémentaires, car le projet est réalisé en zone déficitaire inscrite au SDAGE) (PDRR, 2014, p. 251). Toutefois, la répartition des investissements dédiés à la substitution d'une part, et à l'extension des terres irrigables d'autre part, n'a pas été déterminée. L'Agence de l'eau ne s'est donc pas encore prononcée sur le niveau de sa participation. La Région devrait financer la majeure partie du projet, mais les discussions sont toujours en cours.

Le projet représente un « hydrosocial-fix » (Swyngedouw, 2013), en tant que solution technologique permettant de poursuivre et d'étendre les usages ayant conduit à une situation de pénurie d'eau, dont le constat est partagé par la quasi-totalité des acteurs du bassin. Il permet l'intéressement de l'ensemble des acteurs sans modifications profondes pour les usages existants.

4.3.2 Assemblage » des acteurs autour de la solution d'extension du réseau du Thor

La chambre d'agriculture a défendu le projet du Thor comme solution permettant d'éviter un classement en ZRE. Cette position, tenue depuis 2013, a été énoncée clairement dans le cadre d'une consultation ouverte au public sur la classification de nouvelles zones en ZRE en 2018. Le président de la chambre d'agriculture du 04 a adressé une lettre au préfet de bassin en ce sens :

> *Alors que des projets structurants, portés par les communes et les agriculteurs de la vallée, sont en passe d'aboutir, ce classement [en ZRE] ruinerait ces efforts et engendrerait des tensions au niveau local alors qu'aujourd'hui la situation est apaisée. En effet la Société du Canal de Provence a récemment annoncé qu'elle allait lancer le projet d'extension du réseau du Thor permettant ainsi de substituer par transfert depuis la Durance, d'importants volumes aujourd'hui prélevés dans le Jabron. Ce projet serait réalisé au plus tard en 2023. Au-delà des aménagements et des efforts déjà réalisés, nous pensons que la ZRE casserait la dynamique actuelle en renforçant, chez certains agriculteurs, le sentiment de ne pas être écoutés par une administration qui déroulerait sa doctrine sans prendre en compte les réalités environnementales, économiques et sociétales du terrain* (Courrier du Président de la chambre d'agriculture des Alpes-de-Haute-Provence, 2018).

La Chambre d'Agriculture se fait ainsi le porte-parole des agriculteurs de la vallée, et l'intermédiaire entre ces derniers et l'administration. Ce rôle est mis en avant en insistant sur le fait que si « *ce classement devait aboutir, la chambre d'agriculture serait contrainte de laisser les services de l'État animer et développer les projets avec les irrigants du Jabron* ». Or une partie des agriculteurs (5 sur 15 d'après nos entretiens) est opposée au projet de substitution à cause de l'augmentation du prix de l'eau qui en découlerait. Le retrait de la chambre pourrait freiner l'obtention d'un consensus. La majorité des agriculteurs est cependant bien favorable au projet, notamment pour d'éventuelles extensions des surfaces irriguées.

De plus, les communes de Sisteron et de Bevons ont indiqué qu'elles étaient également intéressées par l'extension du réseau du Thor. En effet, la distribution d'eau brute aux particuliers constitue une

économie importante pour les jardins ou petits potagers par rapport à l'utilisation du réseau d'eau potable, et l'extension couvrirait de futurs zones à urbaniser. La commune de Bevons souhaite également desservir ses usagers en eau potable à partir du réseau (entretien maire de Bevons, 2019).

Pour la Fédération de Pêche 04, le projet de la SCP peut représenter une solution intéressante pour diminuer les prélèvements sur le Jabron. Cela faciliterait ainsi le maintien d'un débit suffisant en rivière pendant l'étiage. Elle souligne tout de même que d'autres solutions pourraient être envisagées : « *le mieux serait de réfléchir aux pratiques agricoles et au volume prélevé, directement dans le Jabron. Mais faute de mieux, cela reste préférable à ne rien faire du tout* » (entretien fédération de pêche, 2019).

Dans un premier temps, La DDT a également soutenu le projet comme une alternative au classement en ZRE. L'administration départementale se trouve à l'interface entre les services de l'État du bassin RMC et régionaux, et les acteurs du terrain tels que les élus et les agriculteurs. Dans les Alpes de Haute Provence, il a été tenté de concilier les différents intérêts et attentes en jeu en privilégiant les démarches contractuelles grâce aux PGRE. Pour l'ancien chef du pôle Eau et Milieux Aquatiques de la DDT, la politique du bassin impose les outils réglementaires sans prendre en compte la complexité du terrain. D'après lui, il s'agit de « *faire du chiffre* » en comptabilisant les nouvelles ZRE ou les nouveaux PGRE :

> *Mais un bassin versant c'est pas une statistique. Il y a des gens qui vivent, il y a des poissons, il y a de l'eau, il y a des activités économiques… Enfin autant on s'est disputés, et chaudement, avec les agriculteurs, au début sur les réflexions. Autant moi je me suis disputé aussi avec l'échelon régional […] et puis après avec l'échelon du bassin. On a dit qu'on ne voulait pas de ZRE tout de suite, qu'il fallait nous laisser travailler avec les gens pour faire progresser les choses de manière positives […] discuter les PGRE, voir les solutions* (entretien DDT, 2019).

L'agent fait valoir l'approche du terrain, la concertation et les avancées progressives par l'apprentissage des usagers et l'adaptation des règles dans différentes situations :

> *Derrière il y a des gens il y a de l'économie. Et moi je vois bien, j'ai géré les sécheresses successives depuis 2003. Bah, pour faire progresser les plans d'action sécheresse, ce qu'on fait aujourd'hui c'est pas du tout ce qu'on faisait en 2005. Et pourquoi ? Parce qu'ils se sont bien aperçus que c'était nécessaire. Tout ça c'est aussi de la pratique au quotidien. Crise renforcée, on ferme les irrigations. Et le préfet m'a dit, mais comment on fait ? Bah, en 2017 on a fait des dérogations par quinzaine pour les besoins des particuliers, et on a donné à peu près 10% de ce que les gens demandaient*.

L'extension du réseau du Thor représentait donc une solution censée permettre de régler le problème de pénurie d'eau sur le Jabron, sans toutefois imposer de nouvelles règles au niveau local avec la ZRE. Cette adaptation et reformulation de la réforme des volumes prélevables au niveau départemental n'a pas été appréciée par le préfet du bassin RMC. Ce dernier a ainsi adressé une lettre à la préfète des Alpes de Haute Provence, en insistant sur le fait qu'il « *n'y a qu'une seule politique de l'État sur le bassin* » (Préfet du bassin RMC, 2013), et qu'il souhaitait avoir des propositions de ZRE prochainement.

Les classifications proposées par la DDT ont été celles qui généraient le moins de résistance au niveau local, comme le bassin du Vanson en 2014, alors que les cas du Jabron ou de l'Asse étaient reportés dans le temps (car plus conflictuels). Finalement, la possibilité d'éviter la ZRE tout en mobilisant la démarche contractuelle du PGRE aurait pu éventuellement fonctionner dans le bassin du Jabron, grâce à l'extension du réseau SCP. Toutefois, l'enjeu de rentabilité du projet pour la SCP a remis la question du classement en ZRE à l'ordre du jour, finalement adopté en 2019.

4.4 La ZRE pour assurer la rentabilité du projet et l'efficacité de la substitution

Des premières études en 2015 puis 2016 ont permis d'identifier la demande agricole potentielle d'utilisation du réseau, en envisageant une extension jusqu'à Bevons, Valbelle ou Noyers-sur-Jabron. La première étude a identifié un potentiel irrigable de 260 hectares. La deuxième analyse (étude

d'avant-projet), plus précise et basée sur des enquêtes auprès des agriculteurs, a enregistré une baisse des souscriptions potentielles, atteignant 176 hectares (dont 159 hectares agricoles) (SCP, 2017 ; Figure 145).

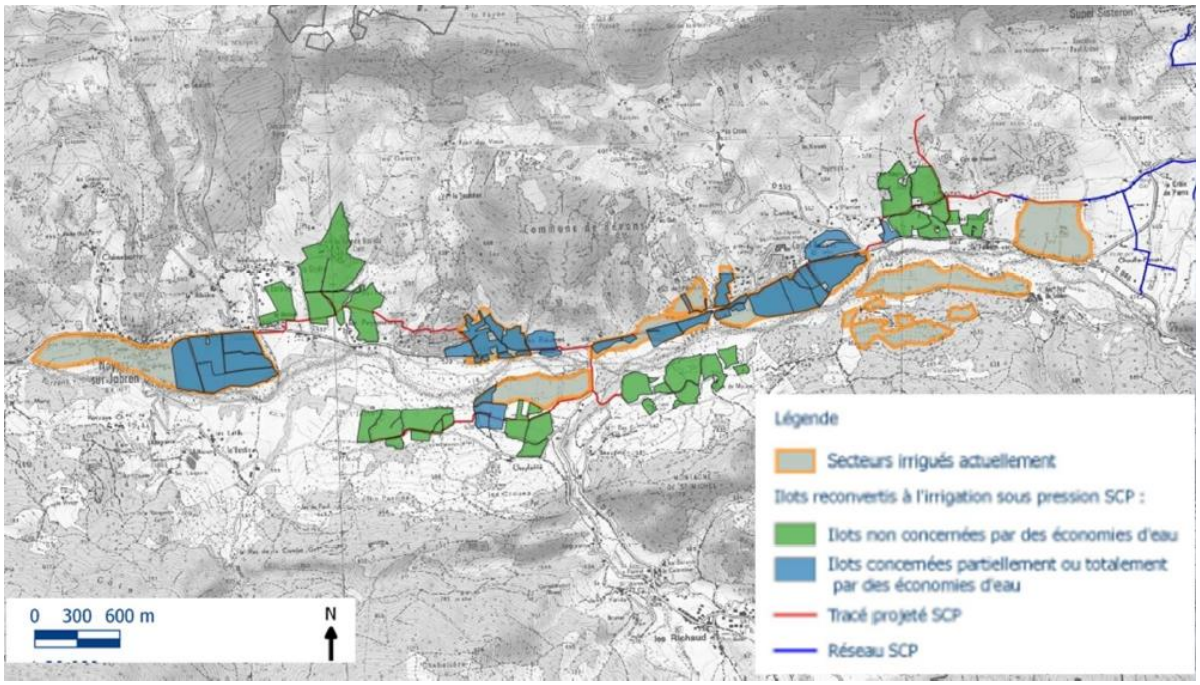


Figure 145 : Cartographie du projet d'aménagement du réseau du Thor, avec les zones de substitution et d'extension. Source : SCP, 2017.

La Figure 145 donne une première représentation des surfaces potentielles du projet : en vert les surfaces d'extension, en bleu les surfaces de substitution, en encadré orange les surfaces irriguées (pas forcément concernées par le projet).

Les études ont fait apparaître que certains agriculteurs ne souhaitaient pas souscrire au réseau SCP et préféraient maintenir leur prise d'eau dans le Jabron. D'autres envisageaient un accès aux deux systèmes, et une utilisation du réseau SCP uniquement en cas d'arrêtés sécheresses, du fait du prix important (environ 16 centimes le mètre cube). Cela risquait alors de limiter les effets du projet sur la diminution des prélèvements en eau dans le Jabron d'une part, et de diminuer la rentabilité de l'investissement pour la SCP d'autre part (entretien SCP, 2019). Pour un agriculteur de la zone, « *ce que nécessitait la SCP, c'était des hectares [souscrits] pour engager le financement du projet* » (entretien agriculteur, 2019). La SCP a confirmé qu'elle voulait pouvoir s'assurer d'un minimum de rentabilité :

> *Alors on sait que ce ne sera déjà pas du tout rentable, ce qu'il faut, c'est qu'on ne soit pas les dindons de la farce jusqu'au bout, en se disant que les irrigants n'utilisent le réseau qu'une année sur cinq quand il n'y a pas d'eau dans le Jabron. Donc c'est pour ça qu'on exige qu'ils basculent sur le réseau, et même en basculant, on sait que ce ne sera pas rentable. Mais on le fait quand même, car c'est une forme de solidarité régionale* (entretien SCP, 2019).

Afin que la SCP se prononce favorablement sur la mise en place du projet, la DDT a finalement mobilisé la ZRE en tant que « bras de levier » pour débloquer la situation, en 2017, après s'y être opposée dans un premier temps. Cela a en effet permis d'obtenir l'accord de la SCP pour étendre le réseau du Thor jusqu'à Noyers Sur Jabron.

Dans l'arrêté préfectoral mettant la ZRE en place en novembre 2019, il est de fait indiqué que les préleveurs devront faire une demande d'autorisation pluriannuelle de prélèvement pour une durée

de dix ans à l'amont, et trois ans à l'aval. Les trois années sont censées permettre la réalisation de l'extension du réseau du Thor, à la suite de laquelle il n'y aurait plus de nouvelles autorisation de prélèvements dans le Jabron à l'aval, pour s'assurer d'une substitution complète grâce à l'eau de la Durance et au réseau SCP (préfet des Alpes de haute Provence, 2019).

Dans le bassin du Jabron, la traduction de la réforme des volumes prélevables, avec la mobilisation du secteur agricole et de plusieurs intermédiaires, a favorisé la mobilisation d'instruments contractuels et l'élaboration de nouveaux projets d'infrastructures pour limiter l'impact des restrictions de prélèvement au niveau local. Ces restrictions sont cependant apparues nécessaires dans un deuxième temps, pour assurer la rentabilité et l'efficacité du projet de substitution.

Dans le cas du Sasse, plutôt que de contester l'effort de réduction des prélèvements, certains acteurs s'en sont saisis pour défendre un projet de modernisation attendus depuis plusieurs décennies.

5 Traduction de la réforme des volumes prélevables dans le bassin du Sasse : pratiques de recyclage pour « mettre fin aux privilèges monarchiques »

5.1 Présentation du bassin du Sasse

5.1.1 Caractéristiques générales

Le Sasse prend sa source à un peu plus de 2000 mètres d'altitude et parcourt 36 km pour rejoindre la Durance à Valernes, quelques kilomètres au nord de Sisteron. La pluviométrie annuelle moyenne est d'environ 800 mm. Les variations de débit sont marquées, allant de 2 m3/s au mois d'août à 6 m3/s en novembre en moyenne, et pouvant atteindre plus de 500 de mètres cubes pour des crues centennales (Cereg Ingénierie, 2009). Le relief est important et les sols constitués de schistes noires, de calcaires marneux et de marnes noires. Le charriage de matériaux pourrait atteindre 70 000 mètres cubes lors de crues centennales (Koulinski, 1988). Ces derniers s'accumulent à la confluence avec la Durance, qui ne dispose plus de débits suffisants pour les charrier. La majorité de la surface du bassin est couverte de forêts et de landes dédiées au pâturage. Les 11 communes de la vallée comptent 1700 habitants permanents et un peu plus de 2000 pendant l'été.

5.1.2 Occupation du sol et usages de l'eau

Les usages agricoles n'ont pas fait l'objet d'une enquête aussi détaillée que dans le cas du Jabron. Les principaux usages agricoles sont présentés dans la Figure 146.

Les surfaces dédiées au pâturage occupent la grande majorité de la SAU. Les surfaces cultivées se trouvent proches de la rivière et sont généralement irriguées. À l'amont, environ 300 hectares de vergers sont cultivés au bord du Grand Vallon, affluent rive droite du Sasse. Les pommiers occupent 95% des surfaces. La culture des vergers s'est développé à partir des années 1980 en remplaçant des parcelles de vigne, et l'ensemble des surfaces est irriguée à partir de systèmes sous pression. Le Grand Vallon compte quatre petits bassins de stockage et neuf stations de pompage (Figure 146 ; Figure 147, à gauche).

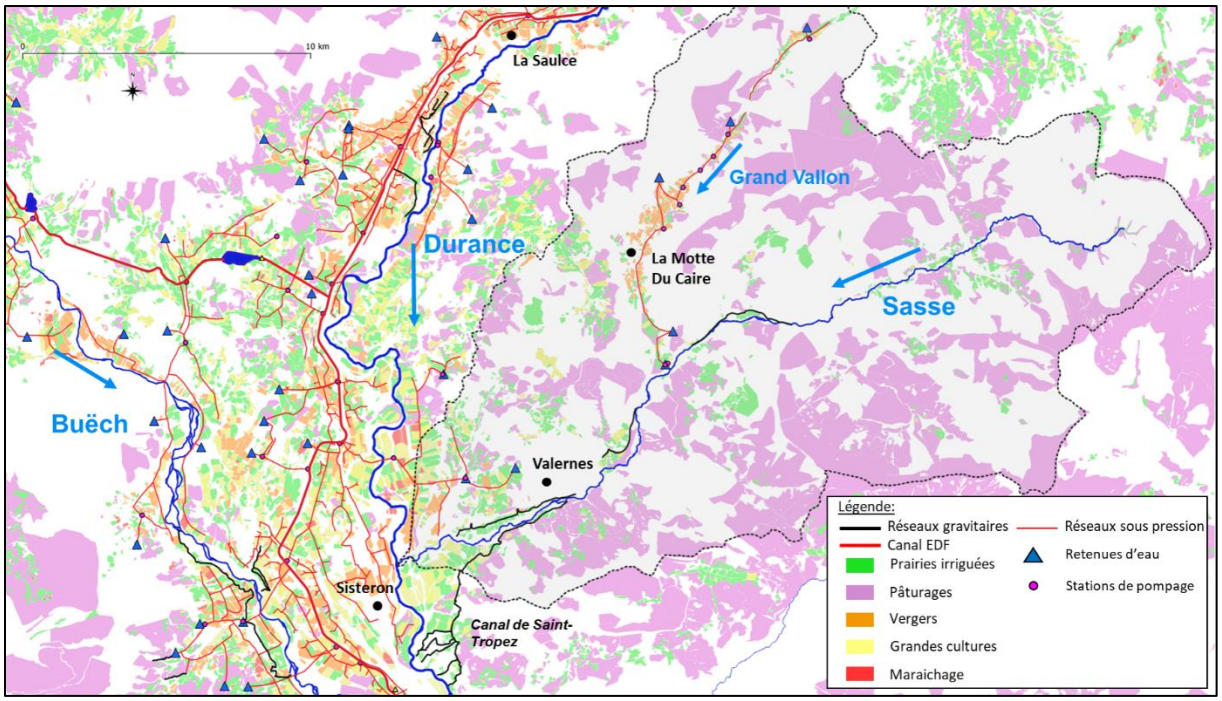


Figure 146 : Occupation du sol dans le bassin du Sasse et principaux ouvrages hydrauliques. Source : auteur à partir de BD TOPO IGN, BD HYDRA 2015, RPG 2017.

Figure 147 : Exploitations de vergers à gauche (La Motte du Caire) et prairies irriguées et grandes cultures à droite (Valernes). Source : auteur.

Excepté deux canaux gravitaires qui irriguent de petites surfaces de prairies, le reste des cultures se trouve à l'aval du bassin. Le canal de Valernes, qui se trouve en rive droite, irrigue 100 hectares de prairies. Le canal de Saint-Tropez représente quant à lui le principal ouvrage du bassin et dessert 400 hectares sur les communes de Valernes et de Sisteron (Figure 146 ; Figure 147, à droite). Il s'agit principalement de prairies et grandes cultures dans la partie amont du périmètre, et de zones maintenant urbanisées dans la partie aval.

Les communes sont desservies par des pompages dans la partie amont du bassin, et grâce à des réseaux amenant l'eau de la Durance pour la partie avale.

5.1.3 Des dynamiques hydrologiques complexes à l'étiage

Le Sasse est un cours d'eau de première catégorie piscicole avec comme objectif le maintien et développement des populations de truite fario. Le peuplement est à dominante salmonicole

uniquement dans la partie amont du bassin. À partir de la confluence avec le Grand Vallon, la truite fait progressivement place aux cyprinidés d'eau vive (Cereg Ingénierie, 2009, p. 74).

D'après la fédération de pêche, cela s'explique du fait des caractéristiques du cours d'eau en tresse, où le lit est large et composé de nombreux chenaux qui s'échauffent pendant les mois d'étiage, ainsi que par l'impact des activités humaines. Les prélèvements aggravent des étiages déjà sévères, et certains seuils bloquent la circulation des espèces piscicoles une partie de l'année. Le seuil de Clamensane est infranchissable toute l'année. Des assecs peuvent avoir lieu dans la partie la plus à l'amont, mais résultent d'infiltrations souterraines et non des prélèvements (absents sur les premiers kilomètres du cours d'eau). Des problèmes apparaissent aussi régulièrement sur le Grand Vallon, aussi bien en termes de quantité que de mauvaise qualité de l'eau.

Étant donné le peu de truites présentes dans la partie aval, le Sasse fait toujours l'objet de lâchers de truites arc-en-ciel (truites d'élevage) à l'ouverture de la pêche courant mars. En revanche, les alevinages à partir de truite domestiques de lignée atlantique ont été stoppés depuis 2017, car des travaux de restauration d'adoux sont en cours. Ces derniers représentent de potentielles frayères pour les souches locales de truites. Des études génétiques devraient également être menées pour connaître la proportion de truites « autochtones » par rapport aux truites d'élevage introduites au cours des dernières décennies. La gestion est dite « patrimoniale différée » (lâchers autorisés jusqu'à l'amélioration de la situation), à la différence du Jabron et du Largue qui font l'objet de gestion « patrimoniale stricte » depuis plusieurs années (sans alevinage et sans lâchers de truites adultes domestiques).

Le point de contrôle pour les arrêtés sécheresses se trouve au pont de Valernes à l'aval du bassin. Le Sasse a été en alerte sécheresse une année sur deux en moyenne entre 2004 et 2019, et classé déficitaire sur cette base. Le stade d'alerte renforcée a été atteint en 2017. Les débits peuvent baisser jusqu'à quelques centaines de litres par seconde, mais le cours d'eau ne s'assèche jamais à ce niveau du fait de plusieurs zones de résurgences (Cereg Ingénierie, 1988 ; 2009).

Par ailleurs, de nombreux conflits d'usages ont lieu pendant la période d'étiage, en particulier au sein du périmètre irrigué par le canal de Saint-Tropez. Ces conflits remontent à plus de deux siècles, et ont été déterminants dans la mise en œuvre de la réforme des volumes prélevables.

Notre analyse montre que la traduction de la réforme en projet d'infrastructure a permis le recyclage d'un projet datant de plusieurs décennies, permettant une réallocation des ressources entre agriculteurs et usagers urbains de Sisteron, au profit de ces derniers. L'enjeu écologique est ainsi apparu secondaire dans le processus de traduction de la réforme.

Nous revenons sur les origines des tensions entre usagers du canal de Saint-Tropez, la première formulation du projet de modernisation dans les années 1990, et sa mise en œuvre dépolitisée dans le cadre de la réforme des volumes prélevables.

5.2 Deux siècles de conflits entre agriculteurs de Sisteron et de Valernes (1780-1980)

5.2.1 Construction du canal de Saint-Tropez et conflits entre usagers amont/aval

Pour comprendre l'origine du projet, il faut revenir à la création du canal de Saint-Tropez à la fin du XVIII^{ème} siècle. La commune de Sisteron souhaitait irriguer les terres en rive gauche de la Durance, correspondant au « plan de la Baume ». Les négociations et la planification du projet étaient gérées par l'évêque de Saint-Tropez qui représentait la commune de Sisteron.

En 1778, la commune aurait acheté le droit de dériver les eaux du Sasse à la Dame de Chateaufort. En 1784, un accord fut passé entre les « possédants bien » de Sisteron, c'est-à-dire les propriétaires des terres qui seraient desservies par le canal, et le seigneur de Valernes qui autorisa le passage du canal dans ses terres à la condition de bénéficier gratuitement d'une partie de l'eau, sans participer aux frais d'entretien.

L'accord mentionne une répartition de 9/19e du droit d'eau (560 l/s) pour le secteur de Valernes, et le reste pour Sisteron. Les frais de construction et d'entretien du canal sont en revanche uniquement payés par les arrosants de Sisteron :

> *Article Ier : Le canal ayant été construit aux frais desdits possédants [de Sisteron] dans toute sa longueur, depuis sa prise dans le territoire de chateaufort jusqu'à son embouchure dans le territoire de Sisteron, sera par eux entretenu à perpétuité à leurs dépenses, sans que le dit seigneur de Valernes et ses successeurs ne soit tenu de contribuer pour quelque cause et quelque prétexte que ce soit* (Extrait de l'accord de 1784).

Les droits d'eau étant attachés à la propriété des terres, ces derniers se sont passés de génération en génération aux descendants du seigneur de Valernes ou aux acheteurs de leurs terres. Malgré l'accord passé en 1784, cette situation a généré des conflits permanents entre les arrosants de Valernes surnommés « les gratuits » et les arrosants de Sisteron, au cours des deux derniers siècles. En effet, lors des années sèches, les usagers de Sisteron situés à l'aval du système d'irrigation manquaient d'eau alors qu'ils assuraient les frais d'entretien du canal (Seret, 1992). L'aire totale irrigable était de 470 hectares, mais seuls 370 étaient irrigués, même lorsque les ressources étaient abondantes (Seret, 1992). La répartition était de 250 hectares irrigués à Sisteron (soit toute la surface irrigable), et 120 hectares irrigués à Valernes, sur les 220 hectares irrigables. Les témoignages des acteurs et différents procès font état de ces conflits, notamment un jugement rendu en 1867 pour condamner une prise non conforme à l'accord de 1784 sur le secteur de Valernes (Ibid., 1992 ; Gaudin, 2005). En 1885, l'ASA de Saint-Tropez est créée et inclut seulement les terres irriguées de Sisteron (Figure 148).

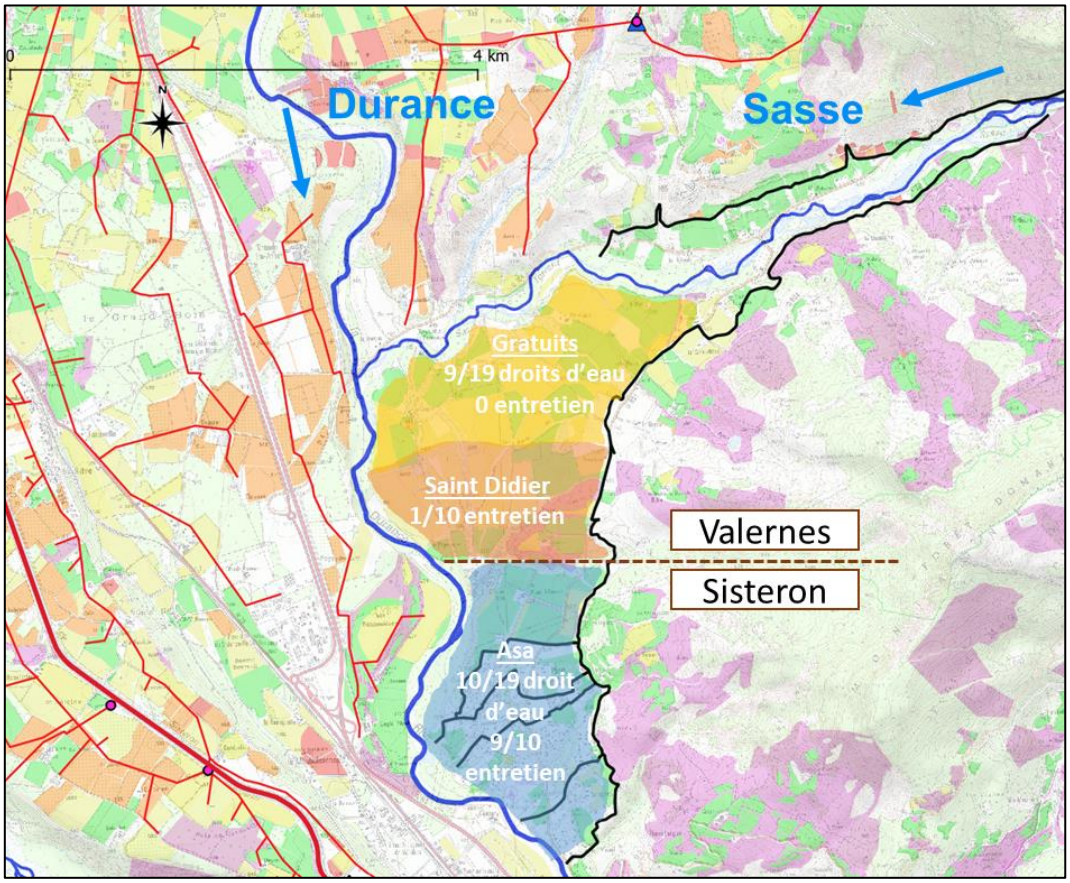


Figure 148 : Périmètre irrigué du canal de Saint-Tropez et différents statuts des ayants droit. Source : auteur à partir de BD HYDRA 2015, BD TOPO IGN, Seret, 1992.

À partir des années 1940 et pendant une vingtaine d'années, L'ASA entreprit des démarches visant à abolir les droits historiques du secteur de Valernes (Figure 149).

Pour tenter d'apaiser les tensions, le propriétaire du périmètre de Saint Didier, appartenant à la commune de Valernes, s'engagea en 1946 à participer aux frais d'entretien à hauteur de 1/10, soit l'équivalent de son droit d'eau (Figure 148). Mais les autres arrosants de Valernes maintinrent la situation telle qu'elle était. L'un des propriétaires situé à l'amont du périmètre décida même d'engager un procès contre l'ASA, car son droit d'eau historique n'était pas respecté. Il eut gain de cause et se fit finalement racheter son droit d'eau en 1962 par les arrosants de Sisteron.

L'A.S.A. du Canal de St-Tropez est décidé à lutter jusqu'au bout pour faire triompher son droit

Une très importante assemblée générale de l'Association Syndicale du Canal de St-Tropez a eu lieu à Sisteron. Environ 150 co-arrosants étaient présents.

M. Maldonnat, directeur et ses huit syndics dirigeaient cette assemblée extraordinaire motivée par la dernière décision de la Cour de Cassation qui a rejeté le pourvoi de l'A.S.A. dans l'affaire qui l'oppose à M. Richaud de Salernes.

M. Maldonnat dans un exposé très clair, rappela les grandes lignes de l'affaire, mais souligna tout d'abord qu'il ne s'agit nullement de critiquer la décision de la justice, mais de protester violemment contre l'administration préfectorale et de tutelle qui a donné le moyen à Richaud de gagner son procès.

« Nous n'aurions pas été assez impudent pour persister à nous défendre dans ce procès si nous n'avions pas eu le droit de priorité sur le moulin Richaud, le canal ayant été construit en 1784 et le moulin en 1826 » a dit tout d'abord M. Maldonnat.

Il rappelle ensuite le point crucial de l'affaire « un arrêté préfectoral » qui « donnait la priorité au moulin Richaud sur le canal en transférant sur ledit moulin un droit seigneurial d'un moulin en ruines situé sur la rive opposée. »

« C'est arrêté est illégal » affirme M. Maldonnat. Il déclare que « l'A. S. A. a été victime de sa propre administration de tutelle ».

M. Maldonnat fit ensuite le point de la situation (difficile) actuelle.

Une vue partielle des co-arrosants (Photo « D. L. »).

manœuvres qui nous empêcheront de lutter jusqu'au bout pour faire triompher nos droits » a déclaré pour terminer le président Maldonnat.

Cette assemblée générale a provoquée à Sisteron et dans la région une vive émotion car l'on sait qu'il s'agit là de l'existence même du canal de St-Tropez et de ce fait, de celle de plusieurs milliers d'hectares de culture situées dans les communes de Valernes et de Sisteron.

Figure 149 : Le Dauphiné Libéré, 12 avril 1961. Source : archives départementales de Dignes.

Le conflit remonta jusqu'au niveau national au ministère de l'Agriculture, et une note fut réalisée en 1949 sur plusieurs cas de gestion de l'eau conflictuelle dans le département des Alpes de Haute Provence :

> *Il est très fréquent qu'un canal d'arrosage desserve deux catégories d'usagers : ceux d'amont qui bénéficient d'un droit gratuit et pratiquement illimité aux eaux ; ceux d'aval, groupés en associations syndicales qui ont toute la charge de l'entretien de l'ouvrage et de sa mise en eau, et qui ne disposent de l'eau que tout autant que les irrigants d'amont en laissent dans le canal. Cet état de choses résulte le plus souvent de conventions très anciennes souvent verbales et par lesquelles les arrosants syndiqués ont obtenu des propriétaires d'amont le droit de passage, ou du seigneur du lieu le droit de dériver les eaux. Nous estimons que si les débits actuellement dérivés par les canaux étaient judicieusement répartis entre les intéressés, la production agricole des périmètres irrigués serait très notablement augmentée et que les surfaces réellement arrosées pourraient être augmentées de près de ¼ de leurs superficies actuelles, sans aucune dérivation d'eau supplémentaire.*

> *En l'état actuel de la législation, il n'est pas possible à l'Administration d'intervenir. Les tribunaux appelés à juger les litiges nés de cette situation se prononcent invariablement pour le maintien des droits anciens ce qui, dans l'ignorance des surfaces en cause et des volumes réellement utilisés aujourd'hui, aboutit à la consécration du gaspillage d'eau* (ingénieur en chef du génie rural, 1949).

Dans le cas de Saint-Tropez, aucune étude n'a cependant permis de justifier l'estimation sur l'augmentation possible des surfaces irriguées. Au contraire, l'étude de 1992 a montré un déficit en eau sur la totalité du périmètre (Seret, 1992). Une lettre du ministère de l'agriculture de 1957, adressée à l'ASA de Saint-Tropez, réitère cette même analyse juridique sur l'impossibilité de modifier les droits d'eau anciens (ministère de l'agriculture, 1957).

5.2.2 Nouveaux aménagements et augmentation des tensions dans les années 1960

En plus des difficultés d'approvisionnement en eau et des tensions entre usagers du canal de Saint-Tropez, de nouveaux projets de mise à l'irrigation eurent lieu dans le bassin du Sasse à partir des années 1960. Dès 1962, les premiers réseaux sous pression destinés à l'arrosage de vergers ont été mis en place à la Motte du Caire sur l'affluent du Grand Vallon. Entre 1962 et 1988, les surfaces se sont étendues aux communes du Caire et de Faucon du Caire plus à l'amont, totalisant 420 hectares irrigués par aspersion (Sivom, 2014, p. 21 ; Figure 146).

Dès les années 1960, l'ASA de Saint-Tropez a signifié le besoin d'étudier l'impact de ces nouveaux prélèvements sur la disponibilité de la ressource en eau du Sasse. Même si une étude du SRAE conclut que le Grand Vallon et le Sasse ne formaient qu'un seul système hydrologique et que les prélèvements du Sivom auraient bien un impact sur l'aval, les autorisations préfectorales sont accordées.

Cependant, le ministère de l'agriculture accepta de financer une nouvelle prise d'eau pour le canal de Saint-Tropez, permettant de capter les eaux de façon plus efficace (Figure 150). Le seuil est particulièrement important puisqu'il mesure 180 mètres de long, soit la totalité du lit du Sasse, et dépasse d'un mètre de haut le niveau d'eau moyen. Il doit assurer l'alimentation du canal à environ 600 l/s. L'eau s'infiltre dans une conduite souterraine au niveau de la prise en rive gauche du Sasse, après avoir passé une grille permettant de limiter la présence de graviers, et rejoint le canal quelques dizaines de mètres plus loin. Cette nouvelle prise est devenue effective à partir de 1965. L'ouvrage n'a pas permis pas de résoudre les tensions existantes, mais a facilité les prélèvements du canal.

Figure 150 : Prise d'eau du canal de Saint-Tropez en novembre (gauche) et juillet (droite) 2019. Source : auteur.

Le seuil s'est comblé au cours des années du fait des charriages importants de matériaux sur le Sasse. En particulier, un iscle s'est formé et s'est végétalisé sur la majeure partie du seuil. Aujourd'hui, la partie visible mesure quelques dizaines de mètres (Figure 150).

5.3 Un projet de modernisation pour en finir avec « les privilèges monarchiques » (1980-2004)

À partir des années 1980, avec l'urbanisation du secteur de Sisteron (plan de la Baume), les conflits d'usage de l'eau opposèrent petit à petit les urbains sisteronnais aux agriculteurs de Valernes (Figure 151). Avec le morcellement des parcelles agricoles en de multiples jardins particuliers, les tours d'eau sont devenus d'autant plus complexes à gérer (entretien avec le garde canal, 2019).

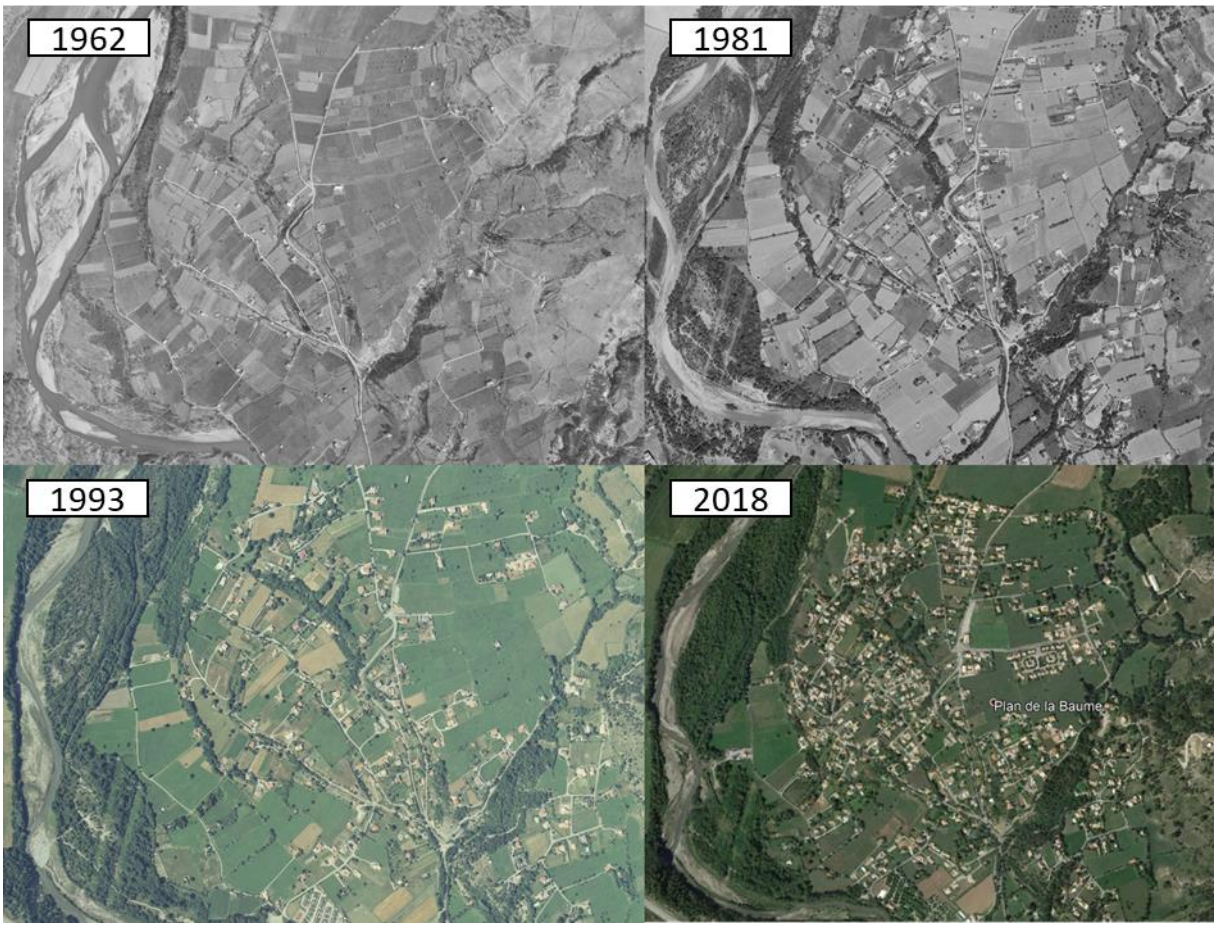


Figure 151 : Photos aériennes du plan de la Baume à Sisteron, rive gauche de la Durance. Source : auteur à partir de géoportail.

Ce phénomène s'est accentué au fil des années, faisant apparaître deux paysages contrastés entre l'amont et l'aval, avec les prairies irriguées et grandes cultures d'une part, et les résidences d'autre part (Figure 152).

Les discours se sont polarisés entre les urbains voulant mettre fin aux droits monarchiques des agriculteurs, et des agriculteurs critiquant l'extension de l'urbanisation et les nouveaux arrivants souhaitant « *maintenir verte leur pelouse* » (entretien 2019 ; Gaudin, 2005).

Figure 152 : Périmètre amont de Valernes (à gauche), et périmètre aval du plan de la Baume (à droite). Source : auteur.

Après les sécheresses de 1989 et 1990, l'ASA demanda la réalisation d'une étude visant la modernisation du canal de Saint-Tropez, passant d'un réseau gravitaire à un réseau sous pression. L'étude confirma que l'ensemble des besoins n'étaient généralement pas assurés à l'étiage (Seret, 1992), et analysa différents scénarios de modification de l'alimentation en eau et de modernisation partielle ou de l'ensemble du système (Tableau 34).

L'une des options consistait à maintenir le réseau gravitaire et à le réalimenter à partir du canal EDF, de pompages dans le Sasse ou dans la Durance. Les autres scénarios envisageaient une modernisation partielle ou totale du canal Saint-Tropez.

Tableau 34 : Avantages et inconvénients des différents scénarios de réalimentation ou modernisation du canal de Saint-Tropez. Source : Seret, 1992, p. 105.

SOLUTION N°	DEFINITION	AVANTAGES	INCOVENIENTS
1	Réalimentation gravitaire du canal par le siphon EDF	- Ressource fiable - Frais d'énergie faibles - Renforcement limité aux arrosants payants	- Investissement plus important - Nécessite de conserver le tour d'arrosage
2	Réalimentation du canal par un pompage en rive gauche de la Durance	- Renforcement limité aux arrosants payants - Investissement moins important	- Frais d'énergie élevés - Nécessite de conserver le tour d'arrosage - Solution plus chère à l'ha que l'alimentation par le canal
3	Réalimentation du canal par un pompage de rive gauche du Sasse	- Renforcement limité aux arrosants payants - Investissement moins important - Solution moins chère à l'ha pour la réalimentation du canal	- Nécessite de conserver le tour d'arrosage - Problème de débit réservé et arrosant de la Laune
4	Restructuration des canaux secondaires	- Investissement relativement faible - Possibilité d'arroser une partie du périmètre par aspersion (jardin essentiellement)	- Nécessite de conserver le tour d'arrosage - Economie d'eau peu importante devrait s'accompagner d'un renforcement de la ressource
5	Reconversion à l'irrigation par aspersion : Sisteron, St Didier	- Arrosage à la demande, plus de problème de manque d'eau - Possibilité d'extension des surfaces irriguées	- Coût à l'ha le plus élevé - Devra être accompagné d'une restructuration des exploitations (cultures intensives, vergers,...)
6	Reconversion à l'irrigation par aspersion : Sisteron, St Didier et Valernes	- Arrosage à la demande, plus de problème de manque d'eau - Possibilité d'extension des surfaces irriguées - Coût à l'ha moins élevé que la solution n°5	- Devra être accompagné d'une restructuration des exploitations (cultures intensives, vergers,...) - Abandon des privilèges à obtenir

Une autre solution envisageait une reconversion en aspersion de l'ensemble des périmètres irrigués du bassin versant du Sasse, et un branchement allant jusqu'aux réseaux sous pression de l'amont (Seret, 1992, p. 106). La réalimentation du réseau sans passage à l'aspersion ne convenait pas aux

propriétaires de Sisteron, souhaitant dorénavant un système sous pression plus adapté aux centaines de petites résidences existantes. Le calendrier et les horaires pour le tour d'eau étaient critiqués par les urbains, dont les journées de travail ne leur permettaient pas toujours de bénéficier de leur accès à l'eau (entretien avec un habitant du plan de la Baume, 2019). Le scénario privilégié par les arrosants urbains de Sisteron était le passage à l'aspersion des secteurs de Sisteron et de Saint Didier, avec une alimentation en eau depuis la Durance. Les agriculteurs – de Valernes, mais aussi de Sisteron – étaient généralement contre la modernisation, peu adaptée à l'irrigation des prairies.

Les résultats de l'étude ont été présentés en assemblée syndicale en janvier 1992, en présence du maire de Sisteron et du sous-préfet de Forcalquier. La ville de Sisteron soutenait le projet et avait proposé de participer financièrement. Il était convenu de réaliser un vote sur l'adoption ou non du passage à l'aspersion. Toutefois, après le départ du Sous-Préfet de la réunion, la président de l'ASA refusa la tenue du vote. L'intervention du maire de Sisteron ne permit pas de résoudre la situation :

« Le maire rappela fermement au Président ses obligations, et devant son refus, par solidarité avec les arrosants, quitta lui aussi la salle et l'assemblée était interrompue » (Assemblée générale de l'ASA de Saint-Tropez du 17 janvier 1992).

Le Président de l'époque était agriculteur et possédait des terres à la fois dans les communes de Valernes et de Sisteron, et s'était toujours opposé au passage à l'aspersion. D'autres réunion eurent lieu la même année. Les arrosants votèrent en faveur du projet, mais la convocation pour le vote avait été réalisée par le vice-président de l'association et non le président. L'un des arrosants déposa un recours auprès du tribunal administratif pour faire annuler la décision en raison de l'absence de signature du président, et eut gain de cause.

Environ dix ans après ce premier échec, l'Association de Défense des Arrosants du Canal de Saint-Tropez (ADACST) était créée par des usagers urbains de Sisteron et visait à renouveler le projet de passage à l'aspersion (Gaudin, 2005). L'association critiquait la gestion de l'ASA par le président, le manque d'eau pour l'aval, les difficultés engendrées par l'arrosage gravitaire et demandait l'abolition des droits « seigneuriaux » de Valernes (Ibid., 2005). Les membres de l'association obtinrent la direction de l'ASA du canal de Saint-Tropez en 2004 (Figure 153).

TEMPETE
SUR LE CANAL DE SAINT TROPEZ

Les Personnalités, le Président, les membres du Bureau et l'Avocat de l'A.S.A.

On pouvait s'attendre à une nouvelle Assemblée Générale houleuse pour l'A.S.A. du Canal Saint Tropez... et elle a été houleuse... et particulièrement longue ! Ce marathon de la colère et du dialogue de sourds s'est terminé à 3 heures 30 du matin !!!

Le bilan financier présenté par Madame RIVORY, faisait apparaître un résultat global de clôture de 84.817,65 E. auxquels devrait s'ajouter prochainement une subvention de 25.000 E. de la Région pour des travaux qui viennent d'être payés.

Figure 153 : Prise de pouvoir du bureau de l'ASA de Saint-Tropez par les membres de l'ADACST. Source : Sisteron Journal du 8 mai 2004.

Une actualisation de l'étude de modernisation de 1992 est réalisée par le même bureau d'études en 2004. Par ailleurs, la Chambre d'Agriculture produit une analyse mettant en avant l'ensemble des avantages directs et indirects des réseaux gravitaires en 2005, en prenant les cas du canal de Saint-Tropez et d'un canal de l'Ubbaye. Pour Saint-Tropez, les conclusions montrent que d'une part l'aspersion ne serait pas viable économiquement pour les agriculteurs de la zone du fait de la rentabilité faible des prairies, et que d'autre part la construction d'un réseau d'évacuation des eaux pluviales par la ville de Sisteron dans le cas d'une modernisation totale coûterait environ 1 200 000 € (Chambre d'agriculture 04, 2005).

Avec en plus le refus des agriculteurs de Valernes de se convertir à l'aspersion, le scénario retenu consistait à moderniser uniquement le périmètre de l'ASA sous pression, et à maintenir le canal gravitaire. Toutefois, si la réalisation d'économies permettait d'avoir éventuellement accès aux subventions de l'Agence de l'eau, la part minoritaire de terres agricoles rendait le projet inéligible aux aides européennes du Feader. Les discussions se sont poursuivies, mais sans succès jusqu'au début des années 2010 : « *Pendant 8 ans, on nous disait il n'y aura pas de projet si le projet n'est pas agricole. C'était ça l'argument. Et la bagarre n'en finissait plus* » (entretien avec l'ASA de Ventavon Saint-tropez, 2019).

5.4 Réforme des volumes prélevables et dépolitisation du projet de modernisation

C'est à partir de 2010 que le projet s'est débloqué, afin de répondre au déficit en eau indiqué dans l'Étude Volume Prélevable du Sasse (Préfecture des Alpes de Haute Provence, 2014) et à l'enjeu de continuité écologique. Les décennies de conflits entre arrosants gratuits et payants, entre urbains et agriculteurs, ont alors disparu derrière les impératifs environnementaux. La traduction a consisté à recycler le projet existant, en reformulant le problème et les objectifs.

L'EVP a été réalisée entre 2008 et 2010 et a conclu à un déficit de 1,8 Mm^3 pendant l'étiage. Il en découlait la nécessité d'une réduction de 45% des prélèvements en juillet et 35% en août (Cereg Ingénierie, 2010 ; Préfet des Alpes de Haute Provence, 2014). Parmi l'ensemble des solutions envisagées, seul le projet de reconversion à l'aspersion du périmètre irrigué par le canal de Saint-Tropez assurerait le retour à l'équilibre quantitatif :

> *À long terme si le passage à l'aspersion est réalisé sur l'ensemble du périmètre (projet 3), les risques de déficit ne sont plus que de 8% au maximum au pont de Valernes. Il n'y a donc plus de situation de déficit au sens administratif (risque de non-respect < 20%) (Cereg Ingénierie, 2010, p. 45).*

En effet, un tel projet permettrait une économie d'eau sur le Sasse estimée à 2,8 Mm^3 pendant l'étiage, en volume brut (Artelia, 2017, p. 16). Les surfaces irriguées par le canal de Saint-Tropez étant principalement en dehors du bassin du Sasse, les flux de retour ont été pris en compte à hauteur de 10% dans l'EVP (et non dans les estimations du PGRE). Le processus de quantification permet ainsi de réduire une complexité historique et politique, de pluralités de droits et de règles de gestion, en une analyse de comptabilité des flux à l'échelle du bassin versant (Desrosières, 2008). Le projet s'est trouvé re-légitimé dans le cadre de la réforme des volumes prélevables, imposant la réalisation d'économies d'eau :

> *Sur le Sasse de mémoire on n'a pas eu de discussion sur les DOE […]. Ce qui s'est passé c'est que le point nodal était en bas au pont de Valernes, et comment dire, dans le cas de l'EVP ils ont recalculé les DOE… Et puis de toute manière on avait en parallèle, alors comment dire, on avait en parallèle un projet de conversion à l'aspersion sur Saint-Tropez. Et donc en fait on en a profité. Donc on a dit ben effectivement on fait des économies. Les économies en fait elles étaient générées par la conversion à l'aspersion, et ça nous a permis sur le Sasse de faire un très gros volume d'économie, je crois que c'était 2 millions de m^3 d'eau par an sur Saint-Tropez, c'est des volumes de cet ordre-là, donc on l'a intégré dans les EVP… (DDT, 2019).*

Ce projet a ainsi permis d'éviter la mise en place d'une ZRE dans la partie aval du Sasse, du fait de la diminution des prélèvements. Seul l'amont a été classé en 2015 à cause des problèmes rencontrés sur l'affluent du Grand Vallon, et en l'absence de projet pour résorber le déficit à l'étiage.

Par ailleurs, la restauration de la continuité écologique était devenue un objectif prioritaire des Agences de l'eau depuis la loi sur l'eau de 2006 et la loi « Grenelle 1 » de 2009[94] (Perrin, 2018). Le Sasse[95] a été classé en liste 1 (pas de nouveaux ouvrages) et liste 2 (aménagement des ouvrages existants) en 2013, imposant une mise aux normes des ouvrages existants, dont le seuil du canal de Saint-Tropez. Ce deuxième objectif est rappelé dans la notification d'aide de 2013 :

> *Cette opération contribue à l'atteinte de l'objectif d'amélioration du débit du Sasse en étiage, sachant que ce bassin est susceptible d'être classé en Zone de Répartition des Eaux […]. L'étude "volumes prélevables" conduite en 2008/2009 […] a conclu à la nécessité de réduire de façon significative les prélèvements. Le report du prélèvement vers la Durance garantira un retour à l'équilibre du cours d'eau dans sa partie aval. La modernisation de l'ensemble du périmètre va aussi entraîner le transfert du droit d'eau vers la Durance et la suppression définitive de l'ouvrage de prise d'eau sur le Sasse au profit de la transparence sédimentaire et du libre franchissement piscicole (AERMC, 2013)*

La suppression du seuil a contribué à faire basculer la situation vers la réalisation du projet et sa modification. L'ASA qui prévoyait l'aspersion uniquement sur son périmètre a été amenée à inclure l'ensemble du périmètre irrigable du canal sur les communes de Saint-Tropez et Valernes :

> *On avait dit on coupe le canal, on ferme le canal et on fait notre projet. Le projet initial c'était d'alimenter en eau le secteur de l'ASA. Et le préfet nous a imposé d'inclure les arrosants gratuits, saint Didier et Valernes* (ASA de Ventavon Saint-Tropez, 2019).

Dans la notification d'aide de 2013, il est précisé que le solde des aides ne sera versé qu'une fois la reconversion à l'aspersion réalisée sur l'ensemble du périmètre, et avec le début des travaux de rétablissement de la continuité écologique :

> *On va casser la prise. Nous sommes propriétaires de la prise. Et les fonds européens ont été alloués sous réserve que la prise d'eau soit démantelée. Et il faut savoir que le démantèlement de la prise d'eau est financé à 100%, […] c'est pour vous dire à quel point ils veulent casser ce truc. Si jamais on ne la cassait pas, on serait obligé de rendre les fonds […]. La condition ça a été on fait le projet, vous cassez la prise (ASA de Ventavon Saint-Tropez, 2019).*

Enfin, les fonds européens du Feader pour l'hydraulique agricole n'avaient pas été totalement consommés pour la période 2007-2013, et il était possible d'en bénéficier si le projet était lancé dès 2013 et terminé au plus tard en 2015 :

> *Les fonds FEADER étaient disponibles, […] il fallait sortir un projet. On a passé des marchés à 300 à l'heure. Et le deuxième qui a bénéficié de ça dans la foulée c'est Volonne (ASA de Ventavon Saint-Tropez, 2019).*

Le recyclage de la modernisation du canal de Saint-Tropez en projet permettant de résorber le déficit en eau du Sasse et de restaurer la continuité écologique a permis de dépolitiser un conflit opposant les arroseurs amont et aval du périmètre depuis plusieurs siècles. Les agriculteurs de Valernes ont été obligés de céder du fait du soutien de l'administration, de l'Agence et de la région aux arrosants de Sisteron pour réaliser le passage à l'aspersion. Les agriculteurs de Valernes ont cependant demandé à maintenir un droit d'eau provisoire dans le Sasse, obtenu à hauteur de 300 l/s, et ont créé une nouvelle association syndicale en 2017.

---

[94] La 'loi Grenelle 1'a formalisé 268 engagements environnementaux (Loi no. 2009-967 of 3 août 2009)
URL: www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548

[95] Le Sasse de la confluence avec le Torrent de Reynier jusqu'à la Durance (Comité de Bassin Rhône Méditerranée, 2013).

Par ailleurs, ce projet était également intéressant pour d'autres acteurs. Premièrement, l'ASA de Saint-Tropez manquait de moyens et de personnel pour porter un tel projet, et c'est donc l'ASA de Gap Ventavon qui a assuré la maîtrise d'ouvrage des études et travaux. Les deux ASAs ont fusionné en 2014 et l'association de Gap Ventavon a ainsi récupéré des droits d'eau sur l'autre rive de la Durance et augmenté son périmètre. Une demande d'aide a été déposée en 2021 pour connecter les périmètres rive gauche et droite de la Durance grâce à des conduites qui passeraient sous la rivière, assurant la sécurisation du fonctionnement des deux réseaux (conseil syndical du 19 février 2021 de l'ASA du canal de Gap-Ventavon-Saint-Tropez).

Deuxièmement, la mairie de Sisteron continue à promouvoir l'urbanisation du plan de la Baume, et la disponibilité de l'eau sous pression était donc un enjeu important. Le maire, qui a supporté le projet depuis le début des années 2000, a également participé au financement du projet par l'intermédiaire d'une rétribution à l'ASA pour le maintien du réseau ancien, assurant l'évacuation des eaux pluviales de la ville (Maire de Sisteron, 2014).

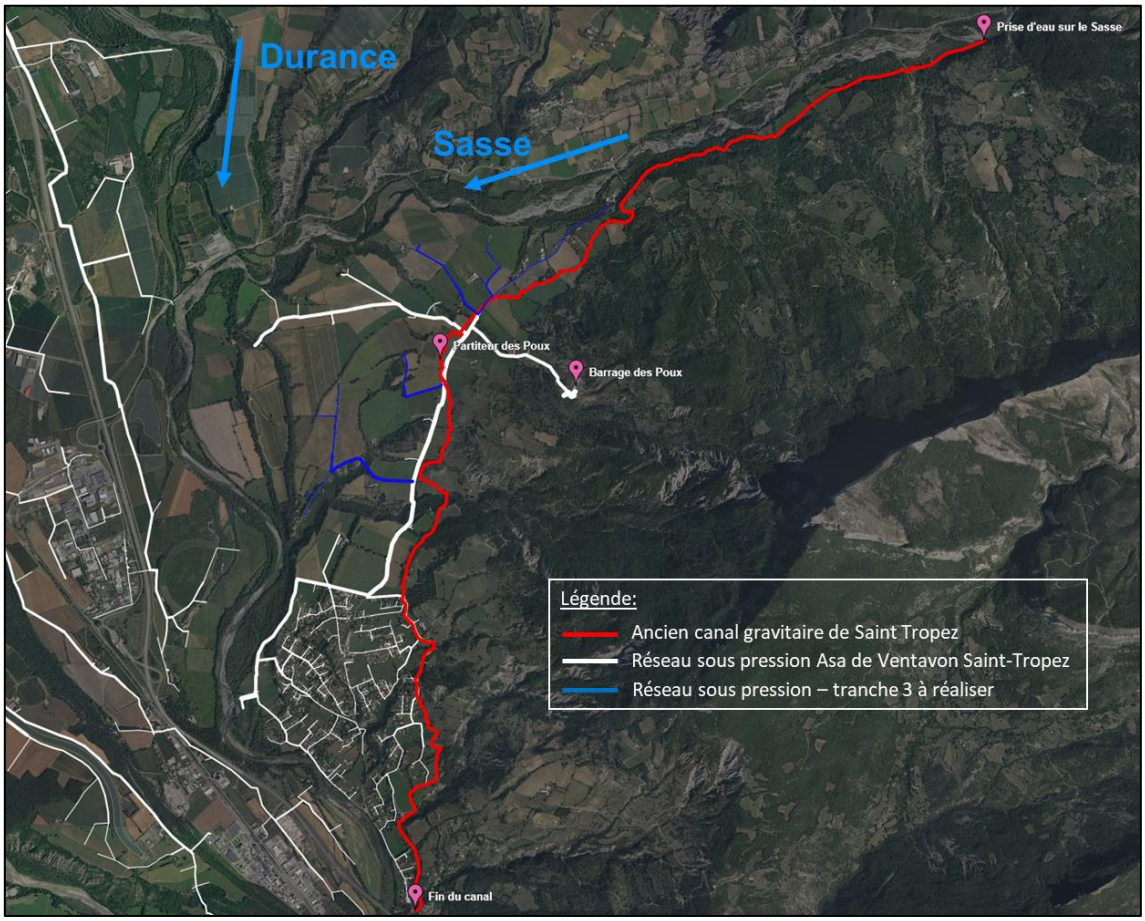


Figure 154 : Projet de modernisation du canal de Saint-Tropez. Source : modifié par l'auteur à partir de ASA de Ventavon Saint-Tropez, 2021.

Les deux premières tranches du projet ont été réalisées sur le secteur de Sisteron et l'aspersion y est disponible depuis 2016 (Figure 154). La dernière tranche à réaliser sur le secteur de Valernes est prévue pour 2021, et la suppression du seuil en 2022.

La « traduction-évitement » de la réforme des volumes prélevables dans le bassin du Jabron et la « traduction-recyclage » dans celui du Sasse ont reposé sur des compromis au niveau local, faisant intervenir l'outil contractuel du PGRE et des possibilités de financement à hauteur de 80% des projets. Dans la prochaine partie, nous souhaitons montrer ces traductions des objectifs environnementaux en

nouvelles infrastructures se sont faites en écartant de nombreuses incertitudes techniques et environnementales associées aux projets.

6 Incertitudes liées aux projets de transfert d'eau et modernisation et effets sur l'environnement

6.1 Incertitudes techniques et économiques liées aux projets de modernisation

Les projets de construction d'infrastructures hydrauliques peuvent faire apparaître des enjeux techniques au cours de leur avancement, qui ne sont pas toujours prévisibles. Dans le cas du canal de Saint-Tropez, de nombreuses complications ont eu lieu depuis le début des travaux.

Premièrement, alors qu'une alimentation par la nappe de la Durance était prévue, les forages réalisés avaient un débit beaucoup trop faible. Un prélèvement directement en Durance a dû être installé pour assurer la majeure partie du débit autorisé de 300 l/s. Cependant, lorsque des évènements pluvieux ont lieu à l'amont, l'eau de la Durance se charge en limons et rend alors nécessaire l'utilisation de systèmes de filtres, engendrant des coûts supplémentaires.

Deuxièmement, un bassin de stockage a été installé en altitude par rapport au périmètre à desservir, afin de bénéficier d'un volume « tampon » utilisable lorsque les coûts de pompage sont importants (heures pleines). Il s'agit normalement de pomper pour remplir le bassin pendant la nuit, puis d'utiliser la gravité pour mettre le réseau en pression la journée. La réserve des Poux devait pouvoir stocker au moins 5000 m^3 pour assurer le bon fonctionnement du réseau (étude d'impact Burgeap, 2012). Mais dès le premier remplissage de la retenue en 2016, des fissures ont été observées. Cela a conduit la publication d'un arrêté préfectoral demandant la vidange de la retenue en 2017. Finalement, une autorisation de remplissage d'un mètre a été obtenue, étendue à 1,5 mètres depuis 2021 et correspondant à environ 1000 m^3 (Figure 155 ; entretien avec l'ASA de Saint-Tropez, 2019).

Figure 155 : Réserve des poux à l'été 2019, alimentation le réseau sous pression du canal de Saint-Tropez. Source : auteur.

L'impossibilité de remplir totalement le bassin entraîne une augmentation des coûts de pompage et une usure des pompes. Ces effets pourraient être pénalisants pour l'intégration prochaine des hectares de la dernière tranche, avec les agriculteurs de Valernes :

> *La ça ne pose pas de problème. Mais demain avec 250 hectares agricoles en plus ça va appeler de l'eau. […] le risque c'est qu'on pète des pompes. Les pompes ça vaut entre 50 et 75 000€. Les pompes comme ça démarrent et c'est fait pour tourner en longue durée. Là on a une cote minimale avec un appel d'eau pas très important, quand le niveau est atteint la pompe s'arrête. On arrête la pompe on redémarre la pompe etc.* (entretien avec l'ASA de Saint-Tropez, 2019).

Les deux options étudiées sont aujourd'hui de renforcer le barrage existant, ou d'en reconstruire un autre. Mais les coûts additionnels pourraient varier entre 1,5 et 3 millions d'euros (entretien avec l'ASA de Saint-Tropez, 2019).

Dans les deux cas, les incertitudes sont également économiques. Comme cela avait souligné dans un rapport du Conseil Scientifique du Comité de bassin RMC, les analyses coûts-bénéfices des projets de substitution sont en général insuffisantes (Conseil scientifique du Comité de bassin RMC, 2020, p. 20). Cette conclusion apparaît également dans le rapport de Bisch et al. (2018), qui soulignait directement l'absence d'analyse coûts-bénéfices dans de nombreux cas, et notamment en Moyenne Durance :

> *Si l'agriculture a été présentée comme une activité très diversifiée et à forte valeur ajoutée (vigne, fruits, semences, plantes à parfum), justifiant l'irrigation, l'approche économique à l'échelle des territoires, comme à celle de chaque agriculteur est inexistante. Le monde agricole considère que l'irrigation est un impératif pour survivre. Il n'y a ni analyse coût-bénéfice ni analyse de la récupération des coûts […]. Il n'y a pas non plus de volet « évolution des pratiques agricoles », si ce n'est un objectif de réduction de la consommation d'eau* (Bisch et al., 2018, p. 200).

Une analyse a été réalisée récemment pour le projet d'extension du réseau du Thor (SCP, 2020). Cependant, elle compare deux scénarios sans expliciter comment ils ont été choisis : la substitution des prélèvements agricoles grâce au transfert depuis la Durance, ou l'amélioration des rendements des réseaux d'eau potable des différentes communes (passage de 60% de rendement à 90%). La conclusion est un coût beaucoup plus élevé des volumes économisés dans le cas du scénario d'amélioration du rendement des réseaux d'eau potable, et des économies générées insuffisantes par rapport aux objectifs.

Dans le cas du Sasse, il n'y a pas eu d'analyse économique, mais les coûts apparaissent très élevés. En effet, en considérant un projet d'environ 12 M€ (sans prendre en compte les surcoûts qui seront liés aux travaux sur la réserve des poux, il s'agit donc d'un minimum), l'investissement à l'hectare se situe entre 25 000 et 30 000 euros. A titre d'exemple, les projets de modernisation en région Occitanie sont qualifiés de performant au niveau économique pour des coûts inférieurs à 5 000€/ha, et peu performants au-delà de 9 000€/ha (PDRR Occitanie, 2014-2020).

6.2 Effets sur l'environnement et incertitudes

6.2.1 Incertitudes dans les Études Volumes Prélevables

Les projets de substitution depuis les affluents vers la Durance participent à diminuer les prélèvements pendant la période d'étiage. D'après la Fédération de pêche des Alpes de Haute Provence, le principal bénéfice environnemental est l'augmentation de « l'habitabilité » de cours d'eau méditerranéen, où quelques centaines de litres par seconde peuvent entraîner une légère baisse de température permettant le maintien des espèces de salmonidés. Dans le cas du Jabron, la substitution doit permettre d'éviter les assecs, ayant conduit par exemple en 2017 à des pêches de sauvetage de poissons bloqués dans des trous d'eau. Toutefois, l'évolution précise du niveau d'effort à réaliser est basée sur de nombreuses estimations faites dans le cadre des études volumes prélevables, que nous décrivons succinctement ici.

Tout d'abord, les données suffisantes ne sont pas toujours disponibles pour la réalisation de modèles hydrologiques et le calcul des débits « naturels » reconstitués. Dans les bassins du Sasse et du Jabron, aucune station permanente n'est en place. Pour le Sasse, le modèle se base sur sept ans de données

entre 1970 et 1977, et sur trois campagnes de mesures pendant les mois d'étiage pour le Jabron, complétées par un historique de mesures ponctuelles de la DDT. Le critère de Nash du modèle hydrologique sur le Jabron est négatif pour deux stations sur trois, signifiant que le modèle est moins performant qu'une estimation qui consisterait à supposer que le débit est égal à la moyenne des débits observés tout au long de l'année (Nash & Stucliffe, 1970 ; Sogreah). La performance du modèle du Sasse n'est pas calculée, et il est indiqué que l'objectif est avant tout la comparaison de scénarios (Cereg Ingénierie). L'exercice de modélisation est particulièrement difficile dans ces bassins marqués par des interactions nappe/rivière complexes, des infiltrations karstiques, etc.

La deuxième source d'incertitudes repose sur l'estimation des prélèvements. Ces derniers sont estimés à partir des déclarations des arrosants à la DDT (irrigants individuels) et à l'Agence de l'eau (usages collectifs), hors nous avons vu dans le cas du Jabron que les agriculteurs tendent parfois à surestimer les prélèvements pour sécuriser leur accès à l'eau. Pour les canaux gravitaires, les mesures sont basées sur les relevés d'échelles graduées situées à l'entrée des canaux, et les prélèvements varient fortement d'une année sur l'autre. Les prélèvements du canal de Saint-Tropez ont été estimés dans l'EVP en prenant le débit autorisé (560 l/s) pendant la période d'irrigation (4,5 mois entre mai et mi-septembre), soit 6,6 Mm^3/an. Mais ces volumes apparaissent surestimés par rapport aux relevés qui ont été faits en 1989 et 2008, et aux entretiens avec les gardes canaux. En effet, il ressort que le débit entrant n'était en général que de 300 ou 400 l/s pendant les mois de juillet et d'août. Dans l'étude d'impact du projet qui se base sur la déclaration de l'association à l'Agence de l'eau pour l'année 2010, le prélèvement est alors estimé à 4,5 Mm^3/an, soit deux tiers de la valeur considérée dans l'EVP (Burgeap, 2012).

Le troisième point résulte de l'application de la méthode habitat par les bureaux d'études. Alors que la méthode vise la comparaison de scénarios de gestion au vu de leur gain potentiel pour l'amélioration des milieux aquatiques, la méthode a été utilisée de diverses manières. Pour le Sasse, étant donné l'évolution linéaire des courbes d'habitabilité du cours d'eau en fonction du débit, le bureau a fixé les débits minimums biologiques entre les repères du 10^e du module et du 20^e du module, sans donner d'explications claires sur ce choix (Cereg ingénierie, 2009). Dans le cas du Jabron, les résultats de la méthode ont amené à des débits supérieurs aux débits naturels à l'étiage. Pour faire face à cette difficulté, le bureau d'étude s'appuie sur la comparaison de scénarios de réduction des prélèvements, et des gains correspondants : *« In fine, les DMB doivent donc être le résultat d'un consensus entre un niveau de prélèvement et la volonté de se rapprocher d'une hydrologie naturelle* » (Sogreah, 2011, p. 10). En envisageant déjà la solution de substitution par le réseau du Thor, l'étude conclut sur un effort à réaliser de 40% de réduction.

6.2.2 Calcul des économies d'eau

Les économies d'eau sont au cœur de la démarche de la réforme des volumes prélevables, mais elles sont prises en compte de façon partielle. En effet, si des économies de prélèvement sont bien générées à l'échelle des affluents déficitaires, les impacts au niveau du bassin de la Durance sont généralement analysés en prenant les volumes bruts. Dans l'étude d'impact de la modernisation du canal de Saint-Tropez, le calcul de l'eau économisée est basé sur les volumes bruts, en considérant un prélèvement de 4,5 Mm^3 en gravitaire (permettant d'irriguer 370 hectares), 1,1 Mm^3 sous pression pour 470 hectares, et une économie de 3,4 Mm^3 par an. Ce chiffre est repris dans la notification d'aide de l'Agence pour le projet. Pourtant cela ne prend pas en compte le fait qu'une grande partie des volumes prélevés en gravitaire retourne en rivière.

Par ailleurs, les transferts d'eau depuis la Durance vers les affluents se traduisent souvent par une augmentation des surfaces irrigables. Ces dernières sont d'environ 80 hectares pour le Jabron et 80 hectares pour le Vanson. Dans le cas de Saint-Tropez, la surface irrigable de 470 hectares est maintenue, mais le passage à l'aspersion permettra de l'irriguer totalement (sous réserve que les complications liées au barrage des Poux soit résolues), alors que seuls 370 hectares étaient irrigués (Burgeap, 2012). Cet aspect est bien visible dans la comptabilité du Compte Epargne Volume, qui

considère les projets de transfert d'eau comme des augmentations de prélèvement. D'après le tableur géré par EDF, le prélèvement net du canal de Saint-Tropez passerait de 670 000 m^3 à 1 126 000 m^3, soit une augmentation de 40%. Certains acteurs soulèvent ces limites liées aux nouveaux projets d'infrastructure :

> *Pour le Jabron on parle d'augmenter la surface irriguée de quelques dizaines d'hectares en même temps. Quand vous dites la Durance ça va, oui, mais comment ce sera dans 10 ans ? Donc on sécurise et on donne l'impression qu'on peut étendre à nouveau* (entretien avec un agent des services de l'État, 2019).

6.2.3 Changements de système de culture

Enfin, l'augmentation du prix de l'eau et l'évolution des techniques d'irrigation impacte directement le type de production (Figure 156). Sur le périmètre de Saint-Tropez, il apparaît que le maintien des prairies dites « permanentes » ou « naturelles » est très compliqué en aspersion :

> *Il y en a beaucoup qui m'ont dit : il faut que vous labouriez le pré, de toute façon, vous n'arriverez à rien, avec vos vieilles prairies à l'aspersion… Tout le monde le dit, il faut labourer, et resemer les prairies artificielles dessus* (agriculteur du secteur de Sisteron, 2019).

Certaines exploitations d'élevage ovin extensif n'avaient jamais retourné leurs prairies, dont plusieurs agriculteurs mettent en avant la diversité floristique. Deux solutions sont privilégiées par les exploitants d'après nos entretiens avec le passage à l'aspersion : l'exploitation de prairies temporaires, notamment les luzernes qui sont semées pour quelques années, ou bien la production de semences (maïs, tournesol, colza) sous contrat permettant d'augmenter fortement les revenus. Des tests de plantation de vergers ont déjà eu lieu, mais les risques de gel seraient trop importants (entretien CA Chambre d'agriculture 04, 2019).

Figure 156 : Prairies naturelles non arrosées suite au passage à l'aspersion (gauche), et prairies temporaires de luzernes irriguées (droite). Juillet 2019. Source : auteur.

Ces évolutions pourraient se traduire par une diminution du taux de matière organique des sols et de biodiversité présente sur les parcelles, une augmentation des intrants de synthèse et potentiellement de la consommation nette de ressources en eau.

Dans la vallée du Jabron, les exploitations d'élevage en système gravitaire envisagent l'arrêt de l'irrigation des prairies et l'achat de foin à l'extérieur, la plantation de cultures mieux adaptées au manque d'eau, ou la reconversion vers des cultures à haute valeur ajoutée (enquête auprès des agriculteurs, 2019). Les exploitations diversifiées déjà à l'aspersion prévoient une augmentation des surfaces en vergers et en contrats de semences pour compenser l'augmentation du prix de l'eau. Ces cultures seraient également privilégiées pour la mise à l'irrigation de nouvelles terres.

Globalement dans la vallée, on pourrait s'attendre à une diminution des exploitations ovines spécialisées, dont l'équilibre repose notamment sur la production de fourrages à bas coût. La proportion des cultures à haute valeur ajoutée pourrait augmenter significativement.

7 Traduction-évitement et traduction-recyclage en Moyenne-Durance

Ce chapitre nous a permis d'analyser dans le détail deux processus de traduction de la réforme des volumes prélevables en Moyenne Durance, visant à réallouer de l'eau vers l'environnement. Nous avons montré que les acteurs au niveau local ont privilégié les instruments de coordination et incitatif, et tenté d'éviter les instruments réglementaires. En particulier, la réforme s'est traduite par la réalisation de nouveaux projets d'infrastructure, permettant de diminuer l'impact des restrictions de prélèvement demandées. Ces derniers présentent de nombreuses incertitudes quant à leurs effets en termes d'économie d'eau, de gains et pertes liées aux externalités des réseaux gravitaires, et de l'évolution des systèmes de production vers des usages plus intensifs, liés à une augmentation de l'usage d'intrants de synthèse (fertilisants et pesticides). Leur adoption a été permise grâce à la construction d'assemblages d'intérêts, d'enjeux et d'objets, légitimés par des discours dépolitisés faisant apparaître ces assemblages comme étant naturels et nécessaires (Boelens et al., 2016). Deux types de traduction ont été identifiés. L'un est basé sur l'évitement des restrictions d'usages de l'eau grâce à l'élaboration d'un nouveau projet d'infrastructure, et l'autre sur le recyclage d'un projet existant dont les objectifs sont reformulés (Figure 157).

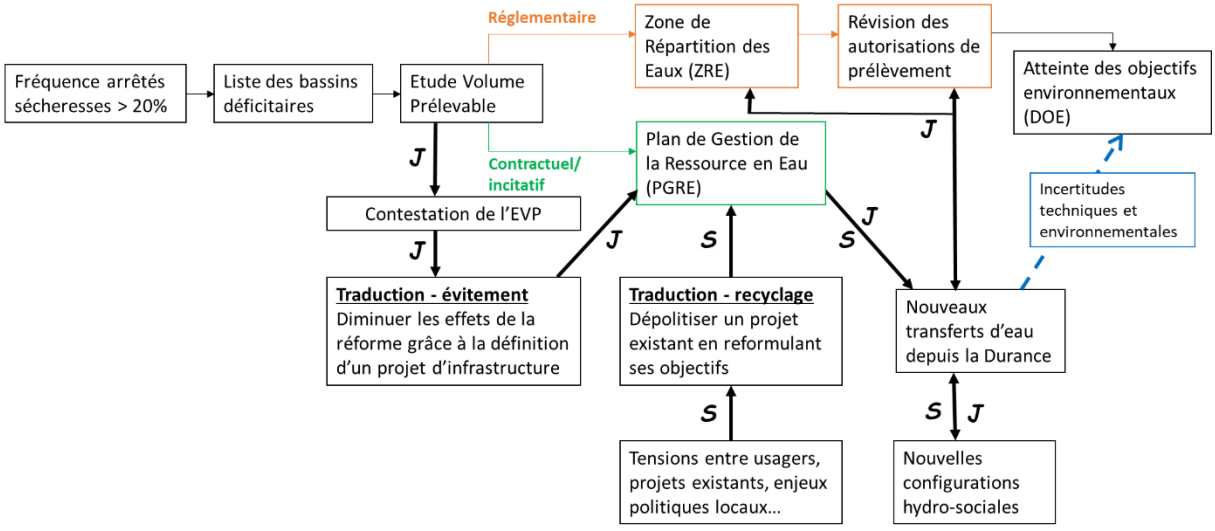


Figure 157 : Traductions de la réforme des volumes prélevables dans les deux cas d'étude de Moyenne-Durance. J (Jabron) et S (Sasse). Source : auteur.

Pour que les projets soient mis en place, plusieurs conditions ont dû être remplies. Tout d'abord, la construction de nouvelles configurations hydro-sociales a résulté du travail de traduction de plusieurs acteurs, permettant de faire le lien entre les agriculteurs et leurs représentants, l'administration à différentes échelles, les élus locaux et les acteurs d'environnement comme les fédérations de pêche. Les services de l'État au niveau départemental ont été les principaux acteurs pour agencer les demandes formulées au niveau du district hydrographique avec les contraintes et enjeux socio-économiques à l'échelle locale. Comme cela a été souligné en introduction, ces derniers sont connectés à différents « *espaces et systèmes de valeurs et de connaissances* ». En effet, les agents chargés de la gestion de l'eau au niveau départemental participent également à des travaux aux échelons régional et du district hydrographique. Ils assistent en particulier au « groupe technique de gestion quantitative de l'eau » du bassin RMC, qui produit et discute les notes portant sur la mise en

œuvre du Sdage. Ils sont par ailleurs au contact des usagers, que ce soit pour l'instruction des aides agricoles ou pour la police de l'eau. En plus de cette connexion aux multiples niveaux administratifs participant à la mise en œuvre de la politique de l'eau, le service chargé de la gestion de l'eau en DDT n'est pas étranger aux enjeux et problématiques agricoles. Ces derniers étaient attachés aux directions départementales de l'agriculture (DDA) pendant des décennies, avant de rejoindre le ministère de l'environnement en 2010 (Le Bourhis, 2010). Dans le cas du Jabron, cela a permis une reformulation de la réforme qui soit compatible avec les enjeux agricoles. Pour le Sasse, même si le passage à l'aspersion défavorise le système d'élevage/prairies de Valernes, une autorisation temporaire de prélèvement dans le Sasse a été accordée, et les agriculteurs bénéficient d'un réseau sous pression subventionné à plus de 80%, ouvrant de nouvelles opportunités de cultures plus rentables et intensives. Le recyclage du projet de modernisation a consisté en l'alignement d'un espace de solution déjà construit avec une nouvelle problématisation de la situation. Comme dans le « *multiple streams framework* », le projet apparaît comme « *une réponse cherchant activement une question* » (Cohen et al., 1972). Le travail de « l'entrepreneur » ou du traducteur a été de recycler la solution existante pour qu'elle réponde aux enjeux politiques qui ont émergé. La Chambre d'Agriculture a également été un acteur clé dans la traduction de la réforme, en assurant le dialogue entre l'ensemble des agriculteurs sur le terrain et l'administration départementale. Le choix d'arrêter de contester les résultats des études pour au contraire participer à la démarche contractuelle et mobiliser des fonds pour le secteur agricole a été déterminant dans le processus.

Le deuxième aspect assurant la réussite des projets était la possibilité d'obtenir un financement public à hauteur de 80 à 90% des montants, en répondant aux conditions d'allocation des aides de l'Agence de l'eau et du fond Feader européen. Cela a été permis grâce à une comptabilité mettant en avant les économies d'eau à l'échelle des affluents, et basée sur les volumes bruts. Les incertitudes liées à l'évolution des surfaces irriguées et à la consommation nette sur le bassin ont été écartées des discussions. Pourtant, ces augmentations de consommation ont été prises en compte dans un autre cadre, celui de la mise en œuvre du CEV, où les projets sont comptés comme des prélèvements dans le stock d'eau. Cette « *construction d'une réalité* » par les démarches de commensuration, et d'un assemblage de faits (Latour, 2005) largement accepté par les acteurs, s'explique par les multiples intérêts en faveur de nouveaux transferts d'eau depuis la Durance. Pour les agriculteurs, il s'agit de bénéficier d'un apport d'eau sécurisé et non soumis aux arrêtés sécheresses, malgré l'augmentation du prix de l'eau. La ville de Sisteron a soutenu les projets de mise sous pression des réseaux et de transfert, car ils représentent une forte demande des usagers urbains. Cela leur permet de bénéficier d'un accès à l'eau brute beaucoup moins couteux que l'eau potable de la ville et de valoriser leur terre. Le réseau du Thor est aussi attendu par les communes de l'aval du bassin dont l'urbanisation augmente. L'ASA de Gap-Ventavon Saint-Tropez a étendu son réseau et bénéficié de subventions importantes pour la construction d'un nouveau réseau, et envisage de connecter les périmètres des deux rives de la Durance. Dans le cas du Jabron, si le projet apparaissait peu intéressant financièrement pour la SCP, la mise en place de la ZRE et la substitution totale des prélèvements, avec également la desserte d'usagers urbains, a convaincu la société d'engager les études pour l'extension du Thor. Enfin, les projets participent à légitimer le Compte Epargne Volume établi à l'échelle du bassin de la Durance, et dont l'usage en faveur des territoires non sécurisés fait l'objet d'un large consensus (voir Chapitre 3).

La mise en place d'une nouvelle configuration hydro-sociale, avec le réarrangement des flux d'eau, des techniques d'irrigation et des rapports de force par exemple entre urbains et agriculteurs, a été permis grâce à la formation de coalitions d'acteurs tous intéressés par les transferts d'eau, mais aussi grâce à l'exclusion du processus de décision de certains acteurs. Par exemple, la Fédération de pêche indique avoir arrêté de participer aux comités de pilotage des PGRE : « *Au début j'y participais et après j'ai dit ça sert à rien de toute façon on ne peut rien dire ! L'objectif c'est seulement d'avoir de l'eau pour tout le monde jusqu'à la fin de l'été… On ne pose plus la question du milieu… Et je l'ai fait remarqué plein de fois* » (Fédération de pêche 04, 2019).

Discussion : paradigmes d'action publique, instruments et territoires hydro-sociaux

Ce chapitre propose une discussion des résultats présentés dans les cinq parties précédentes, en les comparant à la littérature scientifique. Dans un premier temps, cela permet de reprendre la question des facteurs de dépendance au sentier et du changement institutionnel, qui apparaît de façon transversale dans les différents chapitres. Deuxièmement, une réflexion est proposée sur les liens entre les instruments mobilisés pour la réallocation des économies d'eau, les modes d'action publique, et les recompositions de l'État. Les instruments apparaissent comme faisant partie des « nouveaux modes de gouvernance », et plus largement du tournant vers le *New Public Management* (NPM). Les deux dimensions « d'outil de gouvernement » et « d'outil de preuve » sont explorées, en mettant en avant le rôle performatif des méthodes de comptabilité. Enfin, les enjeux liés à la territorialisation des politiques d'économie d'eau sont résumés à partir des quatre cas analysés.

1 Les types de changement dans un contexte de dépendance au sentier

1.1 Les facteurs de dépendance au sentier (résultats et comparaison)

L'analyse des évolutions de politique publique de gestion quantitative de l'eau dans le temps long a fait apparaître un changement graduel, depuis le paradigme des économies d'eau pour les usages productifs au paradigme des économies d'eau pour l'environnement. Ce changement a eu lieu dans un contexte fortement contraint par plusieurs phénomènes de dépendance au sentier, que nous avons identifiés aux échelles du bassin de la Durance, des affluents et des périmètres irrigués.

À travers les différents chapitres, les rapports de force et les droits d'eau hérités du passé, les infrastructures historiques, et les cadres cognitifs liés à l'ingénierie hydraulique sont apparus déterminants, en accord avec la littérature (Ingram & Fraser, 2008 ; Hassenforder & Barone, 2018).

Dans le bassin de la Durance, l'enjeu lié à la modification des droits d'eau agricoles historiques a été qualifié par certains acteurs de « *sujet tabou* » (entretien AERMC, 2019). Même s'il est clair qu'il s'agit d'une des thématiques centrales en lien avec les économies d'eau et la gestion quantitative dans l'ensemble des territoires desservis, aucune initiative déterminante n'a été mise en place par les services de l'État ou l'EPTB pour discuter de l'évolution des droits d'eau. Les droits d'eau fondés en titre ou en droit (suite à la Révolution française) datant des derniers siècles présentent ainsi une forte capacité de résistance au changement. Ils sont directement liés aux rapports de force et infrastructures hérités du passé, permettant l'irrigation de la vallée de la Durance, de la Crau et d'une partie du Vaucluse.

Les systèmes de concession d'après-guerre, avec la concession hydroélectrique d'EDF et la desserte des villes et exploitations agricoles des Bouches-du-Rhône et du Var grâce à la concession de la Société du Canal de Provence, représentent également une forme de « verrou » réglementaire pour la réallocation des volumes d'eau. En effet, l'ensemble des ressources en eau est alloué à la production hydroélectrique en dehors des usages définis dans le cahier des charges de la concession. L'État peut intervenir pour modifier les règles de gestion de l'eau, comme cela a été le cas pour la limitation des rejets dans l'étang de Berre ou l'augmentation des débits réservés à plusieurs reprises, à condition que cela ne remette pas en cause l'équilibre financier de la concession. Dans le bassin de la Durance, EDF a déjà engagé des procédures visant à obtenir une indemnisation de l'autorité concédante du fait de la remise en cause de l'équilibre économique de la chaîne hydroélectrique, suite aux mesures en faveur de la restauration écologique de l'étang de Berre adoptées en 2006 (Laurenceau & Molle, 2019).

La répartition des ressources en eau est intimement liée à la structuration de filières économiques pendant des décennies (Fernandez, 2009 ; Leroy, 2010), limitant les possibilités de changement. Les secteurs agricoles et hydro-électriques ont gardé leur poids politique et interviennent dans l'élaboration des nouveaux instruments de politique publique et/ou se dégagent des marges de manœuvre dans la phase de mise en œuvre.

L'absence de système de mesure des économies réalisées traduit cette résistance au changement, de même que les refus de discussion autour de l'évolution des droits d'eau historiques de Basse Durance. Les bénéfices obtenus par les canaux grâce aux politiques d'économie d'eau, en dégageant des possibilités d'extension des périmètres irrigués ou en se faisant rémunérer les volumes économisés annuellement par EDF comme dans le cas du Vaucluse, génèrent des « effets de rétroaction positive » (*positive feedback processus*) tels que décrits par Pierson (2004, p. 10). Ces effets traduisent une difficulté croissante à imposer un changement de trajectoire. En générant une rente économique pour les canaux agricoles et une optimisation du fonctionnement de la chaîne hydroélectrique, les économies d'eau participent à renforcer les usages établis et l'aménagement hydroagricole.

Le changement de trajectoire en faveur d'une réallocation vers les milieux naturels représente alors un coût important, affectant les bénéfices des usagers historiques, et complexe à soutenir politiquement contre ces secteurs. La Région Paca défend également la modernisation des

infrastructures dans un objectif de pouvoir subvenir à de nouveaux besoins agricoles, industriels et domestiques. Nous avons vu également que les services de l'État et l'Agence de l'eau avaient des intérêts partagés à poursuivre les travaux de modernisation, malgré leurs effets limités sur l'environnement, du fait des compromis historiques sur lesquels ils reposent (acceptation de la redevance et soutien de l'hydraulique agricole), et des éventuelles tensions futures (éviter les conflits d'usage). Il en résulte une forte coalition d'acteurs en faveur du maintien et du développement de la politique de modernisation, et la question environnementale apparaît finalement secondaire (chapitre 3).

D'autres exemples au niveau mondial confirment ces résultats. En effet, la modification des droits d'eau existant en faveur de la réallocation vers l'environnement s'avère généralement complexe à mettre en œuvre. Même dans le cas des marchés de l'eau en Australie et aux États-Unis, censés permettre une grande flexibilité dans l'évolution des droits à prélever, ces institutions ne sont pas transformées facilement. En effet, nous avons vu dans le premier chapitre que les droits d'eau vendus sont en grande partie des droits « de sécurité faible », ne pouvant être assurés lors des années hydrologiques sèches (Moore et al., 2020). Par ailleurs, les transactions sont principalement des prêts et non des ventes définitives (Garrick et al., 2011). En Australie, plusieurs études ont montré le poids du secteur agricole dans la définition des politiques de gestion de l'eau, favorisant les investissements dans la modernisation plutôt que le rachat de droit d'eau. Les élus politiques locaux privilégient également la mise en place de nouvelles infrastructures et leur optimisation (Crase et al., 2009 ; Marshall & Alexandra, 2016 ; Horne, 2017).

En dehors des marchés de l'eau, la modification des droits à prélever en faveur de l'environnement suite à des politiques d'économie d'eau est très rare. Dans la grande plaine du nord de la Chine, les projets pilotes visant à diminuer la pression sur les milieux aquatiques grâce aux économies d'eau n'ont pas fonctionné (Liu et al., 2018 ; Zhang et al., 2020). Dans les bassins du Fleuve Jaune et de la rivière Heihe, des augmentations des surfaces irriguées et des volumes de production pour l'export ont en effet compensé les économies d'eau (Liu et al., 2018). Même si la mise en place d'une limite de prélèvement ou « cap » fait partie des recommandations, les organisations agricoles locales ont favorisé l'augmentation de la production sans mettre en place de système de mesure performant des économies d'eau (Zhang et al., 2020). En Espagne, la possibilité d'extension et d'intensification des usages agricoles suite aux travaux de modernisation participe également à réduire l'effet bénéfique potentiel pour les milieux aquatiques. La modification des droits d'eau des irrigants suite à la modernisation pourrait en partie répondre à cet enjeu d'extension des surfaces irriguées, mais l'opposition du secteur agricole empêcherait de telles mesures (Albiac et al., 2021). Dans le bassin du Jucar (région de Valence), les économies d'eau sur les volumes prélevés ont ainsi été utilisées pour de nouvelles extensions, l'intensification des cultures, et pour un transfert d'eau vers le bassin de Vinalopo plus au sud (Ibid., 2021).

L'organisation des filières économiques et l'allocation des ressources passent également par la réalisation de nombreuses infrastructures de gestion de l'eau, comme les barrages et canaux, qui peuvent limiter les possibilités de réallocation d'eau vers les milieux naturels. Les effets de « verrouillage » des infrastructures du bassin de la Durance seront discutés plus en détail dans la troisième section de ce chapitre. Ce facteur de dépendance au sentier est rarement abordé dans la littérature, malgré le fait qu'il conditionne en grande partie les « chemins de l'eau », les impacts éventuels de la diminution des retours de canaux gravitaires, et les possibilités techniques de réallocation d'eau en faveur des milieux aquatiques (Albiac et al., 2021 ; Owusu et al., 2021).

Par ailleurs, les cadrages cognitifs, avec leurs logiques, modes de représentation et croyances, représentent également un facteur potentiel limitant les changements de trajectoire. En effet, les politiques de l'eau sont marquées par une culture institutionnelle liée à l'ingénierie hydraulique et à une représentation moderne des relations entre société et environnement. Comme nous l'avons vu dans le deuxième chapitre, les agences de l'eau ont été mises en place en France au cours des années 1960 à l'époque de « la mission hydraulique » (Molle 2008) et du paradigme des grands

ouvrages (Pritchard, 2012). L'objectif de modernisation des infrastructures, auquel l'Agence dédie des financements à partir des années 1980, visait avant tout l'optimisation des usages productifs et leur développement, en particulier l'agriculture irriguée et la production d'hydro-électricité. Pendant ces deux périodes, les ingénieurs sont les garants de la bonne gestion de l'eau, à travers le calcul et dimensionnement des ouvrages dans un premier temps, puis de l'optimisation des infrastructures existantes ensuite. À l'Agence de l'eau, un agent justifie ainsi l'absence de considération sur le retour des économies d'eau vers l'environnement : « *à l'époque, les ingénieurs qui travaillaient ici sortaient de l'aménagement du territoire et de l'agriculture* » (entretien AERMC, 2019).

Même si l'objectif environnemental est passé au premier plan depuis les années 2000, nous avançons que la politique d'optimisation des infrastructures reste ancrée dans une logique d'ingénierie hydraulique et de représentation moderne fondée sur une séparation stricte entre humains et non humains (Latour, 2004). En effet, l'eau-environnement à préserver ne s'est pas substituée à l'eau-ressource à optimiser et les deux représentations restent bien présentes en parallèle. Cette rémanence de l'approche techniciste continue à favoriser une réflexion à l'échelle des canaux et des travaux à mener, plutôt qu'au niveau du bassin et des socio-écosystèmes (Barréteau et al., 2016) complexes qui dépendent parfois des flux de retour de canaux gravitaires et de pratiques culturales « inefficientes » (Leibundgut & Kohn, 2012 ; Aspe et al., 2016). Les liens entre les types de culture, le paysage, les milieux aquatiques et les dynamiques socio-économiques avec les politiques d'économie d'eau ne sont généralement pas abordés. D'après nos résultats, cela favorise la perpétuation des économies d'eau malgré parfois un manque d'évaluation de leurs effets, les acteurs ayant tendance à les estimer « nécessairement positives/sans regret » et « *allant dans le bon sens* » (entretien AERMC, 2018).

Ces aspects sont cohérents avec « le monde de l'Agence de l'eau » tel que décrit par JB Narcy (2004), favorisant les logiques d'ouvrage et d'investissement, qui représentent le rôle historique premier des agences. Bouleau (2014) a également observé la persistance du « *référentiel équipement* » dans les agences Rhône Méditerranée et Corse et Seine Normandie.

Dans les cas de l'Australie (Crase et al., 2009) et de l'Espagne (Martínez-Fernández et al., 2020), les investissements massifs dans la modernisation des infrastructures ont été interprétés comme une forme de renouvellement des logiques d'infrastructure du passé, pour la construction des grands barrages et des transferts d'eau (Lopez-Gunn, 2009). Plus généralement, on retrouve les facteurs politiques, cognitifs et culturels de dépendance au sentier qui ont déjà été décrits dans les politiques de l'eau (Ingram & Fraser, 2008).

1.2 Changements graduels en faveur d'une réallocation vers les milieux naturels et ambiguïtés

Comme cela a été présenté dans les chapitres 2 et 3, le changement depuis un paradigme visant à économiser l'eau pour développer les usages productifs à un paradigme basé sur la réallocation de l'eau vers l'environnement s'est opéré progressivement depuis le début des années 2000.

Le processus de « superposition » (« *layering* ») est le plus éclairant sur la trajectoire d'évolution de ces paradigmes, à travers l'ajout de nouvelles règles et instruments aux programmes et institutions déjà existants. Comme discuté dans le Chapitre 3, la superposition peut amener à fragiliser les logiques historiques et diminuer la cohérence des arrangements institutionnels, favorisant alors la conversion des institutions dans le cadre d'un nouveau paradigme (Shpaizman, 2014 ; Koreh et al., 2019).

Cette dynamique apparaît à la fois dans la transformation progressive de l'Agence de l'eau mettant de plus en plus en avant le gain environnemental des projets financés, et de la mise en œuvre des principes pollueurs-payeurs et préleveurs-payeurs. C'est également le cas pour les nouvelles règles et instruments mis en place pour gérer la répartition des volumes économisés au profit des milieux aquatiques.

Le mode de calcul pour les redevances sur les prélèvements agricoles a été modifié près d'une dizaine de fois depuis les années 1980, sans changement brusque sur le prix à payer à l'hectare. La redevance a d'abord été introduite dans une logique de contrepartie des aides versées par l'agence, pour évoluer progressivement vers la mise en œuvre du principe « préleveur-payeur » censé représenter l'impact des prélèvements sur les milieux aquatiques. Alors qu'une ouverture sur le mode de calcul avait eu lieu pour la prise en compte de l'effet potentiellement bénéfique des retours de canaux gravitaires pour l'environnement, elle n'a duré que quelques années. Comme c'est le cas pour la DCE, c'est l'interprétation de l'environnement en tant que milieu naturel non perturbé par les activités humaines, considérées systématiquement comme des pressions, qui a finalement prévalu.

Les conditions pour les aides à l'hydraulique agricole ont également évolué de façon progressive au cours du temps. Dès 1999, une note de l'Agence de l'eau mentionnait l'enjeu de pouvoir s'assurer du gain environnemental des volumes économisés dans le bassin de la Durance (AERMC, 1999). Le 8ème programme d'intervention opère une première transition, suite aux adoptions de la LEMA et de la DCE, sans que l'analyse du gain environnemental soit toutefois systématiquement réalisée. La mise en place des contrats de canaux commence à être discutée au cours du 9ème programme, et des chargés de mission sont financés par l'Agence pour développer ce nouvel instrument avec plusieurs associations d'irrigants du Vaucluse et celle de Manosque. Les contrats sont signés pendant le 10ème programme, tandis que le CEV est adopté quelques années plus tard. Toutefois, l'arrêt des aides de l'Agence pour le cuvelage et l'entretien des canaux, dégageant des volumes économisés généralement faibles, ne s'est fait qu'à partir de 2018, notamment avec le refus du projet de modernisation du canal de Craponne. Autrement dit, la question de la sélectivité des aides du point de vue de leur efficacité pour dégager des économies d'eau au profit de l'environnement s'est mise en place sur une période d'une vingtaine d'années.

Le Compte Epargne Volume a été négocié pendant plus de 10 ans avant son adoption par l'agence, EDF et l'État. Et comme nous l'avons vu, très peu de réallocations vers l'environnement ont été réalisées entre 2016 et 2021, par rapport aux volumes stockés dans le compte. L'adoption des nouveaux instruments s'est faite sans renégocier les droits d'usage historiques, mais grâce à des accords ad-hoc venant s'ajouter aux règles existantes.

D'après Mahoney and Thelen (2010), le changement par superposition a lieu lorsque certains acteurs disposent d'une capacité politique importante pour bloquer des modifications brutales, et lorsque les marges de manœuvre dans l'interprétation des règles sont faibles. À l'opposé, la conversion d'une institution a lieu lorsque le pouvoir de véto pour bloquer le changement est faible, et les marges d'interprétation élevées. La situation peut ainsi devenir propice à la conversion à la suite de l'ajout de règles qui vont peu à peu fragiliser les institutions et arrangements historiques, et le poids des acteurs qui s'opposent au changement. Dans son analyse de la disparition progressive de l'ingénierie publique pour la gestion des réseaux d'eau potable et d'assainissement, et son remplacement par des bureaux d'étude privés, Dedieu (2020) montre comment les acteurs souhaitant résister à la réforme ont peu à peu perdu leur capacité d'opposition suite à de multiples modifications incrémentales, amenant à la perte de légitimité et des moyens d'action de cette mission (Dedieu, 2020, p. 251-253).

Dans notre cas, nous avons montré que l'adoption de nouvelles règles sur la répartition des économies d'eau était facilitée par leur ambiguïté et le flou qui les accompagnaient, comme le suggère la littérature en science politique (Palier, 2008 ; Mahoney & Thelen, 2010) et en sociologie des organisations (Ferraro et al., 2015 ; Ferront & Bertels, 2019) : « *Ambiguity can be rhetorically constructed by actors to align particular actions with the interests of different audiences and persuade them to take part in those actions* » (Sillince et al., 2012, p. 633 in Ferraro et al., 2015).

Les incertitudes et ambiguïtés sont omniprésentes dans les méthodes de calcul des économies d'eau. Les estimations reposent généralement sur des volumes bruts bien que cela puisse cacher des augmentations de consommation nette, et des redistributions multiples entre usagers et avec l'environnement. Les valeurs des coefficients permettant de réallouer l'eau depuis le compte épargne

volume sont presque incompréhensibles par ceux qui ne maîtrisent pas les modèles dont ils sont issus, de même que les différences de valeur entre chaque opération de réallocation.

La possibilité d'attribuer plusieurs sens à une même action est particulièrement visible pour les projets de substitution d'eau vers les affluents déficitaires de Moyenne Durance. Au niveau de la comptabilité de l'Agence de l'eau et par rapport à ses indicateurs de performance, ces projets génèrent des économies d'eau, estimées à partir de volumes bruts. Cependant, du point de vue du Compte Epargne Volume et de la comptabilité réalisée par EDF, les projets augmentent le prélèvement d'eau dans le bassin de la Durance, et correspondent ainsi à une réallocation environnementale permettant de 'déstocker' le compte et donc de confirmer le gain environnemental de l'opération. Bien que contradictoires et concernant les mêmes actions (modernisations des réseaux gravitaires sur le Sasse et le Vanson), ces estimations parviennent à co-exister. Ceci est d'autant plus remarquable que ces opérations tendent en fait à engendrer une *augmentation* de la consommation d'eau dans le bassin, par extension ou intensification de l'agriculture.

Les différents arrangements institutionnels définissant les règles de calcul des volumes d'eau économisés et réalloués reposent ainsi sur de fortes ambiguïtés. Dans la littérature néo-institutionnaliste, l'ambiguïté est interprétée comme une variable clé des compromis politiques et de la mise en place du changement dans les politiques publiques :

> *The social boundaries and interpretations of what an institution demands or allows may remain ambiguous. Ambiguity leads actors to continually reinterpret institutional opportunities and constraints, as well as adapt and modify institutional rules. Since institutions remain an imperfect guide for action, actors may 'discover' new faces of an institution over time through learning, experimentation, and historical accidents. Likewise, ambiguity gives scope for contention and conflict over the meaning of an institution. Many institutions are based on political compromises whose contents are only loosely defined. Such ambiguity may help appeal to (or limited objections from) a wide range of actors ex ante, but requires continuous working out and renegotiation in particular local situations ex post. Ambiguity thus involves perceived discrepancies between a problem situation and institutionalized rules or routines. […] Ambiguity suggests institutions can take on two or more specific meanings. Such multiplicity of meanings is commonplace as institutions become part of changed situational horizons and ends-in-view* (Jackson, 2005, p. 229).

Si le rôle des ambiguïtés pour l'adoption de nouvelles règles est apparu clairement au cours de notre travail, il est important de souligner comment ces dernières peuvent potentiellement participer à fragiliser les arrangements institutionnels historiques (Mahoney & Thelen, 2010, p. 11 ; Jacob et al., 2015). En effet, comme nous l'avons discuté dans le Chapitre 3, les nouveaux instruments tels que les contrats de canaux et le compte épargne volume pourraient conduire à des changements plus profonds, bien qu'ils aient été introduits « à la marge » du système d'allocation des ressources existant. D'après Jacob et al. (2015, p. 180), « *conversion […] feeds off rule ambiguity and the multiplicity of political arenas in which ambiguous rules can be reinterpreted* ». En ce sens, l'accumulation d'ambiguïtés dans les nouveaux instruments liés à la réallocation des économies d'eau pourrait participer à l'évolution plus large des droits d'eau au profit des milieux aquatiques et d'usages dits « *émergents* » ou non sécurisés, comme le tourisme et les activités nautiques (Balland et al., 2002 ; AScA & Artelia, 2019 ; entretiens). Plusieurs associations environnementales, dont la Fédération de pêche des Alpes de Haute Provence, ont ainsi récemment critiqué le choix des réallocations assurées depuis le CEV et leurs effets (Rossi, 2021). Le SMAVD avait également pointé plusieurs incohérences liées aux transparences en crue réalisées par EDF, et déduites du CEV (Commission Eau et Usages, 2020). Ce type de situation a été décrit dans le cadre du régime institutionnel de gestion des ressources comme « complexe » et « non intégré », du fait du décalage entre l'évolution des instruments de politique publique et de la réglementation sur les droits d'usage (Varone et Nahrath, 2014 : 245).

L'occurrence possible de changement d'ampleur suite à des évolutions incrémentales nous permet de discuter les apports potentiels d'autres théories du changement en science politique, en particulier « l'équilibre ponctué ». En accord avec cette dernière, l'évolution des politiques publiques et arrangements institutionnels peut s'interpréter à travers de longues périodes de stabilité soumise aux différents facteurs de dépendance au sentier, et des « moments critiques » pendant lesquels des transformations soudaines ont lieu (« *institutionally reinforced stability interrupted by bursts of change* » ; True et al., 2006, p. 157).

Bien que nous ayons montré le caractère graduel du changement de paradigme dans notre cas, plusieurs évènements pourraient induire des changements soudains dans l'allocation des ressources. En effet, les règles de la politique agricole commune pourraient évoluer par rapport aux conditions existantes pour les subventions à l'hydraulique agricole, en devenant plus strictes vis-à-vis des effets attendus sur les masses d'eau. Le récent rapport de la Cour des Comptes Européennes, publié le 28 septembre 2021, souligne les manquements de ces subventions qui sont susceptibles d'après les auteurs « *d'encourager à consommer plus qu'à consommer mieux* » (Cour des Comptes Européennes, 2021). Par ailleurs, le renouvellement des concessions hydro-électriques du bassin de la Durance, qui devrait avoir lieu autour de 2050, pourrait conduire à rebattre les cartes des allocations d'eau, l'une des variables d'évolution pouvant être le statut juridique des volumes d'eau économisés. En effet, la répartition des ressources dépend aujourd'hui très majoritairement des règles du cahier des charges de concession, et des dotations conventionnelles qui ont été attribuées aux canaux agricoles. Au moment du renouvellement, il existe des possibilités de rachat des droits d'eau par le nouveau concessionnaire, et de nouvelles conventions seront mises en place (entretien 2018, services de l'État). Le Sage Durance, actuellement en cours d'élaboration, pourrait également représenter une opportunité d'évolution de la répartition des ressources en eau.

Les travaux de thèse de L. Santoni sur la gestion quantitative de l'eau dans le bassin de la Durance avaient mis en évidence le rôle des épisodes climatiques extrêmes en tant que « fenêtres d'opportunité » (Kingdon, 1984) pour l'adoption de mesures de « gestion équilibrée », avec notamment la mise en place de nouvelles solidarités pour les usages touristiques et l'augmentation des débits réservés (Santoni, 2014, p. 270-274). Les inondations de 1994 avaient entraîné la réalisation des « études globales » sur le fonctionnement hydro-morphologique de la Durance par le SMAVD, et la sécheresse de 2007 a renforcé le poids des usagers touristiques sur le lac de Serre Ponçon. Les discussions ont abouti avec la signature d'une convention entre le SMADESEP et EDF en 2008, afin de maintenir une cote minimale pendant l'été.

On peut également souligner les diminutions des rejets d'eau depuis la centrale EDF de Saint Chamas dans l'étang de Berre, sous la pression du gouvernement dans les années 1990, de la Commission européenne depuis le début des années 2000 avec la DCE, ainsi que des élus locaux et parlementaires, notamment via le rapport de la commission d'enquête publié en 2020 (Zulezi, 2020). Les modifications sont chaque fois d'une ampleur importante, les rejets étant passés de plus de 3 milliards de mètres cubes par an, à 2,4 milliards en 1994, puis 1,2 milliard en 2006, tandis qu'une annonce a été faite pour un abaissement à 900 Mm^3 en septembre 2021[96].

Ces aspects nous amènent à considérer les différentes théories du changement comme complémentaires plutôt qu'opposées. Même si les changements liés à la répartition de l'eau économisée au niveau du bassin de la Durance ont eu lieu de façon graduelle jusqu'à maintenant, un renversement rapide ne peut pas être exclu. En reprenant l'exemple de Dedieu (2020), il a été montré comment le retrait de l'État du domaine de l'ingénierie publique ne pouvait être compris sans combiner différents types de changement (incrémental et de l'équilibre ponctué). Dans notre cas, le

[96] L'étang de Berre se dote (enfin) d'une feuille de route pour sa réhabilitation, Actu-Environnement, 30 septembre 2021. https://www.actu-environnement.com/ae/news/etang-de-berre-se-dote-enfin-une-feuille-de-route-pour-sa-rehabilitation-38257.php4

poids des fenêtres d'opportunité dépendra fortement des changements incrémentaux qui auront été introduits avant, et des éventuelles ambiguïtés accumulées au cours du temps.

Comme cela a été montré par Hall (1993), les changements de paradigme reposent sur une évolution de l'instrumentation des politiques publiques. En nous appuyant sur les travaux de la sociologie de l'action publique, nous discutons dans la prochaine partie deux types d'effets propres des instruments : le mode d'action publique et les relations entre autorités gouvernementales et public cible induits par le type d'instrument mobilisé ; les effets cognitifs des instruments, en particulier à travers la commensuration.

2 Les effets propres de l'instrumentation de l'action publique : techniques de gouvernement et effets cognitifs

2.1 Instrumentation, nouvelle gouvernance et New Public Management (NPM)

2.1.1 Les instruments d'une « nouvelle gouvernance »

L'approche par les instruments s'inspire des travaux de Michel Foucault sur les dispositifs de gouvernement (Lascoumes & Simard, 2011). D'après Foucault, trois types de pouvoir existent : « *les relations stratégiques, les techniques de gouvernement et les états de domination* ». Il souligne que « *l'analyse des techniques [de gouvernement] est nécessaire, parce que c'est très souvent à travers ce genre de techniques que s'établissent et se maintiennent les états de domination* » (Foucault, 1984, p. 116). Il a ainsi placé « *au centre de l'analyse non le principe général de la loi, ni le mythe du pouvoir, mais les pratiques complexes et multiples de gouvernementalité qui suppose d'un côté des formes rationnelles, des procédures techniques, des instrumentations à travers lesquelles elle s'exerce et, d'autre part, des enjeux stratégiques qui rendent instables et réversibles les relations de pouvoir qu'elles doivent assurer* » (Foucault, 1984 in : Lascoumes, 2004).

Lascoumes s'appuie sur ces travaux pour définir l'instrument de politique publique comme :

> *Un dispositif technique à vocation générique porteur d'une conception concrète du rapport politique/société et soutenu par une conception de la régulation. Cette instrumentation prend classiquement les formes de directives plus ou moins sanctionnées (lois, règlements), de rapports financiers (prélèvements fiscaux/aides économiques directes et indirectes) et de connaissance et comparaison des populations (observations statistiques)* (Lascoumes, 2004, p. 7).
>
> *[…] Chaque instrument est une forme condensée de gouvernementalité, c'est-à-dire d'un savoir sur l'exercice du pouvoir social. Envisager l'action publique sous l'angle de l'instrumentation permet de mieux caractériser les styles (les modes) de gouvernement, et les transformations contemporaines de l'action publique (expérimentation croissante de nouveaux instruments, problèmes de coordination des instruments). L'instrumentation est dans ce sens une activité gouvernementale spécifique reposant sur des théorisations (implicites ou explicites) des rapports politiques et du rapport à la société (Ibid., 2004, p. 10).*

L'analyse des liens entre l'instrumentation et les rapports gouvernant/public cible s'inspire également des travaux de Weber sur la bureaucratisation, montrant l'adéquation entre les procédures administratives et la budgétisation avec le fonctionnement du capitalisme (Lascoumes, 2004 ; Bezes, 2007 ; Hibou, 2014 ; Bezes & Musselin, 2015).

Dans notre cas, le tournant environnemental des politiques d'économie d'eau s'est accompagné d'une évolution des pratiques administratives et des instruments vers les « nouveaux modes de gouvernance » et le New Public Management (NPM).

Il ressort de notre analyse que les politiques d'économie d'eau se basent sur des mixes d'instruments, mais font intervenir majoritairement des instruments de coordination et incitatifs, et des instruments de quantification notamment via la mise en place d'indicateur de performance. Nous discutons les effets propres de ces formes d'instrumentation à partir de la littérature.

La « nouveaux modes de gouvernance » sont définis de la façon suivante par Borzel (2009, p. 8) :

> *New modes of governance refer to the making and implementation of collectively binding decisions (based or not based on legislation) that: are not hierarchically imposed, that is, decisions are adopted and complied with on a voluntary basis (actors cannot be bound against their will) ; and systematically involve private actors, for-profit (e.g., firms) and/or not-for–profit (e.g., nongovernmental organizations – NGOs) in policy formulation and/or implementation*.

Malgré les nombreuses définitions existantes, les auteurs s'accordent sur le fait que les nouveaux modes de gouvernance ont émergé principalement à partir des années 1980 et 1990, en opposition à une forme de gouvernement hiérarchique de l'État (Bevir, 2016). Ce dernier occupe une place « *d'État mobilisateur* » (Halpern et al., 2014) ou « *activating state* » (Bevir, 2016, p. 8), à travers la mise en œuvre d'outils participatifs et incitatifs basés sur l'engagement volontaire des acteurs, parmi lesquels se trouvent notamment les élus locaux, les entreprises et les associations (Le Galès, 1995 ; Smismans, 2008 ; Héritier & Lehmkuhl, 2008 ; Borzel, 2010 ; Bevir, 2016).

Dans le domaine de la gestion de l'eau, la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) s'appuie sur les outils de la *« nouvelle gouvernance »,* et est définie de la façon suivante :

> À *process which promotes the coordinated development and management of water, land and related resources, in order to maximize the resultant economic and social welfare in an equitable manner without compromising the sustainability of vital ecosystems* (Global Water Partnership, 2003).

Les instruments de concertation se trouvent au cœur de la GIRE (Biswas, 2008), censée promouvoir « *la collaboration et les partenariats à tous les niveaux, une participation effective de l'ensemble des acteurs, l'établissement d'objectifs et de stratégies, une gouvernance de l'eau transparente, et une coopération avec les organisations internationales et le système des nations unies* » (Rahaman & Varis, 2005, p. 17).

Les principes de la gestion intégrée des ressources en eau se retrouvent en France dans la loi sur l'eau de 1992, qui a reconnu l'eau comme patrimoine commun de la nation et introduit la notion de « gestion équilibrée » entre tous les usages à l'échelle du bassin versant (Bouleau, 2007 ; Auvet 2018). La Directive Cadre sur l'Eau a également renforcé ces principes au niveau européen.

Depuis leur création dans les années 1960, les Agences de l'eau en France ont un fonctionnement qui repose sur une forte participation des acteurs de l'eau. Les élus locaux et les usagers (représentants des filières économiques, associations de consommateur et de protection de l'environnement) sont mobilisés pour les prises de décision au niveau du conseil d'administration de l'Agence et du comité de bassin. Pour G. Bouleau, « l'algorithme » du « référentiel concertation » est toujours le même : « *il faut rassembler les interlocuteurs à la même table pour qu'un diagnostic commun soit élaboré à partir de mesures non controversées* » (Bouleau, 2007, p. 276).

Bien que présent depuis plusieurs décennies dans les politiques de l'eau, la place de la concertation s'est renforcée dans les instruments mis en place dans le bassin RMC pour gérer la réallocation de l'eau vers l'environnement.

Les contrats de canaux, les PGRE et le CEV impliquent de nombreux acteurs dans leur comité de pilotage, et la concertation entre usagers est toujours mise en avant par les promoteurs de ces dispositifs. Dans le cadre du contrat de canal Crau Sud Alpilles, beaucoup de réunions de concertation ont eu lieu :

Mais ça aussi ça a été une affaire de concertation, et c'est ce qu'on dit aussi : c'est une question d'esprit. Dans le contrat de canal, on avait réussi à mettre les paysans et les écolos ensemble, et ils défendaient leur territoire, finalement. Et quand on a fait la centrale hydroélectrique à Eyguières, les écolos l'ont soutenue en disant : « faites-le, ce sera utile ». En contrepartie, on autorise le club de canoë-kayak d'Entressen d'utiliser un bout du canal pour s'exercer. Ou les pompiers. On a reçu vendredi le capitaine des pompiers, le responsable des noyades sur le département… Ils s'entraînent chez nous. On a les pêcheurs qui viennent pêcher. On a fait un aménagement avec eux. Les pêcheurs font la pêche de sauvegarde [au moment de la période de chômage du canal], en échange ils viennent pratiquer, et l'idée à chaque fois, c'est qu'ils viennent sensibiliser le public, etc., par rapport aux dangers et aussi à la fois à l'intérêt du canal. C'est du gagnant-gagnant. (entretien Association des arrosants de Craponne, 2020)

[…] Le nerf, pour moi, c'est la concertation et l'approche transversale. On l'a vu, nous, au contrat de canal. La première année, tout le monde se tapait sur la gueule autour de la table, entre tous les usagers. Ça gueulait, même entre ASA : « tu me piques mon eau, je te pique ton eau, etc. » Et au bout d'un moment : ok, mais qu'est-ce qu'on fait ? À force de dire, chacun : « j'ai ce problème », et tout d'un coup : « Tu as ce problème ? Moi aussi. Comment tu fais pour ça ? » Et à force… C'est des phases obligées. […] Pour moi, la clé est là : il faut vraiment essayer de partager les problèmes en commun pour gérer en commun (entretien ASA du canal de Craponne, 2020).

À l'issue de la démarche, un accord a par exemple été trouvé pour la pratique du canoë kayak sur le canal de Craponne :

Pour nous la démarche du contrat de canal ça a été essentiel. Nous sommes passés d'une posture de refus, de conflits à une institutionnalisation de notre pratique. Les gestionnaires ont vu assez rapidement l'intérêt de nous intégrer, parce que notre pratique mettait en avant d'autres utilités du canal, ça montrait qu'il avait une valeur environnementale, patrimoniale, même si après ça passe plus ou moins bien auprès des arrosants. Mais pour nous c'est essentiel cette contractualisation (Président d'une Association de Canoë Kayak à Entressens in Aspe, 2016, p. 53).

Dans le comité de pilotage des PGRE, de nombreux acteurs sont invités à participer : syndicat de bassin, services de l'État régionaux et départementaux, Agence de l'eau, OFB, Région Paca, Agence Régionale de Santé, Chambre d'agriculture, fédérations départementales des associations d'irrigants, fédération de pêche départementale, élus locaux et représentants des usagers parmi lesquels figurent les associations d'irrigants, les associations de pêcheurs, ou encore d'EDF.

Pour le Compte Epargne Volume, il est prévu depuis sa création qu'il soit géré par les futures instances du Sage Durance. Lors de la réunion d'adoption du CEV en commission Eau et Usages en 2016, le représentant d'EDF avait indiqué : « *les réaffectations des volumes économisés seront arbitrées de façon collective, et le rôle d'EDF dans ce cadre se limite à celui d'opérateur qui rend possible les déplacements dans l'espace de l'eau* » (compte rendu de la Commission Eau et Usages, 2016). EDF défend à l'échelle du bassin l'idée que les enjeux de réaffectation doivent être gérés par l'ensemble des usagers :

L'aménagement porté par EDF a intégré beaucoup de nouveaux enjeux. Et la gestion se tend avec des années qui vont être de plus en plus compliquées à gérer… Donc tout ce qui est économie d'eau, bien sûr, on y est favorable, parce que ça va permettre un peu de détendre le système. […] Mais on était sur une gestion environnement et multi-usages. La notion de solidarité peut s'exprimer pour l'environnement, mais aussi pour le multi-usages. […] Il ne faut pas dire que c'est juste le problème d'EDF. On est tous dans le même bateau, et c'est ce qu'on a essayé de dire dans la première étape de l'étude d'usages qui montre qu'il y a de la valeur qui est créée bien au-delà de la production de l'électricité. On est tous lié, et cette notion de lien et d'articulation (entretien EDF, 2018).

Cependant, des écarts importants ont pu être relevés entre l'objectif initial de participation des acteurs, et la mise en œuvre concrète des dispositifs. Pour les contrats de canaux, malgré les nombreuses concertations qui ont eu lieu pour les contrats « Crau Sud Alpille » et « Comtat à la mer » dans les Bouches-du-Rhône, peu de subventions ont été obtenues et la démarche a été abandonnée dans le cas de la Crau. L'effort de concertation n'a pas amené à une modification des règles de financement, qui jouent au détriment des canaux gravitaires et de la majorité des travaux d'entretien ou de cuvelage demandés par les ASAs. Dans les PGRE analysés, la Fédération de pêche départementale indiquait « *ne rien pouvoir dire* » pendant les réunions, largement pilotées par le secteur agricole.

Dans le cas du CEV, nous avons montré que la gouvernance actuelle repose principalement sur le comité technique rassemblant EDF, l'État, l'Agence, la région et le SMAVD. Des réunions bilatérales ou tripartites ont également lieu entre les signataires du protocole. La mise en place d'une réelle gouvernance partagée du compte par l'ensemble des acteurs pourrait amener à questionner à nouveau l'outil et son fonctionnement. Jusqu'à maintenant, le rôle du comité de pilotage a davantage reposé sur la validation de décisions déjà prises en amont.

Dans son analyse de plusieurs dispositifs participatifs dans le bassin de la Durance, Santoni a montré qu'une grande partie des décisions était en effet prise au sein des comités techniques (Santoni, 2014). D'après un animateur de dispositif participatif, *« Le rôle des instances de concertation officielles consiste alors à valider les propositions des comités techniques, rarement remises en cause, faute de temps ou d'expertise pour s'investir techniquement »* (Santoni, 2014, p. 185).

Par ailleurs, il a été montré que de nombreuses réunions bilatérales (Santoni, 2014) ou régulations « adhocratiques » (Massardier, 2009) avaient lieu en dehors des instances officielles de concertation. Ces dernières donnent un poids particulièrement important aux acteurs « marginaux-sécants » (Crozier & Friedberg, 1977), comme EDF ou la SCP, participant à plusieurs systèmes d'action en parallèle. Comme indiqué par une personne de l'Agence de l'eau : « *on est tous autour de la table, mais pas sur un pied d'égalité en termes de temps, de compétences et de prérogatives* » (entretien in Santoni, 2014, p. 225). En effet, les négociations sont multiples et enchâssées à différentes échelles, comme les cas du Compte Epargne Volume au niveau du bassin de la Durance, de la prise en charge du débit réservé entre EDF et la CED, ou encore des rejets dans l'étang de Berre aux niveaux local, national et européen.

Ces limites des dispositifs participatifs en lien avec la gestion intégrée ont largement été discutées dans la littérature : « […] *Participation features as a key component of 'IWRM in practice' but the approach nevertheless draws more on a concept of instrumental rationality informed by good will and good data […] than on the politics of resource management* » (Molle, 2008, p. 133). Les auteurs soulignent que les instruments participatifs n'impliquent pas nécessairement l'engagement de la société civile (Smismans, 2008), sont sujets à la capacité de certains acteurs à cadrer les débats (Stirling, 2008), et sont mobilisés dans des entreprises de légitimation visant à stabiliser plutôt qu'à modifier les rapports de force établis (Saurugger, 2014). Les « nouveaux modes de gouvernance » représenteraient ainsi une forme privilégiée d'action pour certains acteurs économiques pouvant imposer plus facilement leur vision et instruments fondés sur le marché (Swyngedouw, 2005).

Une vision alternative sur la participation consiste à mettre l'accent non pas sur les propositions normatives, mais sur l'analyse de situations concrètes, en favorisant les processus d'apprentissage et d'exploration des possibles (Stringer, 2006 ; Saravanan et al., 2009 ; Hassenforder et al., 2015 ; Hassenforder & Barone, 2018). L'approche participative représente alors une arène censée faciliter les bricolages institutionnels (Cleaver, 2012), grâce à l'apport d'outils et méthodes, de données et d'un environnement favorable à la négociation (Hassenforder et al., 2015). Comme nous en avons discuté dans le Chapitre 3, une telle approche pourrait être féconde pour la mise en œuvre du Compte Epargne Volume.

À côté des approches participatives, les nouveaux modes de gouvernance privilégient également les instruments incitatifs, basés sur l'engagement volontaire des acteurs, plutôt que les mesures contraignantes. Les subventions en faveur des économies d'eau et les approches contractuelles qui les accompagnent, avec les contrats de canaux et les PGRE, représentent un exemple de ces instruments incitatifs.

Comme les démarches participatives, ces outils ne sont pas nouveaux et représentent le principal levier d'action des agences de l'eau à travers les redevances et les aides distribuées. Cependant, dans le domaine des économies d'eau, les outils incitatifs ont depuis le début des années 2000 des objectifs environnementaux, avec la réallocation de l'eau économisée vers les milieux naturels. Plusieurs auteurs ont montré que la mobilisation de ces instruments dans les politiques environnementales reposait sur une vision positive des liens entre économie et environnement, consistant notamment à intégrer les critiques des mouvements écologistes des années 1970 (Hajer, 1995 ; Luke, 1995 ; Lascoumes, 1994). Alors que les mouvements sociaux mettaient en avant les contradictions entre croissance économique et bon état de l'environnement, cette nouvelle approche permettait de les réconcilier à travers par exemple les notions de développement durable (Sachs, 1999 ; Leroy, 2010) et de croissance verte (Luke,1995). Hajer (1995) a nommé « *ecological modernization* » cette nouvelle approche :

> *Ecological modernization suggests a positive-sum solution to what had until then been seen as a zero-sum problem. Governments are well aware of their functional dependency relationship with business and generally realize that calling a halt to environmental degradation would normally involve imposing restrictions on industry. Ecological modernization, however, uses the language of business and conceptualizes environmental pollution as a matter of inefficiency, while operating within the boundaries of cost-effectiveness and administrative efficiency. Ecological modernization is the positive approach to environmental policy. […] Not only does it open up new markets and create new environmental improvement demands; if executed well, it would stimulate innovation in methods of production and transport, industrial organization, consumer goods. […] Ecological modernization does not call for any structural change but is, in this respect, basically a modernist and technocratic approach to the environment that suggests that there is a techno-institutional fix for the present problems […] : efficiency, technological innovation, techno-scientific management, procedural integration, and coordinated management (Hajer, 1995, p. 31–32).*

Les politiques d'économie d'eau représentent un exemple de « modernisation écologique » dans le sens où la modernisation des infrastructures, largement consensuelle et représentant une opportunité économique pour les agriculteurs, est censée répondre aux enjeux environnementaux liés à la gestion quantitative. La modernisation, avec l'investissement qu'elle représente pour les usagers (bien que faibles, à hauteur de 10 ou 20% des projets) et l'augmentation du prix de l'eau, est souvent associée à une intensification des pratiques agricoles ou une extension des surfaces irriguées (Grafton et al., 2018). La rentabilité des projets est censée être assurée du fait des augmentations de profit dégagées par les exploitations, avec notamment le passage à des cultures maraichères ou arboricoles.

Alors que les relations entre les associations environnementales et le secteur agricole sont particulièrement tendues dans le domaine de la gestion quantitative par rapport à la construction de nouvelles retenues (Bès et al., 2015 ; Trottier & Fernandez, 2010), les projets d'économie d'eau subventionnés sont généralement consensuels.

Dans le bassin de la Durance, Santoni (2014) avait identifié deux coalitions environnementale et économique en lien avec la gestion quantitative de l'eau, l'une visant l'augmentation des débits réservés et l'autre le développement des activités économiques (Tableau 35).

Tableau 35 : Coalitions environnementale et économique en lien avec la gestion quantitative de l'eau dans le bassin de la Durance. Source : Santoni, 2014.

Caractéristiques	« Coalition environnementale »	« Coalition économique »
Acteurs	AERMC DDT Onema Fédérations de pêche DREAL APN Service « environnement » des collectivités (CG et CR) Elus « verts »	Chambres d'agriculture DRAF Agriculteurs EDF SCP Acteurs du tourisme Elus (locaux, CG, CR)
Référentiel / priorité de destination de l'eau	Besoins en eau des milieux aquatiques	Besoins en eau pour la pratique des activités économiques ou l'aménagement du territoire
Ressources	Etudes scientifiques préalables à l'élaboration des dispositifs de gestion concertée Evolutions de la règlementation environnementale (DCE) Critères et montants des aides de l'agence	Dotations en eau Retombées économique et sociales des activités anthropiques Soutien des élus locaux

Il est intéressant de noter que, d'après notre analyse, les politiques d'économie d'eau bénéficient globalement du support des acteurs des deux coalitions environnementale et économique. Comme discuté dans le Chapitre 3, les acteurs sectoriels tels que EDF et les agriculteurs, ainsi que les services de l'État, l'Agence de l'eau et les fédérations de pêche, défendent la modernisation des infrastructures d'irrigation. Des débats ont émergé récemment par rapport à l'allocation de l'eau économisée, dans le cadre des concertations liées au Compte Epargne Volume. Le SMAVD souhaite notamment mettre en discussion les politiques d'économie d'eau dans les futures instances du Sage Durance, afin de mieux définir les objectifs et d'analyser les effets au cas par cas (entretien SMAVD, 2020). Quelques acteurs pointent du doigt le manque d'adéquation des politiques d'économie d'eau dans certains territoires, comme dans le cas de la Crau. L'association SOS Durance Vivante défend également le maintien de l'irrigation gravitaire et son impact positif sur les paysages (entretien SOS Durance Vivante, 2021). Ces discussions n'ont toutefois jusqu'à maintenant pas amené à remettre en cause le large consensus autour de la modernisation des infrastructures.

La génération d'économies d'eau, comme mesure permettant d'éviter l'opposition entre usages économiques et environnement, est particulièrement compatible avec le système des Agences de l'eau. En effet, leur mode de fonctionnement repose sur la concertation entre des usagers pouvant avoir des intérêts contradictoires et la mise en place de solutions acceptées par tous. L'objectif est ainsi de parvenir à faire voter à l'unanimité les SDAGE par le comité de bassin (entretien AERMC, 2020). La modernisation des réseaux d'irrigation permet de combiner les différents « référentiels » identifiés par G. Bouleau (2007) : référentiels « équipement », « concertation » et « écologie » (Bouleau, 2007,

p. 273-281). Ces actions répondent également au schéma d'action DPSIR[97] de la Directive Cadre sur l'Eau, en favorisant des mesures efficaces à moindre coût (Fernandez et al., 2014 ; Linton & Krueger, 2020). Le cadre ne vise pas l'interdiction des usages, mais bien leur compensation grâce à des réponses adaptées. Les « réponses » sont généralement incitatives, et la modernisation des infrastructures est la première envisagée dans le rapport (Figure 158 ; Berman et al., 2012, p. 15).

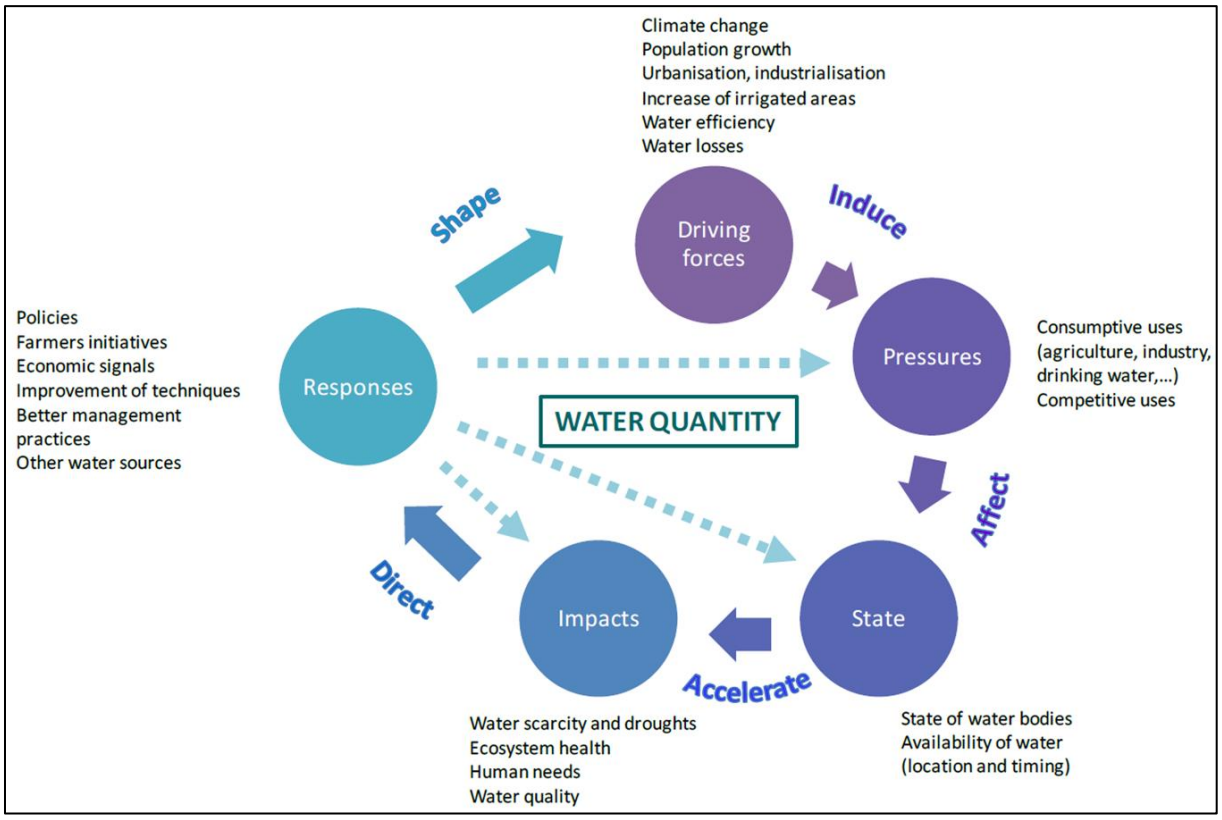


Figure 158 : Application du schéma DPSIR à la gestion quantitative de l'eau. Source : Berman et al., 2012.

Finalement, sans mesures encadrant leur mise en œuvre comme le contrôle des extensions de surface irriguée, la révision des droits à prélever et plus généralement la modification des flux d'eau, les politiques d'économie d'eau apparaissent alors comme un « *hydro-social fix* » (Swyngedouw & Williams, 2016). La notion de *fix* vise les nouvelles infrastructures intensives en capital, permettant la poursuite de la croissance économique, de l'extension des villes, ou encore de la production agricole : « *elements of the built environment produced by means of diverting or "switching" capital flows into enduring, spatially explicit infrastructures that facilitate commodity production and circulation (directly and indirectly) while supporting social reproduction more broadly* » (Ekers & Prudham, 2017, p. 1371). Le *hydro-social fix* concerne les nouvelles infrastructures hydrauliques permettant d'augmenter les apports en eau pour maintenir et développer les multiples usages qui en dépendent, sans les remettre en cause (Swyngedouw, 2013). Les transferts d'eau ou la désalinisation en Espagne ont été décrits comme des *hydrosocial fixes*. Bien que la modernisation ne corresponde pas au captage de nouvelles ressources en eau douce, elle représente une solution technique visant à dégager des marges de manœuvre pour le développement et/ou la réallocation entre usages. O'Neil & Boyer (2020) envisagent ainsi les mesures de conservation de l'eau dans les villes de Phoenix et Tucson en Arizona comme des formes de *hydro-social fix*, censées être capables d'accompagner l'augmentation de la population et l'extension urbaine (Boyer, 2020). Comme dans le cas de la Durance, les mesures de

[97] driving forces, pressures, state, impacts, responses.

conservation d'eau reposent sur un consensus entre les associations environnementales et les professionnels du secteur de l'eau (O'Neil & Boyer, 2020, p. 15).

La mobilisation croissante des outils de la nouvelle gouvernance correspond à un mouvement de fond, marqué par une évolution des modes d'action publique depuis les années 1990 (Bezès, 2007). Cette évolution s'insère dans le tournant libéral de nombreux États suite à la période de croissance d'après-guerre (Streeck & Thelen, 2005, p. 4-5), qui s'est traduite notamment par la prédominance du référentiel de marché (Muller, 2009) et une mobilisation accrue des techniques de gestion du secteur privé dans l'administration publique. Nous analysons dans la partie suivante les effets liés à la forte augmentation des mesures, de la quantification et des indicateurs de performance dans les politiques d'économie d'eau, comme l'un des éléments du New Public Management (NPM).

2.1.2 Instruments et New Public Management

La doctrine du *New Public Management* (NPM) s'est développée en opposition au fonctionnement des administrations publiques hiérarchiques et procédurales, jugées inefficaces et couteuses à partir des années 1980 (Hood, 1995). À partir des travaux de Hood (1991), Bezes (2007) propose une définition du « puzzle doctrinal » formé par le NPM :

> *Développé par sédimentation et strates successives, véritable « puzzle doctrinal », le NPM s'est précisément construit comme une critique des règles de l'administration bureaucratique. Il défend de nouvelles manières de penser l'organisation administrative à partir d'un ensemble hétérogène d'axiomes tirés de théories économiques, de prescriptions issues de savoirs de management, de descriptions de pratiques expérimentées dans des réformes (notamment dans les pays anglo-saxons) et de systématisations produites par des organismes comme l'OCDE. Ses préconisations, qui ont quelque peu varié en vingt ans, avancent cinq principes d'organisation, déclinés en différentes mesures : la séparation entre les fonctions de stratégie, de pilotage et de contrôle et les fonctions opérationnelles de mise en œuvre et d'exécution ; la fragmentation des bureaucraties verticales par création d'unités administratives autonomes (des agences), par décentralisation ou par empowerment de groupes d'usagers ; le recours systématique aux mécanismes de marché (concurrence entre acteurs publics et avec le secteur privé, individualisation des incitations, externalisation de l'offre) ; la transformation de la structure hiérarchique de l'administration en renforçant les responsabilités et l'autonomie des échelons en charge de la mise en œuvre de l'action de l'État ; la mise en place d'une gestion par les résultats fondés sur la réalisation d'objectifs et la mesure et l'évaluation des performances dans le cadre de programmes de contractualisation* (Bezes, 2007, p. 19).

Dans le secteur de l'eau, les services de l'État se sont détournés du niveau opérationnel et concentrés sur les missions de pilotage, de stratégie ou de police, dans les domaines de la protection contre les inondations (Guerrin, 2014), du petit cycle de l'eau (Dedieu, 2020) et des infrastructures d'irrigation et de drainage. Ces évolutions se traduisent par une forte augmentation de la contractualisation avec des acteurs privés tels que les bureaux d'études pour assurer ces missions opérationnelles (Barone et al., 2016 ; Guerrin, 2014).

Pour les inondations, l'État a mis progressivement fin à son implication dans les travaux de construction et d'entretien des digues au cours des années 1980 et 1990 (Guerrin, 2014, p. 95). Il maintien et développe les activités de pilotage, comme cela a été montré pour le Plan Rhône, avec « *une recomposition du rôle de l'État plutôt qu'un désengagement* » (Ibid., 2014, p. 483-484). Les années 1980-1990 sont également marquées par une monétarisation des inondations, avec un rôle accru des assurances privées (Ibid., 2014 : 97). Pour l'eau potable et l'assainissement, les premières réductions de missions et d'effectifs ont lieu à partir de la fin des années 1990 (Barone et al., 2016). Le « plan de modernisation de l'ingénierie publique » de 1999 soumet l'ingénierie publique aux règles de mise en concurrence, et augmente la part des missions de contrôle des collectivités locales. Avec la Révision générale des politiques publiques (RGPP) lancée en 2008, l'arrêt de l'ingénierie publique est décidé (Ibid., 2016). Contrairement aux inondations, où le rôle de pilotage de l'État reste fort, Dedieu

(2020) avance que les réformes de l'ingénierie publique en lien avec le petit cycle de l'eau amènent bien au retrait de l'État de ce domaine, sans redéploiement vers des activités de pilotage (absence d'organe de régulation à l'échelle nationale ; Barone et al., 2016).

Pour ce qui est de l'assistance à maîtrise d'ouvrage pour les infrastructures d'irrigation et de drainage, une érosion progressive des missions et des effectifs a lieu à partir des années 1980. Au niveau régional, le Service Régional d'Aménagement des Eaux voit ses effectifs diminuer peu à peu. Dans les rapports d'activité annuels, le chef de service signale une diminution de 30% des effectifs entre 1977 et 1987 (SRAE, 1987, p. 2) et « *une situation de déficit de plus en plus préoccupante au niveau des équipes de terrain* » (SRAE, 1990, p. 2). Les fonds du ministère de l'Agriculture pour l'entretien des infrastructures hydrauliques ont également diminué jusqu'à disparaître totalement en 2008. Les activités d'assistance à maîtrise d'ouvrage des ASAs sont également supprimées en 2008. Ces dernières occupaient encore une équipe de 12 personnes à la direction départementale des Bouches-du-Rhône avant 2008. Une seule personne est aujourd'hui en charge des enjeux d'hydraulique agricole dans le département (entretien DDT, 2018). À côté de la diminution de la présence de l'État sur le terrain, au niveau opérationnel, de nombreuses activités de pilotage se développent en lien avec la gestion quantitative de l'eau, depuis l'échelle nationale qui est relayée par les services déconcentrés et en particulier par les Dreal de bassin créées en 2009.

Avec la fin de l'assistance à maîtrise d'ouvrage des ASAs et l'augmentation de l'implication du secteur privé, un troisième élément faisant partie des instruments du NPM est introduit dans les politiques de l'eau et lié aux activités de pilotage : l'augmentation de la quantification et des indicateurs de performance (Le Galès, 2016). La Directive Cadre sur l'Eau a fixé des indicateurs écologiques de bon état sur l'ensemble des masses d'eau principalement pour les aspects de qualité de l'eau, reliés à la chimie, l'hydrologie et l'écologie (Bouleau & Pont, 2014). Dans le domaine de la gestion quantitative, peu d'éléments ont été proposés au niveau européen. Premièrement, il est reconnu que les prélèvements d'eau représentent une « pression » pour l'atteinte du bon état (EC, 2015). Deuxièmement, il est indiqué qu'il est nécessaire de maintenir un certain débit écologique dans les rivières, sans donner de méthodologie unifiée à suivre pour définir ce débit (Ibid., 2015). Plusieurs décrets nationaux ont été produits suite à la loi sur l'eau en lien avec la gestion quantitative, mais les méthodologies pour définir « le manque d'eau » sont adoptées à l'échelle des bassins hydrographiques, par les Dreal de bassin et les agences de l'eau.

La mise en œuvre du Sdage fait intervenir trois « secrétariats » : secrétariat directorial (directeurs de l'Agence et de la Dreal rassemblés ponctuellement pour traiter d'un sujet précis), secrétariat technique restreint qui est co-piloté par la Dreal de bassin et l'Agence (avec association de l'OFB et la Draaf de bassin), et secrétariat technique élargi qui rassemble les différentes Dreal et DDT du bassin hydrographique. Le secrétariat technique est divisé en différentes thématiques, et l'une d'elles est la gestion quantitative de l'eau :

> *La Dreal de bassin anime et pilote avec l'agence. On apporte la méthode de bassin et les Dreal la font mettre en œuvre par les DDT. […] Le secrétariat technique restreint se réunit tous les deux mois. Il a un rôle de validation des grandes orientations à donner à la planification. C'est-à-dire des notes de méthode, des notes techniques du Sdage, l'organisation des chantiers. C'est la planification. […] Nous, on s'adresse pas aux DDT, sauf exception. On demande aux Dreal de porter les messages bassin et les méthodes bassin (entretien Dreal de bassin, 2018).*

Ce pilotage « par les chiffres » depuis l'échelle du bassin hydrographique est parfois mal vécu au niveau local, en particulier dans les territoires dits déficitaires :

> *Le nombre de PGRE, le nombre de ZRE, ça fait partie des indicateurs du bassin. Donc on dit, par exemple, on avait 150 bassins déficitaires, bah… aujourd'hui on a 138 ZRE, on a 125 PGRE, heu… bientôt 135 donc tout sera bouclé. Si vous voulez le problème c'est que pour eux [l'échelle du bassin], ce qui se passe au niveau local ce sont des chiffres, ce sont des statistiques* (entretien, 2019).

Pour un agent d'une chambre d'agriculture, les indicateurs permettant de qualifier le manque d'eau sont contestables du fait du manque de données :

> *On a démantelé nos réseaux de mesure des cours d'eau, qui étaient autrefois alimentés par le SRAE. Avant on avait des limnigraphes et on les a enlevés. Parce qu'il n'y avait plus d'argent. Il n'y avait plus d'ingénieurs. Et vous croyez qu'on va les remettre ? On les remettra jamais. Donc c'est du pifomètre les politiques environnementales sur l'eau. […] Il manque quand même un peu d'ingénierie publique dans les services de l'État (entretien chambre d'agriculture, 2019).*

La mise en place d'indicateurs s'est aussi accompagnée d'une diminution des financements, comme pour d'autres politiques environnementales : « *le nouvel impératif […] consiste désormais, schématiquement, à combiner efficacité environnementale et réduction des coûts de l'action publique* » (Barone et al., 2018). Ces aspects sont bien visibles dans l'évolution du fonctionnement des agences de l'eau.

L'augmentation de la sélectivité des aides et l'exigence accrue de gain environnemental imposée dans le cadre de la DCE (Bouleau, 2015) se sont accompagnées d'une réduction des fonds des agences de l'eau, et d'un contrôle plus important de l'État sur leur budget (Barraqué et al., 2018).

La diminution des moyens des agences est principalement due aux prélèvements réalisés par le gouvernement chaque année. Ces derniers ont augmenté progressivement, avec la mise en place du contrôle des budgets annuels des agences par le parlement, et le financement de l'OFB à hauteur de 300 millions d'euros par an (Figure 159).

Pour l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, la diminution pour le 11ème programme a été d'environ 20% en comparaison avec le 10ème programme. Il en découle une sélectivité des aides renforcée, visant à maximiser le gain écologique pour chaque masse d'eau à moindre coût (Bouleau, 2015).

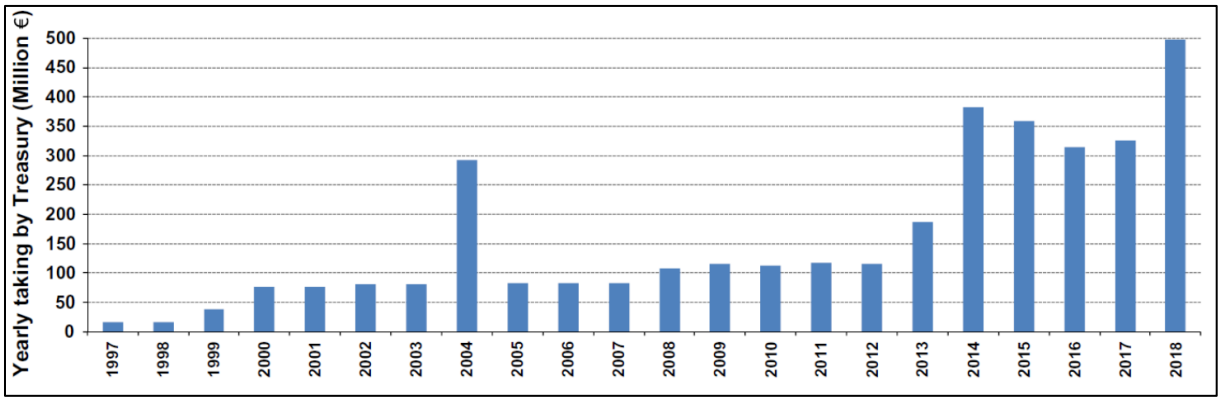


Figure 159 : Prélèvements annuels du Trésor public sur les budgets cumulés des six agences de l'eau. Source : Barraqué et al., 2018.

Comme nous l'avons vu dans le Chapitre 4, les aides à la modernisation de l'hydraulique agricole proviennent en partie de l'Europe et sont soumises au règlement du Feader, avec en particulier un minimum de 5% d'économie d'eau à réaliser par rapport au prélèvement total. Les critères de notation pour l'obtention des financements ont été transcrits dans une grille de notation au niveau de la région Paca, pour laquelle la moitié des points attribués dépend des volumes d'eau économisés.

L'Agence dispose par ailleurs de ses propres critères, plus exigeants sur le retour des économies d'eau vers les milieux naturels. Le poids de ces indicateurs chiffrés est très important sur les usagers en définissant leur capacité à obtenir des aides pour l'entretien ou la modernisation de leur réseau.

On observe ainsi dans le domaine de la gestion quantitative de l'eau un double mouvement caractéristique des réformes du NPM : le retrait de l'État au niveau local en lien avec les missions opérationnelles, et l'augmentation du pilotage à distance par l'intermédiaire d'indicateurs définis en fonction des politiques européennes. Ces deux aspects participent à fragiliser certaines associations syndicales :

> *Là, aujourd'hui, les ASAs de La Crau et d'autres sont complètement braquées parce que, pendant des années, ils avaient l'impression d'avoir un peu un flingue sur la tempe. On leur a dit : « Vous êtes à l'agonie financièrement, vous demandez des sous, il faut faire des investissements, il faut économiser de l'eau », ça crispe, forcément, le dialogue n'est pas possible. Et là, tu n'es pas trop dans une démarche partenariale* (entretien, 2020).

> *Il y a le fait que l'Agence resserre de plus en plus ses missions sur des aspects environnementaux et économies. Maintenant il faut faire de l'économie de l'économie de l'économie. Donc même si vous faites des actions qui vous semblent intéressantes d'un point de vue environnemental, s'il n'y a pas d'économie d'eau*… (entretien ASA, 2018).

La mobilisation d'indicateurs chiffrés, à la fois pour qualifier le manque d'eau et pour définir les conditions d'accès aux aides, correspond à une technique de « gouvernement à distance » (Rose & Miller, 1992). À la différence des instruments réglementaires, les indicateurs et les critères de notation laissent un espace de liberté au public cible pour s'organiser lui-même et répondre aux nouveaux objectifs (Le Galès, 2016 ; Rottenburg & Merry, 2015 ; Rose & Miller, 1992). Même sans intervenir directement, ils ont des effets normatifs et participent à légitimer certains comportements ou activités, ou au contraire à en disqualifier d'autres (Halpern et al., 2014 ; Espeland & Stevens, 2008).

Les associations d'irrigant sont libres de ne pas demander d'aides, mais généralement contraintes de le faire à cause des besoins de financement pour l'entretien des réseaux. Dans les bassins déficitaires, les acteurs disposent d'une certaine marge de manœuvre pour atteindre les objectifs environnementaux, par exemple grâce aux subventions mobilisables dans le cadre des PGRE. On observe ainsi un renforcement du pilotage à distance par l'Agence de l'eau et la Dreal de bassin, à l'échelle du bassin hydrographique, et dont la mise en place s'est faite en parallèle faisant suite à l'arrêt des activités d'ingénierie publique.

Toutefois, ce mode d'action diffère du gouvernement de l'État à distance décrit par Epstein (2005) dans le cas de la politique de la ville :

> *Le modèle qui s'ébauche est donc caractérisé par un mouvement de retrait de l'État, qui s'extrait des territoires pour mieux les gouverner à distance. Ce retrait vise à réduire l'emprise des élus locaux (relayés au sein de l'appareil administratif d'État) sur les choix politiques nationaux, et correspond donc à une recherche de restauration de l'autorité politique centrale, à la fois sur les administrations et sur les élus locaux. Mais cette autorité ne passe plus par la hiérarchie, ni même par la négociation. Plus sûrement, elle s'appuie sur de nouvelles technologies de gouvernement, organisant à distance les stratégies librement développées par les acteurs locaux* (Epstein, 2005, p. 111).

En effet, le retrait de l'État au niveau des missions opérationnelles ne rompt pas les relations entre administration et élus locaux, puisque l'un des acteurs centraux de la politique de l'eau est l'agence, dont le conseil d'administration est piloté par des usagers (40%) et des élus locaux (40%) aux côtés des services de l'État (20%). Par ailleurs, l'Agence de l'eau dispose d'une délégation dans chaque région, assurant certaines négociations ou adaptations avec les usagers :

> *La personne avec qui on est en liaison régulière de l'Agence de l'eau, à Marseille, c'est un des ingénieurs, on peut discuter avec lui […].*

> *Mais quand on remonte à Lyon – parce que l'Agence de l'eau c'est Lyon – ou au ministère, etc., ils ne comprennent plus. L'idée reçue que l'irrigation gravitaire c'est la pire des choses… Ça peut*

être vrai dans certains cas. Il y a tout, il faut tout regarder, mais dans certains cas c'est utile, dans d'autres cas ça ne l'est pas (entretien ASA, 2020).

Les outils tels que les contrats de canaux ou le CEV ont notamment été élaborés au sein de la délégation de Marseille et représentent une adaptation de la politique de bassin. En effet, alors qu'il est normalement exigé un retour de 100% des volumes économisés aux milieux naturels, les contrats de canaux imposaient un retour de seulement 50%.

Ces évolutions de l'instrumentation des politiques de gestion quantitative de l'eau rejoignent les éléments décrits précédemment sur la dynamique de changement, avec une transformation graduelle des objectifs, mais également du mode d'action publique. L'incorporation d'instruments issus de « la nouvelle gouvernance » et les indicateurs chiffrés ne font pas disparaître totalement les modes d'action précédents. En effet, des instruments réglementaires sont également mobilisés, comme par exemple les ZRE. Les politiques de gestion quantitative de l'eau, bien que dominées par l'approche de « l'État mobilisateur », font appel à un mix d'instruments de politique publique. Ces combinaisons sont fréquentes avec des outils incitatifs d'une part, et des sanctions et outils réglementaires d'autre part (Molle & Closas, 2020 ; Borzel, 2009).

Comme cela a été souligné, la place des indicateurs est croissante dans l'évolution de l'instrumentation. Dans la partie suivante, nous analyserons les effets propres de ces indicateurs, et en particulier les dynamiques de politisation-dépolitisation auxquelles ils prennent part.

2.2 Les effets cognitifs des techniques de commensuration : un « outil de preuve »

Nous avons vu dans la partie précédente que les indicateurs et la quantification pouvaient être interprétés comme des « outils de gouvernement » (Desrosières, 2008) et traduisaient une évolution du mode d'action publique. Dans cette section, nous souhaitons mettre en lumière comment une certaine comptabilité représente également un « outil de preuve » (Ibid., 2008).

Tout d'abord, il est essentiel de noter que nous ne remettons pas en cause l'usage d'indicateurs dans le domaine des politiques environnementales. En effet, il a été montré que les indicateurs biophysiques représentent un point de départ crucial pour analyser leur mise en œuvre et efficacité. Il s'agit de la première étape dans la méthodologie définie par le cadre de l'analyse stratégique de gestion de l'environnement (ASGE) : « *appuyer l'analyse du système d'action lié à un problème d'environnement sur une définition préalable, en termes écologiques, de l'objet environnemental à prendre en compte et des objectifs poursuivis* » (Mermet et al., 2005). Le ou les indicateurs mobilisés servent alors tout au long de l'analyse pour définir les actions impactantes ou au contraire identifier les acteurs assurant la prise en charge du problème environnemental (Leroy, 2004 ; Mermet et al., 2010).

Cependant, nous mettons ici l'accent sur leur dimension socialement construite et les effets cognitifs qu'ils produisent, en structurant le réel. Comme cela est souligné pour les indicateurs de performance : « *Les indicateurs agissent sur le réel des situations qu'ils sont censés objectiver, du fait même de leur dimension épistémique : ils « mettent en forme » la réalité et la transforment en imposant des conceptions et des interprétations de la performance des politiques ou des organisations* » (Bezès et al., 2016, p. 9). Autrement dit, il existe « *un lien intrinsèque* » entre la façon de se représenter et de connaître un phénomène, et la façon dont on agit sur lui et le transforme (Mennincken & Miller, 2012, p. 7).

Les méthodes de quantification sont porteuses de sens, de rationalités (Espeland, 1998) et font appel à des choix et des conventions multiples (Desrosières, 2008). Toutefois, le chiffre parait souvent indiscutable, car il est basé sur des méthodes de comptabilité et une objectivité supposée (Porter, 1995). Pour certains auteurs, il est même performatif, en construisant la réalité qu'il décrit (Callon, 2006, p. 7-8). Les indicateurs peuvent ainsi faire l'objet d'une « publicisation » (Bezès et al., 2016) de l'action publique, en renforçant la légitimité des actions entreprises et des organisations qui les portent. Ils ont alors une « valeur sociale » (Ogien, 2010) qui repose sur les effets produits par

l'évocation des chiffres. D'après Porter, cette valeur sociale de l'indicateur est d'une grande importance pour les administrations publiques :

> *The appeal of numbers is especially compelling to bureaucratic officials who lack the mandate of a popular election, or divine right. Arbitrariness and bias are the most usual grounds upon which such officials are criticized. A decision made by the numbers (or by explicit rules of some other sort) has at least the appearance of being fair and impersonal. Scientific objectivity thus provides an answer to a moral demand for impartiality and fairness. Quantification is a way of making decisions without seeming to decide* (Porter, 1996, p. 23).

Figure 160 : Dossier de l'Agence Rhône méditerranée corse sur la gestion quantitative de l'eau. Source : modifié à partir de AERMC, 2021.

Dans le domaine de la gestion quantitative, les volumes économisés représentent l'un des principaux indicateurs de mise en œuvre. Les centaines de millions de mètres cubes tendent à montrer l'efficacité des actions menées (Figure 160). Le chiffre représente en ce sens un argument d'autorité, faisant exister les volumes économisés dans les différentes démarches que nous avons analysés, même si ces derniers ne sont mesurés que partiellement. En particulier, les opérations de remplissage et les réallocations depuis le CEV justifient directement son impact environnemental positif.

Mais malgré cet aspect indiscutable des chiffres grâce à leur « *objectivité mécanique* » (Porter, 1995), la représentation qu'ils proposent est nécessairement partielle et simplificatrice. L'enjeu est alors de « *désencapsuler les méthodologies, comptables, statistiques ou économétriques, souvent conçues comme instrumentales et subalternes, et non comme dotées d'une efficacité sociale spécifique* » (Desrosières, 2008, p. 13). C'est ce que nous avons entrepris à travers l'analyse des différents cas d'étude et du fonctionnement du Compte Epargne Volume. En effet, la question de la commensuration est omniprésente dans la mise en œuvre des politiques d'économie d'eau et de réallocation vers l'environnement.

Le premier problème que nous avons souligné est que l'indicateur retenu d'économie d'eau au niveau du bassin RMC est généralement le volume économisé « brut ». Cela traduit d'après nous la persistance du cadre cognitif de « l'ingénierie hydraulique », où l'optimisation des infrastructures est la règle. Nature et société sont alors envisagées comme deux entités totalement séparées, puisque les « socio-environnements » produits par les canaux sont mis de côté. Même si la valorisation d'usages multiples était mise en avant dans la démarche des contrats de canaux (Aspe, 2012), nous avons montré que les grilles de notation pour l'accès aux aides, les objectifs fixés et le calcul des redevances ne les prennent pas en compte. Il en ressort l'impossibilité d'apprécier les situations au cas par cas dans toute leur complexité. Comme l'indique une association environnementale défendant le maintien de l'irrigation gravitaire :

> *L'irrigation peut se justifier à certains moments et pas à d'autres. Ça dépend des endroits.*
>
> *[…] Les gens pratiquent l'arrosage gravitaire, c'est un savoir-faire qu'on n'enseigne pas. Ce serait bien qu'on l'enseigne.*
>
> *[…] Avec les canaux, la nappe est plus haute l'été. Si on n'arrête, on va devenir un désert. Toute la végétation est la grâce à la nappe.*
>
> *[…] Ce n'est pas que de l'arrosage, c'est aussi un lieu environnemental. Un lieu de faune et de flore. Les pêcheurs demandent à ce qu'il y ait de l'eau toute l'année. C'est un élément du paysage, les gens se promènent. Les gens donnent d'autres activités à ces canaux, ils se baignent, se baladent* (entretien association environnementale, 2021).

Ces multiples dimensions de l'irrigation gravitaire ont été analysées dans le bassin de la Durance, mettant en avant l'intérêt des canaux pour la biodiversité, l'évacuation des eaux pluviales, la recharge de la nappe et le paysage en général (Aspe et al., 2016).

Nous souhaitons souligner ici que les méthodes de comptabilité mobilisées et le cadrage cognitif sur lequel elles reposent aujourd'hui ne permettent que très difficilement de prendre en compte cette complexité. L'exemple du fonctionnement des Coec'eau, liée à la mise en œuvre des contrats de canaux, est particulièrement éclairant. Alors que l'objectif des commissions était d'attribuer de l'eau aux « milieux locaux » pour faire face à d'éventuels impacts négatifs dus à la modernisation et à la diminution des retours de canaux gravitaires, très peu d'allocations ont été retenues.

Cependant, on retrouve ici une limite à vouloir représenter de manière chiffrée et très précise le gain environnemental. D'après le Conservatoire d'Espace Naturel, pour le cas des Bouches-du-Rhône, il est très complexe d'évaluer les besoins des zones humides en litres par seconde. En effet, toute diminution des liens à la nappe pourrait être potentiellement impactante (entretien CEN Paca, 2020). Par ailleurs, sur l'analyse de différents scénarios résultant de l'étude Sinergi, le Cen Paca indique :

> *Il faut intégrer le rôle joué par les écosystèmes, notamment par les zones humides qui réalimentent la nappe. Scinder les prairies de foin de Crau et les zones humides n'est pas pertinent, car dans la définition des zones humides, il y a aussi des zones humides agricoles dont les prairies de foin de Crau (...) Le scénario qui impliquerait de sacrifier des zones humides ne peut pas être envisagé, ne serait-ce que par la réglementation existante qui protège ces zones humides et qui irait contre ce scénario* (Sinergi, 2020, p. 7).

On voit ici que la définition même de zone humide est questionnée, étant donné l'écosystème (anthropisé) que représentent les prairies irriguées. Pour les acteurs recherchant un compromis entre les demandes d'optimisation et les aménités positives des canaux, il est nécessaire d'être en capacité de répondre à l'Agence de l'eau lorsqu'elle demande « *combien [d'eau] voulez-vous* ? » et exactement à quel emplacement (entretien Symcrau, 2021). Une étude est actuellement en cours sur la Crau pour tenter d'apporter des éléments de précision sur le fonctionnement des zones humides et leur dépendance à la nappe et aux rejets des canaux.

Ceci nous amène aux limites mêmes de la commensuration, comme cela a été montré dans de nombreux exemples. Ainsi, M. Leroy (2004) décrit la position des tenants d'une *« approche socioéconomique de l'environnement* » dans le cas des aménagements du Fleuve Sénégal, pour qui « *une nécessité absolue [est] de déterminer les coûts et bénéfices de l'environnement, en regrettant l'incapacité des « écologistes » et de la « recherche » à leur fournir des indicateurs, des critères quantifiables, qui permettraient la mise en œuvre d'un tel outil de gestion* :

> *Combien ça coûte de maintenir une espèce d'oiseau ? [...] Les écologistes sont-ils capables de nous dire de quelle quantité d'eau ils ont besoin pour maintenir telle ou telle espèce ? Combien* de mètres cubes pour *maintenir un écosystème, jusqu'à quelle cote ? Non. On a des listes de noms latins, des descriptions, mais que voulez-vous faire de ça* ? (Leroy, 2004, p. 98).

Espeland & Stevens (1998) rappellent les obstacles à la prise en compte d'usages multiples avec le cas de l'analyse coûts-bénéfices d'un nouveau barrage dans le bassin du Colorado :

> *An economist evaluating a proposed dam faced the problem of how to estimate the value of tubing down the river, an activity that the proposed dam would eliminate. Committed to including in his analysis the cost of losing this recreation enjoyed by thousands each warm weekend, he tried to synthesize a demand curve for tubing. Despite valiant efforts and sizable expenditures, his efforts to derive a robust price for tubing failed. As is common with characteristics that are hard to measure, the value of tubing was excluded from the analysis of the dam* (Espeland & Stevens, 1998, p. 314).

Autrement dit, la nécessité de chiffrer chaque usage en termes de litre par seconde participe à disqualifier les éléments complexes liés « *à une histoire longue, au territoire* », à « *une culture et une mémoire* » de l'eau ou encore à un « *lieu environnemental* » (entretiens, 2020).

Le Compte Epargne Volume permet également d'illustrer comment une certaine comptabilité crée des effets de cadrage dans la construction des problèmes et leur traitement. Même si cet outil devait seulement permettre « *de rendre possible le déplacement de l'eau dans l'espace* » (EDF, commission Eau et Usages), nous avons vu que les multiples ambiguïtés de fonctionnement du compte avaient fait rentrer ce « déplacement dans l'espace » au sein de boîtes noires peu compréhensibles pour les acteurs du bassin de la Durance, excepté EDF. Il en découle un fort avantage stratégique de ce dernier, étant le seul à gérer les modèles qui font le lien entre les volumes d'eau du bassin de la Durance et les cours du marché de l'électricité européen.

Nos cas d'étude illustrent bien l'idée selon laquelle les procédures de quantification participent à codifier non seulement le comportement des usagers, mais également les caractéristiques d'espaces physiques ou abstraits :

> *The calculative instruments of accountancy transform not only the possibilities for personhood, they also construct the calculable spaces that individuals inhabit within firms and other organizations […] making physical and abstract spaces calculable (Mennincken & Miller, 2012, p. 20).*

Cela nous amène à la prochaine section de notre discussion : la réappropriation des politiques d'économie d'eau dans des territoires hydro-sociaux diversifiés, ne pouvant se résumer à des indicateurs de performance uniformes. Nous souhaitons montrer que les traductions des politiques d'économie d'eau provoquent des effets dynamiques pouvant être contradictoires : d'une part des effets d'enrôlement des acteurs, et d'autre part des effets d'inertie liés aux reformulations et adaptations au niveau local.

3 Évolution des territoires hydro-sociaux et dynamiques de l'action publique

Peu d'études dans la littérature rendent compte de la mise en œuvre des politiques d'économie d'eau au niveau local, montrant comment s'opèrent les réarrangements institutionnels, économiques, sociaux et environnementaux liés aux projets de modernisation d'infrastructures existantes. L'analyse détaillée de plusieurs projets de modernisation permet de confronter les paradigmes de politique publique, et leurs instruments, aux multiples dimensions des « territoires de l'eau », amenant à négocier, adapter et bricoler de nouvelles configurations hydro-sociales.

Les quatre cas que nous avons analysés permettent de mettre en évidence plusieurs variables clés dans l'analyse des politiques d'économie d'eau, en interaction avec l'évolution du territoire hydro-social et la mise en œuvre des instruments d'action publique.

Premièrement, l'adoption des contrats de canaux et des PGRE dans différents territoires a reposé sur l'intervention de traducteurs, opérant comme intermédiaires entre les dispositifs d'action publique et leurs promoteurs, et les multiples acteurs au niveau local. Ces traducteurs assurent la construction de nouveaux assemblages discursifs autour desquels se forment des coalitions d'acteurs, permettant éventuellement l'aboutissement du projet. En particulier, les « *agents intermédiaires de la fonction publique* » (Barrier et al., 2015) disposent de marges de manœuvre pouvant être importantes pour reformuler les politiques publiques et les adapter au contexte local, comme dans le cas de la réforme des volumes prélevables. Dans les quatre cas analysés, les ambiguïtés liées aux méthodes de comptabilité des économies d'eau permettent une certaine flexibilité dans la mise en œuvre des règles de financement pour l'accès aux subventions pour l'hydraulique agricole. L'Agence peut notamment faire varier sa part de financement en fonction des différents objectifs des projets, comme ce fut le cas pour le transfert d'eau vers le bassin du Jabron, visant à la fois la substitution de certains prélèvements et l'extension des surfaces irrigables. Cet ajustement reste toutefois aveugle face aux impacts finaux du projet, et en particulier une éventuelle augmentation des surfaces irriguées.

Cependant, les possibilités d'interprétation et d'adaptation restent limitées. Dans le cas de la Crau, certains acteurs au niveau local souhaitaient remettre en cause la notion même d'économie d'eau, et les projets de travaux envisagés correspondaient principalement à de l'entretien des ouvrages. Cela a finalement abouti à l'abandon de la démarche du contrat de canal Crau Sud Alpilles après quelques années, même si les négociations se poursuivent avec l'association des irrigants de la Crau. La construction d'assemblages permettant d'agencer des intérêts diversifiés, des règles de financement, des procédures de comptabilité, et des modes de représentation n'a donc rien d'évident, et repose sur de multiples négociations et jeux stratégiques à plusieurs échelles.

Deuxièmement, en transformant les infrastructures, les modes de gestion de l'eau et les usages, les projets d'économie d'eau amènent à une évolution des territoires hydro-sociaux. Il est possible de différencier les évolutions à l'échelle de l'ASA ou du projet de modernisation, et les reconfigurations plus larges à l'échelle du bassin versant ou de la région Paca. Le canal de Carpentras étend son périmètre en associant les projets de modernisation à l'extension des surfaces irriguées. Grâce aux fusions avec d'autres ASAs, et notamment l'ASA de Piolenc-Uchaux qui dispose d'un droit d'eau sur le Rhône, l'association sécurise son accès à l'eau et sa position sur le territoire. Elle participe ainsi à une politique d'aménagement du territoire largement soutenue par les élus locaux, grâce à la mise à l'irrigation de nouvelles terres. L'ASA de Gap-Ventavon a poursuivi une stratégie similaire, en absorbant l'ASA historique de Saint-Tropez et en portant un projet de modernisation permettant de disposer d'un réseau sous pression largement subventionné et de droits d'eau en rive gauche de la Durance. Dans le cas de la Crau, la défense de l'irrigation gravitaire est liée à une longue histoire et à la volonté de préserver des droits d'eau historiques :

> *Il faut reconnaître aussi leur légitimité [des associations d'irrigant], la Crau quand même c'est un territoire avec une culture, avec une mémoire* (entretien, 2020). Ou encore : « *au niveau du territoire ils sont très attachés à ce canal, ça fait partie de leur patrimoine* (entretien, 2018).

Bien qu'ils aient adopté des choix différents en lien avec la politique d'économie d'eau, les ASAs des Bouches-du-Rhône, du Vaucluse et des Alpes de Haute Provence mettent en avant un même « modèle démocratique », de gouvernance, basé sur la « gestion en commun » des ressources en eau (entretien, 2018). À travers les projets de modernisation des infrastructures, il est ainsi possible « *d'analyser les points de contact et de friction entre les différentes forces hydrauliques en présence sur un même territoire* », en tant que « *lieu d'identification, mais aussi de tension entre différents modèles de développement et d'appréhension de l'espace* » (Marié, 1993, p. 4-5). Trois modèles avaient été identifiés dans la région provençale : les sociétés d'aménagement rural associées à « l'état entrepreneur », les sociétés des eaux dépendant de capitaux privés et les associations syndicales autorisées en lien avec « l'hydraulique traditionnelle » (Ibid., 1993, p. 59). Avec l'évolution du statut de la SCP en 2008 et le recul de l'État dans l'aménagement hydraulique, le modèle n'est toutefois plus celui de « l'État entrepreneur ». Certains acteurs identifient même la SCP à une entreprise qui pourrait être privatisée. Sur l'hypothèse d'une extension des réseaux de la SCP dans les Bouches du Rhône pour remplacer certains réseaux vieillissants, un acteur indique : « *je pense que c'est extrêmement dangereux d'avoir une seule personne, une seule entreprise, même s'il y a une part publique. On n'est pas à l'abri qu'un jour elle soit privée, et qu'elle ait le monopole sur la ressource du département* » (entretien, 2018).

Par ailleurs, le modèle des ASAs s'est détaché de la seule « hydraulique traditionnelle », comme le montrent par exemple les ASAs de Carpentras et de Ventavon, dont la majeure partie du réseau est irriguée sous pression. Mais le lien au périmètre et à l'espace reste très présent :

> *L'idée de périmètre et de territoire est donc inhérente à ce dispositif d'aménagement [ASA]. Elle suppose en effet que la prise en charge de l'aménagement n'est pas seulement de l'ordre d'un marché d'eau, mais qu'elle implique une vision patrimoniale de l'espace. L'eau n'est donc pas seulement un élément véhiculé et consommé, un produit isolé de son contexte, mais une totalité charriant à la fois un système productif, une économie, des rapports sociaux, des écosystèmes, des paysages, des fonctionnements politiques... La notion de périmètre signifie qu'il ne s'agit pas seulement d'une gestion de l'eau, mais d'une organisation générale de l'espace, pris dans ses différentes dimensions économiques, politiques et sociales* (Marié, 1993, p. 60).

Les projets de modernisation, en redessinant les réseaux hydrauliques et leurs modes de gestion, amènent également à modifier les frontières entre « cultures hydrauliques » (Ibid., 1993). Un agent de la chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône rappelait au cours des années 2000 les liens entre enjeux stratégiques liés à la gestion de l'eau, et argumentaires sur les techniques d'irrigation :

> *L'inefficacité ou le caractère anachronique du mode de gestion des associations syndicales clamés par les repreneurs potentiels dont l'appétit s'aiguise compte tenu des limites atteintes en termes d'extension de réseaux, doivent être singulièrement relativisés. L'état du réseau suppose de nombreux investissements de réhabilitation voire de modernisation dans certains secteurs où les dotations d'eau sont insuffisantes et où les charges en main-d'œuvre liées à l'irrigation sont importantes, mais globalement les réseaux, légués par nos anciens, sont pour certains tout à fait ingénieux et performants* (entretien chambre d'agriculture in : Gaudin, 2014, p. 396).

L'exemple du canal de Manosque a notamment mis en évidence ces « frictions » entre modèles hydrauliques, dans les négociations entre l'ASA et la SCP qui assurait la gestion d'une partie du réseau (Ibid., 2014). Cela a entraîné finalement une séparation entre la partie aval du réseau, sous pression et gérée par la SCP, et la récupération du reste des infrastructures historiques par l'ASA du canal de Manosque.

Les projets de transfert vers les bassins déficitaires correspondent à de nouveaux branchements sur le système régulé Durance-Verdon, en renforçant à nouveau la place centrale qu'occupe EDF dans la

gestion de l'eau du bassin de la Durance, et sa caractéristique d'acteur « marginal-sécant » (Crozier & Friedberg, 1977).

Troisièmement, les résistances aux instruments de politique publique et leur reformulation en lien avec les enjeux de répartition de la ressource et de définition des frontières hydrauliques, permettent d'analyser les dynamiques de l'action publique (Halpern et al., 2014). Les instruments apparaissent en effet au cœur d'effets contradictoires, d'enrôlement et d'inertie (Ibid., 2014, p. 40). Tout d'abord, il a été montré qu'ils peuvent être interprétés comme des « points de passage obligés » (Callon, 1986 ; Lascoumes & Simard, 2011), en créant des effets d'agrégation des acteurs autour d'un enjeu à traiter. Les contrats de canaux, les PGRE et le CEV, en devenant des conditions nécessaires pour obtenir des subventions de l'Agence de l'eau, ont créé ces effets d'enrôlement. Alors même que l'Agence ne s'était pas prononcée sur la poursuite du dispositif contrat de canal, plusieurs structures avaient déjà engagé les réflexions autour d'un deuxième contrat. Les PGRE ont également mobilisé les acteurs, en particulier du secteur agricole, pour envisager de nombreuses mesures d'adaptation et projets de travaux. Les dispositifs ont bien participé à « *structurer des formes d'action collective* » (Lascoumes & Simard, 2011) autour des enjeux de gestion quantitative de l'eau.

Cependant, à travers les nombreuses résistances et reformulations qui s'exercent, les instruments d'action publique sont aussi l'objet de facteurs de dépendance au sentier et d'inertie. Dans le bassin de la Durance, les dispositifs d'économie d'eau ont participé à réactiver et légitimer à nouveau les politiques aménagistes et intensives en capital, et une logique basée sur l'ingénierie, le calcul et l'optimisation. Les démarches n'ont pas conduit à questionner les usages actuels et à imaginer des solutions allant au-delà de la seule disponibilité en eau. Alors qu'ils étaient au premier plan des démarches, les enjeux environnementaux sont généralement apparus secondaires lors de la mise en œuvre, par rapport aux tensions entre usages liées à l'allocation des ressources.

Ces effets dynamiques de mobilisation des acteurs et de résistances permettent de compléter l'analyse du changement de paradigme par les pratiques des acteurs au niveau local. Le changement graduel que nous avons décrit, à travers les définitions d'objectifs et l'instrumentation, se joue aussi dans des arènes multiples, à l'échelle de petits bassins versants et d'associations d'irrigants.

Enfin, cela nous amène à la quatrième variable d'analyse des projets de modernisation, les effets sur les usages et l'environnement. Les éléments précédents relèvent des « *outputs* » de l'action publique, avec les discours produits, les choix d'instrument et les réagencements d'acteurs (Barone et al., 2018). Mais la question des « *outcomes* », liée à l'allocation des ressources (Halpern et al., 2014, p. 39) et aux effets « *en bout de chaîne sur le vivant* » (Barone et al., 2018) sont plus rarement abordées dans les sciences politiques. La *political ecology* met en revanche l'accent sur ces dimensions matérielles et environnementales liées aux dynamiques des territoires hydro-sociaux (Hommes et al., 2019). Cela permet ainsi de caractériser l'interconnectivité « *à la fois hydrologique, socio-politique et écosystémique* » (Molle, 2012, p. 221) entre les différents usagers de la ressource.

Tableau 36 : Comparaison des quatre terrains d'analyse des politiques d'économie d'eau. Source : auteur.

IPP et projet de modernisation		Contrat de canal de Carpentras	Contrat de canal Crau-Sud Alpilles	PGRE Sasse	PGRE Jabron
Traducteurs / intermédiaires		Asa du canal de Carpentras	Asco des arrosants de la Crau	DDT 04, CA 04	CA 04, DDT 04
Traductions des politiques d'économie et réallocation d'eau vers l'environnement		L'économie d'eau pour "entrer dans la période moderne" et "rendre justice aux terres au-dessus du canal"	Défendre un territoire hydro-social systémique, « d'équilibre entre espaces et usages complémentaires »	Dépolitiser un ancien projet de modernisation pour « mettre fin aux privilèges monarchiques » des agriculteurs de Valernes	Eviter les restrictions grâce à de nouvelles infrastructures
Evolutions des relations de pouvoir et nouvelles configurations hydro-sociales	**Périmètre du contrat de canal ou du PGRE**	Poursuivre la dynamique engagée depuis les années 1980 grâce à la modernisation et l'extension du périmètre	Maintenir l'irrigation gravitaire, les prairies et l'élevage ovin, avec les différents usages et l'environnement qui en dépendent	Renversement de la situation historique : prise de pouvoir des urbains de l'aval Fusion avec l'Asa de Ventavon Saint Tropez qui étend périmètre / droits d'eau	Maintenir et développer les usages agricoles et l'urbanisation Maîtrise de l'aval du bassin par la SCP devenant la seule source d'approvisionnement en eau
	BV Durance / Région	Etendre et sécuriser les réseaux d'irrigation, fusionner avec d'autres Asas, faire valoir un modèle d'Asa moderne	Mettre en avant l'intérêt de l'irrigation gravitaire et des Asas, et les limites de la politique d'économie d'eau	Connexion des territoires déficitaires au système régulé Durance Verdon, et connexion des réseaux rives gauche et droite de la Durance	Connexion des territoires déficitaires au système régulé Durance Verdon, par l'intermédiaire des infrastructures de la SCP
Dynamiques de l'action publique	**Enrôlement**	Accès aux subventions pour l'hydraulique agricole et répartition 50/50 des économies d'eau	Accès aux subventions pour l'hydraulique agricole et répartition 50/50 des économies d'eau	Conflit historique entre amont et aval Accès aux subventions pour l'hydraulique agricole	Contraintes imposées par la réforme des volumes prélevable Accès aux subventions pour l'hydraulique agricole
	Inertie	Réactivation et nouvelle légitimation des logiques historiques d'aménagement	Echec de la démarche, réappropriation ne remplissant pas les règles de financement	Enjeu environnemental secondaire par rapport aux tensions entre usages historiques	Transfert d'eau et infrastructure comme solution privilégiée
Infrastructures de gestion de l'eau Principales cultures		Canaux gravitaire et réseaux sous pression Arboriculture et vignes, maraichage	Nombreux canaux gravitaires Prairies, arboriculture et maraichage	Canal gravitaire de Saint Tropez Prairies, grandes cultures	Irrigation individuelle majoritaire avec aspersion (prélèvements en rivière) et un peu d'irrigation gravitaire Prairies, arboriculture, maraichage et lavandin
Effets sur l'environnement	**Destination de l'eau économisée**	CEV	CEV	Jabron, objectif d'augmentation des débits d'étiage	Sasse, objectif d'augmentation des débits d'étiage
	Usages/milieux dépendant des retours gravitaires	Retours multiples au sein du bassin versant "Ouvèze Mont Ventoux", alimentation de la nappe Une seule réallocation identifiée (dilution rejets de STEP)	Multiples bénéficiaires des retours de canaux (nappe et usagers) Alimentation des zones humides Eaux pluviales	/	Biodiversité en bordure du canal Maintien du canal après modernisation pour l'évacuation des eaux pluviales
	Evolution des pratiques agricoles (probable, à partir des enquêtes de terrain)	Développement de l'arboriculture et de la vigne	Objectif : préserver la culture du foin de Crau et limiter les prélèvements en nappe par l'arboriculture et le maraichage	Intensification avec passage des prairies permanentes à des prairies temporaires ; augmentation de la production de semences sous contrat	Intensification avec augmentation de l'arboriculture, du maraichage, et des semences Coût énergétiques pour le pompage

Bien qu'à partir d'une approche qualitative, nous avons systématiquement tenté d'évaluer les effets des projets de modernisation et des instruments de la politique d'économie d'eau. Il ressort clairement que les évaluations des projets, du point de vue des études d'impact et des analyses coût-bénéfices, ne permettent pas d'aborder la transformation des réseaux d'irrigation dans toute leur complexité. Une méthodologie robuste a récemment été produite pour les analyses coûts-bénéfices, et permettra certainement des améliorations futures (Loubier et al., 2020). Pour ce qui est des études d'impact, aucune méthodologie unifiée n'existe et les bureaux d'études se basent sur des données limitées et produisent des estimations qui ne sont pas toujours détaillées (Burgeap, 2012). D'après la littérature, au moins trois aspects devraient être analysés, non seulement « *ex-ante* », mais également sur la base de réseaux de mesure après réalisation des travaux. En premier lieu, si une baisse des prélèvements est prévue, il faut s'intéresser à la destination de l'eau économisée. Bien que cela paraisse évident, pour des bassins versants disposant de nombreux barrages, l'eau économisée ne rejoint pas automatiquement la rivière, et dépend directement des modes de gestion des ouvrages (valeurs de débit réservé, crues artificielles, chasses de décolmatage, etc. ; Owusu et al., 2021). Dans le bassin de la Durance, la destination des volumes économisés dépend directement de la mise en œuvre du Compte Epargne Volume, dont nous avons vu que les réallocations sont encore limitées. Dans le bassin du Jucar en Espagne, l'eau économisée par les travaux de modernisation a avant tout permis un nouveau transfert d'eau vers le bassin du Vinalopo et l'extension des irrigations (Figure 161). Deuxièmement, il est nécessaire de s'intéresser à la destination des flux de retour. Le cas de la Crau avec l'alimentation de la nappe et des zones humides du secteur apparaît emblématique. En reprenant l'exemple du Jucar, les flux de retour des canaux gravitaires représentaient la principale source d'approvisionnement de l'Albufera de Valencia, une zone humide protégée d'environ 20 000 hectares et abritant plus de 2000 espèces différentes (Sanchis-Ibor, 2007). La modernisation de « l'*Acequia real de Jucar* » (ARJ) (Figure 161), en visant à économiser environ 90 millions de mètres cubes, a fortement réduit les apports à la lagune (Ibid., 2007).

Le dernier point est lié aux pratiques agricoles et à la gestion des espaces naturels en général. Il nous semble urgent de reconnecter les politiques d'économie d'eau aux enjeux plus larges d'agro-biodiversité et d'atténuation du changement climatique. Dans nos cas d'étude, les passages à l'aspersion se traduisent généralement par une diminution des prairies irriguées et une intensification des pratiques agricoles, vers l'arboriculture et le maraichage. Dans le cas du Sasse, les effets écologiques de l'abandon de prairies irriguées permanentes au profit de nouvelles plantations devraient être évalués. Il serait intéressant de pouvoir analyser ces dynamiques au-delà de la seule optimisation des réseaux hydrauliques, en questionnant les formes d'usage qu'ils soutiennent et leurs impacts sur la biodiversité et les services écosystémiques qui en dépendent.

L'analyse croisée des discours et des traductions, et de l'évolution des territoires hydro-sociaux dans leurs composantes idéelles, socio-économiques et matérielles représente une voie intéressante pour questionner aujourd'hui une approche principalement technique sur l'optimisation des réseaux d'irrigation. Il s'agit de parvenir à une « *re-politisation des politiques d'économie d'eau* », en reconnaissant une plus grande diversité d'assemblages d'humains et non humains, et les multiples dimensions sociale, politique et culturelle de la gestion de l'eau.

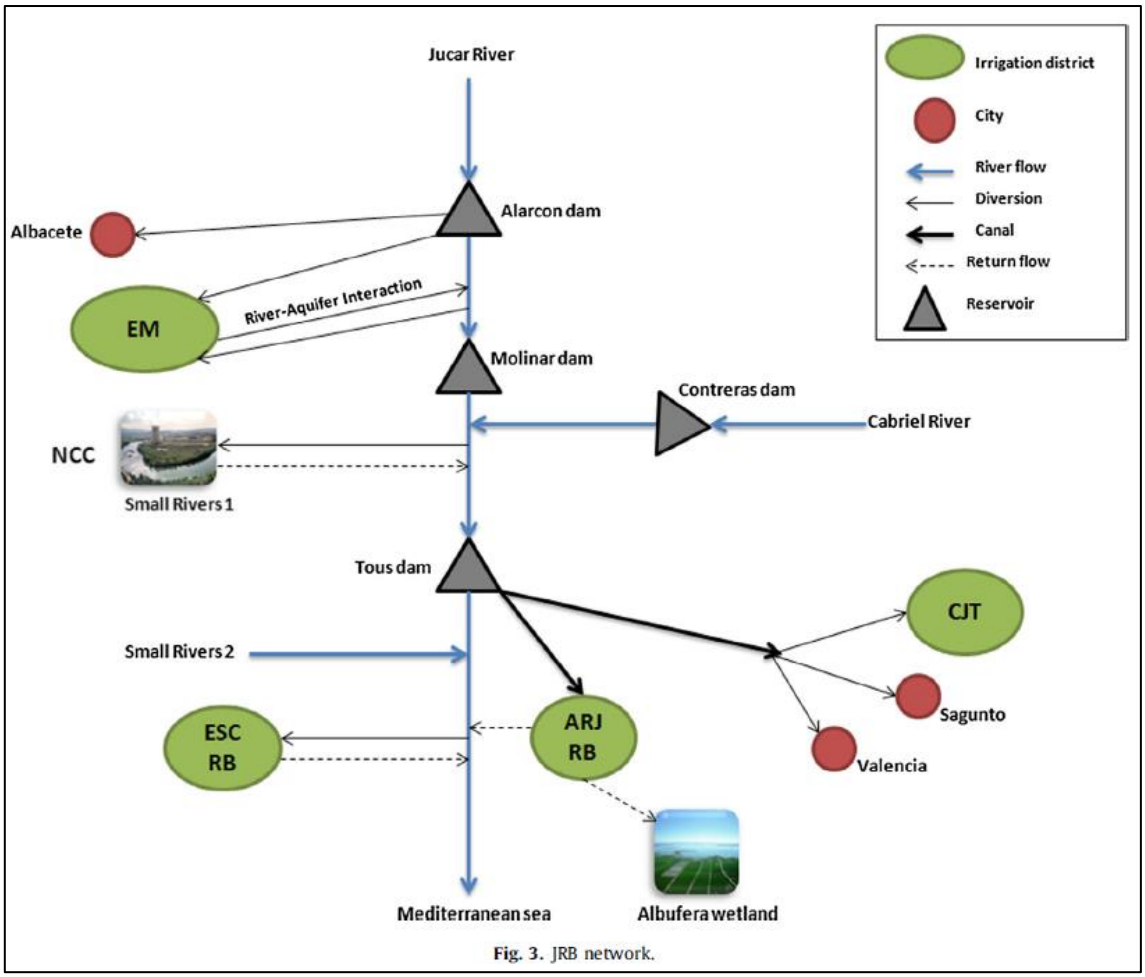


Figure 161 : Infrastructures du bassin du Jucar, Espagne. Source : Kahil, 2015.

Conclusion générale

L'optimisation des irrigations pour permettre de réallouer l'eau vers les milieux naturels pourrait apparaître comme une évidence. Aux niveaux européen et national, les documents et discours sur la gestion quantitative de l'eau rappellent toujours qu'il est nécessaire de réaliser toutes les économies d'eau possibles avant d'envisager de nouveaux ouvrages de stockage. La création de retenues d'eau est devenue particulièrement conflictuelle en France, alors que l'augmentation de l'efficience des infrastructures d'irrigation est généralement consensuelle et non débattue.

Pourtant, la littérature scientifique apporte des bilans contrastés à l'échelle mondiale, avec en particulier les exemples de l'Australie et de l'Espagne. Dans ces deux cas, les bénéfices environnementaux (notamment en termes de quantité) des économies d'eau ont rarement pu être mis en évidence. Dans ce contexte, comment les modernisations agricoles pouvaient apparaître comme de simples interventions techniques, non discutables, dans le Sud Est de la France ? Au sein d'un système aussi aménagé que la Durance, savait-on où allait l'eau, et comment elle était restituée aux milieux naturels ?

C'est à partir de ces interrogations que nous avons tenté de retracer l'historique des politiques d'économie d'eau et de leur mise en œuvre, en analysant les différents intérêts, idées et institutions qui les ont soutenues et encadrées au cours du temps. Plutôt que d'écarter les incertitudes et ambiguïtés, nous les avons suivies, exposées, « démêlées », afin d'expliciter la construction d'assemblages hétérogènes de techniques d'irrigation, de savoirs, de règles de financement et d'intérêts contradictoires. Nous avons mis en évidence comment les instruments, les procédures et les méthodes de comptabilité participaient à *stabiliser* (Latour, 2005, p. 249) ces assemblages, en les « *faisant tenir ensemble* » (Desrosières, 1990). Ces assemblages ont été analysés aussi bien à l'échelle du Bassin de la Durance qu'à celles des sous-bassins de ses affluents et des périmètres irrigués.

Dans le premier chapitre introductif, il a été rappelé que la littérature scientifique portant sur les instruments de réallocation d'eau vers l'environnement était ancrée majoritairement dans les sciences économiques, l'hydrologie et l'écologie. Nous avons montré que les auteurs tendaient à privilégier l'utilisation de modèles et les analyses économiques, alors que les enjeux politiques liés aux visions du monde, aux rapports de force et aux processus de traduction étaient rarement discutés. L'exemple de la Durance a été présenté en tant que terrain « laboratoire », permettant d'analyser les multiples négociations et compromis liés aux politiques d'économie d'eau.

Dans le deuxième chapitre, nous avons exploré l'évolution de la gestion quantitative dans le bassin de la Durance, depuis les premiers aménagements du 12ème siècle jusqu'à l'époque actuelle. Nous avons mis en évidence un premier paradigme de gestion de l'offre qui a reposé sur de grands projets d'aménagements envisagés par des ingénieurs dès le XIXème siècle. Il fallait endiguer la Durance « *terrible et vagabonde* » (Pelloux, 1899), afin de conquérir et colmater ses terres pour l'agriculture. Les canaux d'abord destinés à l'usage des moulins puis à l'irrigation des terres se sont développés au cours des siècles, et la grande majorité fut construite au XIXème siècle. Les usines hydro-électriques furent mises en place peu à peu à partir de 1895. C'est ensuite au cours de la période d'après-guerre et sous l'impulsion de l'État que la décision fut prise de construire un aménagement hydro-électrique et agricole d'une ampleur historique, reposant sur la construction d'un des plus grands barrages d'Europe et nommé « le chantier du siècle ». L'objectif était alors de contrôler la nature afin d'en tirer « *l'or de la fertilité rationnelle* ». Avec la construction de 15 barrages faisant fonctionner 22 centrales hydroélectriques et alimentant des dizaines de milliers d'hectares agricoles, de nombreuses villes et usines, la vallée a été totalement transformée. Les modifications ont été à la fois politiques, technologiques, économiques et environnementales. Une nouvelle configuration hydro-sociale s'est mise en place, avec son architecture juridique comprenant deux concessions emboîtées (EDF et SCP), ses barrages et ses canaux, et le réseau d'humains et de non humains qui y est connecté. Les évolutions survenues par la suite ont pris place dans ce cadre contraint par des usages historiques établis, des

représentations liées à l'eau-ressource, des infrastructures, et des dynamiques hydro-géomorphologiques bouleversées.

Le deuxième paradigme mis en évidence a reposé sur une nouvelle approche visant à optimiser les infrastructures existantes et à limiter le développement de nouveaux ouvrages. Les gains en efficience devaient permettre d'augmenter la production hydro-électrique et d'étendre les surfaces irriguées. Puis à partir de la fin des années 1990 et au début des années 2000, la destination des économies d'eau est progressivement remise en cause. Cela donne lieu à l'émergence d'un troisième paradigme, visant à moderniser les infrastructures pour réallouer l'eau vers les milieux naturels. Les chapitres 3, 4 et 5 ont permis de montrer que la mise en œuvre de ce dernier paradigme a reposé sur de nouveaux assemblages permettant d'articuler les intérêts historiques et les nouvelles exigences environnementales.

Dans le troisième chapitre, nous avons montré que les ambiguïtés du Compte Epargne Volume, loin de représenter des défauts de conception, avaient été essentielles dans son adoption. Ces ambiguïtés reposent sur les méthodes de comptabilité des entrées et sorties du compte, et sur son mode de gouvernance. Le chiffre est apparu essentiel comme « outil de preuve », avec un caractère performatif faisant exister les économies d'eau et le gain environnemental qui doit y être associé, malgré les incertitudes les concernant. L'instrument occupe ainsi une dimension symbolique forte, en légitimant l'action de l'Agence et en assurant son maintien dans un environnement institutionnel qui évolue. Il permet aussi de faire tenir ensemble les différents intérêts et visions contradictoires en lien avec la modernisation des infrastructures.

Bien que la comptabilité des économies d'eau permette de remplir le CEV, il est aussi nécessaire de le vider. Ce dernier n'est donc pas simplement à disposition des acteurs, mais influence les comportements et les discours. En se remplissant de façon mécanique et du fait du plafond de 100 Mm^3, il impose de mettre en place de nouvelles options de réallocation. À la différence d'autres instruments dont les effets propres paralysent les éventuels changements (Bourblanc, 2011), le CEV contraint à agir, même si les effets des réallocations réalisées apparaissent faibles jusqu'à maintenant.

Dans les quatrième et cinquième chapitres, nous avons analysé les dynamiques de plusieurs territoires hydro-sociaux en lien avec les politiques d'économie d'eau et la mise en œuvre des débits environnementaux. Il s'agissait de questionner d'une part comment la mise en œuvre des politiques de modernisation était intégrée dans la construction matérielle et idéelle des territoires, et d'autre part comment les instruments et objectifs de politique publique étaient reformulés et adaptés au contact de différentes réalités hydro-sociales.

Les études de cas ont permis de renseigner quatre exemples de traduction des politiques d'économie d'eau à l'échelle locale, en Moyenne et Basse Durance. Dans les cas du canal de Carpentras et du bassin versant du Sasse, les financements pour la modernisation des infrastructures ont été remobilisés au profit de projets politiques plus larges. Aménagement du territoire et reconstruction de réseaux hydrauliques suite à une forte urbanisation du périmètre historique pour Carpentras, et conflits d'usages entre agriculteurs de l'amont et usagers urbains de l'aval pour le canal de Saint-Tropez. Dans ces deux cas, l'enjeu environnemental a participé à une nouvelle légitimation et un recyclage de projets et pratiques historiques. Dans le bassin versant du Jabron, la traduction de la réforme des volumes prélevables a consisté à limiter l'impact des restrictions sur les usages de l'eau, en développant un projet d'infrastructure permettant de les contourner (avec une augmentation du prix de l'eau, mais aussi des possibilités d'extension des surfaces irriguées). Le cas du contrat de canal Crau Sud Alpilles a montré comment l'association s'était saisie de la démarche pour défendre l'irrigation gravitaire et ses multiples aménités environnementales. Cependant cette réappropriation n'a pas abouti, avec un abandon du contrat de canal quelques années plus tard. Cela a permis de souligner les limites existantes aux adaptations de politique publique, et en particulier une certaine rigidité issue des règles de financement pour l'hydraulique agricole.

Par ailleurs, l'analyse du CEV et les processus de territorialisation ont permis de mettre en évidence une superposition des systèmes de comptabilité. Premièrement, on retrouve le calcul des économies d'eau basées sur les travaux à réaliser, et intégrées au CEV, ainsi que les réallocations. Dans ce système, les conversions de l'irrigation gravitaire à l'aspersion entraînent une consommation d'eau depuis le CEV, comme pour le Sasse et le Vanson. Deuxièmement, les économies d'eau de ces mêmes projets sont évaluées dans le cadre des objectifs de gestion quantitative de l'Agence, qui ne retiennent que les volumes bruts économisés sur les bassins déficitaires. Dans ce cadre, ils ne sont pas consommateurs mais générateurs d'économies. On retrouve, enfin, la comptabilité basée sur le réseau de mesure partagé entre la CED et EDF, pour la rémunération de certaines Associations d'irrigants à partir des volumes non utilisés à chaque campagne d'irrigation. Ces trois procédures d'évaluation des économies d'eau, potentiellement contradictoires, parviennent à se superposer et coexister.

Cette superposition est rendue possible, car elle permet d'assurer le maintien des principaux usagers de la ressource, tout en mettant en œuvre une évolution fragile des procédures en accord avec les objectifs environnementaux de l'Agence. La coexistence repose également sur des discours, et sur les règles « d'ordonnancement » et « d'exclusion » qui y sont attachées (Foucault, 1971, p. 70). Lorsque les acteurs se réfèrent à l'un des systèmes de comptabilité dans une arène spécifique, les autres deviennent inexistants. Cet aspect avait également été mis en avant par Auvet (2018, p. 464-465) sur la gestion de la nappe de la Crau. Deux discours coexistaient en parallèle, l'un portant sur l'optimisation hydraulique des canaux de surface, et l'autre sur la maîtrise hydrogéologique de la nappe souterraine. Malgré les liens directs entre économies d'eau et recharge de la nappe, la segmentation des dispositifs de gestion permettait -lorsque c'était opportun- d'éviter de possibles contradictions. C'est également ce que nous avons vu à travers le fonctionnement du modèle hydrogéologique de la nappe de la Crau, qui s'abstrait du fonctionnement hydraulique des canaux.

Dans le sixième chapitre, nous sommes revenus sur les principaux résultats de la thèse, en mettant en avant les processus de changement institutionnel et la place des ambiguïtés, les effets propres de l'instrumentation des paradigmes de politique publique, et les enjeux liés à la territorialisation des politiques d'économie d'eau.

Nous souhaiterions maintenant souligner trois apports majeurs de cette thèse. Le premier apport est lié à l'analyse détaillée de la gestion quantitative dans le bassin de la Durance, et en particulier des politiques d'économie et réallocations d'eau. Alors que de nombreux travaux ont été réalisés dans le bassin, ils ont généralement ciblé une époque, une zone ou un aménagement. La majorité de ces travaux était également ancrée soit dans les sciences humaines et sociales (Gaudin, 2014 ; Santoni, 2014 ; Auvet, 2019), soit dans les sciences de la nature (Chapuis, 2012 ; François, 2014 ; Kuentz, 2015). À partir d'une approche interdisciplinaire, nous avons retracé l'évolution de la gestion quantitative dans le bassin de la Durance, en mettant en avant une succession de paradigmes, de systèmes d'acteurs et de mesures de gestion de l'eau, et les modifications environnementales associées. En lien avec les enjeux environnementaux, notre travail a permis de produire une synthèse des données existantes à l'échelle du bassin, en se basant sur de nombreuses données issues de travaux en hydro-morphologie et en écologie.

De plus, au cours des trois années de thèse et du stage qui l'a précédé, trois rapports ont été rédigés à côté de ce manuscrit. L'un sur la restauration écologique de l'étang de Berre et de la Basse Durance (Laurenceau, 2018), et un autre sur le fonctionnement du Compte Epargne Volume (Laurenceau, 2020). Un troisième rapport a été rédigé en collaboration avec Martin Grau, qui a réalisé son stage sur le cas d'étude du Jabron (Grau & Laurenceau, 2020). Ces travaux ont été mobilisés dans le rapport parlementaire publié récemment sur l'étang de Berre (Zulesi, 2020), dans le cadre des études menées par la SCP en Moyenne-Durance (SCP, communication personnelle), et en Commission Eau et Usages du bassin de la Durance, sur le fonctionnement du CEV.

L'ensemble des éléments produits contribuera, nous l'espérons, à nourrir les débats au niveau local sur la gestion quantitative de l'eau, l'adaptation au changement climatique et les différentes stratégies

envisageables. En particulier, notre travail offre une première analyse détaillée des politiques d'économie d'eau à l'échelle du bassin de la Durance, qui sera l'une des thématiques centrales du SAGE actuellement en cours d'élaboration.

Le deuxième apport est d'ordre thématique, sur les réallocations d'eau vers l'environnement grâce à la modernisation des infrastructures agricoles. Comme nous l'avons vu dans le premier et le sixième chapitre, ces questions se posent dans de nombreuses parties du monde. La récente discussion sur le forum du journal *Water Alternatives*[98] a montré l'ampleur des débats dans la littérature scientifique, et la complexité du sujet. Alors que la littérature est très riche par exemple dans les cas de l'Espagne, de l'Australie et des États-Unis, peu de travaux ont été publiés sur la France. Comme cela avait été mis en évidence par Venot et al. (2017), le cas de la Durance rappelle l'intérêt de combiner l'analyse des flux d'eau et des infrastructures, avec celle des négociations politiques, des institutions et des rapports de force. Notre travail permet de redonner toute leur importance aux instruments de politique publique mobilisés, au-delà de la seule question de leur performance. En effet, ces derniers traduisent une certaine forme d'action publique qui cadre les relations entre l'administration et les publics cibles, et ont des effets propres pouvant influencer fortement la mise en œuvre des politiques publiques. De plus, la thèse montre l'intérêt de confronter les analyses à l'échelle des bassins versants avec des cas d'étude diversifiés, rendant compte d'une multiplicité d'arrangements et d'adaptations au niveau local. Enfin, en accord avec d'autres travaux par exemple sur l'Australie (Marshall & Alexandra, 2016), nous avons pu voir l'importance de resituer les politiques environnementales actuelles dans une trajectoire longue, en intégrant les paradigmes, les acteurs et les infrastructures.

Le troisième apport est d'ordre théorique. Les sciences politiques nous ont fourni les principaux outils d'analyse, avec le néo-institutionnalisme historique pour étudier les trajectoires institutionnelles dans le temps long, et la sociologie de l'action publique afin « d'ouvrir » les instruments et de suivre les dynamiques d'action collective qu'ils génèrent. Cependant, si les travaux de sciences politiques analysent en détail l'effet des évolutions de politique publique sur les recompositions du rôle de l'État, les mobilisations d'acteurs, ou encore les formes d'expertise mobilisées, les impacts sur l'environnement sont rarement abordés (Barone et al., 2018). En complétant l'analyse des paradigmes d'action publique et des instruments par la compréhension des flux d'eau et des impacts écologiques, nous avons pu explorer des connexions possibles entre sciences politiques et sciences de l'environnement. À titre d'exemple, l'analyse du CEV n'aurait pas pu être complétée sans s'intéresser à ses effets sur les milieux aquatiques et aux méthodes de comptabilité des économies d'eau. Ces dimensions sont apparues essentielles pour relever le poids des ambiguïtés dans l'adoption d'un tel arrangement institutionnel. Plus généralement, les enjeux politiques liés à la mise en œuvre des projets d'économie d'eau dans les territoires étaient intimement imbriqués avec la circulation des flux d'eau, le fonctionnement des ouvrages, et la destination des flux de retour. Comme nous l'avons vu pour le cas de la Crau, certaines études sont passées à côté de plusieurs éléments essentiels, en se focalisant uniquement sur le processus de concertation.

Cette connexion entre sciences politiques et effets sur l'environnement s'est appuyée sur la *Political Ecology*. Issue de la géographie humaine, la *Political Ecology* « *ambitionne de prendre au sérieux l'écologie et les relations de pouvoir* » (Kull & Batterbury, 2017, p. 12) dans des situations de gestion de l'environnement, liées par exemple à la gestion de l'eau et des forêts, ou au changement climatique. La notion de territoire hydro-social, en faisant le lien entre les dimensions physiques, environnementales et politiques d'un espace, a été particulièrement éclairante dans nos cas d'études. Cependant, la *Political Ecology* s'est souvent focalisée sur des situations d'accaparement des ressources par des acteurs économiques puissants ou des États répressifs, et une critique du capitalisme, de l'État néolibéral et des instruments de marché comme les paiements pour services environnementaux (Ibid., 2017).

[98] Agricultural water demand management: is the glass 20% full or 80% empty? *Water Alternatives Forum*, 15 mars 2021. https://www.water-alternatives.org/index.php/blog/20or80

En associant sciences politiques et *Political Ecology*, notre démarche a permis d'une part de compléter l'analyse des jeux d'acteurs par celle des impacts environnementaux et, d'autre part, d'enrichir les réflexions sur l'administration et ses recompositions, en mettant en avant les rôles pluriels des services de l'État à la fois dans l'élaboration et la traduction des politiques publiques.

Enfin, plusieurs limites et pistes d'approfondissement peuvent être soulignées. La première est liée à la seule analyse du cas de la Durance. Même si le cas d'étude a montré sa capacité à jouer le rôle de « laboratoire » d'exploration des politiques d'économie et réallocation d'eau, les résultats de cette thèse pourraient être comparés avec d'autres exemples. En effet, le bassin de la Durance représente un cas particulier du fait de ses aménagements extrêmement structurants qui dévient la quasi-totalité de l'eau hors de son lit et tout au long de l'année. Les instruments de politique publique qui ont été créés sont directement liés à ces infrastructures. Toutefois, plusieurs cas d'études ont montré que des systèmes similaires ont été mis en place, par exemple en Australie ou aux États-Unis, avec des « comptes » qui permettent de stocker virtuellement l'eau environnementale dans des barrages. Une piste de recherche consiste à réaliser des ponts entre ces différents exemples, en se basant sur l'analyse des paradigmes, des instruments et des flux d'eau. Le bassin du Jucar en Espagne pourrait représenter une piste fructueuse, car l'enjeu lié aux bénéfices environnementaux des flux de retour est très fort. Ce cas, comme celui de la Crau, pourrait également amener à questionner la prise en compte de tels impacts dans les politiques européennes de l'environnement.

Une autre limite est liée à l'approche interdisciplinaire que nous avons développée. Cette approche est éclairante pour la démarche de recherche, mais aussi coûteuse en temps et en apprentissages divers. Chaque aspect, que ce soit l'analyse des discours ou celles des flux d'eau, est finalement moins détaillé que dans un travail mono-disciplinaire. Une piste à poursuivre reposerait sur des collaborations entre chercheurs de différentes disciplines afin de pouvoir approfondir des dimensions –par exemple- hydrologique, économique, sociale et politique, sur de mêmes cas d'études. Des expériences sont notamment menées en ce sens au sein de l'UMR G-EAU (Massuel & Riaux, 2017 ; Collard et al., 2020).

Bibliographie

Ackrill, R., Kay, A., & Zahariadis, N. (2013). Ambiguity, multiple streams, and EU policy. *Journal of European Public Policy*, *20*(6), 871–887. https://doi.org/10.1080/13501763.2013.781824

Acreman, M. (2016). Environmental flows-basics for novices. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, *3*(5), 622–628. https://doi.org/10.1002/wat2.1160

Adamson, D., & Loch, A. (2014). Possible negative feedbacks from "gold-plating" irrigation infrastructure. *Agricultural Water Management*, *145*, 134–144. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.09.022

Agence de Bassin Rhône Méditerranée et Corse. (1968). *Propositions relatives au programme de l'agence*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (1972). *2ème programme d'intervention de l'Agence de Bassin*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (1976). *Troisième programme d'intervention de l'Agence de Bassin*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (1980). *4ème programme d'intervention. L'amélioration de la ressource. EDF et la modernisation des irrigations de la Durance*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (1981). *4ème programme d'intervention (1982-1986)*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (1982). *Orientations pour le 4ème programme (1982-1986). Amélioration de la ressource*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (1991). *Financement de la modernisation des irrigations gravitaires*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (1997). *Bilan du sixième programme d'intervention*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (1999). *Pour une nouvelle gestion partagée de la ressource en eau de la Durance*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (2003). *8ème programme 2003-2006*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (2012). *Etude volumes prélevables sur le bassin versant du Jabron. Résumé*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (2013). *Modernisation et substitution du périmètre d'irrigation Tranches 1 et 2. Commission des aides du 23/10/2013*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (2014). Plan de bassin d'adaptation au changement climatique dans le domaine de l'eau (Bassin Rhône-Méditerranée).

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (2015). *Eléments de bilan des aides apportées par la délégation de Marseille sur le bassin de la Durance pour la réalisation d'économies d'eau*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (2016). *Protocole sur la gestion des volumes d'eau économisés sur la ressource en eau de la Durance*.

Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, & EDF. (1981). *Convention entre l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse et EDF sur la participation aux financements des économies d'eau*.

Agualis, & Cesame. (1998). *Etude "milieux naturels" Moyenne et Basse-Durance. Diagnostic*.

Albiac, José, Calvo, E., Kahil, T., & Esteban, E. (2020). The challenge of irrigation water pricing in the water framework directive. *Water Alternatives*, *13*(3), 674–690.

Albiac, Jose, Kahil, T., & Esteban, E. (2021). The Jucar River Basin. In J. Schmandt, A. Kibaroglu, R. Buono, & S. Thomas (Eds.), *Sustainability of Engineered Rivers In Arid Lands* (pp. 220–232). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108261142.015

Alcott, B. (2005). Jevons' paradox. *Ecological Economics*, *54*(1), 9–21. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.020

Alkassem-Alosman, M. (2017). *Caractérisation des irrigations gravitaires au moyen d'un modèle d'écoulement et de mesures in-situ : application à l'optimisation de l'irrigation du foin de Crau par calan*. Université d'Avignon.

Anderson, T. L., & Leal, D. R. (2001). Free Market Environmentalism. In *Free Market Environmentalism*. Palgrave Macmillan US. https://doi.org/10.1057/9780312299736

Artelia. (2017). *Plan de gestion de la ressource en eau du Jabron*.

ASA du Canal de Carpentras. (2006). *Etat des lieux de la structure, des ouvrages et de l'environnement*.

ASA du Canal de Carpentras. (2010). *Contrat de Canal de Carpentras. Programme d'Opérations*.

ASA du Canal de Carpentras. (2020). *O Courant. Histoire du canal de Carpentras*.

ASA du Canal de Manosque. (2009). *Contrat de Canal de Manosque. Programme d'Opérations*.

ASA du Canal de Saint-Tropez. (1992). *Registre des délibérations de l'asa du Saint-Tropez du 23 juin 1992*.

ASA du Canal de Saint-Tropez. (2014). *Enquête publique préalable au projet de conversion à l'aspersion du périmètre d'irigation de l'asa du canal de Saint Tropez. Réponses aux questions du commissaire enquêteur*.

AScA. (1997). *La Crau. Gestion de la ressource en eau et préservation du milieu naturel.*

AScA, & Artelia. (2019). *Rapports produits dans le cadre de la mission d'AMO pour l'Etude des usages de l'eau et l'émergence du SAGE de la Durance*.

ASCO du Canal de Cadeban-neuf. (2011). *Contrat de Canalde Cabedan-neuf. Protocole de Gestion*.

ASCO du Canal de l'Isle. (2011). *Contrat de canal de l'Isle. Protocole de Gestion*.

Aspe, C. (2012). *De l'eau agricole à l'eau environnementale : Résistance et adaptation aux nouveaux enjeux de partage de l'eau en Méditerranée*. Versailles, France : Éditions Quæ. https://doi.org/10.3917/quae.aspe.2012.01

Aspe, C. (2016). Pratiques et représentations de l'eau environnementale. Les canaux duranciens comme supports de nouveaux enjeux écologiques, économiques et sociaux. Rapport d'études.

Aspe, C., Gilles, A., & Jacqué, M. (2016). Irrigation canals as tools for climate change adaptation and fish biodiversity management in Southern France. *Regional Environmental Change*, *16*(7), 1975–1984. https://doi.org/10.1007/s10113-014-0695-8

Association des arrosants de la Crau. (2011). Contrat de canal Crau Sud Alpilles.

Aubriot, O., Fernandez, S., Trottier, J., & Fustec, K. (2018). Water technology, knowledge and power. Addressing them simultaneously. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, *5*(1), e1261. https://doi.org/10.1002/wat2.1261

Auvet, B. (2018). *Façons de gouverner et façons de faire l'eau en Crau*. AgroParisTech.

Auvet, B. (2019). Les infrastructures hydrauliques et la maîtrise de l'eau en Crau : de la production de l'abondance à la gestion de la rareté. *Développement Durable et Territoires*, *Vol. 10*, *n°3*. https://doi.org/10.4000/developpementdurable.16272

Bakker, K. (2005). Neoliberalizing Nature? Market Environmentalism in Water Supply in England and Wales. *Annals of the Association of American Geographers*, *95*(3), 542–565. https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2005.00474.x

Bakker, K. (2010). The limits of "neoliberal natures": Debating green neoliberalism. *Progress in Human Geography*, *34*(6), 715–735. https://doi.org/10.1177/0309132510376849

Bakker, K. (2014). The Business of Water: Market Environmentalism in the Water Sector. *Annual Review of Environment and Resources*, *39*(1), 469–494. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-070312-132730

Balland, P., Huet, P., Lafont, E., Leteurtrois, J.-P., & Pierron, P. (2002). *Rapport sur la Durance.*

Propositions de simplification et de modernisation du dispositif d'intervention de l'Etat sur la gestion des eaux et du lit de la Durance. Contribution à un Plan Durance.

Barbier, R., Riaux, J., & Barreteau, O. (2010). Science réglementaire et démocratie technique : Réflexion à partir de la gestion des pénuries d'eau. *Natures Sciences Societes*, *18*(1), 14–23. https://doi.org/10.1051/nss/2010004

Barone, S., & Bouleau, G. (2011). La directive-cadre sur l'eau et ses traductions : que nous apprennent les sites « innovants » ? *Pôle Sud*, *35*, 43–58. https://www.cairn.info/revue-pole-sud-2011-2-page-43.htm

Barone, S., Dedieu, C., & Guérin-Schneider, L. (2016). La suppression de l'ingénierie publique de l'état dans le domaine de l'eau : les effets paradoxaux d'une réforme néo-managériale. *Politiques et Management Public*, *33*(1), 49–67. https://doi.org/10.3166/pmp.33.49-67

Barone, S., & Mayaux, P.-L. (2019). *Les politiques de l'eau* (L.G.D.J (Ed.)). https://www.lgdj.fr/les-politiques-de-l-eau-9782275060033.html

Barone, S., Mayaux, P.-L., & Guerrin, J. (2018). Introduction. Que fait le New Public Management aux politiques environnementales ? . *Pôle Sud*, *n° 48*(1), 5. https://doi.org/10.3917/psud.048.0005

Barraqué, B. (2002). Génie rural et droit des cours d'eau : Benjamin Nadault de Buffon (1804-1880). *Houille Blanche*, *4–5*, 136–145. https://doi.org/10.1051/lhb/2002073

Barraqué, B., & Laigneau, P. (2017). Agences de l'eau : rétrospection prospective. In *Annales des Mines - Responsabilité et environnement : Vol. N° 87* (Issue 3). Editions ESKA. https://www.cairn.info/revue-responsabilite-et-environnement-2017-3-page-114.htm?contenu=resume

Barraqué, B. O., Laigneau, P., & Formiga-Johnsson, R. M. (2018). The Rise and Fall of the French Agences de l'Eau: From German-Type Subsidiarität to State Control. *Water Economics and Policy*, *4*(3). https://doi.org/10.1142/S2382624X18500133

Barréteau, O., Giband, D., Schoon, M., Cerceau, J., Declerck, F., Ghiotti, S., James, T., Masterson, V. A., Mathevet, R., Rode, S., Ricci, F., & Therville, C. (2016). *Bringing together social-ecological system and territoire concepts to explore nature-society dynamics*. *21*(4). https://doi.org/10.5751/ES-08834-210442

Barrett, S. M. (2004). Implementation studies: time for a revival? personal reflections on 20 years of implementation studies. *Public Administration*, *82*(2), 249–262. https://doi.org/10.1111/j.0033-3298.2004.00393.x

Barrier, J., Pillon, J.-M., & Quéré, O. (2015). Les cadres intermédiaires de la fonction publique. Travail administratif et recompositions managériales de l'État. *Gouvernement et Action Publique*, *4*, 9–32.

Barthe, Y., Callon, M., & Lascoumes, P. (2001). *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*. Editions Seuil.

Batchelor, C., Reddy, V. R., Linstead, C., Dhar, M., Roy, S., & May, R. (2014). Do water-saving technologies improve environmental flows? *Journal of Hydrology*, *518*(PA), 140–149. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.11.063

Baud, A.-S. (2003). *Analyse juridique des conditions de contractualisation des volumes d'eau économisés dans le cadre des aides apportées à l'irrigation dans le contexte de la Basse et la Moyenne-Durance*.

Baudequin, D., Commandre, R., & Boizard, P. (2015). *Rapport de mission sur les Associations Syndicales Autorisées (ASA) en hydraulique agricole*.

Beaud, S., & Weber, F. (2010). *Guide de l'enquête de terrain. Produire et analyser des données ethnographiques* (La Découverte).

Béland, D., & Cox, R. H. (2016). Ideas as coalition magnets: coalition building, policy entrepreneurs,

and power relations. *Journal of European Public Policy*, *23*(3), 428–445. https://doi.org/10.1080/13501763.2015.1115533

Benjaminsen, T. A., Aune, J. B., & Sidibé, D. (2010). A critical political ecology of cotton and soil fertility in Mali. *Geoforum*, *41*(4), 647–656. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2010.03.003

Berbel, J., & Expósito, A. (2020). The theory and practice of water pricing and cost recovery in the water framework directive. *Water Alternatives*, *13*(3), 659–673.

Berbel, J., Expósito, A., Gutiérrez-Martín, C., & Mateos, L. (2019). Effects of the Irrigation Modernization in Spain 2002–2015. *Water Resources Management*, *33*(5), 1835–1849. https://doi.org/10.1007/s11269-019-02215-w

Berbel, J., Martin-Ortega, J., & Mesa, P. (2011). A Cost-Effectiveness Analysis of Water-Saving Measures for the Water Framework Directive: The Case of the Guadalquivir River Basin in Southern Spain. *Water Resources Management*, *25*(2), 623–640. https://doi.org/10.1007/s11269-010-9717-6

Berman, S., Jana, U., Hoa, E., Lavelle, P., Geoffroy, C., Hess, T., Knox, J., Postly, M., Fenn, T., Upson, S., & Sonigo, P. (2012). *Water saving potential in agriculture in Europe: findings from the existing studies and application to case studies. Final Report*.

Bertin, A. (1960). Le barrage de Serre-Ponçon, pièce maîtresse de l'aménagement de la Durance. *Revue de Géographie Alpine*, *48*(4), 625–687.

Bertrandy. (1990). *Etang de Berre, situation actuelle et évolution du milieu*.

Bès, M.-P., Blot, F., & Ducournau, P. (2015). Sivens : quand le dialogue devient impossible. *Justice Spatiale/Spatiale Justice*, *3*.

Bevan, G., & Hood, C. (2006). What's measured is what matters: Targets and gaming in the English public health care system. *Public Administration*, *84*(3), 517–538. https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.2006.00600.x

Bezes, P. (2007). The "steering state" model: The emergence of a new organizational form in the French Public Administration. *Sociologie Du Travail*, *49*(SUPPL. 2), e67–e89. https://doi.org/10.1016/j.soctra.2007.10.002

Bezes, P., Chiapello, È., & Desmarez, P. (2016). Introduction : la tension savoirs-pouvoirs à l'épreuve du gouvernement par les indicateurs de performance. *Sociologie Du Travail*, *58*(4), 347–369. https://doi.org/10.4000/sdt.587

Bezes, P., & Musselin, C. (2015). Le New Public Management : Entre rationalisation et marchandisation ? In L. Boussaguet, S. Jacquot, & P. Ravinet (Eds.), *Une 'French Touch' dans l'analyse des politiques publiques ?* (pp. 128–151). Presses de Sciences Po.

Bhatia, R., Cestti, R., & Winpenny, J. (1995). *Water conservation and reallocation: best practice cases in improving economic efficiency and environmental quality*. Banque Mondiale.

Bichsel, C. (2016). Water and the (infra-)structure of political rule: A synthesis. *Water Alternatives*, *9*(2), 356–372.

Billard, E.-G. (1825). *Développement de mon projet d'encaissement de la Durance, et réponse à diverses questions auxquelles il a donné lieu*.

Bisch, P.-E., Hubert, L., Mailleau, C., Denier-Pasquier, F., & Servant, L. (2018). *Cellule d'expertise relative à la gestion quantitative de l'eau pour face aux épisodes de sécheresse*.

Blanchard, R. (2018). *La poussée d ' utilisation de la Houille Blanche dans les Alpes françaises de 1916 à 1918*. 469–480.

Boelens, R., Hoogesteger, J., Swyngedouw, E., Vos, J., & Wester, P. (2016). Hydrosocial territories: a political ecology perspective. In *Water International* (Vol. 41, Issue 1, pp. 1–14). Routledge. https://doi.org/10.1080/02508060.2016.1134898

Boelens, R., & Vos, J. (2012). The danger of naturalizing water policy concepts: Water productivity

and efficiency discourses from field irrigation to virtual water trade. *Agricultural Water Management*, *108*, 16–26. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.06.013

Bonnaud, L., Le Bourhis, J.-P., & Martinais, E. (2017). Redécouper les frontières de l'action publique : de quoi la "transversalité" est-elle le nom ? *Congrès Association Française de Science Politique*.

Bordes, J.-L. (2010). Les barrages en France du XVIIIè à la fin du XXè siècle. Histoire, évolution technique et transmission du savoir. *Pour Mémoire*, *9*, 70–120.

Borrego-Marín, M. M., & Berbel, J. (2019). Cost-benefit analysis of irrigation modernization in Guadalquivir River Basin. *Agricultural Water Management*, *212*, 416–423. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.08.032

Börzel, T. A. (2009). New modes of governance and accession: the paradox of double weakness. In *Coping with Accession to the European Union* (pp. 7–31). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9780230245358_2

Börzel, T. A., & Risse, T. (2010). Governance without a state: Can it work? *Regulation and Governance*. https://doi.org/10.1111/j.1748-5991.2010.01076.x

Bouleau, Gabrielle. (2007). *La gestion française des rivières et ses indicateurs à l'épreuve de la directive cadre* [AgroParisTech].

Bouleau, Gabrielle. (2015). L'agence n'est pas un guichet : allouer des aides dans les agences de l'eau : un travail de composition. In I. Arpin, G. Bouleau, J. Candau, & A. Richard Ferroudji (Eds.), *Activités professionnelles à l'épreuve de l'environnement* (pp. 169–188). Octarès.

Bouleau, Gabrielle. (2016). Pourquoi chercher la petite bête ? Les enjeux politiques de l'indice biotique en France (1964-1969). *VertigO*, *Volume 16 numéro 2*. https://doi.org/10.4000/vertigo.17587

Bouleau, Gabrielle, & Pont, D. (2014). Les conditions de référence de la directive cadre européenne sur l'eau face à la dynamique des hydrosystèmes et des usages. *Natures Sciences Sociétés*, *22*(1), 3–14. https://doi.org/10.1051/nss/2014016

Bourblanc, M., & Blanchon, D. (2019). Political ecologies of water in South Africa: A literature review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, *6*(5). https://doi.org/10.1002/wat2.1371

Bourblanc, M., Ducrot, R., & Mapedza, E. (2017). Path Dependence in Nebo Plateau: Strategic Partnerships and Rural Poverty Alleviation in South African Small-Scale Irrigation Schemes. *Journal of Southern African Studies*, *43*(2), 381–396.

Bourblanc, M., Fernandez, S., & Gaudin, A. (2021). Gouverner les rivières par les débits environnementaux. Une analyse croisée de cas sud-africains et français. In D. Blanchon & B. Casciarri (Eds.), *L'accès à l'eau en Afrique. Vulnérabilités, exclusions, résiliences et nouvelles solidarités* (pp. 137–153). Presses universitaires de Paris Nanterre. https://doi.org/10.4000/books.pupo.9470

BRGM. (1994). *Schéma départemental des carrières des Bouches-du-Rhône (13)*.

BRGM. (2019). *Projet SIMBA : Surveillance de l'Intrusion Marine en Basse-Crau*.

BRL Ingénierie. (2008). *Estimation de la disponibilité des volumes d'eau destinés aux territoires desservis par les canaux « moyenne et basse Durance » et détermination des modes de valorisation des économies potentielles. Rapport d'extrapolation*.

BRL Ingénierie. (2014). *Schéma directeur pour une optimisation et sécurisation de la gestion de l'eau sur le canal de Craponne branche d'Arles – Phase 1 : Etat des lieux et Diagnostic*.

BRL Ingénierie. (2015). *Etude exploratoire de la nappe de la Durance. Phase 1 - Etat des lieux du fonctionnement de la nappe alluviale et des usages associés, sur la base des connaissances existantes*.

Brooks, D. B. (2006). An operational definition of water demand management. *International Journal of Water Resources Development*, *22*(4), 521–528.

https://doi.org/10.1080/07900620600779699

Brooks, R., & Harris, E. (2008). Efficiency gains from water markets: Empirical analysis of Watermove in Australia. *Agricultural Water Management*, *95*(4), 391–399. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.10.020

Brown, L. R., Wim, A. E., Ae, K., & Brown, R. (2009). Managing Water to Protect Fish: A Review of California's Environmental Water Account, 2001-2005. *Environmental Management*. https://doi.org/10.1007/s00267-008-9213-4

Brugnach, M., & Ingram, H. (2012). Ambiguity: The challenge of knowing and deciding together. *Environmental Science and Policy*, *15*(1), 60–71. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.10.005

Buisson, E., & Dutoit, T. (2006). Creation of the natural reserve of La Crau: Implications for the creation and management of protected areas. *Journal of Environmental Management*, *80*(4), 318–326. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.09.013

Buisson, E., Dutoit, T., & Wolff, A. (2004). Bilan de trente années de recherches en écologie dans la steppe de Crau (Bouches-du-Rhône, sud-est de la France). *Ecologia Mediterranea*, *30*(1), 7–24. https://doi.org/10.3406/ecmed.2004.1492

Burgeap. (2011). *Etude d'impact pour la conversion à l'aspersion de l'asa du canal de Volonne*.

Burgeap. (2012). *Etude d'impact pour la conversion à l'aspersion de l'asa du canal de Saint-Tropez*.

Cabello, V., Kovacic, Z., & Van Cauwenbergh, N. (2018). Unravelling narratives of water management: Reflections on epistemic uncertainty in the first cycle of implementation of the Water Framework Directive in southern Spain. *Environmental Science and Policy*, *85*, 19–27. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.03.019

Cai, X. (2008). Water stress, water transfer and social equity in Northern China-Implications for policy reforms. *Journal of Environmental Management*, *87*(1), 14–25. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.12.046

Caillet, R. (1925). *Le canal de Carpentras, contribution à l'histoire du Comtat Venaissin. 1561 - 1925*.

Callon, M. (1986). Eléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'année Sociologique*, *36*, 169–208. https://doi.org/10.2307/27889913

Callon, M. (2006). What does it mean to say that economics is performative? In *Centre de sociologie de l'innovation*. https://www.researchgate.net/publication/5013380_What_Does_it_Mean_to_Say_that_Economics_is_Performative

Callon, M., & Latour, B. (2016). Le grand Léviathan s'apprivoise-t-il ? In *Sociologie de la traduction* (pp. 11–32). Presses des Mines. https://doi.org/10.4000/books.pressesmines.1190

Campbell, J. L. (1998). *Institutional Analysis and the Role of Ideas in Political Economy* (Vol. 27, Issue 3). https://www.jstor.org/stable/657900?seq=1&cid=pdf-

Campbell, J. L. (2002). Ideas, Politics, and Public Policy. *Annual Review of Sociology*, *28*(1), 21–38. https://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.110601.141111

Capoduro, P. (1983). *Maitrise, utilisation et ménagement des eaux en Provence-Alpes-Cote d'Azur*. Université d'Aix Marseille.

Carmantrand, B. (1991). *Gérer et économiser l'eau en agriculture: l'enseignement de la sécheresse 1989-1990*.

Cereg ingénierie. (2009). *Etude de la ressource en eau sur le bassin versant du Sasse. Etat des lieux et diagnostic de la situation actuelle (phases 1 et 2)*.

Cereg ingénierie. (2010). *Etude de la ressource en eau sur le bassin versant du Sasse. Etat des lieux et diagnostic de la situation actuelle (phase 3)*.

Chambre d'Agriculture Provence-Alpes-Côte D'Azur. (2015). *Stratégie Régionale Hydraulique*

Agricole. Diagnostic de l'agriculture irriguée régionale.

Chantal, A. (2013). The role of traditional irrigation canals in a long term environmental perspective . *Journal of Agricultural Science and Technology. A*, *4*(1), 2011–2013.

Chapuis, M. (2012). *Mobilité des sédiments fluviaux grossiers dans les systèmes fortement anthropisés : éléments pour la gestion de la basse vallée de la Durance*. Aix-Marseille Université.

Charpentier, A., Grillas, P., Lescuyer, F., Coulet, E., & Auby, I. (2005). Spatio-temporal dynamics of a Zostera noltii dominated community over a period of fluctuating salinity in a shallow lagoon, Southern France. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *64*(2–3), 307–315. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.02.024

Chen, Y., Colloff, M. J., Lukasiewicz, A., & Pittock, J. (2020). A trickle, not a flood: environmental watering in the Murray–Darling Basin, Australia. *Marine and Freshwater Research*. https://doi.org/10.1071/MF20172

Chevallier, J. (2003). Governance, A New State Paradigm? Revue Francaise d'Administration Publique, 105–106(1–2), 203–217. https://doi.org/10.3917/rfap.105.0203

Chupin, O. (2000). Place et évolution du maraîchage nantais en Loire-Atlantique. *Méditerranée*, *95*(3), 43–50. https://doi.org/10.3406/medit.2000.3174

Cleaver, F. (2012). *Development Through Bricolage. Rethinking Institutions for Natural Resource Management*. Routledge.

Cleaver, F. (2017). Development Through Bricolage. In *Development Through Bricolage*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315094915

Closas, A., Molle, F., & Hernández-Mora, N. (2017). Sticks and carrots to manage groundwater over-abstraction in La Mancha, Spain. *Agricultural Water Management*, *194*, 113–124. https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2017.08.024

Coec'Eau du contrat de canal de Carpentras. (2014). *Compte rendu du 25 septembre 2014*.

Coec'Eau du contrat de canal de Carpentras. (2016). *Compte rendu du 10 octobre 2016*.

Colloff, M. J., & Pittock, J. (2019a). Why we disagree about the Murray–Darling Basin Plan: water reform, environmental knowledge and the science-policy decision context. *Australian Journal of Water Resources*, *23*(2), 88–98. https://doi.org/10.1080/13241583.2019.1664878

Colloff, M. J., & Pittock, J. (2019b). Why we disagree about the Murray–Darling Basin Plan: water reform, environmental knowledge and the science-policy decision context. *Australasian Journal of Water Resources*, *23*(2), 88–98. https://doi.org/10.1080/13241583.2019.1664878

Colon, M., Richard, S., & Roche, P. A. (2018). The evolution of water governance in France from the 1960s: disputes as major drivers for radical changes within a consensual framework. *Water International*, *43*(1), 109–132. https://doi.org/10.1080/02508060.2018.1403013

Comité de bassin Rhône Méditerranée. (2013). *Séance du 11 octobre 2013*.

Comité du Foin de Crau. (1994). *Foin de Crau : quels enjeux?*

Comité du Foin de Crau. (2001). *La Crau, une terre de contrastes à préserver*.

Comité français des barrages et réservoirs. (2014). *Barrage de Serre-Ponçon. Une longue gestation : 1856-1960*.

Commissariat général au plan. (1947). *Rapport Général sur le premier Plan de Modernisation et d'équipement*.

Commissariat général au plan. (1954). *Deuxième plan de Modernisation et d'équipement (1954-1957)*.

Commissariat général au plan. (1958). *Troisième plan de Modernisation et d'équipement (1958-1961)*.

Commissariat général au plan. (1962). *Quatrième plan de développement économique et social (1962-1965)*.

Commissariat général au plan. (1981). *8ème plan de développement économique et social (1981-1985)*.

Commission Executive de la Durance. (1993). *Droits d'eau et Dotations Conventionnelles des Canaux de Durance*.

Commission Executive de la Durance. (2013). *Protcole de gestion de crise*.

Conseil d'Administration de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (1988). *Séance du 25 février 1988*.

Conseil d'Administration de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (2000). *Séance du 15 décembre 2000. Point II : irrigation gravitaire*.

Conseil d'Administration de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (2001). *Irrigants de la Crau, séance du 5 juillet 2001*.

Conseil d'Administration de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. (2010). *Réunion du Conseil d'Administration du 22 septembre 2010, modification de l'énoncé du programme*. 1–59.

Conseil Général des Bouches du Rhône, & Artemis. (1991). *Les matériels d'irrigation gravitaire*.

Conseil scientifique du comité de bassin Rhône-Mediterranée. (2011). *Avis sur les méthodes utilisées dans les études "volumes prélevables."*

Conseil scientifique du comité de bassin Rhône-Mediterranée. (2020). *Avis et recommandations sur l'intérêt économique à moyen et long terme de la substitution des prélèvements par stockage ou par transfert d'eau*.

Conservatoire-Etudes des Ecosystèmes de Provence. (1986). *Sauvegarde et Gestion du milieu naturel de la Crau. Bilan économique et écologique*.

Contrechamp. (2018). *Bilan - Evaluation du Contrat du Canal de Carpentras*.

Côte, E.-F. (1912). La Durance et son utilisation pour l'agriculture et l'industrie. *La Houille Blanche*.

Cotillon, J. (1978). *L'hydroélectricité dans le monde*.

Cour des Comptes. (2003). *Les Agences de l'eau. Rapport Au Président de la République.*

Cour des Comptes. (2010). *Rapport Public Annuel. 1ère partie : observations des juridictions financières*. 697.

Cour des Comptes. (2015). *Les agences de l'eau et la politique de l'eau : une cohérence à retrouver*. https://www.ccomptes.fr/Actualites/Archives/La-gestion-des-agences-de-l-eau

Cour des Comptes Européenne. (2021). La PAC et l'utilisation durable de l'eau dans l'agriculture : des fonds davantage susceptibles d'encourager à consommer plus qu'à consommer mieux

Crase, L., Dollery, B., & O'Keefe, S. (2011). Managing Environmental Water: Lessons in Crafting Efficient Governance Arrangements. *Economic Papers*, *30*(2), 122–134. https://doi.org/10.1111/j.1759-3441.2011.00100.x

Crase, L., O'Keefe, S., & Dollery, B. (2012). Presumptions of linearity and faith in the power of centralised decision-making: two challenges to the efficient management of environmental water in Australia. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, *56*(3), 426–437. https://doi.org/10.1111/j.1467-8489.2012.00585.x

Crase, L. R., O'Keefe, S. M., & Dollery, B. E. (2009). The fluctuating political appeal of water engineering in Australia. *Water Alternatives*, *2*(3), 440–447.

Crespo, D., Albiac, J., Kahil, T., Esteban, E., & Baccour, S. (2019). Tradeoffs between Water Uses and Environmental Flows: A Hydroeconomic Analysis in the Ebro Basin. *Water Resources Management*, *33*(7), 2301–2317. https://doi.org/10.1007/s11269-019-02254-3

Crozier, M., & Friedberg, E. (1977). L'acteur et le système les contraintes de l'action collective. In *Points essais* (Editions d).

Deniel, M., & Tiphine, M. (1985). *Rapport au Ministre de l'Environnement concernant l'aménagement de la Durance*.

Desrosières, A. (1990). How to Make Things Which Hold Together: Social Science, Statistics and the State. In P. Wagner, B. Wittrock, & R. Whitley (Eds.), *Discourses on Society* (pp. 195–218). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-0-585-29174-1_8

Desrosières, A. (2008). Chapitre 4. Pour une politique des outils du savoir : le cas de la statistique. In *Pour une sociologie historique de la quantification* (pp. 57–76). Presses des Mines. https://doi.org/10.4000/books.pressesmines.912

Di Maggio, P. J., & Powell, W. W. (1997). Le néo-institutionnalisme dans l'analyse des organisations. *Politix*, *10*(40), 113–154. https://doi.org/10.3406/polix.1997.1703

DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*, *48*(2), 147. https://doi.org/10.2307/2095101

Dinar, A., Rosegrant, M. W., & Meinzen-Dick, R. (1997). Water Allocation Mechanisms: Principles and Examples. In *Policy Research Working Papers*. https://doi.org/10.1596/1813-9450-1779

Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône. (2020). *Stratégie départementale pour la gestion quantitativede la ressource en eau dans les Bouches-du-Rhône*.

Direction générale des Eaux et Forêts. (1911). *Restauration et conservation des terrains en montagne*.

Direction régionale de l'environnement. (2001). *Durance. Mise en oeuvre d'un document de synthèse sur le paysage, le patrimoine et les milieux naturels*.

Dreal Paca. (2008). *Diagnostic de la gestion quantitative de la ressource en eau de la region paca*.

Dreal Paca. (2018). *Amélioration de la connaissance des débits rélevés relevant de l'article 50 du décret du 28 septembre 1959 sur la Durance et ses affluents, Verdon excepté. Rapport d'étude, phases 2 et 3*.

Dworak, T., Strosser, P., Kossida, M., Berbel, J., Kolberg, S., & Montesinos, P. (2007). *EU Water Saving Potential*.

Eco-Stratégie. (2012). *Etude d'impact sur l'environnement. Projet de modernisation du réseau gravitaire du canal de Carpentras à Monteux*.

Eco-Stratégie. (2019). *Diagnostic environnemental du Récaveau et des interactions entre le réseau du Canal de Carpentras et le milieu*.

Ecogea. (2018). *Caractérisation des risques éco-morphologiques associés au fonctionnement par éclusées des masses d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse*.

EDF. (1963). L'aménagement de la Durance. *La Houille Blanche*.

EDF. (1981). *Lettre à l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse sur la valorisation des économies d'eau réalisables en Basse-Durance*.

EDF. (1997). *Protocole de coopération pour l'amélioration de la gestion de la ressource en eau affectée à l'irrigation de la Basse-Durance*.

EDF. (2014). *Convention n°2 relative au soutien des économies d'eau entre Electricité de France et l'Union du Canal Lubéron Sorgue Ventoux*.

EDF. (2016). *Suivi du débit réservé 2014 : synthèse du bilan des résultats hydrobiologiques 2014-2016*.

EDF. (2018). *Un outil innovant de gestion des économies d'eau en Durance*.

EDF. (2020). *Réunion de partage sur les transparences en crue et les état-cibles des retenues de St Lazare et L'Escale en Durance*.

EDF, & Gipreb. (2016). *Dossier de synthèse sur l'étang de Berre à destination du Conseil Scientifique du Comité de Bassin Rhône Méditerranée. Évolutions et perspectives du point de vue la DCE*.

Ekers, M., & Prudham, S. (2017). The Metabolism of Socioecological Fixes: Capital Switching, Spatial Fixes, and the Production of Nature. *Annals of the American Association of Geographers*, *107*(6), 1370–1388. https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1309962

Ennabih, A., & Mayaux, P. L. (2020). Depoliticising poor water quality: Ambiguous agreement in a wastewater reuse project in Morocco. *Water Alternatives*, *13*(2), 266–285.

Erdlenbruch, K., Loubier, S., Montginoul, M., Morardet, S., & Lefebvre, M. (2013). La gestion du manque d'eau structurel et des sécheresses en France. *Sciences Eaux & Territoires*, *Numéro 11*(2), 78. https://doi.org/10.3917/set.011.0078

Espeland, W. N. (1998). *The Struggle for Water: Politics, Rationality, and Identity in the American Southwest*. The University of Chicago Press. https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/S/bo3644936.html

Espeland, Wendy Nelson, & Stevens, M. L. (1998). Commensuration as a Social Process. *Annual Review of Sociology*, *24*(1), 313–343. https://doi.org/10.1146/annurev.soc.24.1.313

Espeland, Wendy Nelson, & Stevens, M. L. (2008). A sociology of quantification. *Archives Europeennes de Sociologie*, *49*(3), 401–436. https://doi.org/10.1017/S0003975609000150

Etchells, T., Malano, H. M., & McMahon, T. A. (2006). Overcoming third party effects from water trading in the Murray-Darling Basin. *Water Policy*, *8*(1), 69–80. https://doi.org/10.2166/wp.2005.023

European Commission. (2007). Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union. In *Official Journal of the European Union*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

European Commission. (2012a). *A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources*.

European Commission. (2012b). *Communication from the commission to the European Parliament, the European economic and social committee and the committee of the regions. A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources. COM (2012) 673*. https://doi.org/http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0673:FIN:EN:PDF

European Commission. (2015). *Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Guidance document No. 31*.

European Commission. (2021). *Forging a climate-resilient Europe - the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_663

Famiglietti, J. S. (2014). The global groundwater crisis. In *Nature Climate Change* (Vol. 4, Issue 11, pp. 945–948). Nature Publishing Group. https://doi.org/10.1038/nclimate2425

Farmers of the Jabron Valley. (2013). *Open letter to the prefect of the "Alpes de Haute Provence."*

Féraud-Giraud, L.-J.-D. (1893). *Notes sur la Durance en général et spécialement sur son Régime Admnistratif entre le Verdon et le Rhône. Ce qu'il est, ce qu'il devrait être*.

Fernandez, S. (2009). Si la Garonne avait voulu... étude de l'étiologie déployée dans la gestion de l'eau de la Garonne, en explorant l'herméneutique sociale qui a déterminé sa construction. AgroParisTech.

Fernandez, S. (2014). Much Ado About Minimum Flows… Unpacking indicators to reveal water politics. *Geoforum*, *57*, 258–271. https://doi.org/10.1016/J.GEOFORUM.2013.04.017

Fernandez, S., Bouleau, G., & Treyer, S. (2014). Bringing politics back into water planning scenarios in Europe. Journal of Hydrology, 518, 17–27. https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2014.01.010

Forsyth, T. (1996). Science, myth and knowledge: Testing Himalayan environmental degradation in Thailand. *Geoforum*, *27*(3), 375–392. https://doi.org/10.1016/S0016-7185(96)00020-6

Forsyth, T. (2004). Critical Political Ecology. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203017562

Foucault, M. (1971). *L'ordre du discours*. Gallimard.

Galand, A., & Jean, M. (1979). La réhabilitation et la modernisation des anciens périmètres d'irrigation. *Génie Rural*, *3*.

García-Mollá, M., Ortega-Reig, M., Boelens, R., & Sanchis-Ibor, C. (2020). Hybridizing the commons. Privatizing and outsourcing collective irrigation management after technological change in Spain. *World Development*, *132*, 104983. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104983

Garrick, D. E., Hernández-Mora, N., & O'Donnell, E. (2018). Water markets in federal countries: comparing coordination institutions in Australia, Spain and the Western USA. *Regional Environmental Change*, *18*(6), 1593–1606. https://doi.org/10.1007/s10113-018-1320-z

Garrick, D., Iseman, T., Gilson, G., Brozovic, N., O'Donnell, E., Matthews, N., Miralles-Wilhelm, F., Wight, C., & Young, W. (2020). Scalable solutions to freshwater scarcity: Advancing theories of change to incentivise sustainable water use. *Water Security*, *9*, 100055. https://doi.org/10.1016/j.wasec.2019.100055

Garrick, D., Siebentritt, M. A., Aylward, B., Bauer, C. J., & Purkey, A. (2009). Water markets and freshwater ecosystem services: Policy reform and implementation in the Columbia and Murray-Darling Basins. *Ecological Economics*, *69*(2), 366–379. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.004

Garrick, Dustin, De Stefano, L., Yu, W., Jorgensen, I., O'Donnell, E., Turley, L., Aguilar-Barajas, I., Dai, X., De Souza Leão, R., Punjabi, B., Schreiner, B., Svensson, J., & Wight, C. (2019). Rural water for thirsty cities: A systematic review of water reallocation from rural to urban regions. In *Environmental Research Letters* (Vol. 14, Issue 4, p. 043003). Institute of Physics Publishing. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0db7

Garrick, Dustin, Lane-Miller, C., & McCoy, A. L. (2011). Institutional Innovations to Govern Environmental Water in the Western United States: Lessons for Australia's Murray-Darling Basin. *Economic Papers: A Journal of Applied Economics and Policy*, *30*(2), 167–184. https://doi.org/10.1111/j.1759-3441.2011.00104.x

Gaudin, A. (2005). Logiques d'appropriation du territoire sur le périmètre du Canal de Saint Tropez (Sisteron). Mémoire E.H.E.S.S.

Gaudin, A. (2014). *Sociétés sous pression. Anthropologie historique d'un dispositif hydraulique intermédiaire. Le cas du canal de Manosque (France)*. EHESS.

Gaudin, A. (2017). Mises en économie de la gestion de l'eau. La constitution négociée de flux d'eau, d'énergie et de capitaux dans le Sud-Est de la France des années 1950 à 2000Economicisations of water management. Disputed flows of water, electricity and money in South Eas. *Géocarrefour*. https://doi.org/10.4000/geocarrefour.10269

Ghiotti, S. (2006). Les Territoires de l'eau et la décentralisation. La gouvernance de bassin versant ou les limites d'une évidence. *Développement Durable et Territoires*, *5*(2006), 1–25. https://doi.org/10.4000/developpementdurable.1742

Ghiotti, Stéphane. (2018). *Analyser et comprendre les territoires hydro-sociaux en Méditerranée et ailleurs. Application au complexe lagunaire et aux zones humides de l'étang de l'Or (Hérault, France)*. Mémoire d'habilitation à diriger les recherches.

Ghiotti, Stéphane, & Rivière-Honegger, A. (2012). Chapitre 22. Le contrat de canal, une contribution à un nouveau mode de gouvernance de la gestion de l'eau agricole à l'échelle locale ? In C. Aspe (Ed.), *De l'eau agricole à l'eau environnementale* (p. 301). Editions Quæ. https://doi.org/10.3917/quae.aspe.2012.01.0301

Grafton, R. Q., Williams, J., Perry, C. J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., Udall, B., Wheeler, S. A., Wang, Y., Garrick, D., & Allen, R. G. (2018). The paradox of irrigation efficiency. *Science*, *361*(6404), 748–750. https://doi.org/10.1126/science.aat9314

Grafton, R. Quentin, Libecap, G. D., Edwards, E. C., O'Brienf, R. J., & Landry, C. (2012). Comparative assessment of water markets: Insights from the Murray-Darling Basin of Australia and the Western USA. *Water Policy*, *14*(2), 175–193. https://doi.org/10.2166/wp.2011.016

Grafton, R. Quentin, & Wheeler, S. A. (2018). Economics of Water Recovery in the Murray-Darling Basin, Australia. *Annual Review of Resource Economics*, *10*(1), 487–510.

https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023039

Grafton, R Quentin, Colloff, M. J., Marshall, V., & Williams, J. (2020). Confronting a “Post-Truth Water World” in the Murray-Darling Basin, Australia. *Water Alternatives*. www.water-alternatives.org

Grau, M. & Laurenceau, M. (2020). Analyse de la gestion quantitative de l’eau dans le bassin versant du Jabron (Moyenne Durance).

Guerrin, J. (2014). Une inondation négociée ? Politisation d’un risque naturel sur le Rhône [Montpellier 1]. In *http://www.theses.fr*. http://www.theses.fr/2014MON10046

Hacker, J. S., Pierson, P., & Thelen, K. (2015). Drift and conversion: Hidden faces of institutional change. In J. Mahoney & K. Thelen (Eds.), *Advances in Comparative-Historical Analysis* (pp. 180–208). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781316273104.008

Hajer, M. A. (1995). The Politics of Environmental Discourse. In *The Politics of Environmental Discourse*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/019829333x.001.0001

Hajer, M., & Versteeg, W. (2005). A decade of discourse analysis of environmental politics: Achievements, challenges, perspectives. In *Journal of Environmental Policy and Planning* (Vol. 7, Issue 3, pp. 175–184). Routledge. https://doi.org/10.1080/15239080500339646

Hall, P. A. (1993). Policy Paradigms, Social Learning, and the State: The Case of Economic Policymaking in Britain. *Comparative Politics*, *25*(3), 275. https://doi.org/10.2307/422246

Hall, P. A. (1997). The Role of Interests, Institutions and Ideas in the Political Economy of Industrialized Nations. In Lichbach & Zuckerman (Eds.), *Comparative Politics: Rationality, Culture and Structure* (pp. 174–207).

Hall, P. A., & Taylor, R. C. R. (1996). Political Science and the Three New Institutionalisms. *Political Studies*, *44*(5), 936–957. https://doi.org/10.1111/j.1467-9248.1996.tb00343.x

Halpern, C. (2010). Governing Despite its Instruments? Instrumentation in EU Environmental Policy. *West European Politics*, *33*(1), 39–57. https://doi.org/10.1080/01402380903354064

Halpern, C., Lascoumes, P., & Le Galès, P. (2014). L’Instrumentation et ses Effets. Débats et Mises en Perspectives Théoriques. In C. Halpern, P. Lascoumes, & P. Le Galès (Eds.), *L’instrumentation de l’action publique: controverses, résistances, effets* (pp. 15–59). Sciences Po Les Presses.

Hanak, E., Lund, J., Dinar, A., Gray, B., Howitt, R., Mount, J., Moyle, P., Buzz, B., Reed, D., Stryjewski, E., & Suddeth, R. (2009). *California Water Myths*. 30.

Hanemann, M., & Young, M. (2020). Water rights reform and water marketing: Australia vs the US West. *Oxford Review of Economic Policy*, *36*(1), 108–131. https://doi.org/10.1093/oxrep/grz037

Harwood, A. J., Tickner, D., Richter, B. D., Locke, A., Johnson, S., & Yu, X. (2018). Critical factors for water policy to enable effective environmental flow implementation. *Frontiers in Environmental Science*, *6*(MAY). https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00037

Hasenbein, M., Komoroske, L. M., Connon, R. E., Geist, J., & Fangue, N. A. (2013). Turbidity and Salinity Affect Feeding Performance and Physiological Stress in the Endangered Delta Smelt. *Integrative and Comparative Biology*, *53*(4), 620–634. https://doi.org/10.1093/icb/ict082

Hassenforder, E., & Barone, S. (2018). Institutional arrangements for water governance. *International Journal of Water Resources Development*, *35*(5), 783–807. https://doi.org/10.1080/07900627.2018.1431526

Hassenforder, E., Ferrand, N., Pittock, J., Daniell, K. A., & Barreteau, O. (2015). A Participatory Planning Process as an Arena for Facilitating Institutional Bricolage: Example from the Rwenzori Region, Uganda. *Society and Natural Resources*, *28*(9), 995–1012. https://doi.org/10.1080/08941920.2015.1054977

Héritier, A., & Lehmkuhl, D. (2008). The shadow of hierarchy and new modes of governance. In *Journal of Public Policy* (Vol. 28, Issue 1, pp. 1–17). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/S0143814X08000755

Herzog, R., & Hadrys, H. (2017). Long-Term genetic monitoring of a riverine dragonfly, Orthetrum coerulescens (Odonata: Libellulidae]: Direct anthropogenic impact versus climate change effects. *PLoS ONE*, *12*(5), 1–13. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178014

Hill, M., & Hupe, P. (2002). *Implementing Public Policy: governance in theory and practice*. SAGE Publications. https://doi.org/10.1017/s0047279403227288

Hobbs, J. A., Lewis, L. S., Willmes, M., Denney, C., & Bush, E. (2019). Complex life histories discovered in a critically endangered fish. *Scientific Reports*, *9*(1), 1–12. https://doi.org/10.1038/s41598-019-52273-8

Hollinshead, S. P., & Lund, J. R. (2006). Optimization of environmental water purchases with uncertainty. *Water Resources Research*, *42*(8). https://doi.org/10.1029/2005WR004228

Hommes, L., Boelens, R., Bleeker, S., Duarte-Abadía, B., Stoltenborg, D., & Vos, J. (2020). Water governmentalities: The shaping of hydrosocial territories, water transfers and rural–urban subjects in Latin America. *Environment and Planning E: Nature and Space*, *3*(2), 399–422. https://doi.org/10.1177/2514848619886255

Hommes, L., Boelens, R., Harris, L. M., & Veldwisch, G. J. (2019). Rural–urban water struggles: urbanizing hydrosocial territories and evolving connections, discourses and identities. In *Water International* (Vol. 44, Issue 2, pp. 81–94). Routledge. https://doi.org/10.1080/02508060.2019.1583311

Hood, C. (1995). The "new public management" in the 1980s: Variations on a theme. *Accounting, Organizations and Society*, *20*(2–3), 93–109. https://doi.org/10.1016/0361-3682(93)E0001-W

Hood, C. (2007). Intellectual Obsolescence and Intellectual Makeovers: Reflections on the Tools of Government after Two Decades. *Governance*, *20*(1), 127–144. https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2007.00347.x

Hoogesteger, J. (2017). An elite technology? Drip irrigation, agro-export and agricultural policies in Guanajuato, Mexico. In *Drip Irrigation for Agriculture* (pp. 151–166). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315537146-10

Horne, A. C., Kaur, S., Szemis, J. M., Costa, A. M., Nathan, R., Angus Webb, J., Stewardson, M. J., & Boland, N. (2018). Active Management of Environmental Water to Improve Ecological Outcomes. *Journal of Water Resources Planning and Management*, *144*(12), 04018079. https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000991

Horne, A. C., O'Donnell, E. L., Loch, A. J., Adamson, D. C., Hart, B., & Freebairn, J. (2018). Environmental water efficiency: Maximizing benefits and minimizing costs of environmental water use and management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, *5*(4), e1285. https://doi.org/10.1002/wat2.1285

Horne, A. C., O'Donnell, E. L., & Tharme, R. E. (2017). Mechanisms to Allocate Environmental Water. In *Water for the Environment: From Policy and Science to Implementation and Management* (pp. 361–398). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803907-6.00017-6

Horne, A. C., Szemis, J. M., Kaur, S., Webb, J. A., Stewardson, M. J., Costa, A., & Boland, N. (2016). Optimization tools for environmental water decisions: A review of strengths, weaknesses, and opportunities to improve adoption. *Environmental Modelling and Software*, *84*, 326–338. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.06.028

Horne, J. (2017). The politics of water reform and environmental sustainability in the Murray–Darling Basin. *Water International*, *42*(8), 1000–1021. https://doi.org/10.1080/02508060.2017.1412201

Horne, J. (2020). Australian water decision making: are politicians performing? *International Journal of Water Resources Development*, *36*(2–3), 462–483. https://doi.org/10.1080/07900627.2019.1685950

Houdant, B. (2005). *Contribution à l'amélioration de la prévision hydrométéorologique*

opérationnelle. Pour l'usage des probabilités dans la communication entre acteurs. AgroParisTech.

Howe, C. W., Lazo, J. K., & Weber, K. R. (1990). The Economic Impacts of Agriculture-to-Urban Water Transfers on the Area of Origin: A Case Study of the Arkansas River Valley in Colorado. *American Journal of Agricultural Economics*, *72*(5), 1200–1204. https://doi.org/10.2307/1242532

Howell, T. A. (2001). Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*, *93*(2), 281–289. https://doi.org/10.2134/agronj2001.932281x

Ingram, H., & Fraser, L. (2008). Path Dependency and Adroit Innovation: The Case of California Water. In *Punctuated Equilibrium and the Dynamics of U.S. Environmental Policy* (pp. 78–95). Yale University Press. https://www.degruyter.com/document/doi/10.12987/9780300129748-006/html

Jackson, G. (2005). Contested Boundaries: Ambiguity and Creativity in the Evolution of German Codetermination. In W. Streeck & K. Thelen (Eds.), *Beyond Continuity: Institutional Change in Advanced Political Economies* (pp. 229–250). Oxford University Press

Jacqué, M. (2012). Chapitre 27. Vers une nouvelle « gouvernance » des canaux, entre logiques territoriales et stratégies locales. In C. Aspe (Ed.), *De l'eau agricole à l'eau environnementale* (p. 363). Editions Quæ. https://doi.org/10.3917/quae.aspe.2012.01.0363

Jean, A.-M. (2011). *Les architectes de l'eau en Basse Provence de la Renaissance au XXe siècle*.

Jean, A. M., Lefebvre, J., & Pelissier, F. (1981). Utilisations et transferts des eaux de la Durance et du Verdon. *Méditerranée*, *4*(4), 23–37. https://doi.org/10.3406/medit.1981.2013

Jean, M. (1975). Les études de modernisation des irrigations de la basse Durance. *Génie Rural*, 23.

Jobert, B. (1985). L'État en action . L'apport des politiques publiques. *Revue Française de Science Politique*, *35*(4), 654–682.

Kahil, M. T., Dinar, A., & Albiac, J. (2015). Modeling water scarcity and droughts for policy adaptation to climate change in arid and semiarid regions. *Journal of Hydrology*, *522*, 95–109. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.12.042

Kendy, E., Aylward, B., Ziemer, L. S., Richter, B. D., Colby, B. G., Grantham, T. E., Sanchez, L., Dicharry, W. B., Powell, E. M., Martin, S., Culp, P. W., Szeptycki, L. F., & Kappel, C. V. (2018). Water Transactions for Streamflow Restoration, Water Supply Reliability, and Rural Economic Vitality in the Western United States. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, *54*(2), 487–504. https://doi.org/10.1111/1752-1688.12619

Kendy, E., Zhang, Y., Liu, C., Wang, J., & Steenhuis, T. (2004). Groundwater recharge from irrigated cropland in the North China Plain: case study of Luancheng County, Hebei Province, 1949–2000. *Hydrological Processes*, *18*(12), 2289–2302. https://doi.org/10.1002/hyp.5529

Kiener, R., & Longuemare, A. (1967). Evolution de l'étang de berre en fonction des grands travaux d'équipement de l'électricité de France sur la Durance. *La Houille Blanche*, *6*(5), 507–513. https://doi.org/10.1051/lhb/1967036

King, M. A. (2004). Getting our feet wet: An introduction to water trusts. *Harvard Environmental Law Review*, *28*(2), 495–534.

Konikow, L. F., & Kendy, E. (2005). Groundwater depletion: A global problem. *Hydrogeology Journal*, *13*(1), 317–320. https://doi.org/10.1007/s10040-004-0411-8

Koreh, M., Mandelkern, R., & Shpaizman, I. (2019). A dynamic theoretical framework of gradual institutional changes. *Public Administration*, *97*(3), 605–620. https://doi.org/10.1111/padm.12592

Kuentz, A. (n.d.). *Un siècle de variabilité hydro-climatique sur le bassin de la {Durance} {Recherches} historiques et reconstitutions {KUENTZ}.pdf*.

Kuper, M., Benouniche, M., Naouri, M., & Zwarteveen, M. (2018). 'Bricolage' as an everyday practice of contestation of smallholders engaging with drip irrigation. In *Drip Irrigation for Agriculture*

(pp. 256–265). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315537146-16

Ladki, M., Gaudin, A., & Garin, P. (2006). *De l'aménagement d'un ouvrage hydraulique agricole à la prise en compte de nouveaux usages*.

Lambert, B. (2007). *Le canal de Carpentras : une "rivière inversée" ou les sources du territoire vauclusien : 1857-2007*. Pernes : Edition du Colombier.

Lammens, P. (2020). L'Europe et la Politique agricole commune dans la recherche des économies en eau : le point de vue de la Commission européenne. *Sciences Eaux & Territoires*, *Numéro 34*(4), 18–23. https://doi.org/10.3917/set.034.0018

Lamouroux, N., Hauer, C., Stewardson, M. J., & LeRoy Poff, N. (2017). Physical Habitat Modeling and Ecohydrological Tools. In *Water for the Environment: From Policy and Science to Implementation and Management* (pp. 265–285). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803907-6.00013-9

Lamouroux, N., Augeard, B., Baran, P., Capra, H., Le Coarer, Y., Girard, V., Gouraud, V., Navarro, L., Prost, O., Sagnes, P., Sauquet, E., & Tissot, L. (2018). Débits écologiques : la place des modèles d'habitat hydraulique dans une démarche intégrée. *Hydroécologie Appliquée*, *20*, 1–27. https://doi.org/10.1051/hydro/2016004

Landry, C. (1998). Market transfers of water for environmental protection in the western United States. *Water Policy*, *1*(5), 457–469. https://doi.org/10.1016/S1366-7017(99)00011-2

Lane-Miller, C. C., Wheeler, S., Bjornlund, H., & Connor, J. (2013). Acquiring Water for the Environment: Lessons from Natural Resources Management. *Journal of Environmental Policy & Planning*, *15*(4), 513–532. https://doi.org/10.1080/1523908X.2013.807210

Lankford, B., Closas, A., Dalton, J., López Gunn, E., Hess, T., Knox, J. W., van der Kooij, S., Lautze, J., Molden, D., Orr, S., Pittock, J., Richter, B., Riddell, P. J., Scott, C. A., Venot, J., Vos, J., & Zwarteveen, M. (2020). A scale-based framework to understand the promises, pitfalls and paradoxes of irrigation efficiency to meet major water challenges. *Global Environmental Change*, *65*, 102182. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102182

Lascoumes, P. (1994). *L'éco-pouvoir : environnements et politiques*. La Découverte.

Lascoumes, P. (1996). Rendre gouvernable : de la "traduction" au "transcodage" : l'analyse des processus de changement dans les réseaux d'action publique. *La Gouvernabilité*.

Lascoumes, P. (2004). La Gouvernementalité : de la critique de l'État aux technologies du pouvoir. *Le Portique*, *13*(14), 1–15.

Lascoumes, P., & Le Galès, P. (2007). Introduction: Understanding Public Policy through Its Instruments?From the Nature of Instruments to the Sociology of Public Policy Instrumentation. *Governance*, *20*(1), 1–21. https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2007.00342.x

Lascoumes, P., & Simard, L. (2011). L'action publique au prisme de ses instruments. *Revue Française de Science Politique*, *61*(1), 5. https://doi.org/10.3917/rfsp.611.0005

Latour, B. (2004). *Les politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*. La Découverte.

Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press.

Laurenceau, M. (2018). Les théories d'action pour la restauration écologique du système « Berre Basse-Durance » : différentes répartitions des coûts et bénéfices entre usages et territoires. AgroParisTech.

Laurenceau, M. (2020). *Le Compte Epargne Volume : ouvrir la « boîte noire » des réallocations d'eau vers l'environnement dans le bassin de la Durance*.

Laurenceau, M., & Molle, F. (2019). Controverses environnementales et arbitrages politiques : les logiques d'action du système Étang de Berre/Basse-Durance. *Vertigo*, *19*(3). https://journals.openedition.org/vertigo/27151

Laurenceau, M., Molle, F., & Grau, M. (2020). Reducing water withdrawals: the negotiation and implementation of environmental policy in the Durance River Basin, France. *Water Policy*. https://doi.org/10.2166/wp.2020.112

Le Bourhis, J.-P. (2009). DRE, DRAE, DIREN, DREAL. Eléments pour unehistoire de l'administration territoriale del'Environnement en France. *Pour Mémoire*.

Le Bourhis, J.-P. (2010). Le gouvernement territorial de l'environnement. In *Manuel de sociologie de l'environnement* (pp. 215–223). https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00569344/document

Le Bourhis, J.-P., & Lascoumes, P. (2014). En guise de conclusion / Les résistances aux instruments de gouvernement. In C. Halpern, P. Lascoumes, & P. Le Galès (Eds.), *L'instrumentation de l'action publique* (pp. 493–520). Presses de Sciences Po. https://doi.org/10.3917/scpo.halpe.2014.01.0493

Le Galès, P. (1995). Du gouvernement des villes à la gouvernance urbaine. Revue française de science politique, 45, 57-95.

Le Galès, P. (2016). Performance measurement as a policy instrument. *Policy Studies*, *37*(6), 508–520. https://doi.org/10.1080/01442872.2016.1213803

Le Quesne, T., Kendy, E., & Weston, D. (2010). *The Implementation Challenge: Taking stock of government policies to protect and restore environmental flows*.

Lefort, P. (2010). *Suivi expérimental 2006-2009 des impacts des restitutions {Remarques} sur les rapports de synthèse*.

Lefort, P., & Chapuis, M. (2012). Incidence des aménagements hydro- électriques sur la morphologie des tronçons court-circuités de la Durance et du Verdon. *La Houille Blanche*, *2*, 42–48. https://doi.org/10.1051/lhb/2012014

Lejano, R. P., & Ingram, H. (2009). Collaborative networks and new ways of knowing. *Environmental Science and Policy*, *12*(6), 653–662. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.09.005

Lejars, C., & Venot, J.-P. (2017). Intermediaries in drip irrigation innovation systems. In *Drip Irrigation for Agriculture* (pp. 284–302). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315537146-18

Lemos, M. C., & Agrawal, A. (2006). Environmental Governance. *Annual Review of Environment and Resources*, *31*(1), 297–325. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.31.042605.135621

Lendvai, N., & Stubbs, P. (2009). Assemblages, translation, and intermediaries in South East Europe: Rethinking transnationalism and social policy. *European Societies*, *11*(5), 673–695. https://doi.org/10.1080/14616690802475504

Leroy, M. (2004). *Gestion stratégique des écosystèmes dans un contexte d'aide internationale : Engagements environnementaux et dispositifs de gestion dans la vallée du fleuve Sénégal*. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts.

Leroy, M. (2010). Fondements critiques de l'analyse de la performance environnementale des dispositifs de développement durable. In F. Palpacuer, M. Leroy, & G. Naro (Eds.), *Management, Mondialisation et Ecologie : Regards critiques en sciences de gestion* (pp. 281–304). Hermès Science Publications.

Li, J., Qiao, Y., Lei, X., Kang, A., Wang, M., Liao, W., Wang, H., & Ma, Y. (2019). A two-stage water allocation strategy for developing regional economic-environment sustainability. *Journal of Environmental Management*, *244*, 189–198. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.108

Lindblom, C. E. (1959). The science of "muddling through." *Public Administration Review*, *19*(2), 79–88. https://doi.org/10.4324/9781315255101-29

Lindblom, C. E. (1979). Still Muddling, Not Yet Through. *Public Administration Review*, *39*(6), 517. https://doi.org/10.2307/976178

Linstead, C. (2018). The Contribution of Improvements in Irrigation Efficiency to Environmental Flows. *Frontiers in Environmental Science*, *6*(JUN), 48. https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00048

Linton, J. (2010). *What Is Water? The History of a Modern Abstraction*. UBC Press. https://www.ubcpress.ca/what-is-water

Linton, J., & Krueger, T. (2020). The ontological fallacy of the water framework directive: Implications and alternatives. *Water Alternatives*, *13*(3), 513–533.

Loire, R., Piégay, H., Malavoi, J., Beche, L., Dumoutier, Q., Mosseri, J., & Kerjean, C. (2019). Unclogging improvement based on interdate and interreach comparison of water release monitoring (Durance, France). *River Research and Applications*, *35*(8), rra.3489. https://doi.org/10.1002/rra.3489

Lopez-Gunn, E. (2009). Agua para todos: A new regionalist hydraulic paradigm in Spain. *Water Alternatives*, *2*(3), 370–394.

Lorrain, D. (1993). Après la décentralisation. L'action publique flexible. *Sociologie Du Travail*, *3*(93), 285–307.

Loubier, S., Garin, P., Hassenforder, E., & Lejars, C. (2020). *Analyse économique et financière des Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE) à composante agricole*.

Luke, T. W. (1995). On Environmentality: Geo-Power and Eco-Knowledge in the Discourses of Contemporary Environmentalism. *Cultural Critique*, *31*, 57. https://doi.org/10.2307/1354445

Maggioni, E. (2015). Water demand management in times of drought: What matters for water conservation. *Water Resources Research*, *51*(1), 125–139. https://doi.org/10.1002/2014WR016301

Mahoney, J., & Thelen, K. (2010). A Gradual Theory of Institutional Change. In J. Mahoney & K. Thelen (Eds.), *Explaining Institutional Change: Ambiguity, Agency, and Power*. Cambridge University Press. https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/a-gradual-theory-of-institutional-change

Mairie de Sisteron. (2014). Les travaux sur le canal Ventavon Saint-Tropez enfin une réalité. *Danielspagnou.Fr*. http://dspagnou.celeonet.fr/?p=4695

Malavoi, J.-R., & Bravard, J. P. (2010). *Eléments d'hydromorphologie fluviale*. ONEMA.

March, J. G. (1978). Bounded Rationality, Ambiguity, and the Engineering of Choice. *The Bell Journal of Economics*, *9*(2), 587–608.

March, J. G., & Olsen, J. P. (1989). *Rediscovering Institutions, The Organizational Basis of Politics* (The Free P). https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=PptVLvIoSWwC&oi=fnd&pg=PR7&dq=march+and+olsen&ots=nx9yofFk1V&sig=xXFl7ND3H28yS14GIwXx1VuADLM#v=onepage&q=march and olsen&f=false

Marie, M. (1987). *Présence du territoire : le cas d'un grand équipement hydraulique*. 61–107.

Marié, M. (1984). Pour une anthropologie des grands ouvrages. Le canal de Provence. *Les Annales de La Recherche Urbaine*, *21*(1), 5–35. https://doi.org/10.3406/aru.1984.1128

Marié, M. (1993). *Territoires Hydrauliques : la Société du Canal de Provence, dix ans après*.

Marié, M. (1994). Réseaux techniques, territoires et colonisation : témoignage. *Revue Du Monde Musulman et de La Méditerranée*, *73*(1), 379–391. https://doi.org/10.3406/remmm.1994.1689

Marshall, G. R. (2020). Evaluating Adaptive Efficiency in Environmental Water Recovery: Application of a Framework for Institutional Cost-Effectiveness Analysis. *Water Economics and Policy*. https://doi.org/10.1142/S2382624X20500034

Marshall, G. R., & Alexandra, J. (2016). Institutional path dependence and environmental water recovery in Australia's Murray-Darling Basin. *Water Alternatives*, *9*(3), 679–703.

Marston, L., & Cai, X. (2016). An overview of water reallocation and the barriers to its implementation. In *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* (Vol. 3, Issue 5, pp. 658–677). John Wiley and Sons Inc. https://doi.org/10.1002/wat2.1159

Martínez-Fernández, J., Neto, S., Hernández-Mora, N., del Moral, L., & Roca, F. La. (2020). The role of the water framework directive in the controversial transition of water policy paradigms in Spain and Portugal. *Water Alternatives*, *13*(3), 556–581.

Massé, P. (1962). La planification française. *Les Cahiers de La Publicité*, *1*(3), 83–86. https://doi.org/10.3406/ahess.1964.421180

Masseroni, D., Ricart, S., de Cartagena, F., Monserrat, J., Gonçalves, J., de Lima, I., Facchi, A., Sali, G., & Gandolfi, C. (2017). Prospects for Improving Gravity-Fed Surface Irrigation Systems in Mediterranean European Contexts. *Water*, *9*(1), 20. https://doi.org/10.3390/w9010020

Mattersdorf, G. (2009). *Reconstitution de l'historique institutionnel, technique et financier du développement de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse*.

Meinzen-dick, R., & Appasamy, P. P. (2002). Urbanization and Intersectoral Competition for Water Urbanization and Intersectoral Competition for Water. In *Wilson Center*.

Meinzen-Dick, R., & Ringler, C. (2008). Water Reallocation: Drivers, Challenges, Threats, and Solutions for the Poor. *Journal of Human Development*, *9*(1), 47–64. https://doi.org/10.1080/14649880701811393

Mermet, L., Raphaël Billé, Maya Leroy, & Poux, X. (2005). L'analyse stratégique de la gestion environnementale : un cadre théorique pour penser l'efficacité en matière d'environnement. *Natures Sciences et Sociétés*, *13*(2), 127–137. https://doi.org/10.1051/nss:2005018

Mermet, L., Billé, R., & Leroy, M. (2010). Concern-Focused Evaluation for Ambiguous and Conflicting Policies: An Approach From the Environmental Field. *American Journal of Evaluation*, *31*(2), 180–198. https://doi.org/10.1177/1098214010366047

Mesliand, C. (1989). *Paysans du vaucluse (1860-1939)*. Presses universitaires de Provence.

Meyer, J. W., & Rowan, B. (1977). Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. *American Journal of Sociology*, *83*(2), 340–363. https://doi.org/10.1086/226550

Meyer, P. (2019). *De la conquête de la rivière au grand voyage des eaux. Ethnologie et histoire du Verdon*.

Michelsen, A. M., & Young, R. A. (1993). Optioning Agricultural Water Rights for Urban Water Supplies During Drought. In *American Journal of Agricultural Economics* (Vol. 75, Issue 4, pp. 1010–1020). https://doi.org/10.2307/1243988

Ministère de l'Agriculture. (1979). *Etude Générale de Modernisation des Irrigations de Basse-Durance*.

Ministère en charge de l'environnement. (2010). *Guide pratique relatif à la police des droits d'eau fondés en titre*.

Miramont, C., & Guilbert, X. (1997). Variations historiques de la fréquence des crues et évolution de la morphogenèse fluviale en moyenne Durance (France du Sud-Est). *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, *3*(4), 325–337. https://doi.org/10.3406/morfo.1997.931

Miramont, C., Jorda, M., & Pichard, G. (1998). Évolution historique de la morphogenèse et de la dynamique fluviale d'une rivière méditerranéenne : l'exemple de la moyenne durance (France du sud-est). *Géographie Physique et Quaternaire*, *52*(3), 1–13.

Molle, F., & Berkoff, J. (2007). Irrigation water pricing: The gap between theory and practice. In *Irrigation Water Pricing: The Gap Between Theory and Practice*. CABI Publishing. https://doi.org/10.1079/9781845932923.0000

Molle, F. (2008). Why enough is never enough: The societal determinants of river basin closure. *International Journal of Water Resources Development*, *24*(2), 217–226. https://doi.org/10.1080/07900620701723646

Molle, F. (2010). *Water Demand Management: Potential and Pitfalls*.

Molle, F. (2012). La gestion de l'eau et les apports d'une approche par la political ecology. In D. Gautier & T. A. Benjaminsen (Eds.), *Environnement, discours et pouvoir* (pp. 219–238). Editions Quae.

https://doi.org/10.3917/quae.gaut.2012.01.0219

Molle, F., & Closas, A. (2020). Comanagement of groundwater: A review. *WIREs Water*, *7*(1), 1–19. https://doi.org/10.1002/wat2.1394

Molle, F., Mollinga, P. P., & Wester, P. (2009). Hydraulic bureaucracies and the hydraulic mission: Flows of water, flows of power. *Water Alternatives*, *2*(3), 328–349. https://doi.org/Cited By (since 1996) 18\nExport Date 9 July 2012\nSource Scopus

Molle, F., & Sanchis-Ibor, C. (2019). Irrigation Policies in the Mediterranean: Trends and Challenges. In François Molle, C. Sanchis-Ibor, & L. Avella-Reus (Eds.), *Irrigation in the Mediterranean* (pp. 279–313). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03698-0_10

Molle, F., & Tanouti, O. (2017). Squaring the circle: Agricultural intensification vs. water conservation in Morocco. *Agricultural Water Management*, *192*, 170–179. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.07.009

Molle, F., & Wester, P. (2009). *River Basin Trajectories: Societies, Environments and Development*. IWMI.

Momblanch, A., Connor, J. D., Crossman, N. D., Paredes-Arquiola, J., & Andreu, J. (2016). Using ecosystem services to represent the environment in hydro-economic models. In *Journal of Hydrology* (Vol. 538, pp. 293–303). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.04.019

Montginoul, M., & Rieu, T. (1996). Economic instruments and irrigation water management in France. *Houille Blanche*, *51*(8), 47–54. https://doi.org/10.1051/lhb/1996087

Montginoul, M., Rinaudo, J. D., & Alcouffe, C. (2020). Compliance and Enforcement: The Achilles Heel of French Water Policy. In J.-D. Rinaudo, C. Holley, S. Barnett, & M. Montginoul (Eds.), *Global Issues in Water Policy* (Vol. 24, pp. 435–459). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32766-8_23

Mork, L., & Houston, M. (2016). *2015 Whychus Creek Monitoring Report*.

Moyle, P. B., Hobbs, J. A., & Durand, J. R. (2018). Delta Smelt and Water Politics in California. *Fisheries*, *43*(1), 42–50. https://doi.org/10.1002/fsh.10014

Muller, P. (2000a). L'analyse cognitive des politiques publiques ; vers une sociologie politique de l'action publique. *Revue Française de Science Politique*, *50*(2), 189–207.

Muller, P. (2000b). La politique agricole française : l'État et les organisations professionnelles. *Économie Rurale*, *255*(1), 33–39. https://doi.org/10.3406/ecoru.2000.5153

Muller, P. (2005). Esquisse d'une théorie du changement dans l'action publique. *Revue Française de Science Politique*, *55*(1), 155. https://doi.org/10.3917/rfsp.551.0155

Muller, P. (2009). *Les politiques publiques*. Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.mulle.2009.01

Murphy, J. J., Dinar, A., Howitt, R. E., Mastrangelo, E., Rassenti, S., & Smith, V. L. (2011). Mechanisms for Addressing Third Party Impacts Resulting from Voluntary Water Transfers. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.437600

Narcy, J.-B. (2004). *Pour une gestion spatiale de l'eau* (Peter Lang). Peter Lang.

Narcy, J. (2014). *Regards des sciences sociales sur la mise en oeuvre des politiques de l'eau*. Onema.

O'Donnell, E. (2011). Institutional reform in environmental water management: The new Victorian Environmental Water Holder. *Journal of Water Law*, *22*(2–3), 73–84.

O'Donnell, E. L., & Garrick, D. E. (2017). Environmental Water Organizations and Institutional Settings. In *Water for the Environment: From Policy and Science to Implementation and Management* (pp. 421–451). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803907-6.00019-X

O'Donnell, E. L., & Garrick, D. E. (2019). The diversity of water markets: Prospects and perils for the SDG agenda. *WIREs Water*, *6*(5), 1–24. https://doi.org/10.1002/wat2.1368

O'Donnell, E. L., Garrick, D. E., & Horne, A. C. (2019). Reallocation through irrigation modernization:

The ‘once-in-a-hundred-year’ opportunity of the North-South Pipeline, Australia. In *Water Security* (Vol. 6, p. 100028). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.wasec.2019.100028

O’Neill, B. F., & Boyer, A.-L. (2020). Water conservation in desert cities: from the socioecological fix to gestures of endurance. *Ambiente & Sociedade*, *23*, 691. https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190069r1vu2020l1ao

Ogien, A. (2010). La valeur sociale du chiffre. *Revue Française de Socio-Économie*, *5*(1), 19. https://doi.org/10.3917/rfse.005.0019

Olivier de Sardan, J.-P. (1995). La politique du terrain. *Enquête*, *1*, 71–109. https://doi.org/10.4000/enquete.263

Ostrom, E. (1990). Governing the Commons. In *Governing the Commons*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/cbo9780511807763

Ostrom, E. (2010). Beyond markets and states: Polycentric governance of complex economic systems. *American Economic Review*, *100*(3), 641–672. https://doi.org/10.1257/aer.100.3.641

Owusu, A. G., Mul, M., van der Zaag, P., & Slinger, J. (2021). Re-operating dams for environmental flows: From recommendation to practice. *River Research and Applications*, *37*(2), 176–186. https://doi.org/10.1002/rra.3624

Pahl-Wostl, C., Arthington, A., Bogardi, J., Bunn, S. E., Hoff, H., Lebel, L., Nikitina, E., Palmer, M., Poff, L. R. N., Richards, K., Schlüter, M., Schulze, R., St-Hilaire, A., Tharme, R., Tockner, K., & Tsegai, D. (2013). Environmental flows and water governance: Managing sustainable water uses. In *Current Opinion in Environmental Sustainability* (Vol. 5, Issues 3–4, pp. 341–351). Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.06.009

Palier, B. (2005). Ambiguous agreement, cumulative change: French social policy in the 1990s. In *Beyond Continuity: Institutional Change in Advanced Political Economies* (pp. 127–144). Oxford University Press. http://spire.sciencespo.fr/hdl:/2441/d7a7evb2ctdg4i89gglpgcd26

Palier, B. (2007). Tracking the Evolution of a Single Instrument Can Reveal Profound Changes: The Case of Funded Pensions in France. *Governance*, *20*(1), 85–107. https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2007.00345.x

Palier, B. (2008). De l’ambiguïté en politique. In O. Giraud & P. Warin (Eds.), *Politiques Publiques et Démocratie* (pp. 93–107). La Découverte. https://www.cairn.info/politiques-publiques-et-democratie--9782707156549-page-93.htm?contenu=article

Palier, B., Hall, P., & Culpepper, P. D. (2006a). Introduction : la France sans boussole au milieu des marchés. In *La France en mutation. 1980-2005* (pp. 13–36). Presses de Sciences Po. https://doi.org/10.3917/scpo.culpe.2006.01.0013

Palier, B., Hall, P., & Culpepper, P. D. (2006b). Introduction : la France sans boussole au milieu des marchés. In P. D. Culpepper, P. Hall, & B. Palier (Eds.), *La France en mutation. 1980-2005* (pp. 13–36). Presses de Sciences Po. https://doi.org/10.3917/scpo.culpe.2006.01.0013

Palier, B., & Martin, C. (2007). Sequential Transformation of Bismarckian Welfare Systems. *Social Policy & Administration*, *41*(6), 20 (535-554).

Palier, B., & Surel, Y. (2005). Les « Trois I » et L’analyse de L’état en Action. *Revue Francaise de Science Politique*, *55*(1), 7–32. https://doi.org/10.3917/rfsp.551.0007

Palier, B., & Surel, Y. (2010). L’explication du changement dans l’analyse des politiques publiques : identification, causes et mécanismes. In B. Palier & Y. Surel (Eds.), *Quand les politiques changent: temporalités et niveaux de l’action publique* (Issue 30887, pp. 6–52). L’Harmattan.

Pasqualini, V., Derolez, V., Garrido, M., Orsoni, V., Baldi, Y., Etourneau, S., Leoni, V., Rébillout, P., Laugier, T., Souchu, P., & Malet, N. (2017). Spatiotemporal dynamics of submerged macrophyte status and watershed exploitation in a Mediterranean coastal lagoon: Understanding critical factors in ecosystem degradation and restoration. *Ecological Engineering*, *102*, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.01.027

Pelissier, F. (1974). L'eau et les problèmes hydrauliques. *Regards Sur La France*, 273–297.

Pelloux, L. (1899). *La Durance et ses affluents. Agriculture, Industrie, Alimentation*.

Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2012). Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management*, *108*, 39–51. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.08.022

Perrin, J. A. (2018). *Gouverner les cours d'eau par un concept : Etude critique de la continuité écologique des cours d'eau et de ses traductions*. 364. http://www.theses.fr/2018LIMO0005%0Ahttp://theses.fr/2018LIMO0005

Perry, C., & Steduto, P. (2017). *Does improved irrigation technology save water? A review of the evidence*. http://www.fao.org/documents/card/fr/c/I7090EN/

Pierson, P. (2000). Increasing Returns, Path Dependence, and the Study of Politics. *American Political Science Review*, *94*(2), 251–267. https://doi.org/10.2307/2586011

Pierson, P. (2004). *Politics in Time: History, Institutions, and Social Analysis* (Princeton). https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=cpWWKWeTYz4C&oi=fnd&pg=PP1&dq=paul+pierson&ots=Rz4dJgvSOv&sig=I-YGqIUDLaVnYUPvaRKLRPR4CzY&redir_esc=y#v=onepage&q=paul pierson&f=false

Poblador, N., Sanchis-Ibor, C., & Kuper, M. (2021). The Landing of Parachuted Technology: Appropriation of Centralised Drip Irrigation Systems by Irrigation Communities in the Region of Valencia (Spain). *Water Alternatives*, *14*(1), 228–247.

Poff, N. L. R., Tharme, R. E., & Arthington, A. H. (2017). Evolution of Environmental Flows Assessment Science, Principles, and Methodologies. In *Water for the Environment: From Policy and Science to Implementation and Management* (pp. 203–236). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803907-6.00011-5

Poirel, A. (2007). Mesures des transports solides en suspension dans la Durance sur cent-cinquante ans (1857-2007) : liaisons avec les opérations de restauration écologique intervenues à l'échelle du bassin versant et de la rivière. *Ingénierie*, *February*, 1–14.

Porter, T. M. (1995). *Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*. Princeton University Press. https://www.jstor.org/stable/j.ctt7sp8x

Préfet de la région Provence-Alpes-Côte D'Azur. (2014). *Notification des résultats de l'étude d'évaluation des volumes prélevables du bassin versant du Sasse*.

Préfet des Alpes-de-Haute-Provence. (2019). *Arrêté préfectoral n°2019-316-009. Zone de répartition des eaux : bassin versant du Jabron*.

Pritchard, S. B. (2012). From hydroimperialism to hydrocapitalism: "French" hydraulics in France, North Africa, and beyond. *Social Studies of Science*, *42*(4), 591–615. https://doi.org/10.1177/0306312712443018

Qureshi, M. E., Schwabe, K., Connor, J., & Kirby, M. (2010). Environmental water incentive policy and return flows. *Water Resources Research*, *46*(4). https://doi.org/10.1029/2008WR007445

Rahaman, M. M., & Varis, O. (2005). Integrated water resources management: evolution, prospects and future challenges. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, *1*(1), 15–21. https://doi.org/10.1080/15487733.2005.11907961

Ravier, G.-C. (1979). L'agence de bassin Rhône-Méditerranée-Corse, un outil anti-pollution prometteur pour Rhône-Alpes ? *Revue de Géographie de Lyon*, *54*(1), 39–65. https://doi.org/10.3406/geoca.1979.1287

Recensement Général Agricole. (1970).

Recensement Général Agricole. (1979).

Recensement Général Agricole. (1988).

Recensement Général Agricole. (2000).

Recensement Général Agricole. (2010).

Région Paca. (2014). *Rural Development Programme - Paca*.

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. (2010). *Schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau - Rapport de diagnostic.*

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. (2013a). *Schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau - synthèse*.

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. (2013b). *Schéma d'Orientations pour une Utilisation Raisonnée et Solidaire de la ressource en Eau (SOURSE)*.

Ricart, S., & Clarimont, S. (2013). When applied governance is used for irrigation planning -The case of the Neste Canal (Hautes-Pyrénées, France). *Sud-Ouest Europeen*, *35*, 69–83. https://doi.org/10.4000/soe.605

Ricart, S., Rico, A., Kirk, N., Bülow, F., Ribas-Palom, A., & Pavón, D. (2019). How to improve water governance in multifunctional irrigation systems? Balancing stakeholder engagement in hydrosocial territories. In *International Journal of Water Resources Development* (Vol. 35, Issue 3, pp. 491–524). Routledge. https://doi.org/10.1080/07900627.2018.1447911

Risques et Développement. (2013). *Etudes d'estimation des volumes prélevables. Sous bassin versant de l'Ouvèze*.

Robbins, P. (2012). Qu'est-ce que la *political ecology* ? In *Environnement, discours et pouvoir* (p. 21). Editions Quæ. https://doi.org/10.3917/quae.gaut.2012.01.0021

Robertson, M. M. (2004). The neoliberalization of ecosystem services: Wetland mitigation banking and problems in environmental governance. *Geoforum*, *35*(3), 361–373. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2003.06.002

Roe, E. M. (1991). Development narratives, or making the best of blueprint development. *World Development*, *19*(4), 287–300. https://doi.org/10.1016/0305-750X(91)90177-J

Rogers, P.; Bhatia, R.; Huber, A. (1998). *Water as a Social and Economic Good: How to Put the Principle into Practice*.

Roozbahani, R., Schreider, S., & Abbasi, B. (2015). Optimal water allocation through a multi-objective compromise between environmental, social, and economic preferences. *Environmental Modelling and Software*, *64*, 18–30. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.11.001

Rose, Nikolas; Miller, P. (1992). Political Power beyond the State: Problematics of Government. *The British Jorunal of Sociology*, *43*(2), 173–205.

Rosegrant, M. W., & Ringler, C. (2000). Impact on food security and rural development of transferring water out of agriculture. *Water Policy*, *1*(6), 567–586. https://doi.org/10.1016/S1366-7017(99)00018-5

Rouillard, J. (2020). Tracing the Impact of Agricultural Policies on Irrigation Water Demand and Groundwater Extraction in France. In *Global Issues in Water Policy* (Vol. 24, pp. 461–479). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32766-8_24

Rouillard, J., & Rinaudo, J. D. (2020). From State to user-based water allocations: An empirical analysis of institutions developed by agricultural user associations in France. *Agricultural Water Management*, *239*(May), 106269. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106269

Sabatier, P. A. (1998). The advocacy coalition framework: Revisions and relevance for europe. *Journal of European Public Policy*, *5*(1), 98–130. https://doi.org/10.1080/13501768880000051

Sabatier, P. A., & Weible, C. M. (2007). The Advocacy Coalition Framework. In P. A. Sabatier (Ed.), *Theories of the Policy Process* (pp. 189–220). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780367274689-7

Samie, R., Bouscasse, H., Arama, Y., Sauquet, É., Brun, J.-F., Strosser, P., & Roux, D. (2017). Anticiper et quantifier les futurs possibles de la gestion en eau sur le bassin Durance-Verdon. *Sciences*

Eaux & Territoires, *Numéro 22*(1), 42. https://doi.org/10.3917/set.022.0042

Sampedro Sánchez, D. (2020). *Efectos sociales y territoriales en la Cuenca del Guadalquivir*. Universidad de Sevilla.

Sanchis-Ibor, C., Boelens, R., & García-Mollá, M. (2017). Collective irrigation reloaded. Re-collection and re-moralization of water management after privatization in Spain. *Geoforum*, *87*, 38–47. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.10.002

Sanchis-Ibor, C., García-Mollá, M., & Avellà-Reus, L. (2017). Effects of drip irrigation promotion policies on water use and irrigation costs in Valencia, Spain. *Water Policy*, *19*(1), 165–180. https://doi.org/10.2166/wp.2016.025

Sanchis-Ibor, C., Molle, F., & Kuper, M. (2020). Irrigation and water governance. In M. Zribi, L. Brocca, Y. Tramblay, & F. Molle (Eds.), *Water Resources in the Mediterranean Region* (pp. 77–106). Elsevier. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818086-0.00004-2

Sanchis-Ibor, C., Ortega-Reig, M., Guillem-García, A., Carricondo, J. M., Manzano-Juárez, J., García-Mollá, M., & Royuela, Á. (2021). Irrigation post-modernization. Farmers envisioning irrigation policy in the region of valencia (Spain). *Agriculture (Switzerland)*, *11*(4), 1–21. https://doi.org/10.3390/agriculture11040317

Santoni, L. (2014). *Dynamique territoriale de la gestion quantitative de l'eau en Durance : vers une nouvelle répartition de la ressource?* AgroParisTech.

Saos, J.-L. (2006). *Quantification des flux d'eau en irrigation gravitaire en Crau*.

Saravanan, V. S., McDonald, G. T., & Mollinga, P. P. (2009). Critical review of Integrated Water Resources Management: Moving beyond polarised discourse. *Natural Resources Forum*, *33*(1), 76–86. https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2009.01210.x

Sauquet, E., Arama, Y., Blanc-Coutagne, E., Bouscasse, H., Branger, F., Braud, I., Brun, J.-F., Johan, C., Cipriani, T., Darty, T., Ducharne, A., Hendrickx, F., Hingray, B., Krowicki, F., Le Goff, I., Le Lay, M., Magand, C., Malerbe, F., Mathevet, T., … Vidal, J.-P. (2015). *Projet R^2D^2 2050. Risque, Ressource en eau et gestion Durable de Durance en 2050*. http://cemadoc.irstea.fr/cemoa/PUB00044634

Sauquet, E., Richard, B., Devers, A., & Prudhomme, C. (2019). Water restrictions under climate change: a Rhône–Mediterranean perspective combining bottom-up and top-down approaches. *Hydrology and Earth System Sciences*, *23*(9), 3683–3710. https://doi.org/10.5194/hess-23-3683-2019

Saurugger, S. (2014). Chapter 10 / The Changing Nature of Instruments. In C. Halpern, P. Lascoumes, & P. Le Galès (Eds.), *L'instrumentation de l'action publique* (pp. 317–344). Presses de Sciences Po. https://doi.org/10.3917/scpo.halpe.2014.01.0317

Savenije, H. H. G., & van der Zaag, P. (2002). Water as an economic good and demand management: Paradigms with pitfalls. In *Water International* (Vol. 27, Issue 1, pp. 98–104). Taylor & Francis Group. https://doi.org/10.1080/02508060208686982

Schramm, W. (1999). Factors influencing seaweed responses to eutrophication: Some results from EU-project EUMAC. *Journal of Applied Phycology*, *11*(1), 69–78. https://doi.org/10.1023/A:1008076026792

Secrétariat permanent pour l'étude des problèmes de l'eau. (1968). *Note relative à l'élaboration des programmes et aux modalités d'intervention des Agences financières de Bassin*.

Secrétariat technique du Sdage. (2011). Débits d'Objectif d'Etiage et Débits de crise. Groupe de bassin Rhône-Méditerranée « gestion quantitative ».

Secrétariat technique du Sdage. (2014). *Plan de Gestion quantitative de la ressource en eau. Principes et Gouvernance*.

Secrétariat technique du Sdage. (2017). *Classement en zone de répartition des eaux Quels critères et quelles conséquences ?*

Secrétariat technique du Sdage. (2019). *Plan de gestion quantitative de la ressource en eau (PGRE).*

Principes, gouvernance, suivi et révision. Mise à jour de la note de septembre 2014.

Seret. (1992). *Asa du canal de Saint-Tropez. Etude en vue de la modernisation des irrigations*.

Service Régional de l'Aménagement des Eaux. (1977). *Esquisse de synthèse régionale sur l'utilisation et l'aménagement des eaux*.

Service Régional de l'Aménagement des Eaux. (1981). *Compte rendu d'activité pour l'année 1981*.

Service Régional de l'Aménagement des Eaux. (1987). *Compte rendu d'activité pour l'année 1987*.

Service Régional de l'Aménagement des Eaux. (1990). *Compte rendu d'activité pour l'année 1990*.

Shpaizman, I. (2014). Ideas and institutional conversion through layering : the case of Israeli immigration policy. *Public Administration*, *92*(4), 1038–1053. https://doi.org/10.1111/padm.12112

SICAS. (2014). *Démarche Contrat de Canal Du Comtat à la Mer*.

SICAS. (2018). *Contrat de canal Comtat - Nord Alpilles*.

Smigiba. (2019). *Plan de gestion de la ressource en eau du Buech*.

Smismans, S. (2008). New modes of governance and the participatory myth. *West European Politics*, *31*(5), 874–895. https://doi.org/10.1080/01402380802234540

Société du canal de provence. (1974). *Modernisation des irrigations de Basse Durance. Branche d'Arles du canal de Craponne. Etude de la régulation dynamique*.

Société du canal de provence. (2017). *Aménagement hydraulique de la région Moyenne-Durance. Extension du réseau du Thor*.

Société du canal de provence. (2018). *Canal de Craponne branche d'Arles. Etude pour la mise en place d'une régulation globale*.

Société du canal de provence. (2020). *Extension du réseau du Thor. Analyse économique du projet*.

Sogreah. (2001). *Etudes Globales Basse-Durance*.

Sogreah. (2004). *Etudes Globales Moyenne-Durance*.

Sogreah. (2011). *Etudes d'estimation des volumes prélevables globaux. Sous bassin versant affluents moyenne Durance aval : Jabron-Lauzon-Vançon.*

Soma-Bonfillon, M. (2010). L'irrigation en Provence : des aménagements et des pratiques au coeur des transformations économiques, environnementales et sociales. *Annales Du Midi : Revue Archéologique, Historique et Philologique de La France Méridionale*, *122*(272), 495–514. https://doi.org/10.3406/anami.2010.7339

Stirling, A. (2008). "Opening Up" and "Closing Down." *Science, Technology, & Human Values*, *33*(2), 262–294. https://doi.org/10.1177/0162243907311265

Streeck, W., & Thelen, K. (2005). Introduction: institutional change in advanced political economies. In W. Streeck & K. Thelen (Eds.), *Beyond continuity: institutional change in advanced political economies* (pp. 1–39). Oxford University Press.

Surel, Y. (2000). The role of cognitive and normative frames in policy-making. *Journal of European Public Policy*, *7*(4), 495–512. https://doi.org/10.1080/13501760050165334

Swyngedouw, Erik. (2005). Governance Innovation and the Citizen: The Janus Face of Governance-beyond-the-State. *Urban Studies*, *42*(11), 1991–2006. https://doi.org/10.1080/00420980500279869

Swyngedouw, Erik. (2009). The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle. *Journal of Contemporary Water Research & Education*. https://doi.org/10.1111/j.1936-704x.2009.00054.x

Swyngedouw, Erik. (2013). Into the Sea: Desalination as Hydro-Social Fix in Spain. *Annals of the Association of American Geographers*, *103*(2), 261–270. https://doi.org/10.1080/00045608.2013.754688

Swyngedouw, Erik. (2015). *Liquid Power*. The MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/liquid-power

Swyngedouw, Erik, & Williams, J. (2016). From Spain's hydro-deadlock to the desalination fix. *Water International*, *41*(1), 54–73. https://doi.org/10.1080/02508060.2016.1107705

Symcrau. (2020). *Analyse prospective de la sensibilité de la nappe de la Crau aux conditions de recharge et de prélèvements pour définir les termes quantitatifs d'une gestion durable de la ressource à l'horizon 2050*.

Symcrau. (2021). *La Crau en 2050 : quelles stratégies pour notre ressource en eau? Restitution des conclusions de l'étude Sinergi*.

Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance. (2008). *Contrat de rivière Val de Durance*.

Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance. (2011). *Natura 2000 - Durance. Sites FR 9312003 et FR 9301589. Document d'Objectifs, Synthèse*.

Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance. (2020). Protocole de gestion des économies d'eau. Avis technique du SMAVD.

Tarlet, J. (1976). Une politique pour le lit de la Durance. *Méditerranée*, *26*(3), 79–89. https://doi.org/10.3406/medit.1976.1680

Tarlet, J. (1980). Un grand aménagement régional à objectif hydraulique : la société du canal de provence et d'aménagement de la région provençale. *Méditerranée*, *39*(2), 37–64. https://doi.org/10.3406/medit.1980.1939

Terrier, B., Piégay, H., Liébault, F., Dufour, S., Belletti, B., Le Lay, Y.-F., Marmonier, P., Comby, E., Faton, J.-M., Gourhand, A., & Marteau, B. (2019). *Les rivières en tresses. Eléments de connaissance*.

Tharme, R. E. (2003). A global perspective on environmental flow assessment: Emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. *River Research and Applications*, *19*(5–6), 397–441. https://doi.org/10.1002/rra.736

Thelen, K. (1999). Historical Institutionalism in Comparative Politics. *Annual Review of Political Science*, *2*(1), 369–404. https://doi.org/10.1146/annurev.polisci.2.1.369

Tirone, L., Ellerkamp, V., Courtot, R., Durbiano, C., Joannon, M., Nicod, J., Reparaz, A. De, Spill, C., Spill, J., Vaudour, N., Sarran, J., & Serre, J. (2003). La région Provence-Alpes-Côte d ' Azur à l'aube du XXIe siècle. *Mediterranée*, *3*(4), 5–165.

Tisdell, J. G. (2001). The environmental impact of water markets: An Australian case-study. *Journal of Environmental Management*, *62*(1), 113–120. https://doi.org/10.1006/jema.2001.0423

Trolard, F., Bourrié, G., Baillieux, A., Buis, S., Chanzy, A., Clastre, P., Closet, J. F., Courault, D., Dangeard, M. L., Di Virgilio, N., Dussouilliez, P., Fleury, J., Gasc, J., Géniaux, G., Jouan, R., Keller, C., Lecharpentier, P., Lecroart, J., Napoleone, C., … de Vicente Lopez, J. (2016). The PRECOS framework: Measuring the impacts of the global changes on soils, water, agriculture on territories to better anticipate the future. *Journal of Environmental Management*, *181*, 590–601. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.002

Trottier, J., & Fernandez, S. (2010). Canals spawn dams? Exploring the filiation of hydraulic infrastructure. *Environment and History*, *16*(1), 97–123. https://doi.org/10.3197/096734010X485319

Truilhé-Marengo, E. (2013). Le contentieux devant la CJCE et ses suites : Quel rôle pour le droit européen de l'environnement ? In *Les actes des rencontres LAGUN'R*.

Vallauri, D. (1998). Relecture par un écologue des principaux écrits sur la restauration d'espaces érodés dans les Alpes du Sud (1797-1994). *Nature, Histoire, Loisirs et Forêt*.

Vanderhoof, M. K., Christensen, J. R., & Alexander, L. C. (2019). Influence of multi-decadal land use, irrigation practices and climate on riparian corridors across the Upper Missouri River headwaters basin, Montana. *Hydrology and Earth System Sciences*, *23*(10), 4269–4292.

https://doi.org/10.5194/hess-23-4269-2019

Varone, F., & Nahrath, S. (2014). Chapter 7 / Regulating the Uses of Natural Resources. In C. Halpern, P. Lascoumes, & P. Le Galès (Eds.), *L'instrumentation de l'action publique* (pp. 237–264). Presses de Sciences Po. https://doi.org/10.3917/scpo.halpe.2014.01.0237

Venot, J., Kuper, M., & Zwarteveen, M. (2017). *Drip Irrigation for Agriculture: Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development*. https://www.researchgate.net/publication/320699687_Drip_Irrigation_for_Agriculture_Untold_Stories_of_Efficiency_Innovation_and_Development

Vietz, G. J., & Finlayson, B. L. (2017). Chapter 5 - Geomorphological Effects of Flow Alteration on Rivers. In A. C. Horne, J. A. Webb, M. J. Stewardson, B. Richter, & M. Acreman (Eds.), *Water for the Environment* (pp. 83–100). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803907-6.00005-X

Vos, J., van Oel, P., Hellegers, P., Veldwisch, G. J., & Hoogesteger, J. (2019). Four perspectives on water for global food production and international trade: incommensurable objectives and implications. In *Current Opinion in Environmental Sustainability* (Vol. 40, pp. 30–36). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.07.005

Walker, P. A. (2005). Political ecology: Where is the politics? *Progress in Human Geography*, *31*(3), 363–369. https://doi.org/10.1177/0309132507077086

Walker, P. A. (2007). Political ecology: Where is the politics? *Progress in Human Geography*, *31*(3), 363–369. https://doi.org/10.1177/0309132507077086

Wallace, J. S., Acreman, M. C., & Sullivan, C. A. (2003). The sharing of water between society and ecosystems: From conflict to catchment-based co-management. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 358, Issue 1440, pp. 2011–2026). Royal Society. https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1383

Wanvoeke, J., Venot, J.-P., Zwarteveen, M., & Fraiture, C. de. (2017). The conundrum of low-cost drip irrigation in Burkina Faso. In *Drip Irrigation for Agriculture* (pp. 218–236). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315537146-14

Warner, J., Wester, P., & Bolding, A. (2008). Going with the flow: River basins as the natural units for water management? In *Water Policy* (Vol. 10, Issue SUPPL. 2, pp. 121–138). IWA Publishing. https://doi.org/10.2166/wp.2008.210

Warner, R. F. (2012a). Environmental impacts of hydroelectric power and other anthropogenic developments on the hydromorphology and ecology of the Durance channel and the Etang de Berre, southeast France. *Journal of Environmental Management*, *104*, 35–50. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.011

Warner, R. F. (2012b). Environmental impacts of hydroelectric power and other anthropogenic developments on the hydromorphology and ecology of the Durance channel and the Etang de Berre, southeast France. *Journal of Environmental Management*, *104*, 35–50. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.011

Weaver, R. K. (1986). The Politics of Blame Avoidance. *Journal of Public Policy*, *6*(4), 371–398. https://doi.org/10.1017/S0143814X00004219

Wester, P., Rap, E., & Vargas-Velázquez, S. (2009). The hydraulic mission and the Mexican hydrocracy: Regulating and reforming the flows of water and power. *Water Alternatives*, *2*(3), 395–415.

Wheeler, S. A., Carmody, E., Grafton, R. Q., Kingsford, R. T., & Zuo, A. (2020). The rebound effect on water extraction from subsidising irrigation infrastructure in Australia. *Resources, Conservation and Recycling*, *159*(November 2019), 104755. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104755

Wheeler, S., Garrick, D., Loch, A., & Bjornlund, H. (2013). Evaluating water market products to acquire water for the environment in Australia. *Land Use Policy*, *30*(1), 427–436.

https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.04.004

Wheeler, Sarah Ann, & Cheesman, J. (2013). Key Findings from a Survey of Sellers to the *Restoring the Balance* Programme. *Economic Papers: A Journal of Applied Economics and Policy*, *32*(3), 340–352. https://doi.org/10.1111/1759-3441.12038

Wheeler, Sarah Ann, Loch, A., Crase, L., Young, M., & Grafton, R. Q. (2017). Developing a water market readiness assessment framework. *Journal of Hydrology*, *552*, 807–820. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.07.010

Wilhelm, I. (1910). La Durance et son utilisation. *La Houille Blanche*, *3*.

Wilhelm, I. (1919). Le Barrage de Serre-Ponçon. Aménagement agricole et industriel de la Durance. *Bulletin de La Société d'étude Des Hautes-Alpes*.

Williams, J., & Grafton, R. Q. (2019). Missing in action: possible effects of water recovery on stream and river flows in the Murray–Darling Basin, Australia. *Australian Journal of Water Resources*, *23*(2), 78–87. https://doi.org/10.1080/13241583.2019.1579965

Young, R., & Loomis, J. (2014). *Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods*. RFF Press. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=brDcAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=mfu4GcHIi7&sig=o2WkZHoVwMuV9p_yBRcrnoDuUlM&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Zahariadis, N. (2007). The Multiple Streams Framework. In P. Sabatier (Ed.), *Theories of the Policy Process* (pp. 65–92). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780367274689-3

Zwarteveen, M. (2017). Decentering the technology: Explaining the drip irrigation paradox. In *Drip Irrigation for Agriculture: Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development* (pp. 38–53). Taylor and Francis. https://doi.org/10.4324/9781315537146

Zwarteveen, M., Smit, H., Fantini, E., & Rap, E. (2018). Accounting for Water: Questions of Environmental Representation in a Nonmodern World. In S. Lele, E. Brondizio, J. Byrne, G. Mace, & J. Martinez-Alier (Eds.), *Rethinking Environmentalism. Linking Justice, Sustainability, and Diversity*. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/11961.003.0017

Zwarteveen, M., Kemerink-Seyoum, J. S., Kooy, M., Evers, J., Guerrero, T. A., Batubara, B., Biza, A., Boakye-Ansah, A., Faber, S., Flamini, A. C., Cuadrado-Quesada, G., Fantini, E., Gupta, J., Hasan, S., Horst, R. Ter, Jamali, H., Jaspers, F., Obani, P., Schwartz, K., … Wesselink, A. (2017). Engaging with the politics of water governance. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, *4*(6), 1–9. https://doi.org/10.1002/wat2.1245

Liste des Figures

Figure 1 : Passage depuis des systèmes d'irrigation gravitaires à des systèmes sous pression (aspersion). Source : AERMC, 2014 (haut) et M. Laurenceau (bas). 14

Figure 2 : Barrage de Serre Ponçon à la confluence de l'Ubaye et de la Durance (haut) et canal EDF qui longe la Durance (bas). Source : M. Laurenceau. 16

Figure 3 : Évolution schématique de l'offre et de la demande en eau dans un bassin versant. Source : Molle & Sanchis-Ibor, 2019. 20

Figure 4 : Options de gestion de l'offre et de la demande en eau. Source : Molle, 2010. 21

Figure 5 : Photo de couverture du libre de Beasley "Dead in the Water" sur le Murray Darling Basin en Australie (gauche). Rapport du WWF pour alerter sur les problèmes de manque d'eau, 2006 (droite). 23

Figure 6 : A Results Chain for Water Markets to Incentivise Sustainable Water Use. Necessary Conditions and Synergistic Investments in Data, Finance and Governance. Source: Garrick et al., 2020. 25

Figure 7 : Whychus Creeck, Deschute River, Oregon. Source : Mork & Houston, 2016. 26

Figure 8 : Usages par rapport au pourcentage de débit annuel total entre 2001 et 2015, Whychus Creek (haut). Débits minimums moyens (période de 30 jours) entre 2001 et 2015. Sources : Mork & Houston, 2016 ; Kendy et al., 2018. 27

Figure 9 : Article du Guardian sur l'extinction du Delta smelt en Californie. Source : Maanvi Singh, 2019. 28

Figure 10 : Murray Darling Basin, Australie. Chen et al., 2020. 29

Figure 11 : Comparaison de la place des acteurs publics et privés dans la gestion des marchés de l'eau en Australie, Espagne et aux États-Unis. Source : Garrick et al., 2018. 32

Figure 12 : Représentation schématique des prélèvements d'eau et des flux de retours de différentes techniques d'irrigation (gravitaire = gravity-fed ; aspersion = center-pivot) dans un bassin versant. Source : Vanderhoof et al., 2019. 35

Figure 13 : Parts consommées et non consommées de l'eau prélevée, générant ou pas un bénéfice pour les usagers. Source : Pereira et al., 2012. 36

Figure 14 : Entre les années 1960 et 2000, a) estimations des volumes de précipitation, irrigation, recharge et ET b) niveau de la nappe en modélisant le scénario historique c) niveau de la nappe en modélisant des scénarios alternatifs. Source : Kendy et al., 2004. 37

Figure 15 : Estimation des volumes d'eau réalloués à l'environnement. Source : Grafton & Wheeler, 2018. 39

Figure 16 : Investissements du second pilier de la PAC en faveur de la réalisation d'économie d'eau dans le secteur agricole, sur la période 2014-2018. Investissements programmés (a), nombre d'hectares concernés (b), investissements réalisés (c). Source : Lammens (2020). 41

Figure 17 : Procédure en quatre étapes pour le choix des outils de réallocation d'eau vers l'environnement. Source : Horne et al., 2017. 45

Figure 18 : Efficience des allocations environnementales, (a) allocation (b) productive efficiency. Source : Horne, O'Donnell et al., 2018. 45

Figure 19 : Choix des organisations pour la réallocation d'eau vers l'environnement. Source : O'Donnell & Garrick, 2017. 46

Figure 20 : Comparaison de différents cadres théoriques sur la notion de paradigme. Source : Surel, 2000. 51

Figure 21 : Cadre d'analyse montrant les liens entre paradigmes d'action publique, instruments et territoires hydro-sociaux. Source : auteur 57

Figure 22 : Bassin de la Durance avant les aménagements agro-industriels EDF. En rouge : charriage de matériaux grossiers. Source : auteur à partir de Sauquet et al., 2015, p. 40 ; Sogreah, 2001, p. 123. 58

Figure 23 : Bassin de la Durance avec ses principaux aménagements hydroélectriques et agricoles. Source : auteur à partir de données HYDRA2015, BD TOPO, Dreal Paca. ...59

Figure 24 : Débits de la Durance avant et après aménagements des années 1960-1990. Source : Balland et al., 2002 (haut) ; répartition des prélèvements d'eau annuels en Durance entre les différents usages (millions de mètres cubes). Source : Dreal Paca, 2008, p. 45 (bas). 61

Figure 25 : Enjeux de gestion quantitative de l'eau en région Paca. Source : Région Paca, 2013. 62

Figure 26 : Schéma représentant les différentes structures gestionnaires dans le bassin de la Durance (à gauche) et les dispositifs de gestion existants (à droite) Cros, 2012 63

Figure 27 : Entretiens réalisés entre avril 2018 et juin 2021. Source : auteur. 66

Figure 28 : Fontaine du palais Longchamps, représentant la Durance amenant l'eau à Marseille, sur un char tiré par des taureaux. Source : A. Delfosse (Flickr). 74

Figure 29 : Travaux de reforestation dans le bassin de la Durance. Ubbaye, avant (a) et après (b). Petit Buëch, avant (c) et après (d). Source : Direction générale des Eaux et Forêts, 1911. 76

Figure 30 : Photo présentant le projet de barrage de Serre-Ponçon, à Embrun. Source : Wilhelm, 2010. 79

Figure 31 : Évolution de la production d'électricité en France de 1947 à 1970, en TWh. Source : auteur à partir de rapports d'activité EDF de 1946 à 1970. 83

Figure 32 : Centrales hydroélectriques de Mallemort (gauche) et de Saint-Chamas (droite). Source : auteur. 87

Figure 33 : Cadre juridique de la concession EDF Durance-Verdon. Source : auteur. 89

Figure 34 : La majorité des prises agricoles sont connectées au canal EDF. Dans cette photo, on voit les trois canaux principaux de la Crau et leur alimentation depuis le prolongement du canal EDF (Canal de Boisgelin Craponne co-géré par les ASAs et EDF). Source : auteur. 90

Figure 35 : Zonage pour la redevance prélèvement dans les programmes d'intervention 2 et 3 de l'Agence de l'eau RMC. Source : AERMC, 1968 ; 1976. 94

Figure 36 : Barrage de la Saulce (en haut à gauche vers l'amont, en haut à droite vers l'aval) et de Saint-Lazare (en bas). Source : Laurenceau, 2019. 95

Figure 37 : Système Durance Verdon suite aux aménagements des années 1970 (Moyenne-Durance et Verdon) et 1990 (Buech). Source : auteur. 96

Figure 38 : Débits moyens mensuels reconstitués à l'aval des barrages de Serre-Ponçon, l'Escale et Cadarache. Source : Chapuis (2012). 98

Figure 39 : Prises d'eau des canaux de la Commission Exécutive de la Durance. Source : site internet de la CED, 2020. 101

Figure 40 : Évolution schématique des droits à prélèvement d'eau dans le bassin de la Durance. L'Association des arrosants de la Crau pourrait constituer un exemple. Source : auteur. 103

Figure 41 : Réseau de la Société du Canal de Provence. Source : Tarlet, 1980. 104

Figure 42 : Développement de la population en région Paca. Source : Tarlet, 1980. 105

Figure 43 : Évolution des prélèvements CED entre 1966 et 1980. Source : auteur, données EDF. 106

Figure 44 : Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance (1950-1980). Source : auteur. 108

Figure 45 : Présentation de la régulation dynamique de la SCP. Source : SRAE et al., 1991. 112

Figure 46 : Matériel d'irrigation gravitaire. Source : Conseil Général des Bouches-du-Rhône & Artemis, 1990. 114

Figure 47 : Investissements de modernisation des infrastructures d'irrigation dans le bassin de la Durance, entre 1982 et 2001 (en millions d'euros 2020). Source : auteur à partir de données AERMC. 117

Figure 48 : Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance (1980-2000). Source : auteur. 120

Figure 49 : Évolution des prélèvements de la CED (1966-2000). Source : auteur à partir de données EDF, BD HYDRO, Balland et al., 2002. 121

Figure 50 : Fin de la chaîne hydroélectrique en Basse-Durance et dans l'Etang de Berre. Source : auteur. 123

Figure 51 : Évolution de la gestion quantitative de l'eau en Europe, en France et dans le bassin RMC au cours du temps. Source : auteur. 128

Figure 52 : Évolution des financements pour les économies d'eau dans le bassin de la Durance, de 1982 à 2018, en millions d'euros 2020. Source : auteur à partir de données AERMC. 128

Figure 53 : Acteurs de la gestion de l'eau dans le bassin de la Durance (2000-2020). Source : auteur. 131

Figure 54 : Prélèvements CED et surfaces irriguées, de 1966 à 2016. Source : auteur à partir de données CED, RGA, Balland et al., 2002. 132

Figure 55 : Surfaces irrigables en région Paca, 1970 – 2010. Source : auteur à partir de données RGA. 133

Figure 56 : Surfaces irriguées dans le bassin de la Durance. Sources : auteur à partir de données RGA. 133

Figure 57 : Évolution des flux entre les masses d'eau de l'étang de Berre et de la Basse-Durance. Source : Laurenceau & Molle (2019). 134

Figure 58 : Répartition schématique des volumes économisés, par rapport à la dotation conventionnelle et au volume de référence C1, à partir de l'exemple de Carpentras en 2020 (les chiffres sont approximatifs). Source : auteur. 145

Figure 59 : Extrait d'une page de calcul du tableur Excel permettant de comptabiliser les volumes entrants et sortants du CEV. La page correspond à une projection des allocations depuis le CEV. Source : tableur CEV 2019, EDF. 148

Figure 60 : Coefficients appliqués au volumes d'eau économisés, dans trois zones différentes du système régulé Durance-Verdon. Source : auteur. 149

Figure 61 : Calcul des économies d'eau réalisées lors du projet de modernisation de Monteux. Source : Asa du canal de Carpentras, 2010. 150

Figure 62 : Simulation d'évolution du compte jusqu'à 2050. Source : Tableur du CEV, EDF, 2019. 151

Figure 63 : Liens entre projets d'économie d'eau et volumes prélevés au cours du temps. Source : AERMC, 2016. 154

Figure 64 : Représentation simplifiée des dynamique de chenalisation, et des liens avec les biocénoses aquatiques. Source : auteur, adapté depuis Sogreah, 2001 ; Agualis & Cesame, 1998. 158

Figure 65 : Schéma présentant les principaux enjeux environnementaux dans le bassin de la Durance par tronçon. Source : auteur. 162

Figure 66 : extrait de l'arrêté préfectoral numéro 2015-2431 du 31 août 2015, portant relèvement du débit minimal à laisser en rivière à l'aval du barrage de La Saulce, sur la Durance (article 2). 163

Figure 67 : Photos avant (à gauche) et après (à droite) le lâcher d'automne 2010, à l'aval de la Saulce. On observe une diminution sensible des algues vertes qui participent au colmatage des graviers. Source : MRE, 2011. 164

Figure 68 : Photos avant (à gauche) et après (à droite) le lâcher d'automne 2010, à l'aval de la Saulce. Sur la zone échantillonnée, le lâcher a permis un décolmatage de 97%. Source : MRE, 2010. 166

Figure 69 : Barrage de l'Escale, avant l'installation de la vanne de fermeture (mai 2011) et après (août 2018). Source : auteur à partir de Google Earth. 167

Figure 70 : Photos pendant la mise en transparence du barrage de l'Escale, en novembre 2016. Source : EDF, 2016. 168

Figure 71 : Projets de substitution depuis la Durance vers les bassins du Sasse, du Buëch, du Jabron et du Vanson (en rouge). Source : auteur à partir de BD Hydra ; BD TOPO ; Dreal Paca. 170

Figure 72 : Canal gravitaire de Saint-Tropez (à gauche). Prise du canal (en haut à droite) et plaine agricole irriguée sur le secteur de Valernes (en bas à droite). Source : auteur, 2019. 171

Figure 73 : Projet de modernisation et substitution du canal de la plaine de Volonne, dans le bassin du Vanson. Source : auteur à partir de BD HYDRA 2015, Google Earth. 173

Figure 74 : Jabron vu depuis le pont de Valbelle, en octobre (situation d'étiage) et décembre 2019. Source : M. Grau, 2019 174

Figure 75 : Résumé des surfaces irrigables/irriguées actuelles et potentielles avec la mise en place de l'extension du réseau du Thor (bassin du Jabron). Source : Grau & Laurenceau (2020). 175

Figure 76 : Bilan des prélèvements au titre de l'article 50 dans le bassin de la Durance (de haut en bas : département des Alpes-de-Haute-Provence, département des Hautes-Alpes, total article 50 à l'aval de Serre-Ponçon). Il s'agit de débits mensuels reconstitués. Source : Cereg Ingénierie, 2018. 177

Figure 77 : Présentation des scénarios HRR et Cadenet, pour le lissage des débits de restitution à Mallemort (étude débits souhaitables). Source : Dreal Paca, 2018. 178

Figure 78 : Scénarios d'augmentation de débit au début d'une restitution à Mallemort (étude débits souhaitables). Source : Dreal Paca, 2018. 178

Figure 79. Expérimentation de lissage des débits à Mallemort. Source : Dreal Paca. 179

Figure 80 : Débits naturels reconstitués (moyennes mensuelles) à la station d'Espinasses, basés sur les observations réalisées entre 1948 et 2017 (intervalle de confiance de 95%). Source : banque Hydro.....181

Figure 81 : Projet décrivant le schéma futur de gouvernance du CEV. Source : AERMC, 2016. 183

Figure 82 : Schéma présentant la gouvernance du CEV. Source : EDF, 2018. 184

Figure 83 : Processus de superposition et de conversion dans les dynamiques de changement institutionnel. Source : Koreh et al., 2019. 191

Figure 84 : Définition des critères de financement dans le cadre des contrats de canaux au 10ème programme. Source : AERMC. 198

Figure 85 : Charte d'objectifs des contrats de canaux dépendant du canal mixte dans le département du Vaucluse. Source : Asa du Canal de Carpentras, 2010. 199

Figure 86 : Périmètres desservis des canaux dépendant de l'Union Lubéron-Sorgues-Ventoux dans le département du Vaucluse, et partageant une prise d'eau commune. Source : auteur à partir de BD TOPO IGN, BD HYDRO 2015. 200

Figure 87 : Répartition du budget total prévisionnel des contrats de canaux par type d'aide. Source : auteur à partir de ASA du canal de Manosque, 2009 ; ASCO du canal de Cadeban Neuf, 2011 ; ASA du canal de Carpentras, 2010 ; ASA du canal Saint-Julien, 2011, ASA du canal de l'isle, 2011 ; Données AERMC. 200

Figure 88 : Investissements retenus pour les aides de l'Agence de l'eau dans le cadre des contrats de canaux (10ème programme, total de 29,6 M€). Source : auteur à partir de données AERMC.....205

Figure 89 : Part des contrats de canaux financée par l'Agence de l'eau au cours du 10ème programme, pour différents types d'aides. Source : auteur à partir de données AERMC. 205

Figure 90 : Périmètre du contrat de canal Crau Sud Alpilles et structures partenaires. Source : SICAS, 2014. 206

Figure 91 : Groupement participant au contrat de canal "du Comtat – Nord Alpilles". Source : SICAS, 2018. 207

Figure 92 : Article de sur les risques d'effondrement d'un canal. Source : La Provence, 2018. 208

Figure 93 : Évolution des surfaces irriguées et du nombre d'arrosants de 1857 à 1957. Source : Ladki et al, 2006. 212

Figure 94 : Production de fraises hors-sol dans des boudins remplis de filaments de coco, sous serre chauffée. Alimentation par un forage profond (Monteux, 2019). Source : auteur. 216

Figure 95 : Pourcentage des secteurs gravitaires irrigués entre 1991 et 2005. Source : ASA du canal de Carpentras, 2006. 216

Figure 96 : Évolution des périmètres irrigables sous pression et gravitaires, et des périmètres irrigués gravitaires de 1857 à 2017. Source : Caillet (1925) ; Arrighi de CASAnova (1957) ; Ladki et al. (2006) ; données ASA du canal de Carpentras. 220

Figure 97 : Périmètre de l'ASA du canal de Carpentras faisant apparaître les réseaux gravitaires et sous pression, et les principaux usages du sol. Source : auteur à partir de BD HYDRA 2015, BD TOPO IGN, Registre Parcellaire Graphique 2017.....221

Figure 98 : Répartition des types d'irrigation sur la zone du projet de modernisation d'après une analyse du canal de Carpentras en 2000. Source : Eco-Stratégie, 2012. 224

Figure 99 : Projet de modernisation du secteur de Monteux. Source : Eco-Stratégie, 2012. 226

Figure 100 : Projet de modernisation du secteur de Monteux. Gauche haut : cérémonie d'ouverture de la station de pompage Lambert ; Gauche bas : bassin de la station ; Droite haut : borne sous pression ; Droite bas : ancienne jachère mise en culture pour la production de raisin de table (muscat). Sources : auteur et site internet du canal de Carpentras. 227

Figure 101 : Évolution du périmètre desservi par le canal de Carpentras sur les 36 communes concernées entre 2005 et 2017. Source : Contrechamp, 2018. 227

Figure 102 : Zone d'extension sous pression du périmètre du canal de Carpentras, au nord de Saint Didier. Productions de raisin de table. Source : auteur, 2019. 228

Figure 103 : Évolution des prélèvements totaux du canal de Carpentras en 1997 et 2019. Source : bilans d'activité du canal de Carpentras ; ASA du canal de Carpentras, 2006. 229

Figure 104 : répartition des volumes économisés pour le canal de Carpentras. Source : auteur. 230

Figure 105 : Étude de flux de 2005 du canal de Carpentras. Source : ASA du canal de Carpentras, 2006, p. 80. 231

Figure 106 : Répartition moyenne des volumes prélevés entre les plantes, les rivières et les nappes pendant la période 1997-2005. Source ASA du canal de Carpentras, 2006, p. 81. 231

Figure 107 : Haie de cyprès asséchée en bord de parcelle agricole, après la modernisation réalisée en 2017 (secteur de Monteux, 2019). Source : auteur.....233

Figure 108 : Retour de canal vers le Récaveau. Source : auteur. 234

Figure 109 : Évolution du canal de Carpentras au cours du temps. Source : ASA du canal de Carpentras, 2020.....236

Figure 110 : Affiche de présentation d'une exposition sur les Coussouls de Crau. Source : CEEP, 1986. 237

Figure 111 : Évolution des débits prélevables en Durance et de surfaces irriguées en Crau. Source : Alkassem-Alosman, 2017, à partir de Jean (2011). 239

Figure 112 : Organisation des prises d'eau dans la plaine de la Crau après les années 1960. Source : Comité du foin de Crau, 2001. 240

Figure 113 : Canal de Craponne Branche d'Arles, à l'aval du partiteur d'Eyguières. Source : M. Laurenceau, 2021. 241

Figure 114 : Complémentarité entre l'élevage ovin et la production de foin de Crau. Source : Comité du Foin de Crau, 2001.....242

Figure 115 : Productions agricoles et occupation du sol de la plaine de la Crau. Source : auteur à partir de BD Hydra ; Registre Parcellaire Graphique 2017 ; BD TOPO IGN. 242

Figure 116 : Réserves naturelles et zones de protection spéciale (Natura 2000) en Crau. Source : auteur à partir de BD TOPO IGN, BD HYDRA 2015, MNHN 2020. 244

Figure 117 : Relations entre la nappe de la Crau et les zones humides. Source : Symcrau, 2020, p. 146. 244

Figure 118 : Bilan des apports et prélèvements de la nappe de Crau. Source : Symcrau, 2020. 245

Figure 119 : Prélèvements dans la nappe de la Crau. Source : Symcrau, 2020. 245

Figure 120 : Évolution des surfaces irriguées des périmètres de la CED, par département (haut) et secteurs (bas). Source : auteur à partir de RGA 1970 ; 1979 ; 1988 ; 2000 ; 2010 ; Draaf, 2016. 247

Figure 121 : Synthèse des résultats de l'étude SINERGI. Source : Symcrau, 2020. 248

Figure 122 : Représentation des liens entre les systèmes de production de prairies et d'élevage ovin, avec les autres composantes environnementales, sociales et économiques. Source : Comité du Foin de Crau, 1994.....250

Figure 123 : Frise chronologique de mise en place du contrat de canal Crau Sud Alpilles. Source : Associations des arrosants de la Crau, 2011.....253

Figure 124 : Rôle de l'irrigation gravitaire et de l'agriculture en Crau, et lien avec les autres usages et l'environnement. Source : Association des arrosants de la Crau, 2011. 254

Figure 125 : Canal de Craponne Branche d'Arles. De l'amont vers l'aval : séparation entre les branches d'Arles et d'Istre au Pont Paradis ; partie amont du canal non cuvelée ; Vannes de Moulès ; exemple d'une des 120 prises du canal. Source : assemblage de cartes et photos issues de BRL, 2014.....258

Figure 126 : Évolution des prélèvements du canal de Craponne Branche d'Arles au pont Paradis. Source : auteur à partir de SCP, 1974 ; BRL, 2007 ; BRL, 2014.....259

Figure 127 : Dispositifs pour réhausser la ligne d'eau du canal et mieux alimenter certaines prises. Source : BRL, 2014.....259

Figure 128 : Réponses des adhérents au questionnaire de 2014, sur les travaux à réaliser en priorité. Source : BRL, 2014. 260

Figure 129 : Débits rejetés au Rhône par le canal de Craponne pendant l'année 2013 (haut), et au cours d'une journée du mois d'août en moyenne (bas), jaugés à la station de mesure de Saint Victor. Source : BRL, 2014. 261

Figure 130 : Exemple de vanne motorisée alimentée par un panneau solaire. Source : SCP, 2018. 261

Figure 131 : Bassins versants classés comme "déficitaires" dans le district RM pour le SDAGE 2016-2021. Source : SDAGE RMC 2016-2021. 277

Figure 132 : Définition des débits d'objectif étiage. Source : Secrétariat technique du Sdage, 2011. 278

Figure 133 : Politique de gestion quantitative de l'eau dans le bassin Rhône Méditerranée et Corse. Source : Secrétariat technique du SDAGE, 2019. 278

Figure 134 : Bassin de la Durance et principaux aménagements hydrauliques. Territoires aux ressources maîtrisées et territoires déficitaires. Source : M. Laurenceau à partir de BD HYDRA2015, BDTOPO, Dreal Paca. 280

Figure 135 : Productions du département des Alpes de Haute Provence. Source : Draaf Paca, 2019. 281

Figure 136 : Arrêtés sécheresses de. Source : auteur à partir de Propluvia, données Dreal de bassin AERMC, entre 2004 et 2019. 282

Figure 137 : Observations du réseau Onde de 2012 à 2019 sur les 20 stations présentes dans le bassin de la Durance, pour le mois d'août. Source : auteur à partir de BD ONDE de 2012 à 2019. 282

Figure 138 : Pourcentage de bassins déficitaires présentant un assec, un écoulement visible ou non visible dans le bassin de la Durance, au mois d'août, pour la période 2012-2019. Source : auteur à partir de BD ONDE de 2012 à 2019. 283

Figure 139 : Vallée du Jabron. Haut : vue vers l'amont en période de hautes eaux (novembre 2019). Bas : vue vers l'aval en période de basses eaux (octobre 2019). Source : M. Grau. 287

Figure 140 : Assolements de l'ensemble des exploitations enquêtées (SAU labourables) (2019). Source : Grau et Laurenceau, 2020. 288

Figure 141 : Types d'exploitation agricole dans la vallée du Jabron. Source : Grau et Laurenceau, 2020. 289

Figure 142 : Adoux ou source de la Bégüe, commune de Montfroc. Source : M Grau. 292

Figure 143 : Volumes autorisés en m^3 pour les prélèvements annuels agricoles, individuels (vallée du Jabron). Source : Grau & Laurenceau, 2020. 294

Figure 144 : Schéma présentant le projet d'extension du réseau du Thor de la SCP. Source : auteur. 295

Figure 145 : Cartographie du projet d'aménagement du réseau du Thor, avec les zones de substitution et d'extension. Source : SCP, 2017. 298

Figure 146 : Occupation du sol dans le bassin du Sasse et principaux ouvrages hydrauliques. Source : auteur à partir de BD TOPO IGN, BD HYDRA 2015, RPG 2017. 300

Figure 147 : Exploitations de vergers à gauche (La Motte du Caire) et prairies irriguées et grandes cultures à droite (Valernes). Source : auteur. 300

Figure 148 : Périmètre irrigué du canal de Saint-Tropez et différents statuts des ayants droit. Source : auteur à partir de BD HYDRA 2015, BD TOPO IGN, Seret, 1992. 302

Figure 149 : Le Dauphiné Libéré, 12 avril 1961. Source : archives départementales de Dignes. 303

Figure 150 : Prise d'eau du canal de Saint-Tropez en novembre (gauche) et juillet (droite) 2019. Source : auteur. 304

Figure 151 : Photos aériennes du plan de la Baume à Sisteron, rive gauche de la Durance. Source : auteur à partir de géoportail. 305

Figure 152 : Périmètre amont de Valernes (à gauche), et périmètre aval du plan de la Baume (à droite). Source : auteur. 306

Figure 153 : Prise de pouvoir du bureau de l'ASA de Saint-Tropez par les membres de l'ADACST. Source : Sisteron Journal du 8 mai 2004. 307

Figure 154 : Projet de modernisation du canal de Saint-Tropez. Source : modifié par l'auteur à partir de ASA de Ventavon Saint-Tropez, 2021. 310

Figure 155 : Réserve des poux à l'été 2019, alimentation le réseau sous pression du canal de Saint-Tropez. Source : auteur. 311

Figure 156 : Prairies naturelles non arrosées suite au passage à l'aspersion (gauche), et prairies temporaires de luzernes irriguées (droite). Juillet 2019. Source : auteur. 314

Figure 157 : Traductions de la réforme des volumes prélevables dans les deux cas d'étude de Moyenne-Durance. J (Jabron) et S (Sasse). Source : auteur. 315

Figure 158 : Application du schéma DPSIR à la gestion quantitative de l'eau. Source : Berman et al., 2012. 330

Figure 159 : Prélèvements annuels du Trésor public sur les budgets cumulés des six agences de l'eau. Source : Barraqué et al., 2018. 333

Figure 160 : Dossier de l'Agence Rhône méditerranée corse sur la gestion quantitative de l'eau. Source : modifié à partir de AERMC, 2021. 336

Figure 161 : Infrastructures du bassin du Jucar, Espagne. Source : Kahil, 2015. 344

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Instruments principaux de gestion de la demande en eau. Source : auteur, adapté à partir de Meinzen-Dick & Ringler (2008) ; Molle (2010). 22

Tableau 2 : résumé des questions de recherche, hypothèses et méthodes. Source : auteur. 69

Tableau 3 : Canaux bénéficiant d'un droit d'eau supérieur à 500 l/s dans le bassin de la Durance en 1881. Source : auteur à partir de Ferraud-Giraud, 1893.....75

Tableau 4 : Bilan des droits d'eau accordés et demandés par département. Source : auteur à partir de Féraud-Giraud, 1893. 75

Tableau 5 : bilan des efforts de reforestation dans le bassin de la Durance. Source : Direction générale des Eaux et Forêts, 1911.....77

Tableau 6 : usines hydroélectriques réalisées ou en projet dans le bassin de la Durance, en 1910. (Source : Wilhelm, 1910 ; Sogreah, 2001) 78

Tableau 7 : investissements dans l'hydroélectricité et l'irrigation dans les quatre premiers plans de modernisation et d'équipement (1947-1965). Sources : Commissariat Général au Plan, 1947 ; 1954 ; 1958 ; 1962). 82

Tableau 8 : résumé des trois premiers programmes d'intervention de l'Agence de l'eau RMC. Source : auteur à partir de AERMC, 1968 ; 1972 ; 1976.....92

Tableau 9 : évolution de la redevance prélèvement dans le bassin Rhône Méditerranée (1972-1983). Source : AERMC 1972 ; 1976. 93

Tableau 10 : principaux barrages et usines hydroélectriques sur les différents tronçons de la Durance. Source : auteur à partir de données Dreal Paca.....97

Tableau 11 : résumé des droits d'eau historiques et des dotations conventionnelles pour les canaux membres de la CED. Source : auteur à partir de CED (1993). 102

Tableau 12 : Surfaces desservies par la Société du Canal de Provence. Source : Tarlet, 1980. 105

Tableau 13 : prévision de livraison d'eau par la SCP pour l'année 1979. Source : Tarlet, 1980. 106

Tableau 14 : Activités d'extractions dans le bassin de la Durance. Source : auteur à partir de SMAVD 2001 ; 2003 ; Warner 2012 ; BRL 2015.....107

Tableau 15 : Redevances prélèvements au cours du 4ème programme d'intervention de l'Agence de l'eau. Source : auteur à partir de AERMC, 1981.....115

Tableau 16 : Bilan des programmes d'intervention 4 à 7 de l'AERMC. Source : AERMC, 1981 ; 1987 ; 1992 ; Cour des comptes, 2006.....116

Tableau 17 : Conditions de financement des projets d'économie d'eau par l'Agence de l'eau, la région, et les fonds européens. SI : surfaces irriguées ; EIE : étude d'impact environnemental. Source : auteur.....129

Tableau 18 : protocole de gestion de crise de la CED. Source : CED, 2013.....131

Tableau 19 : Résumé des trois paradigmes de gestion de l'eau dans le bassin de la Durance. Source : auteur.....135

Tableau 20 : Extrait du protocole de gestion de la ressource en eau du contrat de canal de l'Association syndicale de Carpentras. Source : ASA de Carpentras, 2012. 142

Tableau 21 : Comparaison des comptabilités d'économie d'eau dans le CEV et la convention C2. Source : auteur. 144

Tableau 22 : Schéma de la répartition des volumes d'eau économisés entre les différents usagers au cours du temps, sur le système régulé Durance-Verdon. Source : auteur. 146

Tableau 23 : Volumes correspondant aux lâchers de décolmatage (cases grisées) et aux transparences en crue, avec leur coefficient d'équivalence. Source : tableur du CEV, EDF, 2019. 151

Tableau 24 : bilan des expériences de lâchers de décolmatage entre 2007 et 2017 dans le bassin de la Durance. Source : rapports MRE (2007-2013) ; Loire et al.,2019. 165

Tableau 25 : estimations des capacités de charriage à l'amont et l'aval de la Bléone, pour différents scénarios de gestion du barrage de l'Escale. Source : Sogreah, 2001, rapport R5, p. 3. 167

Tableau 26 : Résumé des caractéristiques des six premiers contrats de canaux du secteur Durance. Source : auteur à partir de ASA du canal de Manosque, 2009 ; ASCO du canal de Cadeban Neuf, 2011 ; ASA du canal de Carpentras, 2010 ; ASA du canal de Saint-Julien, 2011. 201

Tableau 27 : Grille d'éligibilité et de notation des projets d'hydraulique agricole dans le cadre du PDRR 2014-2020 de la région Paca. Source : PDRR Paca 2014-2020. 204

Tableau 28 : Montants dépensés et prévisionnels du contrat de canal sur la période 2005-2017. Source : Contrechamp, 2018. 223

Tableau 29 : Répartition des participations financières sur la période 2012-2017. Source : Contrechamp, 2018. 223

Tableau 30 : Évolution de la redevance prélèvement de l'Agence de l'eau en Crau, de 1982 à 2002. Source : auteur à partir de AERMC, 1981 ; 1987 ; 2001. 251

Tableau 31 : Mesures de restriction des usages de l'eau dans le département des Alpes de Haute Provence. Source : DDT des Alpes de Haute Provence.....273

Tableau 32 : réglementations en France sur les débits écologiques. Source : auteur. 275

Tableau 33 : caractéristiques principales des résultats d'études volume prélevable et projets de substitution prévus. Source : auteur à partir des 8 PGRE et EVP. 285

Tableau 34 : avantages et inconvénients des différents scénarios de réalimentation ou modernisation du canal de Saint-Tropez. Source : Seret, 1992, p. 105. 306

Tableau 35 : coalitions environnementale et économique en lien avec la gestion quantitative de l'eau dans le bassin de la Durance. Source : Santoni, 2014 : 200). 329

Tableau 36 : comparaison des quatre terrains d'analyse des politiques d'économie d'eau. Source : auteur. 342

Listes des Annexes

Annexe 1 : Protocole de Gestion des volumes d’eau économisés sur la ressource en eau de la Durance. Source : AERMC, 2016.

Annexe 2 : Fiche Irrigant Agricole.

Annexe 3 : Exemple de guide d’entretien exploratoire mobilisé en 2018.

Annexe 1 : Protocole de Gestion des volumes d'eau économisés sur la ressource en eau de la Durance. Source : AERMC, 2016.

PROTOCOLE DE GESTION DES VOLUMES D'EAU ECONOMISES

SUR LA RESSOURCE EN EAU DE LA DURANCE

Entre les soussignés,

L'Etat, représenté par Monsieur le Préfet de Région, ayant son siège à 2 boulevard Paul Peytral, 13282 MARSEILLE Cédex 20,

Désigné ci-après par « L'Etat »,

et

L'Agence de l'Eau Rhône **Méditerranée** Corse, ayant son siège à 2-4 allée de Lodz, 69363 LYON

Cedex 07, représentée par Monsieur Laurent ROY, Désignée ci-après par « L'Agence de l'Eau »,

et

Electricité de France, Société Anonyme au capital de 930 004 331 euros, dont le siège social est situé à Paris (8ème), 22-30 avenue de Wagram, immatriculée au Registre du Commerce et des Sociétés de PARIS sous le numéro 552 081 317, représentée par Monsieur Vincent GABETT E, Directeur d'EDF Production Méditerranée, 10 avenue Viton, 13482 MARSEILLE Cedex 20, dûment habilité,

Désignée ci-après par « EDF ou Electricité de France ».

VU l'avis favorable du Comité de l'Administration Régionale du 30 septembre 2016,

Il est convenu ce qui suit .

TITRE I OBJET ET PRINCIPES FONDAMENTAUX DU PROTOCOLE

ART 1 LES OBJECTIFS

Le présent protocole a pour objet de définir les conditions d'affectation des \/olumes économisés en prélèvement dans les eaux superficielles de la Durance destinés à l'amélioration des milieux aquatiques ou à la mise à disposition d'une ressource de substitution sur les sous-bassins déficitaires. Ces \/olumes sont définis dans un cadre contractuel ou réglementaire en contrepartie du financement par l'Agence de l'Eau des opérations qui permettent de réaliser ces économies.

Le protocole ne prendra en considération que les volumes économisés ou réaffectés susceptibles d'être

\/alorisés énergétiquement par la chaîne hydroélectrique. Les volumes d'économie d'eau destinés aux milieux locaux sans retour dans le système hydroélectrique ne seront pas considérés, ni les économies réalisées sur les bassins déficitaires.

ART 2 RESPECT DES ENGAGEMENTS DES PROTOCOLES DE GESTION DES CONTRATS DE CANAUX

Les économies réalisées par les structures d'irrigation dans le cadre des contrats de canaux sont gérées en premier lieu au sein des commissions de gestion des protocoles des contrats. Seules ces commissions sont à même de dire quelle part des \/olumes économisés est disponible pour les milieux duranciens.

ART 3 PRÉVALENCE DES TERRITOIRES

Ce principe, inscrit dans les protocoles de gestion des contrats de canaux, s'applique aux volumes gérés dans le cadre de ce protocole. Ainsi, les territoires qui génèrent les économies en sont au premier rang les potentiels bénéficiaires.

TITRE II VOLUMES CONCERNÉS

ART 4 NATURE DES ÉCONOMIES D'EAU GÉNÉRÉES

Sont désignés par le terme « économies d'eau » les volumes non prélevés dans les eaux superficielles du système Durancien visés à l'article 1 du titre I. Ces volumes sont décomptés en référence aux prélèvements moyens d'une période reflétant la situation des prélèvements à la date de prise en compte des économies, conformément aux dispositions de l'article 8. Ces économies sont dues à la fois :

à une amélioration de la régulation des flux dans les réseaux suite à des travaux et des investissements relatifs à la régulation des ouvrages (sondes, vannes automatiques, seuils, ...),

à des travaux et des investissements relatifs à la modernisation du système de desserte (passage de la desserte en graVitaire à un réseau sous pression), à des travaux et des investissements relatifs au cuvelage de canaux.

Seules les économies liées à ce type d'interventions sont considérées. Elles sont prises en compte dans la limite des objectifs fixés contractuellement ou réglementairement avec la structure bénéficiaire.

Les économies d'eau réalisées sur les sous-bassins déficitaires ne rentrent pas dans ce dispositif. D'une part, leur bénéfice pour la chaîne hydroélectrique n'est pas comptabilisable. D'autre part, elles sont d'abord destinées à la restauration de l'équilibre quantitatif des affluents.

ART 5 ÉCONOMIES EN PRÉLÈVEMENT SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Les signataires reconnaissent qu'en l'état actuel des connaissances sur les relations entre la rivière et sa nappe, les économies réalisées sur les prélèvements dans les eaux souterraines n'entrent pas dans le champ du présent protocole.

ART 6 **NATURE DES PORTEURS DE PROJET**

Les économies d'eau considérées par le présent protocole correspondent aux volumes dégagés par des opérations d'économie contractualisées dans le cadre des contrats de canaux ou d'opérations isolées cofinancées par l'Agence de l'Eau, quelle que soit la nature du maître d'ouvrage. L'ensemble des parties prenantes du protocole devra être associé préalablement à la définition, puis à la mise en œuvre de ces opérations.

ART 7 **PRINCIPE D'ANTÉRIORITÉ DES ÉCONOMIES**

Les signataires du protocole reconnaissent que depuis 2003 et le début des engagements des opérations des contrats de canaux, des économies ont été réalisées. Ces économies sont comptabilisées dans un compte épargne volume défini à l'article 9 pour un montant estimé à fin 2014 à 34 Mm3 . A ce jour, ces volumes n'ont pas fait l'objet d'une affectation autre que l'utilisation qu'en a faite EDF au titre des missions relatives à la concession qui lui a été confiée.

ART 8 **COMPTAGE ET COMMUNICATION DES DONNÉES**

La connaissance des volumes économisés et des volumes réaffectés est essentielle dans ce dispositif de réallocation de la ressource en eau au profit des milieux. Les volumes économisés et les volumes réaffectés devront impérativement faire l'objet d'un comptage précis dont les modalités seront définies par convention tripartite avec les structures bénéficiaires. Ils ne seront pas pris en compte en absence de comptage validé par les signataires.

Toutefois, les parties s'accordent sur l'effort de comptage qui doit être préalablement entrepris pour fiabiliser les données de la gestion de la ressource en eau sur la Durance et ses affluents. Un délai pour la mise au point d'un dispositif de mesure répondant aux attentes pourra être consenti. Dans l'attente, à défaut d'un comptage précis, un abattement sur les volumes pris en compte pourra être effectué.

Le comptage des volumes prélevés ou réaffectés reste de la responsabilité de chaque structure effectuant les prélèvements. L'Agence de l'Eau s'engage à accompagner tout effort fait dans le sens de l'amélioration de la transmission de ces données. La mise en place du superviseur de la CED est une voie de progrès dans ce domaine. Il pourrait être mis à l'étude un outil similaire afin d'élargir le champ aux ouvrages de moyenne et haute Durance. Des audits de contrôle pourront périodiquement être menés auprès des bénéficiaires à la diligence de l'une des parties pour s'assurer de la conformité des dispositifs de comptage aux volumes déclarés.

ART 9 **TAUX D'ÉQUIVALENCE ÉCONOMIQUE OU TAUX DE TRANSFERT**

Les transferts entre volumes économisés et volumes réaffectés se feront à tra\/ers les aménagements hydroélectriques, dans la limite de leurs capacités techniques, et sont intégrés à la gestion multi-usages de la ressource en eau mise en oeuvre par EDF.

Le principe du transfert repose sur l'établissement d'une équivalence économique fondée sur la valeur de la production électrique des volumes en jeu, entre les volumes économisés en un point de prélèvement de la chaîne hydroélectrique et les volumes réaffectés en un autre point, en fonction de leur capacité à être turbinés.

La valorisation économique de la production associée est définie conformément à la méthodologie développée conjointement par EDF et l'Agence de l'eau pour préciser le cadre des modalités d'intervention de l'Agence en matière de compensation des pertes énergétiques en hydroélectricité.

Cette méthodologie a été approuvée par le Conseil d'Administration de l'Agence de l'Eau le 1er décembre 2011 (rapport en annexe 1). Elle permet de définir par secteur un taux d'équivalence ou de transfert forfaitisé en fonction de la nature des volumes économisés et réaffectés, et de leur localisation. Les taux de transfert ont été définis par EDF sur la base d'une étude économique portée à connaissance de l'Agence de l'eau et de l'Etat. Ils seront régulièrement mis à jour tous les 3 ans pour tenir compte de l'évolution de la structure des prix du marché de l'électricité.

Dans un souci de simplification, la Durance à l'aval de Serre-Ponçon est découpée en trois zones délimitées schématiquement par les barrages de Serre-Ponçon, l'Escale et Mallemort

Zone 1 : De l'aval Mallemort au Rhône et â l'Etang de Berre.

Concerne les économies d'eau ou les réaffectations réalisées à l'aval de la centrale EDF de Mallemort.

Zone 2 : Entre l'Escale et Mallemort

Concerne les économies d'eau ou les réaffectations réalisées entre l'aval du barrage de l'Escale et l'amont de la centrale EDF de Mallemort.

Zone 3 : Entre Serre-Ponçon et l'Escale

Concerne les économies d'eau ou les réaffectations réalisées entre l'aval du barrage de Serre-Ponçon et l'amont du barrage de l'Escale.

Les taux de transfert sont définis en référence à la zone 1 dont le taux est par convention pris égal à 1. Ils concernent les prélèvements, les lâchers et les transparences (tableau récapitulatif en annexe 2).

A titre d'exemple, un million de m3 transféré en amont du barrage de l'Escale pour être affecté sur le Buëch équivaut à 3 millions de m3 économisés à l'aval du barrage de Mallemort ou un million de m3 mis en transparence au barrage de Cadarache lors d'une crue est économiquement équivalent à 0,83 millions de m" économisés à l'aval de Mallemort.

ART 10 **ETAT DES LIEUX ET ANNÉE DE RÉFÉRENCE**

L'année 2015 est retenue comme l'année initiale dans la gestion des volumes économisés. L'état des lieux initial de ce protocole est établi sur la base des économies réalisées au cours de la décennie 2003- 2014. Les économies réalisées au cours de cette période correspondent à des opérations engagées au titre des contrats de canaux dont les parties conviennent qu'elles ont permis d'alimenter le compte épargne volume à hauteur de 34 millions de m' à fin 2014.

ART 11 **VOLUME DE RÉFÉRENCE**

Il est défini avec chaque structure concernée par une opération d'économie d'eau entrant dans le cadre du présent protocole, un volume de référence reflétant la situation des prélèvements à la date de décompte des économies, sans excéder la moyenne des dix dernières années.

Les économies futures prises en compte à ce jour correspondent aux engagements des ASA au titre d'un contrat de canal ou d'une opération en cours de réalisation faisant l'objet d'un financement de l'Agence de l'Eau. Sauf cas particulier, elles sont comptabilisées en référence aux prélèvements moyens de la période 2003-2014. Les économies futures non identifiées à ce jour seront définies conformément au 1" alinéa du présent article. Les économies sont prises en compte dans la limite des objectifs fixés contractuellement ou réglementairement avec la structure bénéficiaire.

Afin de s'extraire des conditions météorologiques annuelles, les prélèvements pris en compte pour le calcul des économies réalisées sont calculés en moyenne glissante dans la limite de 10 années consécutives. La cohérence entre le volume de référence et les économies constatées sera vérifiée une première fois trois ans après chaque tranche de travaux, puis régulièrement interrogée.

Les économies futures seront enregistrées chaque année dans le compte épargne volume créé à cet effet au fur et à mesure du constat de leur mise à disposition. Le schéma en annexe 4 explicite les principes énoncés ci-dessus.

ART 12 **COMPTE-ÉPARGNE VOLUME**

Il est constitué un compte-épargne volume. Ce compte est doté d'un volume initial de 34 Mm^3 correspondant aux volumes économisés considérés sur la période 2003 à 2014. Il est défini en référence à une économie réalisée à l'aval de Mallemort.

Le compte-épargne volume sera actualisé chaque année au taux en vigueur, fixé actuellement à 8 %, conformément au rapport de l'Agence de I'Eau relatif aux modalités de compensation des pertes énergétiques (annexe 1) et alimenté par le bilan annuel établi à équivalence économique entre les économies réalisées et les volumes ayant fait l'objet d'une réaffectation. Le compte-épargne est crédité lorsque le bilan est positif, il est débité lorsque le bilan est négatif.

Le compte-épargne volume sera plafonné à un volume maximal de 100 millions de m3.

Ce dispositif permet la réaffectation vers les milieux dans l'espace et dans le temps. Seuls les volumes économisés inscrits dans le compte épargne peuvent être réaffectés. Son utilisation est précisée dans les articles 5 et 6 du titre III.

TITRE III MODALITES D'EXECUTION

ART 13 **ALLOCATION DES VOLUMES**

L'allocation des volumes économisés est définie par le comité de pilotage du protocole sur proposition du comité de suivi.

ART 14 **NATURE DES BÉNÉFICES**

L'allocation des volumes économisés objet du présent protocole sera faite au bénéfice des milieux aquatiques en déficit avéré et ne devra en aucun cas répondre à des besoins d'usages supplémentaires. Ce protocole pourra répondre à deux types de besoins

des besoins de substitution ou de soutien des débits en cas d'étiage sévère sur des affluents de la Durance en déficit quantitatif, une allocation vers les milieux aquatiques duranciens.

ART 15 **BESOINS DES TERRITOIRES AFFLUENTS DE LA DURANCE**

Les économies d'eau réalisées en Durance peuvent bénéficier aux territoires affluents. Les territoires et la nature des opérations de substitution éligibles seront examinés sur proposition des organes de gestion des ressources en eau de ces territoires dans le cadre de la mise en œuvre des Plans de Gestion de la Ressource en Eau, des SAGE ou des contrats de rivière. L'affectation de volumes pour la réalisation d'opérations de substitution sera soumise à la décision du comité de pilotage du présent protocole sur proposition du comité de suivi.

Pour des raisons technico-économiques, l'ensemble des besoins des territoires affluents déficitaires ne pourra être satisfait par des opérations de substitution. Il appartient aux organes de gestion des ressources en eau de chaque territoire, de proposer des opérations faisables, dans les conditions technico-économiques du moment.

ART 16 **ALLOCATION DU COMPTE-ÉPARGNE VOLUME AU BÉNÉFICE DES MILIEUX**

NATURELS DURANCIENS

Les signataires s'accordent sur le fait que le compte-épargne volume constitué des économies 2003-2014 et des reliquats annuels d'économie non affectés pourra être alloué à l'amélioration des milieux duranciens. Cette affectation prendra la forme d'une augmentation justifiée des volumes et débits circulant dans la Durance en réponse aux besoins avérés des milieux. Elle ne pourra concerner des volumes et débits réglementairement exigés au titre des débits réservés fixés au 1" janvier 2014. Elle répondra en premier lieu à l'objectif d'amélioration de l'équilibre géomorphologique de la Durance et du transit des matériaux par la mise en ceuvre par EDF des deux types d'opérations définies à la suite du diagnostic environnemental partagé par les parties prenantes :

Les lâchers de décolmatage (ou pulses), réalisés en dehors des crues ;

La mise en transparence de certains barrages lors des crues morphogènes.

Ce dispositif pourra être sollicité en réponse à d'autres besoins si de nouvelles affectations s'avéraient pertinentes.

L'aide financière apportée par l'Agence de l'Eau à hauteur de 50 % aux opérations de lâchers de décolmatage et de transparence aux crues, inscrite dans l'accord-cadre régional Agence/Etat/ONEMA/EDF signé en avril 2015, arrivera à échéance fin 2018. A partir de 2019, 50 % des pertes d'exploitation générées par les lâchers de décolmatage (ou pulses) non réglementaires, et 50 % de celles générées par les transparences aux crues morphogènes, seront intégralement et prioritairement compensées par l'allocation d'une partie des volumes économisés.

ART 17 **OUTIL DE SUIVI DU COMPTE-ÉPARGNE VOLUME**

Le compte-épargne volume est élaboré et suivi grâce à un outil qui permet de connaître l'état du compte l'année en cours et son évolution prévisionnelle pour les années suivantes en fonction des économies et des projets d'allocation à venir. Les économies réalisées et les volumes réaffectés sont enregistrés chaque année dans le compte épargne volume sur la base des économies, prélèvements ou retours au milieu constatés et mesurés conformément aux dispositions de l'article 5 du titre ll. Cet outil est utilisé pour suivre l'état du compte et simuler son évolution. Il est décrit en annexe 4.

ART 18 **NON ANTICIPATION**

Une opération de réaffectation ne peut gager des économies qui n'ont pas été réalisées. Ainsi, seuls les volumes disponibles dans le compte-épargne volume à une date donnée peuvent être utilisés. Il sera toutefois tenu compte des opérations qui ont généré un volume d'économie d'eau pérenne constaté pour définir le volume potentiellement réaffectable et dimensionner les projets. Un projet de réaffectation ne pourra avoir pour effet d'épuiser à terme le compte-épargne volume.

L'outil permet de simuler des opérations d'économie et de réaffectation, afin de donner de la visibilité au comité de suivi sur les incidences des opérations d'affectation, notamment les risques d'épuisement et de dépassement du plafond du CEV.

ART 19 PRÉCARITÉ DES ACCORDS

La création d'un compte-épargne volume permet d'envisager la réaffectation des volumes économisés dans la durée. Le dispositif repose toutefois sur la pérennisation des économies réalisées et un engagement de toutes les parties intéressées. Son caractère novateur nécessite d'avancer prudemment et par étape afin d'en tirer progressivement les enseignements et les voies de progrès.

Les parties au présent protocole s'assureront que les projets de réaffectation proposés par le comité de suivi ne créent pas de préjudice aux structures à l'origine des économies d'eau et respectent l'équilibre économique sur lequel cet accord est fondé. Il devra ainsi être possible d'adapter les volumes réaffectés au regard des économies réelles constatées. Si certaines opérations de réaffectation pourront être réversibles, d'autres ne le seront pas, notamment dans le cas où des investissements seraient nécessaires pour transférer la ressource Durance vers les bassins versants affluents déficitaires. Les parties au présent protocole s*attacheront dans ce dernier cas à rechercher avec les parties prenantes des solutions pérennes de mobilisation dans le respect des règles en vigueur.

Les moyens techniques actuels de retour aux milieux sont constitués des barrages et canaux EDF de la Durance et des réseaux existants interconnectés avec ces ouvrages, à l'exemple de la pompe installée dans la centrale hydroélectrique de Lazer sur le Buëch. Des études seront nécessaires pour évaluer les travaux à engager pour acheminer les volumes économisés vers les milieux bénéficiaires identifiés etretenus comme prioritaires. Les questions relatives à la maîtrise d'ouvrage des études et travaux à mener seront traitées dans le cadre de la gouvernance.

Le financement des moyens d'acheminement complémentaires depuis les ouvrages EDF sera à la charge du bénéficiaire des réaffectations. En aucun cas EDF ne sera tenu d'amender ou de compléter ses aménagements dans la seule fin d'assurer une réaffectation.

ART 20 ENGAGEMENT ET DURÉE MINIMUM D'ALLOCATION

Les parties s'accordent à allouer le minimum de ressource en eau nécessaire afin que le seuil critique d'efficience des opérations au regard des objectifs en faveur des milieux soit atteint. L'amélioration des conditions de milieu ne peut se constater qu'au terme d'une période variable selon les objectifs des opérations. Seules les opérations qui respecteront ce principe pourront être prises en compte dans le dispositif. Les volumes et durées minimum d'engagement sont définis par le comité de suivi. Ils sont bornés par l'épuisement du compte épargne volume.

ART 21 MODIFICATION D'UNE AFFECTATION

Une opération peut être jugée inefficace par le comité de suivi et conduire à une réallocation des volumes. Cette redistribution s'effectue dans le cadre de ce comité.

ART 22 SUIVI DE L'ÉTAT DES MILIEUX

L'état des affluents déficitaires sera suivi dans le cadre des SAGE ou des contrats de rivière et des PGRE dont les hypothèses devront intégrer l'apport éventuel d'une ressource de substitution.

Le suivi des conditions de milieu en Durance est réalisé dans le cadre des sui\/iS mis en place par EDF et le SMAVD depuis 2009 et, plus récemment, à la suite du relèvement du débit réservé au 1" janvier 2014, sur la période 2014 - 2019. Ces suivis sont aidés financièrement par l'Agence de l'Eau dans le cadre de la déclinaison régionale de l'accord-cadre Agence de l'Eau/EDF.

Les milieux déficitaires bénéficiant de ce dispositif feront également en tant que de besoin l'objet d'un suivi destiné à évaluer la pertinence de Ieur nouvelle gestion.

ART 23 SOLLICITATION DE LA RÉSERVE AGRICOLE DE LA RETENUE DE SERRE-PONÇON

Les volumes économisés concernés par le protocole' ne seront pas déduits de la réserve agricole de la retenue de Serre-Ponçon qui demeure égale à 200 millions de m3.

L'algorithme de calcul de la ressource disponible pour la CED sera modifié pour que les transferts vers les affluents déficitaires n'aient aucun effet sur le décompte de la réserve. Ils seront considérés au même titre que les prélèvements autorisés à titre onéreux auxquels ils s'apparentent ou au titre de l'article 50.

Les volumes concernés par les lâchers de décolmatage et les opérations de transparence en crue sont compris dans le calcul de la ressource disponible pour la CED et n'ont pas d'effet sur le décompte de la réserve. Ils sont réalisés en outre en-dehors de la période de déstockage.

TITRE IV GOUVERNANCE ET DURÉE DE VALIDITÉ DU PROTOCOLE

ART 24 COMITÉ DE SUIVI

Un comité de suivi du protocole est mis en place dès sa signature. Il regroupe

Les signataires du protocole : Etat (DREAL & DRAAF), Agence de l'Eau et EDF

Le SMAVD - EPTB de la Durance

L'ONEMA

Le Conseil Régional

Un expert dûment nommé pourra assister ce comité pour toute expertise complémentaire.

Le comité de suivi se réunira autant que nécessaire et au moins une fois par an. Il pourra définir ses modalités de fonctionnement dans un règlement intérieur.

Il pourra, le cas échéant, être assuré par la commission ressource en eau de la future CLE du SAGE Durance ou de l'instance qui la préfigurera. Le comité sera chargé de veiller à la mise en oeuvre opérationnelle du présent protocole. Il sera en particulier chargé de proposer â la décision du comité de pilotage l'allocation des volumes économisés, dans le respect de critères définis par le comité de pilotage. Il sera chargé d'établir le bilan annuel du protocole et de le présenter au comité de pilotage.

ART 25 COMITÉ DE PILOTAGE

Un comité de pilotage de ces actions est mis en place dès la signature du présent protocole. Il

regroupe

Etat (DREAL & DRAAF), EDF et Agence de l'Eau, signataires du protocole

Le SMAVD EPTB de la Durance

L'ONEMA

Les Conseils Généraux des départements concernés

Le Conseil Régional

Le président de la CLE du Calavon

Le président de la CLE du Verdon

Les DDT

Les chambres d'agriculture des départements des Hautes-Alpes, des Alpes-de-Haute-Provence, du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône

Les FD ASA

Les Canaux signataires des contrats de canaux

La CED

La SCP

La composition du comité de pilotage peut évoluer pour l'élargir à toute personne morale ou physique ayant un intérêt dans la gestion de la ressource et des territoires duranciens.

Le comité de pilotage se réunira au minimum une fois par an et pourra, le cas échéant, être assuré par la future CLE du SAGE Durance et l'instance qui la préfigurera.

Le comité de pilotage aura pour attribution la validation de l'allocation des économies aux opérations de gestion de la ressource et d'amélioration des conditions de milieu. Pour cela, il définira au préalable des critères d'éligibilité et de choix, parmi lesquels la nécessité d'avoir mis en ceuvre une politique d'économies locales avant de pouvoir bénéficier d'une ressource de substitution. Toute proposition d'expérimentation ou de modification des conditions d'allocation ne pourront être effectuées qu'après proposition du Comité de suivi, par l'ensemble des signataires du présent protocole et la majorité du Comité de Pilotage. Les décisions des comités de suivi et de pilotage seront effectives sous réserve de l'accomplissement des démarches contractuelles et réglementaires qui préservent les droits des tiers.

ART 26 BILAN ANNUEL

Le présent protocole fera l'objet d'un bilan annuel établi par le comité de suivi. Il comprendra un état des opérations d'économie d'eau et de réaffectation réalisées ou en projet, ainsi qu'un bilan quantitatif et la situation du compte-épargne volume en fin d'exercice. Il analysera les difficultés rencontrées et proposera des pistes d'amélioration au comité de pilotage. Une synthèse de la période écoulée sera en outre produite à chaque échéance de révision du protocole visée à l'article 4 ci-après.

ART 27 DURÉE DE VALIDITÉ ET RÉVISION PÉRIODIQUE DU PROTOCOLE

Le présent protocole prend effet dès sa signature. Afin de donner un cadre et une visibilité dans la durée à l'ensemble des acteurs qui s'engageront dans ce dispositif, il est établi jusqu'à l'échéance de la concession de Serre-Ponçon et de la Basse-Durance qui a été accordée à EDF par décret du 28 septembre 1959, fixée à ce jour au 31 décembre 2051. Il sera réexaminé périodiquement, a minima tous les 3 ans, afin de s'assurer de sa pertinence au regard de ses objectifs et du respect des équilibres économiques sur lesquels il est fondé. Les évolutions seront traitées par voie d'avenant. Compte tenu de son caractère innovant et expérimental, la première échéance de sa révision est fixée en 2018, date à laquelle prend fin Ie 10ème programme d'intervention de l'Agence de l'Eau.

ART 28 MODIFICATION I RÉSILIATION

La modification des conditions du présent protocole nécessite l'approbation de l'ensemble de ses signataires. Les modifications apportées feront l'objet d'un avenant.

Il peut être mis un terme au présent protocole par décision conjointe de l'ensemble des partenaires. Le présent protocole peut toutefois être dénoncé par l'un de ses signataires avec un préavis de six mois avant l'échéance de l'exercice en cours qui devra être mené à son terme. La résiliation du protocole ne deviendra effective qu'après accord de l'ensemble des signataires sur les modalités de solde à zéro du compte-épargne volume.

TITRE V ENGAGEMENT DES PARTIES

ART 29 ENGAGEMENT D'EDF

Concessionnaire de l'aménagement hydroélectrique « à buts multiples » de la Durance, EDF remplit ses obligations réglementaires liées aux concessions et à ses ouvrages hydrauliques et assure au quotidien une gestion intégrée du multi-usage de la ressource. EDF s'engage à

mettre en œuvre, dans la limite des conditions de la bonne exploitation de ses ouvrages, les mesures de gestion des flux propres à satisfaire l'allocation des volumes validées par le Comité de Pilotage ;

mettre en œuvre les opérations non réglementaires de chasse de décolmatage, le suivi des milieux associés et les opérations de transparence en crue ;

participer à la définition des modalités de comptage des volumes, comptabiliser les économies d'eau sur la base des données fournies par les préleveurs et les valoriser dans un ou des outil(s) de suivi des économies ;

intégrer, dans la gestion de la chaîne, l'ensemble des réaffectations reconnues par le comité de pilotage ;

alerter en cas de tension sur la ressource nécessitant un arbitrage sur la gestion intégrée des usages et des milieux.

Fournir aux membres du comité de suivi les éléments et méthodes de calcul relatifs au compte- épargne volume leur permettant de contrôler le fonctionnement de ce dispositif

Dans l'attente du portage à terme par une autre entité, EDF prendra gracieusement à sa charge la rédaction du bilan annuel du compte èpargne volume. Elle prendra également à sa charge le transport des volumes réaffectés au travers de ses aménagements et les coûts associés aux risques hydrologiques et à l'évolution des prix de marché de l'électricité.

ART 30 ENGAGEMENT DE L'AGENCE DE L'EAU

L'Agence de l'Eau s'engage à financer jusqu'en 2018, les opérations de décolmatage (pulses) à hauteur de 50 % sur la base des descriptifs techniques et des calendriers précisés dans l'accord cadre EDF/Agence de l'Eau/Etat/ONEMA et dans sa déclinaison régionale. Au-delà de 2018, 50% des volumes concernés par des opérations de décolmatage (pulses) non réglementaires figureront dans le compte épargne volume au titre d'une réaffectation à destination des milieux aquatiques.

De la même manière, l'Agence de l'Eau s'engage à financer jusqu'en 2018 les opérations de transparence en crue à hauteur de 50 % sur la base des descriptifs techniques et des calendriers précisés dans l'accord cadre EDF/Agence de l'Eau/Etat/ONEMA et dans sa déclinaison régionale. Au- delà de 2018, 50% des volumes concernés par les opérations de transparences en crue figureront dans le compte épargne volume au titre d'une réaffectation à destination des milieux aquatiques.

L'Agence de l'Eau, par sa politique d'intervention, a un rôle moteur essentiel pour inciter les usagers de la ressource Durance à réaliser des économies d'eau. Elle s'engage à mobiliser ses leviers financiers (subventions, redevances) pour inciter à réaliser des économies d'eau pérennes au profit des milieux locaux et duranciens, ou dans les sous-bassins déficitaires. Elle s'engage à spécifier dans les conventions d'aide financière à venir les conditions de pérennisation réglementaire des économies.

ART 31 ENGAGEMENT DE L'ETAT

A travers ses différents rôles

la DREAL pour la tutelle des concessions hydroélectriques, la gestion du risque inondation et la préservation des enjeux environnementaux ;

la DRAAF pour l'irrigation et la gestion des réserves en eau ;

l'ONEMA pour l'expertise technique ;

l'ARS pour les enjeux eau potable ;

les DDT pour les missions de police de l'eau ;

L'Etat prendra en compte les volumes économisés dans la délivrance d'autorisations de prélèvement en phase avec les besoins. De plus, l'Etat actera les futures réaffectations dans des arrêtés pris au titre de la police de l'eau.

ANNEXE 2

TAUX DE TRANSFERT EN VIGUEUR AU 01/01/2015

1) Prélèvements : Coefficients de transfert affectés à chaque zone

Zone 1 : 1

Zone 2 : 1,7

Zone 3 : 3

Tableau de correspondance :

1 Mm3 économisé **(colonnes)** équivaut à x Mm3 économisés ou réaffectés (lignes)	Zoṅe 1 **Aval Mallemort**	Zone 2 Escale/Mallemort	Zonë 3 **Amont** Ęscale
Zone 1 Aval Mallemort	1	1,7	3
]oue2 Escale/Mallemort	0,59	1	1,76
Zone3 Amont Escale	0,33	0,57	1

Lecture : 1 Mm'économisés entre l'Escale et Mallemort (2'" e colonne) equivalent à 1,7 Mm3 économisés à l'aval de Mallemort (1" ligne) ou à 0,57 Mm3 réaffectés en amont de l'Escale.

Lâchers de décolmatage (pulses) :

	Volume du lãcher en Mm*	Taux d'équivalence d*un lâcher eń nombre de Mm' Économisés en aval de Mallemort	Taux d'équivalence d'1 Mm' Iâcher en nombre de Mm* économisés en aval de Mallemort
Espinasses Lâcherde10hä40m°/6 en décembre	1,7	1,9	1,1
La Saulce Lâcher de 10h à 60 m'/s en févrler	2,5	3,7	1,5

Lecture : 1 lâcher de 1,7 Mm' à Espinasses (1'* colonne) équivaut à 1,9 Mm' économisés à l'aval de Mallemort (2'" e colonne), ou 1 Mm3 lâchés à La Saulce équivalent à 1,5 Mm3 économisés à l'aval de Mallemort (3'" colonne).

Transparences en crue :

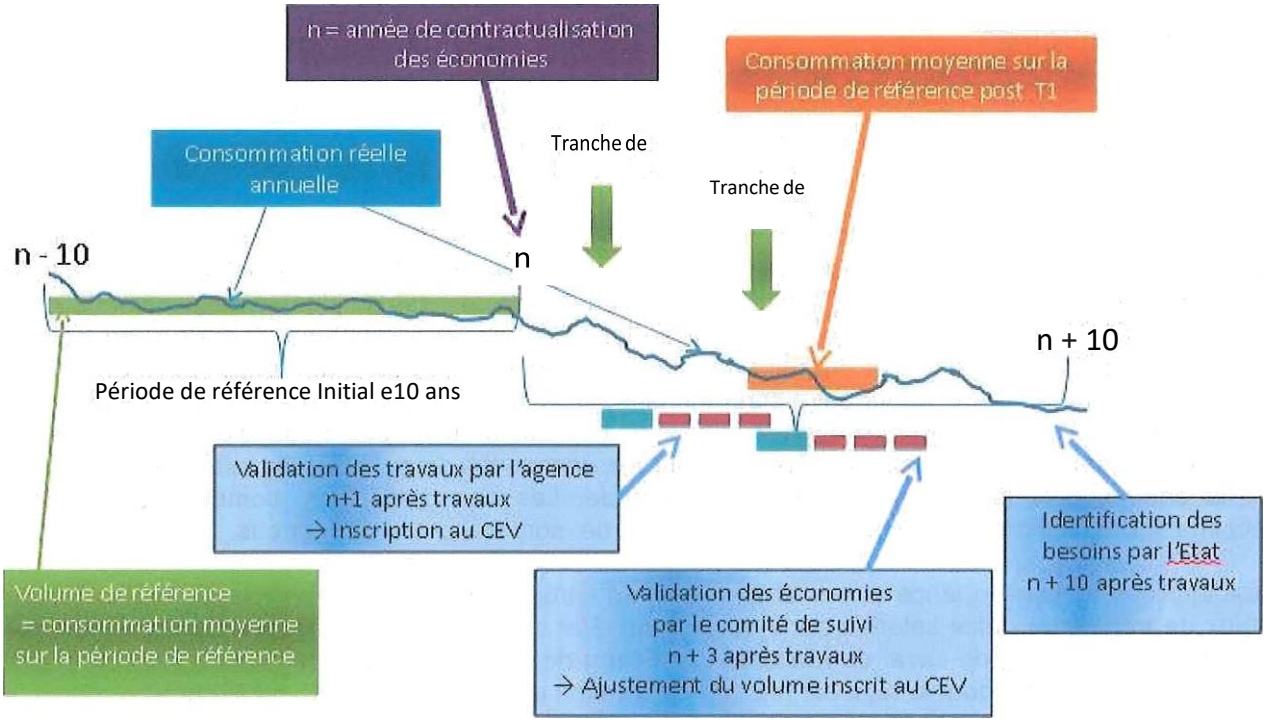
	Volume du lächer en Mm*	Taux d'équivalence de 24h de transparence en nombre de Mm* économieés enaval de Mallemort	Tauxd'équ1valenced'1Mm3 mis en transparence en nombre üe Mm° économisés en aval de Mallemort
St-Lazare	10,4	1,8	0,18
Escale	10,4	11,1	1,07
Cadarache	10,4	8,6	0,83

Lecture : La mise en transparence pendant 24h du barrage de St-Lazare (10,4 Mm3) équivaut à 1,8 Mm3 économisés à l'aval de Mallemort (2°*e colonne) ou un volume de 1 Mm3 mis en transparence au barrage de l'Escale équivaut à 1,07 Mm, économisés à l'aval de Mallemort (3'"" colonne).

ANNEXE 3

SCHEMA DE PRINCIPE

CALCUL DES ECONOMIES D*EAU / REFERENCE DE CONSOMMATION



ANNEXE 4

PRESENTATION DE L'OUTIL DE SUIVI DU COMPTE EPARGNE VOLUME

LES PRINCIPES

Le principe du Compte Epargne Volume repose sur un bilan des volumes économisés et des volumes réaffectés réalisés en des lieux et en des temps différents, l'année de référence pour les calculs étant 2015 (article 7 Titre II).

Selon la localisation des volumes économisés ou des volumes réaffectés sur la chaîne de la Durance, l'incidence économique des opérations ne sera pas la même au regard de la production hydroélectrique. Schématiquement, plus l'économie est réalisée en amont de la chaîne, plus elle est potentiellement utilisable pour produire de l'hydroélectricité tout au long des usines à l'aval, soit tout de suite, soit plus tard à une période plus favorable du point de vue énergétique, après stockage dans Serre-Ponçon : sa valeur est plus forte. Cette valeur est a contrario plus faible si l'économie est réalisée plus en aval sur la chaîne. Inversement, une réaffectation « prive » le producteur hydroélectrique d'eau potentiellement turbinable et, selon le même mécanisme que pour les économies d'eau, plus elle est réalisée en amont sur la chaîne, plus la perte économique est grande. Les cas particuliers, comme les lâchers de décolmatage ou les transparences des barrages en crue, sont traités au cas par cas.

Il est appliqué en conséquence aux différents volumes enregistrés un taux d'équivalence économique ou

« taux de transfert » défini selon la zone considérée. Par convention, tous les volumes sont définis en référence à la zone 1, de l'aval de Mallemort à l'Etang de Berre. Les taux de transfert sont définis en référence à cette zone dont le taux est pris par convention égal à 1. Ils concernent les prélèvements, les lâchers et les transparences (cf. annexe 2). Pour les prélèvements, il a ainsi été retenu trois zones délimitées schématiquement par les barrages de Serre-Ponçon, l'Escale et Mallemort. Ces taux de transfert seront, au besoin, régulièrement mis à jour pour tenir compte notamment de l'évolution de la structure des prix du marché de l'électricité et des retours d'expérience qui seront faits de l'outil (article 6 titre ll).

Le compte épargne volume est doté d'un volume initial de 34 Mm' correspondant aux volumes économisés considérés sur la période 2003 à 2014 au titre des contrats de canaux du Vaucluse et de Manosque.

Le compte épargne volume est actualisé chaque année au taux en vigueur, fixé actuellement à 8% (majoration annuelle de 8%). Il est alimenté par le bilan annuel, vu de l'aval de Mallemort, établi à équivalence économique entre les économies réalisées et les volumes ayant fait l'objet d'une réaffectation. Le compte épargne est crédité lorsque le bilan est positif, il est débité lorsque le bilan est négatif.

Il est plafonné à un volume maximal de 100 Mm3 (article 9 Titre ll).

Une opération de réaffectation ne pouvant gager des économies qui n'ont pas été réalisées (article 6 Titre II), il est vérifié dans l'outil de suivi que les projets de réaffectation n'épuisent pas à terme le Compte Epargne Volume.

Avec ce principe, outre le bilan des réalisés, il est possible de se projeter sur la base des économies et des réaffectations déjà engagées et d'évaluer les volumes disponibles pour des réaffectations futures et, ainsi, de simuler l'incidence de nouveaux projets d'économies ou de réaffectations sur le Compte Epargne Volume.

L'OUTIL DE SUIVI DU COMPTE EPARGNE VOLUME

L'outil de suivi du Compte Epargne Volume se présente sous la forme d'un classeur excel qui permet de Connaître l'état du Compte Epargne Volume l'année en cours :

Chaque année, les volumes économisés et les volumes réaffectés sont enregistrés dans un onglet spécifique en distinguant

Les volumes économisés dans le cadre des opérations co-financées par l'Agence de l'Eau, en cours ou terminées. Les données sont comptabilisées tel que prévu aux articles 5 et 8 du Titre ll et annexe 3.

Ex :. volumes comptabilisés au titre des économies réalisées par les canaux de Vaucluse.

Les volumes ré-affectés pour les besoins des territoires affluents de la Durance en déficit quantitatif avéré, l'affectation de volumes étant soumise au préalable à la décision du Comité de Pilotage sur proposition du Comité de Suivi (cf. article 3 Titre III).

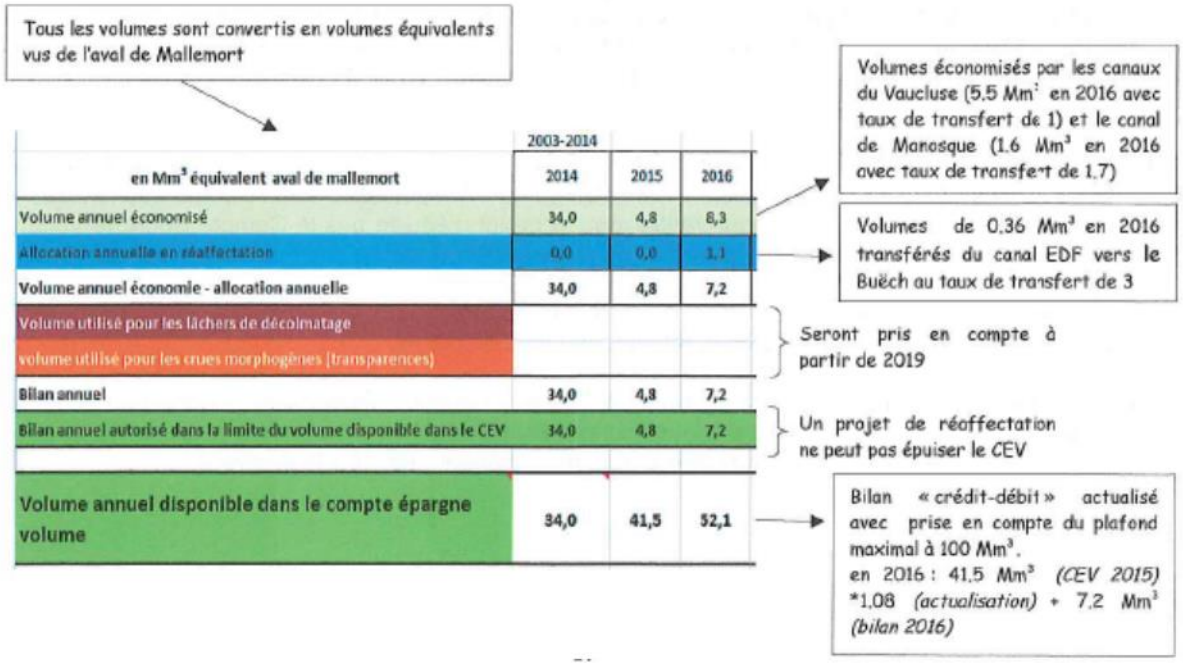
Ex :' volumes transférés au Buëch depuis le canal EDF de Sisteron, via la pompe de *l'usine EDF de Lazer, Iors de périodes d'étiage sévère comme cela a été le cas à l'été 2016*

Les volumes ré-affectés au bénéfice des milieux Duranciens à travers notamment les opérations de décolmatage et transparence en crues réalisés à partir des barrages EDF à compter de 2019 (cf. article 4 Titre III).

Ex : 50 % des volumes lâchés par mise en transparence des barrages de St-Lazare, Escale et Cadarache Iors des crues morphogênes.

Le Compte Epargne Volume est mis à jour à partir du bilan de ces volumes, il est crédité lorsque le bilan annuel est positif et débité lorsque le bilan annuel est négatif, en tenant compte du plafond maximal de 100 Millions de m3

A titre d'exemple, vue de l'outil de suivi du Compte Epargne Volume mis à jour à fin octobre 2016



Simuler l'évolution du Compte Epargne Volume sous l'effet des opérations engagées

Le volume disponible dans le CEV est évalué en considérant les volumes prévisionnels des opérations engagées, un taux d'actualisation de 8% et le plafond de 100 Mm3.

Il est possible d'effectuer des tests de sensibilité sur les hypothèses à considérer pour les prévisions de volumes dégagés par les opérations d'économies d'eau ou les réaffectations décidées : % de réalisation du projet, atteinte des objectifs, occurrence de mise en œuvre.

Il s'agit ici de pouvoir identifier les volumes disponibles pour de futurs projets en tenant compte d'une probabilité de réalisation des opérations engagées.

A titre d'exemple, vue de l'outil de suivi du Compte Epargne Volume : projection à 2021 en considérant un taux d'atteinte des objectifs d'économies d'eau de 70% , une réaffectation de 1 Mm3 /an sur le Buëch et l'enveloppe annuelle prévisionnelle des lâchers et transparences à partir de 2019

en Mm³ équivalent aval de mallemort	2003-2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	2014							
Volume annuel économisé	34,0	4,8	8,3	16,8	18,1	23,2	24,9	25,7
Allocation annuelle en réaffectation	0,0	0,0	1,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Volume annuel économie - allocation annuelle	34,0	4,8	7,2	13,8	15,1	20,2	21,9	22,7
Volume utilisé pour les lâchers de décolmatage						3,3	3,3	3,3
volume utilisé pour les crues morphogènes (transparences)						20,7	20,7	20,7
Bilan annuel	34,0	4,8	7,2	13,8	15,1	-3,8	-2,2	-1,3
Bilan annuel autorisé dans la limite du volume disponible dans le CEV	34,0	4,8	7,2	13,8	15,1	-3,8	-2,2	-1,3
Volume annuel disponible dans le compte épargne volume	34,0	41,5	52,1	70,0	90,7	94,1	99,5	100,0

On peut ici constater que le plafond du CEV de 100 Mm3 est atteint en 2021 même avec un bilan annuel négatif à compter de 2019 et ce du fait du taux d'actualisation considéré.

Simuler l'évolution du Compte Epargne Volume sous l'effet de nouveaux projets .

Cette fonctionnalité de l'outil de suivi du Compte Epargne Volume est une aide à la décision, en donnant de la visibilité au Comité de Pilotage pour la validation de l'allocation des économies aux opérations de gestion de la ressource et d'amélioration des conditions de milieu. La réalisation de simulations permet en effet d'étudier la sollicitation du CEV sous l'effet de futurs projets de réaffectation ou d'économie d'eau.

A partir des données relatives à un projet de réaffectation envisagé : volume annuel qui serait affecté, date de début et durée de la réaffectation, il est effectué un bilan actualisé des volumes économisés et réaffectés sur la période concernée pour vérifier que le projet n'épuise pas le Compte Epargne Volume et identifier les volumes restant disponibles pour d'autres futurs projets.

Cette analyse peut être accompagnée comme précédemment par une étude de sensibilité sur la probabilité de réalisation des économies et affectations déjà décidées.

A titre d'exemple, vue de l'outil de suivi du Compte Epargne Volume : simulation d'un nouveau projet de réaffectation pérenne avec un volume annuel réaffecté de 6 Mm° en amont de l'Escale à compter de 2018 et avec les mêmes hypothèses que l'exemple précédent pour les projets engagés

en Mm³ équivalent aval de mallemort	2003-2014 2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Volume annuel économisé	34,0	4,8	8,3	16,8	18,1	23,2	24,9	25,7	26,4	26,4	26,4
Allocation annuelle en réaffectation	0,0	0,0	1,1	3,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Volume annuel économie - allocation annuelle	34,0	4,8	7,2	13,8	0,1	5,2	6,9	7,7	8,4	8,4	8,4
Volume utilisé pour les lâchers de décolmatage						3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
volume utilisé pour les crues morphogènes (transparences)						20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7
Bilan annuel	34,0	4,8	7,2	13,8	0,1	-18,8	-17,2	-16,3	-15,6	-15,6	-15,6
Bilan annuel autorisé dans la limite du volume disponible dans le CEV	34,0	4,8	7,2	13,8	0,1	-18,8	-17,2	-16,3	-15,6	-15,6	-13,5
Volume annuel disponible dans le compte épargne volume	34,0	41,5	52,1	70,0	75,7	62,9	50,8	38,5	26,0	12,5	0,0

On constate ici que le CEV n'atteindrait pas son plafond et serait épuisé à l'horizon 2024. Le volume réaffecté devrait donc être revu à la baisse en recherchant le volume maximum annulant le volume disponible du CEV à horizon 2051. Celui-ci peut être déterminé par itérations successives : dans cet exemple, le volume maximum pouvant être réaffecté est de 3.1 Mm3 (en considérant le soutien du Buëch comme pérenne), comme le montre la simulation correspondante suivante.

en Mm³ équivalent aval de mallemort	2003-2014 2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2046	2047	2048	2049	2050	2051
Volume annuel économisé	34,0	4,8	8,3	16,8	18,1	23,2	24,9	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4
Allocation annuelle en réaffectation	0,0	0,0	1,1	3,0	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
Volume annuel économie - allocation annuelle	34,0	4,8	7,2	13,8	8,8	13,9	15,6	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1
Volume utilisé pour les lâchers de décolmatage						3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
volume utilisé pour les crues morphogènes (transparences)						20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7
Bilan annuel	34,0	4,8	7,2	13,8	8,8	-10,1	-8,5	-6,9	-6,9	-6,9	-6,9	-6,9	-6,9
Bilan annuel autorisé dans la limite du volume disponible dans le CEV	34,0	4,8	7,2	13,8	8,8	-10,1	-8,5	-6,9	-6,9	-6,9	-6,9	-6,9	-5,5
Volume annuel disponible dans le compte épargne volume	34,0	41,5	52,1	70,0	84,4	81,0	79,0	26,7	21,9	16,7	11,2	5,1	0,0

Vue de l'outil de suivi du Compte Epargne Volume : simulation d'un nouveau projet de réaffectation pérenne avec un volume annuel réaffecté de 3.1 Mm' en amont de l'Escale à compter de 2018 et avec les mêmes hypothèses que précédemment pour les projets engagés.

Annexe 2 : Fiche Irrigant Agricole.

Fiche irrigant agricole

Nom exploitation : Nom irrigant :

Emplacement siège de l'exploitation : Âge :

Caractéristiques Générales	Depuis combien de temps êtes-vous installé en tant qu'agriculteur ici ?	
	SAU totale de l'exploitation?	
	Part de la SAU en propriété ?	
	Main d'œuvre familiale temps plein ou partiel (nb de personnes ou UTH)	
	Main d'œuvre salariale temps plein ou partiel (nb de personnes ou UTH)	
	Main d'œuvre saisonnière temps plein ou partiel (nb de personnes ou UTH)	
	Transformation des produits sur l'exploitation ?	
	Autres activités économiques (gîte, …) ?	
	Les parcelles sont-elles toutes proches du siège de l'exploitation ? Si morcelées, quel est leur emplacement ?	
	Combien avez de parcelles au total ?	
	Parcelles équipées pour l'irrigation (« irrigable ») ? Surface correspondante en ha ?	
	Parcelles irriguées ? Surface correspondante ?	
	L'irrigation a-t-elle toujours lieu sur les mêmes parcelles ?	

Assolement	**Culture (préciser hiver/printemps/ fourrages/ pérennes)**	**Surface (ha)**	**Rdt moyen**	**Si irr., type d'irrigation**	**Si irr., nb/an et quantité (mm)**	**Débouchés**	**% du revenu**	**Aides Pac à la production**

Rotation cadre irr.	Cultures	
	Nb d'années en place	
Rotation cadre sec	Cultures	
	Nb d'années en place	

Pratiques irrigation actuelles	Utilisez-vous le réseau d'irrigation gravitaire du canal de Carpentras ?	Si oui, types d'utilisation (préciser cultures et surfaces) : ☐ Submersion : ☐ A la raie : ☐ Pompage dans le canal : ☐ Autre : Matériel :
		Si non, raisons de non utilisation : ☐ Cultures au sec ☐ Gains rdt irrigations < coûts (eau et main d'œuvre) ☐ Autre(s) ressource(s) préférable(s) (num. par ordre d'impce) ➔ Plus économique (prix de l'eau) ? ➔ Moins demandeuse en main d'œuvre ? ➔ Moins contraignante pour l'accès à l'eau (tours d'eau..) ? ➔ De meilleure qualité ? ➔ Autres :
	Réalisez-vous des prélèvements en surface ?	Si oui, types d'utilisation (préciser cultures et surfaces) : ☐ Submersion : ☐ A la raie : ☐ Pompage dans le canal : ☐ Autre : Matériel :
	Avez-vous des forages en nappes alluviales ?	Si oui, types d'utilisation (préciser cultures et surfaces) : ☐ Aspersion - enrouleur : ☐ Aspersion – pivot : ☐ Goutte à goutte de surface : ☐ Goutte à goutte enterré : Matériel : Avantages majeurs ?

		Inconvénients majeurs ?
	Avez-vous des forages dans la nappe du miocène ?	Si oui, types d'utilisation (préciser cultures et surfaces) : ☐ Aspersion - enrouleur : ☐ Aspersion – pivot : ☐ Goutte à goutte de surface : ☐ Goutte à goutte enterré : Matériel : Avantages majeurs ? Inconvénients majeurs ?
	Autres ressources ?	

A combien estimez-vous la charge de travail supplémentaire due à l'irrigation ? (en heures par semaine)

Quel est votre matériel d'irrigation ? Enrouleur(s) ? Pivot(s) ? Autres ? (micro irrigation ?)

Retenue collinaire personnelle ?

Pratiques à venir avec la modernisation	La modernisation du secteur de Monteux va-t-elle vous amener à modifier vos pratiques ?	Si oui : Extensions de surface grâce à l'augmentation de disponibilité de l'eau : Modification de l'assolement : Cultures concernées et raisons invoquées : Mobilisation complémentaire des forages ou abandon ? Raisons invoquées
		Si non : Raisons invoquées

Quels sont les (éventuels) projets futurs d'évolution de l'exploitation ? Extensions, cultures, changements de pratique, …

Annexe 3 : Exemple de guide d'entretien exploratoire mobilisé en 2018.

Guide d'entretien exploratoire (2018)

Sujet de thèse : Evolution de la gouvernance de l'eau dans le bassin versant de la Durance. Economies et réallocations d'eau.

I) Etat des lieux : gouvernance ; ressource ; milieux aquatiques

A) Votre institution : rôle dans la gestion (quantitative/ des milieux naturels/ des inondations) et la gouvernance de l'eau

1) Quels sont les enjeux de votre institution en lien avec la gestion de l'eau (quantitative / des milieux naturels / des inondations) du bassin versant de la Durance?

2) Quel est le rôle de votre institution pour répondre à ces différents enjeux ?

3) Avec qui travaillez-vous en forte collaboration ? Sur quels aspects de la gestion de l'eau ?

4) Au sein de quelles instances de concertation/décision participez-vous ? Avec quelle régularité ? Quel est votre rôle dans chacune d'elle (observation / animation / expertise / décision…) ?

Une liste exhaustive des instances de concertation sera élaborée au fur et à mesure des entretiens et proposée aux acteurs. *Instances multilatérales et bilatérales, localisées etc.*

5) Par rapport à vos enjeux, quelles sont les 3 à 5 instances qui vous semblent être les plus fondamentales ? Pourquoi (efficacité / production d'expertise / valeur des décisions…) ?

6) Participez-vous à des accords bilatéraux ? Si oui, lesquels ? Quels sont les plus fondamentaux ? Pourquoi ? Quelle articulation avec les instances multilatérales ?

B) État des lieux de la situation actuelle : ressource et prélèvements d'eau

7) Quel est le bilan des différents droits d'eau sur le BV Durance ?

   - article 12 du décret du 28 septembre 1959, concession EDF

   - article 50, concession EDF

   - décret n° 63-509 du 15 mai 1963, concession SCP

8) Quel est le bilan des prélèvements (débits/volumes) ? Ce qu'on connaît ou estime avec incertitudes (*j'aurai un schéma représentant les prélèvements majeurs dont on pourra discuter*).

9) La répartition actuelle de l'eau (droits/prélèvements) est-elle satisfaisante ? Pourquoi ?

10) Existe-t-il des tensions sur la ressource ? Sur quels territoires ? Entre quels usages ?

11) Est-ce qu'il est probable que les tensions sur la ressource augmentent dans le futur ?

C) Etat des lieux de la situation actuelle : les milieux aquatiques

12) Pour les bassins « déficitaires », quelles sont les raisons majeures de ces déficits (affluents) ?

13) Comment ont été définis les débits d'objectif étiage (DOE) ? Qui les définit, avec quelle méthodologie de référence ?

14) Sont-ils satisfaisants d'après vous ? Pourquoi ?

15) Quels sont les autres enjeux au niveau des milieux (continuité écologique, continuité sédimentaire, …) ? Notamment surplus de matériaux amont Escale et déficit à l'aval, ainsi que surplus limons.

II) Les solutions / évolutions futures : gouvernance (SAGE) ; économies d'eau et substitution ; restauration des milieux ; renouvellement des concessions hydroélectriques

A) Le projet de SAGE : vers une nouvelle gouvernance de l'eau ?

16) Pensez-vous qu'il est nécessaire que le SAGE Durance se mette en place ? Pourquoi (bon état des eaux, solidarité entre usagers, gestion des grands transferts...)?
17) Quel serait le périmètre idéal ?
18) Quelles seraient les mesures phares au sein du SAGE ?
19) Comment votre institution participe-t-elle à son élaboration ?
20) Quelles sont les différentes visions de ce que pourrait être le SAGE sur la Durance ?
21) Quelle articulation avec les instances de concertation existantes (organisation, subsidiarité)? Notamment les SAGE déjà existants ?

B) La politique d'économie d'eau dans le BV de la Durance

22) Quand est-ce que les premières économies d'eau ont débuté sur le bassin ?

23) Avec quels instruments de politique publique (contrats de canaux, PGRE….) ?

24) Quelles quantités ont été économisées jusqu'à maintenant ? Avec quelles interventions (modernisation des canaux, optimisation des système d'irrigation..) ? Sur quels territoires ou usagers ?

25) Quelles sont les incertitudes par rapport au total d'eau économisé ?

26) Comment ont été réalloué les économies d'eau ensuite ? Dispose-t-on de suivis précis des réallocations des différentes économies d'eau ? Mesure-t-on l'impact de ces économies sur les milieux ?

27) Les économies ont elles permis l'augmentation des superficies irriguées ? Dans ce cas, l'augmentation de l'ET ne se traduit-elle pas par moins d'eau dans les milieux ?

28) Sait-on si les économies réalisées en modernisant certains canaux de Basse Durance ont eu des impacts sur la nappe alluviale, la nappe de la Crau ou la nappe du miocène du Comtat Venaissin ?

29) Comment l'impact sur les nappes est-il pris en compte dans le cadre de la politique de l'agence ?

30) Les droits d'eau ont-ils été révisés après mise en œuvre des économies ?

31) Quel sera le fonctionnement du « compte épargne volume » pour la gestion des économies d'eau ?

C) Ouvrages de subsitution

32) Quels sont les ouvrages de substitution qui ont été réalisés dans le cadre des PGRE, ou en projet ?

33) Le projet de territoire Hauts de Provence Rhodanienne : une solution pour soulager la Durance ?

D) Les solutions pour restaurer/préserver les milieux naturels duranciens

34) Quels sont les différents projets de restauration des milieux aquatiques (hydromorpho, continuité..) ? Exemple Basse Durance pour la continuité écologique.

35) Quels sont les acteurs les plus moteurs sur la préservation des milieux aquatiques ? Ceux qui freinent ?

36) Comment sont gérés le surplus de matériaux au niveau des affluents (notamment amont Escale), le déficit de matériaux grossier après l'Escale jusqu'à Avignon, et le surplus de limons qui colmate le fond ?

E) le renouvellement des concessions hydroélectriques

37) Quels impacts pourrait avoir le renouvellement des concessions hydroélectriques et l'ouverture à la concurrence sur la gestion des milieux aquatiques du BV Durance ?

➔ contacts à prendre ? Études de cas à creuser ? Documents à consulter ?

Point(s) à aborder qui n'ont pas été mentionnés ?

Title : "*Where are the water savings?*" Paradigms, policy instruments and territorializations of water savings and environmental allocation policies in the Durance River Basin (France)

Keywords : water policy, water management, water savings, environmental flows, Durance River Basin, hydro-social territories

Abstract : Since the beginning of the 2000s, water allocation policies became central in Europe and France to reach Water Framework Directive goals. Improvements in irrigation efficiency is one of the main policy measure aiming to save billions of cubic meters at the European level. However, water savings environmental benefits have been debated in scientific literature and public organisms that sustain such measures. Indeed, improvements in irrigation efficiency redistribute water flows between users and the environment at the river basin scale. Multiple factors influence the outcomes, such as increasing irrigated lands and yields, caps on water abstraction, farmers' behavior, etc. The technical aspects of this question have been widely debated, but its political dimensions far less, in particular concerning environmental water reallocation. In the southeast of France, the Durance River Basin represents an ideal case study because saved water reallocations are made visible by large water infrastructure and canals. Water officials have implemented water savings policies for about 50 years and created specific policy instruments for environmental reallocation. Anchored in political science and political ecology approaches, we analyze water savings and environmental water reallocation policies paradigms, instruments and territorialization. Rather than a technical « no regret » measure, we show that improvements in irrigation efficiency rely on multiple negotiations and compromises allowing the arrangement of worldviews, norms of action, interdependent water uses and discourses of diverse hydro-social territories, whereas environmental benefits remain uncertain. Consensus building is constrained by historical interests and institutions legacy, and rely on both translation processes from national or hydrographic scales to the local level, and bottom-up forces from territories for policy instrument adaptations. We show the critical role of ambiguities in institutional change, and how policy instruments such as quantification procedures participate in naturalizing socially constructed realities and political arbitrages. Overall, this thesis contributes to debates over humans and non-humans water allocations, based on an interdisciplinary framework that shows the multiple interactions between water and money flows, power relations and resources allocations, hydro social territories and public action construction.

Titre : « *Où sont passées les économies d'eau ?* » Paradigmes, instruments et territorialisations des politiques d'économie et réallocation d'eau dans le bassin de la Durance (France)

Mots-clés : politique de l'eau, gestion de l'eau, économies d'eau, débits environnementaux, Durance, territoires hydro-sociaux

Résumé : Depuis le début des années 2000, la gestion quantitative de l'eau est devenue centrale dans les politiques européennes et françaises pour répondre aux objectifs environnementaux fixés dans la Directive Cadre sur l'Eau. L'augmentation de l'efficience des réseaux d'irrigation correspond à l'une des principales mesures mises en avant, estimant que plusieurs dizaines de milliards de mètres cubes pourraient être économisés au niveau européen. Toutefois, l'efficacité environnementale de la modernisation des périmètres irrigués fait débat aussi bien dans la littérature scientifique qu'au sein d'organismes publics qui l'encouragent. En effet, « l'économie d'eau » correspond à une redistribution des flux entre de multiples usagers et l'environnement, à l'échelle du bassin versant, et les impacts de la modernisation dépendent donc de nombreux facteurs (possibilité d'augmenter les surfaces irriguées et les rendements, réglementation des autorisations à prélever, modification des chemins de l'eau, etc.). Si les aspects techniques du problème sont relativement bien connus, les enjeux politiques liés à la modernisation des canaux d'irrigation ont été plus rarement explorés, en particulier dans le cas de la réallocation d'eau vers l'environnement. Le bassin de la Durance, dans le sud-est de la France, représente un cas d'étude idéal, car les nombreuses infrastructures rendent particulièrement visible la redistribution des flux liée aux économies d'eau. Cela a donné lieu à la création d'instruments de politique publique spécifiques, et s'intègre dans une trajectoire de plus de 50 ans. Grâce à un cadrage ancré dans les sciences politiques et la *political ecology*, nous analysons les paradigmes, les instruments et les territorialisations des politiques d'économie et réallocation d'eau dans le temps long. Plutôt qu'une mesure « sans regret » indiscutable, nous montrons que la modernisation des techniques d'irrigation repose sur de multiples négociations et compromis permettant l'agencement de visions du monde et normes d'action, d'usages de l'eau interdépendants, et de pratiques et discours de divers territoires hydro-sociaux, alors que l'impact environnemental des économies d'eau reste incertain. La construction du consensus se fait dans un cadre fortement contraint par les intérêts historiques et institutions hérités du passé, et passe à la fois par des processus de traduction depuis les échelles nationales ou de bassin hydrographique jusqu'au niveau local, et par des dynamiques ascendantes de réappropriation des outils dans les territoires. Nous mettons en évidence le rôle clé des incertitudes et ambiguïtés dans l'adoption de nouveaux arrangements institutionnels, ainsi que l'effet de naturalisation des compromis politiques dans les réglages et le fonctionnement des instruments de politique publique. Finalement, la thèse participe à renouveler les débats sur la redistribution de l'eau entre humains et non humains, en s'appuyant sur une approche interdisciplinaire qui montre les interactions multiples entre flux d'eau et d'argent, relations de pouvoir et allocations des ressources, constructions des territoires de l'eau et de l'action publique.

AgroParisTech
16 rue Claude Bernard
F-75231 Paris Cedex 05