



**HAL**  
open science

# Organisation des approvisionnements et systèmes de paiement dans les filières agro-alimentaires. Analyse appliquée aux filières canne à sucre.

Caroline Lejars

► **To cite this version:**

Caroline Lejars. Organisation des approvisionnements et systèmes de paiement dans les filières agro-alimentaires. Analyse appliquée aux filières canne à sucre.. Humanities and Social Sciences. AgroParisTech, 2008. English. NNT : 2008AGPT0092 . pastel-00004825

**HAL Id: pastel-00004825**

**<https://pastel.hal.science/pastel-00004825>**

Submitted on 14 Apr 2009

**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.

**THÈSE**  
pour obtenir le grade de  
**Docteur**  
de  
**l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement**  
**(Agro Paris Tech)**  
Spécialité : **Sciences économiques, sociales et de gestion**

**LEJARS Caroline**

**ORGANISATION DES APPROVISIONNEMENTS ET SYSTEMES DE  
PAIEMENT DANS LES FILIERES AGRO-ALIMENTAIRES  
ANALYSE APPLIQUEE AUX FILIERES CANNE A SUCRE**

*Directeur de thèse : Louis-Georges SOLER*

**Devant le jury :**

**M. Michel NAKHLA**, Professeur à **AgroParisTech** et l'**ENSMP** - **Président**  
**M. Vincent HOVELAQUE**, Professeur à l'**ENSRA** - **Rapporteur**  
**M. Jean Claude AUTREY**, Directeur du **MSIRI** et Secrétaire Général de l'**ISSCT** - **Rapporteur**  
**M. Bernard SIEGMUND**, Directeur du **CERF**- **Examineur**  
**M. Pierre Yves LE GAL**, Chercheur au **CIRAD** - **Examineur**  
**M. Louis- Georges SOLER**, Directeur de Recherche à **INRA**- **Directeur de thèse**



**A Janine et Roger COULONDRE,  
Qui m'ont, très tôt, donné le goût des études**



## REMERCIEMENTS

Cette thèse a été extrêmement riche de rencontres, d'échanges et de voyages. J'ai été accueillie dans différentes institutions : par le CIRAD bien sûr, dont je fais partie, mais aussi par la SASRI et l'INRA. J'ai pu vadrouiller sur plusieurs sites : à La Réunion qui a été ma « base », en Afrique du Sud via des missions régulières et finalement à Montpellier où le manuscrit a été écrit. La liste qui suit est donc loin d'être exhaustive et je remercie par avance ceux dont le nom n'apparaît pas dans cette page et qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre.

Je tiens d'abord à remercier mon Directeur de thèse, Louis George SOLER qui a su me donner, quand il le fallait, les clés pour conduire ce travail à son terme. Je tiens à lui exprimer toute ma reconnaissance pour son soutien, la confiance qu'il m'a accordée et la liberté qu'il m'a laissée dans l'orientation de ce travail.

Je remercie Vincent HOVELAQUE et Jean-Claude AUTREY de m'avoir fait l'honneur d'être les rapporteurs de cette thèse. Leurs remarques et commentaires m'ont permis de clarifier certains points de ce manuscrit et d'apporter de nouvelles perspectives à mon travail. Merci à Michel NAKHLA d'avoir accepté de présider mon jury. Le regard qu'il a porté sur mes travaux ne peut que m'encourager à être encore plus perspicace dans la suite de mes recherches.

Je tiens particulièrement à remercier à Bernard SIEGMUND, « mon chef » (du moins le premier), qui a su me laisser la liberté nécessaire pour initier mes travaux de thèse, tout en gardant un œil critique et avisé tout au long de son avancée. Merci pour son appui efficace

sur le terrain, pour sa disponibilité (sur son portable !), la confiance qu'il m'a accordée (il en fallait pour me laisser faire une thèse sur ce sujet !) et son inaltérable bonne humeur.

Je tiens ensuite à remercier Pierre Yves LEGAL, notamment pour m'avoir ouvert le terrain sud-africain. Nos oppositions et confrontations ont largement contribué à la richesse de notre travail commun.

Si la bienséance me l'avait permis, j'aurais commencé par remercier Sandrine AUZOUX. Aucun des outils et modèles présentés ici n'auraient vu le jour sans son appui, son professionnalisme et sa persévérance. Plus qu'une collègue, j'ai trouvé en elle une amie qui m'a aidée aussi bien dans le travail que dans la vie (ou, de façon plus pragmatique, en me fournissant régulièrement en kit et kat).

Un grand merci également à Philippe LETOURMY pour ses apports en statistique, et pour avoir suivi et appuyé le projet dès son lancement.

Mon passage en Afrique du Sud n'aurait pas été aussi agréable et fructueux sans la présence et la contribution de Peter LYNE et Eddie MEYER qui m'ont accueilli à la SASRI et ouvert la porte des champs (et des usines) sud-africaines. Qu'ils trouvent ici l'expression de toute ma gratitude.

Je tiens ensuite à remercier les professionnels des filières canne, à La Réunion et en Afrique du Sud, pour leur participation et leur engagement dans ces travaux. J'espère que ce manuscrit, malgré sa longueur rebutante et sa nature académique, saura les intéresser. Un merci particulier à Philippe RONDEAU (de l'usine du Gol), à Jean Yves GONTHIER (de l'usine de Bois Rouge), à Alan SIMPSON (de l'usine de Sezela), à Patrick PARIENTE et Bernard DERANCHIN (Comite de pilotage de la canne), François BRELLE (CTICS), Olivier PILOT (DAF), Adrian WYNNE (Canegrowers) et Dirk McELLIGOT (Sezela).

Quelques étudiants (ou ex-étudiants) ont contribué plus ou moins directement à faire avancer cette thèse. Merci Sabine LAURENT et Mathieu LOMBARD pour leur contribution au développement de Pempa et Magi, à Hugo PAPAICONOMOU, pour ses précieux apports sur les modes de paiement.

Je voudrais ensuite remercier toute « l'équipe canne » du CIRAD, petit monde très dynamique et porteur. Y travailler est enrichissant, productif et qui plus est, très agréable. Mes chaleureux remerciements à toute l'équipe, que ce soit à Montpellier ou à la Réunion.

Merci à Jean-François Martiné (notre modèle à tous !), Christophe Poser (et bon courage aussi !), Pierre Langellier (du bureau des doléances), Régis Goeble et Marinus Brouwers (notamment pour leur accueil en Afrique du Sud), Pascal Marnotte et Daniel Marion (qui auraient sans doute dû laisser leurs plantes à des mains plus vertes que les miennes..), Robert Domaingue, Denis Pouzet, Roland Pirot, Grégory Vignais, Aurélien Velle, Bernard Vercambre, Michel Jeannette, Emmanuel Hoarau et Dany Deurveilher.

Enfin, pour leur soutien de dernières minutes, merci à Pascal Clouvel et Pierre Martin, les as du power point, à Liliane De Cloedt pour les interminables mises en forme.

Bien sûr, merci à Dominique Héraud et Catherine Ango, pour tous ces petits services qui rendent la vie quotidienne au bureau plus facile et à Josie Carpanin et Nathalie Pivot pour les cafés, toujours animés et enjoués.

«Faire une thèse» est une échappée solitaire au milieu de compagnons et collègues de fortune (ou d'infortune). On ne se rend pas toujours compte à quel point ils peuvent être importants dans le travail et dans la vie, jusqu'au jour où nos chemins se séparent.

Sophie Caillez, Audrey Thong Chane et Valentine Lebourgeois ont été en première loge pour avoir tour à tour partagé « mon » bureau. A vous trois, merci pour les fous rires (souvent peu discrets), les carry et boucanés, les chocolats et confiseries illicites. Pardon aussi pour les surcharges pondérales. Un merci spécial à Valentine, parce qu'elle a tenu le plus longtemps, parce qu'elle est polonaise et normande (enfin, faut voir, ça dépend), et parce qu'elle m'a largement prouvé que l'on peut être blonde et intelligente.

Merci ensuite à Magali Girard, Céline Fabre, Audrey (encore !) et Sixtine Meignen, pour m'avoir aidé à gardé le cap tout en laissant totalement ouvert le champ des possibles...

Cela va de soi, je remercie évidemment ma famille pour son irremplaçable et inconditionnel soutien. Ils ont été présents pour écarter les doutes, soigner les blessures et partager les joies. Cette thèse est un peu la leur, aussi. S'ils ont le courage de la lire, j'espère qu'ils y verront un peu de rigueur, une petite dose d'idéalisme et d'exotisme, et une grande part d'intégrité. Un clin d'œil à ma mère, qui, ces dernières années, m'a appris à garder les pieds sur terre. Une mention spéciale à Clémence et Jean-Marie, qui ont toujours su, à leur manière, me rappeler que, bien sûr, l'essentiel n'est pas là...





*« La théorie, c'est quand on sait tout et que rien ne fonctionne. La pratique, c'est quand tout fonctionne et que personne ne sait pourquoi.*

*Ici, nous avons réuni théorie et pratique : Rien ne fonctionne... et personne ne sait pourquoi !»*

*Albert Einstein*



# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>17</b>
------------------------------------	-----------

## **CHAPITRE I :**

<b>CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE : LES DISPOSITIFS DE COORDINATION DANS LES RELATIONS CONTRACTUELLES AU SEIN DES FILIERES CANNE A SUCRE REUNIONNAISES ET SUD-AFRICAINES .....</b>	<b>29</b>
---	-----------

<b>Introduction.....</b>	<b>31</b>
--------------------------	-----------

### **I. Eléments généraux et enjeux liés à la production sucrière en Afrique du Sud et à l'île de La Réunion.. 33**

I.1. Un poids important dans l'économie locale.....	33
I.1.1. L'industrie sucrière sud-africaine.....	33
I.1.2. La filière réunionnaise.....	35
I.2. Une production impliquant un grand nombre d'acteurs.....	36
I.2.1 Les planteurs.....	36
I.2.2 Les industriels.....	37
I.2.3 Les instances interprofessionnelles.....	38
I.2.4 L'Etat.....	38
I.3. Des filières en mutation, à la recherche de gains de productivité.....	38
I.3.1 Difficultés rencontrées par les filières.....	39
I.3.2 Les actions de relance.....	40

### **II. Relations contractuelles au sein des filières : dépendance et interdépendance des fournisseurs ..... 41**

II.1. Dépendance entre productivité industrielle et performance agricole.....	41
II.1.1 La production de sucre dépend de la qualité de la matière première.....	41
II.1.2 Le fonctionnement optimal de l'usine dépend de la régularité des livraisons.....	42
II.2. Incertitudes et spécificité des transactions.....	42
II.2.1 Incertitudes inhérentes aux filières agro-alimentaires.....	43
II.2.2 Spécificité des transactions.....	44
II.3. Des transactions marquées par de fortes asymétries d'informations.....	45
II.3.1 Aléa moral et opportunisme des agents.....	45
II.3.2 Information cachée et sélection adverse.....	46
II.4 La double dimension horizontale et verticale, individuelle et collective des transactions fournisseurs – industriel.....	46

### **III. Les dispositifs de coordination entre les acteurs de la filière ..... 48**

III.1. Le cadre institutionnel.....	48
III.1.1 Le CPCS et la SASA.....	48
III.1.2. Les commissions mixtes d'usine.....	49
III.2 Organisation de l'approvisionnement des sucreries de canne.....	49
III.2.1 Structuration du bassin et acheminement des livraisons.....	50
III.2.2 Planification des livraisons.....	51
III.2.3. Gestion des aléas.....	52
III.2.4 Prévision de récolte et suivi du plan.....	54
III.3. Les dispositifs d'incitation et de paiement des planteurs.....	56
III.3.1 Un système de paiement incitant une production de qualité.....	56
III.3.2 Les formules de paiement utilisées.....	58
III.3.3 Le Partage de la valeur entre planteur et industriel.....	60
III.3.4 A La Réunion, un revenu planteur dépendant des aides de l'Etat.....	61

<b>IV. Des dispositifs source d'inefficacités .....</b>	<b>62</b>
IV.1 Des problèmes liés à l'établissement et au suivi des plans de livraison .....	62
IV.2 Des problèmes liés aux formules de paiement .....	63
IV.3 Des frictions sur le partage de la valeur entre planteurs et industriels .....	64
IV.3.1 Des conflits sur le partage de la valeur issue des produits commercialisables .....	64
IV.3.2 Des stratégies communes de croissance freinées par les modalités de partage de la valeur .....	66
IV.4 Les modes de paiement de la canne aux planteurs rendent difficiles le regroupement des planteurs .....	66
IV.4.1 Le regroupement des planteurs permettrait des gains d'efficacité .....	66
IV.4.2 Des regroupements difficiles compte tenu des modalités de paiement .....	68
<b>Conclusion .....</b>	<b>69</b>

## CHAPITRE II :

### **MODES D'ORGANISATION DES APPROVISIONNEMENTS ET SYSTEME DE PAIEMENT : DE L'APPROCHE THEORIQUE A L'ANALYSE DES DISPOSITIFS EN PLACE .....**

**71**

#### **Introduction.....**

**73**

#### **I. Définitions .....**

**75**

I.1. Supply chain, approvisionnements, planification.....	75
I.1.1 Concepts de « filière », « supply chain » et « chaîne d'approvisionnement ».....	75
I.1.2 Modes de coordination au sein de la <i>supply chain</i> .....	76
I.1.3 Organisation et planification des approvisionnements .....	78
I.2. Incitation, rémunération et paiement.....	79
I.2.1. La rémunération, un mécanisme incitatif. ....	79
I.2.2 Relation formelle entre rémunération et incitation – définition de la notion « d'effort ».....	80
I.2.3 Le système de rémunération des fournisseurs : un système de paiement de la matière première et un ensemble de procédures.....	81
I.3. Performance et évaluation des dispositifs .....	83
I.3.1. Performance de la chaîne et efficacité des dispositifs de paiement et d'organisation des approvisionnements .....	83
I.3.2. Evaluation de la performance et objectifs de la filière .....	84

#### **II. Voies d'amélioration de la performance de la chaîne et de l'efficacité des systèmes de paiement et des modes d'organisation des approvisionnements .....**

**85**

II.1. Les préconisations du <i>supply chain management</i> : l'optimisation de la création de valeur via l'optimisation des processus et des relations.....	85
II.1.1 Le <i>supply chain management</i> : un modèle de gestion alternatif à la firme intégrée .....	85
II.1.2 Une grande diversité d'approches, de méthodes et d'outils pour améliorer la performance d'une chaîne d'approvisionnement .....	86
II.1.3. Le paiement et les incitations vus sous l'angle des <i>supply chain</i> .....	87
II.1.4. Conclusion .....	89
II.2 De l'incitation individuelle à l'incitation collective.....	90
II.2.1 Le paiement individuel à la productivité marginale : un optimum ?.....	90
II.2.2. Le paiement en fonction de l'output collectif pose le problème du <i>free riding</i> .....	92
II.2.3 Inciter l'individu au sein d'un groupe.....	93
II.2.4. Efficacité et limites des dispositifs incitatifs : récapitulatif .....	97
II.3. Mettre en cohérence les démarches d'incitations et de coordination technique .....	100
II.3.1 Des exemples dans l'entreprise.....	100
II.3.2 Cas des relations interentreprises .....	101

#### **III. Analyse comparée des systèmes de paiement et des modes d'organisation des approvisionnements dans les principaux pays sucriers. ....**

**105**

III. 1 Les différentes structures de la chaîne d'approvisionnement .....	105
III. 2. Une organisation des approvisionnements très semblables entre pays.....	106

III.2.1 Une gestion optimisée pour les complexes sucriers .....	107
III.2.2 Des quotas uniformes dans les pays où planteurs et industriels sont indépendants .....	107
III.3. Une grande diversité de systèmes de paiement de la canne aux planteurs .....	108
III.3.1. Le partage de la valeur entre planteurs et industriels .....	108
III.3.2 Du paiement à la tonne au paiement à la qualité.....	110
III.3.3 Les paiements à la qualité.....	111
III.3.4 Efficacité des systèmes de paiement .....	113
III. 4. Cohérence entre modes d'organisation des approvisionnements et systèmes de paiement à la qualité	115
III. 4.1 Efficacité des dispositifs.....	115
III.4.2 Les freins à l'implémentation de nouveaux dispositifs d'incitation ou de paiement.....	118
<b>Conclusion .....</b>	<b>120</b>

## CHAPITRE III

### METHODES ET DEMARCHES D'INTERVENTION ..... 123

#### Introduction..... 125

#### I. Modélisation et intervention dans les organisations ..... 127

I.1. Principes de base.....	127
I.1.1 Principes communs aux démarches d'intervention.....	127
I.1.2 Place du « terrain » dans la démarche.....	128
I.2 Place de la modélisation et des outils de gestion dans l'intervention.....	129
I.2.1 Modélisation et apprentissage .....	129
I.2.2 Modélisation et intervention.....	132
I.3 Application des démarches d'intervention utilisées dans l'entreprise au cas de filières .....	133
I.3.1 La « planification interactive », identifier les interfaces critiques .....	133
I.3.2 Mise en évidence de stratégie collective et d'objectif collectif de croissance. Cas de la filière Champagne .....	135
I.3.3 La question des incitations dans ces interventions.....	136

#### II. Stratégie, mise en place et déroulement de l'intervention à La Réunion et en Afrique du sud..... 138

II.1. Objectifs et stratégie de l'intervention.....	138
II.1.1 Stratégie de l'intervention .....	138
II.1.2 La demande des partenaires .....	141
II.2. Déroulement de l'intervention .....	142
II.2.1 Historique de l'intervention : de l'organisation aux incitations.....	142
II.2.2 Intérêt de l'ouverture à de nouveaux sites .....	144
II.3 Dispositifs de suivi et de pilotage .....	145
II.3.1 Les comités de pilotage et de suivi .....	145
II.3.2 Des enquêtes de terrain.....	147
II.3.3 Suivi scientifique .....	148

#### III. Les supports de l'intervention : Modèles et outils développés..... 149

III.1 Modélisation des approvisionnements.....	150
III.1.1 Le modèle conceptuel .....	150
III.1.2 Un outil de simulation : MAGI .....	152
III.2. Analyser le partage de la valeur au sein de la chaîne fournisseurs-industriels .....	154
III.2.1 Le modèle de paiement .....	154
III.2.2. Couplage du modèle d'approvisionnement et de paiement .....	157
III.2.3 Le logiciel PEMPA .....	159
III.3 Applications potentielles et limites des outils .....	161
III.3.1 Applications potentielles des modèles.....	161
III.3.2 Limites des outils .....	163

#### Conclusion : Originalités de la démarche ..... 165

## CHAPITRE IV

### EVALUATION ET CONCEPTION DE NOUVEAUX MODES DE PAIEMENT ET DE PLANIFICATION..... 169

#### Introduction..... 171

#### I. Conception et évaluation de modes de planification et de modes de paiement valorisant la qualité..... 173

I.1. Préalable à l'évaluation.....	173
I.1.1. Définir un système de référence.....	173
I.1.2 Hypothèses sur les coûts.....	175
I.1.3 Des évaluations dépendantes de la disponibilité des données.....	176
I.2. Analyse de la cohérence des dispositifs et évaluation des inefficacités – Cas du paiement absolu et de la planification uniforme.....	178
I.2.1. Identifier les pertes liées à l'opportunisme des agents.....	178
I.2.2. Evaluation des inefficacités générées.....	179
I.3. Définition de nouvelles cibles de croissance : des modes de planification raisonnés collectivement et valorisant la qualité.....	181
I.3.1. Favoriser les regroupements et réduire la durée de campagne.....	181
I.3.2 Valoriser l'hétérogénéité du bassin.....	183
I.4 Répartir les gains ?.....	186
I.4.1. Le partage de la valeur rend impossible l'implémentation de nouvelles solutions Cas du paiement absolu.....	186
I.4.2. Le paiement relatif : une solution adaptée pour une planification raisonnée collectivement ?.....	188

#### II. Analyse des conditions de création et de répartition de la valeur pour de nouveaux dispositifs ..... 190

II. 1 Modélisation simplifiée de nouveaux modes de paiement et d'organisation.....	190
II.1.1. Les principes du modèle.....	190
II.1.2 Modélisation d'une stratégie de groupe.....	192
II.2. Evaluation de l'efficacité des dispositifs en fonction du nombre de groupes et de la précision du découpage.....	195
II.2.1. Effet de k (nombre de groupes) et de y (% quota basculé) sur la production totale.....	195
II.2.2 Nombre de groupes et efficacité des dispositifs de paiement.....	197
II.2.3 Schéma récapitulatif.....	199
II.3 Evaluation de solutions intermédiaires.....	200
II.3.1 Transferts de valeur planteurs-industriel.....	200
II.3.2 Répartition de la valeur pour des schémas de livraison tels que $y = 1$ .....	202
II.3.3 Répartition de la valeur en fonction du nombre de groupe pour des basculements de quotas.....	202
II.3.4 Schéma récapitulatif.....	206
II.4 Du groupe à l'individu.....	207
II.4.1 Répartition de la valeur au sein du groupe.....	207
II.4.2. Poids de l'incitation collective par rapport à l'incitation individuelle.....	208

#### III. Limites de l'analyse et de la modélisation. .... 211

III. 1. Sensibilité des résultats à l'hétérogénéité de qualité sur le bassin.....	211
III.1.1 Conditions sur les courbes de qualité.....	211
III.1.2 Effet de l'hétérogénéité sur la répartition de valeur et la production de sucre.....	212
III. 2. Quelle référence pour comparer les individus et constituer des groupes?.....	212
III.2.1 La question de la référence.....	212
III.2.2 Définir un « potentiel de qualité » agronomique ?.....	214
III. 3 Choix des dispositifs de paiement et de planification.....	215
III.3.1 Une décision politique... ..	215
III.3.2 ... intégrant des éléments contextuels.....	216

#### Conclusion ..... 217

## CHAPITRE V

### APPORTS ET LIMITES DES CONCEPTS ET DEMARCHES UTILISES..... 219

#### Introduction..... 221

#### I. Apports et limites de l'intervention dans les filières ..... 222

##### I.1 Résultats locaux de l'intervention ..... 222

###### 1.1.1 Des évolutions plus que des mutations..... 222

###### 1.1.2 Intérêt des partenaires pour poursuivre la démarche ..... 223

##### I.2. Des préconisations à l'implémentation : difficultés rencontrées..... 224

###### I.2.1 Quelles marges de manœuvre pour s'adapter aux changements ? ..... 225

###### I.2.2 Le problème de la délimitation du système d'acteurs. .... 226

###### I.2.3 Difficulté de quantifier les coûts/gains spécifiques individuels liés au changement ..... 227

###### I.2.4 La nécessité d'une instance représentative..... 228

##### I.3. Retour sur le processus d'intervention ..... 229

###### I.3.1 Un processus d'évolution par phases entre terrain et théories intermédiaires ..... 229

###### I.3.2 Des outils et une méthode pour une approche intégrée de la coordination au sein de la chaîne d'approvisionnement ..... 230

#### II. L'émergence de questionnements nouveaux..... 232

##### II. 1 Pour l'économie et le supply chain..... 232

###### II.1.1 Couplage des modèles de gestion de production et des modèles logistiques ..... 232

###### II.2.1 Intégrer une analyse des coûts..... 234

##### II.2. Pour de nouveaux champs disciplinaires ..... 235

###### II.2.1 Modélisation de la qualité ..... 235

###### II.2.2 Incitations à la qualité et pratiques agricoles ..... 237

##### II.3. Perspectives pour d'autres filières et d'autres terrains..... 237

###### II.3.1 Pour une filière canne multi-usage ou dédiée à d'autres débouchés ..... 237

###### II.3.2 Pour d'autres filières agro-alimentaires ..... 238

#### Conclusion ..... 241

### CONCLUSION GENERALE..... 243

### BIBLIOGRAPHIE ..... 253

### ANNEXES ..... 265

#### Annexe I : La qualité des cannes : définition et facteurs de variabilité ..... 267

#### Annexe II: Le dispositif d'aides et de soutien à la filière canne à sucre mis en place en 2006, suite aux accords de l'OCM sucre ..... 271

#### Annexe III :Modes de paiement de la canne dans quelques industries sélectionnées : Tableau récapitulatif. .... 275

#### Annexe IV : Le logiciel MAGI ..... 277

#### Annexe V : Le logiciel PEMPA..... 289

#### Annexe VI : Scénarios d'approvisionnement valorisant les différentiels de qualité. Etude des cas Réunionnais et sud africain..... 299



## Liste des figures

Figure 1 : Localisation des industries sucrières sud-africaines .....	34
Figure 2 : Localisation des industries sucrières réunionnaises .....	35
Figure 3 : Atomicité de la production de canne à la Réunion .....	37
Figure 4: Hausse des coûts de production à la Réunion .....	39
Figure 5 : Acheminement des cannes à l'usine .....	50
Figure 6 : Arbitrage entre durée de campagne et la courbe de richesse .....	52
Figure 7 : Prise de marge de manœuvre au moment de la planification .....	54
Figure 8 : Schéma de fonctionnement du paiement relatif .....	59
Figure 9 : Flux le long de la chaîne d'approvisionnement (schéma inspiré de Tsay , 99) .....	76
Figure 10 : Les quatre modes de coordination d'une chaîne d'approvisionnement (inspiré de Simatupang, 2002).....	78
Figure 11 : Représentation globale d'un système de rémunération des fournisseurs .....	83
Figure 12 : Cas du passager clandestin (Alchian et Demetz, 1972).....	92
Figure 13 : Principe du Tournoi -Modèle de Lazear et Rosen 1981 .....	95
Figure 14 : Paiement à l'output relatif- Modèle d'Holmstrom, 1982.....	96
Figure 15 : Schéma récapitulatif des principales formes de rémunération et d'incitations répertoriées dans les théories des contrats et les théories des incitations.....	98
Figure 16 : Systèmes de paiements existants sur les filières canne au regard des formes de rémunération répertoriées dans la théorie des contrats. ....	114
Figure 17: Croisement entre dispositifs de planification et d'incitations dans les filières canne .....	117
Figure 18 : Une recherche parcourant différents niveaux théoriques (inspirée de David, 2002).....	128
Figure 19 : Structure du bassin d'approvisionnement.....	151
Figure 20 : Structure globale du modèle de simulation .....	152
Figure 21 : Structure du module de paiement .....	155
Figure 22 : Fonctionnement du modèle de paiement .....	156
Figure 23 : Evolution de la structure du bassin.....	158
Figure 24 : Couplage des modèles de paiement et d'approvisionnement (PEMPA) .....	159
Figure 25 : Ecran d'accueil de PEMPA.....	160
Figure 26 : Scénario de référence choisi pour la Réunion .....	174
Figure 27 : Effet sur le revenu planteur d'un passage du paiement absolu au paiement relatif – Identification des planteurs « opportunistes » .....	179
Figure 28 : Quantification des pertes de production de sucre liée à l'opportunisme des agents .....	180
Figure 29 : Effet du resserrement de la durée de campagne et de son calage autour du pic de richesse, exemple de l'usine du Gol-2004 .....	182
Figure 30 : Définition de groupes homogènes de qualité .....	184
Figure 31 : Valorisation des différentiels de qualité à l'échelle du bassin d'approvisionnement -cas de La Réunion.....	185
Figure 32 : Répartition de la valeur créée à l'échelle de la filière entre les différentes unités de production - cas de scénarios d'apport différenciés avec un paiement absolu – Le Gol.....	187
Figure 33 : Répartition de la valeur créée à l'échelle de la filière – Le Gol- Scénario 1 .....	188
Figure 34 : Effet du pourcentage des quotas basculés sur la production totale- usine du Gol.....	196
Figure 35 : Gains en production de sucre en fonction de la précision du découpage.....	197
Figure 36 : Evolution de la composante individuelle et collective du mode de paiement en fonction du nombre de groupe .....	199
Figure 37 : Répartition de la valeur pour 3 modes de paiement différents, pour une planification uniforme –Cas du Gol. ....	201
Figure 38 : Cas de l'usine de Sezela. Effet d'une planification différenciée et de 3 modes de paiement sur le bassin de Sezela. données 2004 .....	203
Figure 39 : Répartition de valeur pour 3 modes de paiement et 3 modes d'approvisionnements à la Réunion.....	205
Figure 40 : Transfert de valeur en fonction de différents modes de paiement .....	206
Figure 41 : Répartition de valeur pour différents modes de paiement.....	207
Figure 42 : Part de la composante collective et de la composante individuelle dans le revenu planteur- cas sud africain.....	209

# INTRODUCTION GENERALE

## Contexte et objectif général

Comme dans de nombreux autres secteurs industriels, la maîtrise des relations inter-entreprises constitue un enjeu stratégique majeur pour les filières agroalimentaires. **Les modalités de coordination tout au long des chaînes de production - transformation des produits constituent, en effet, un potentiel de création de valeur pour chacune des entreprises et un des principaux lieux où se joue la rentabilité de la filière.** L'optimisation des capacités de production, la rationalisation et la réduction des coûts de production et d'acheminements, la mise en place de stratégies de relèvement de la qualité des produits sont autant de moyens d'améliorer la productivité des entreprises.

***Pour améliorer les modalités de coordination inter-entreprises, deux types d'action sont classiquement envisagés :***

- ***Une première voie consiste à améliorer la gestion opérationnelle et la coordination « technique »*** entre les différentes entreprises. C'est la voie d'intervention qui s'appuie sur les concepts et méthodes développés en « *supply chain management* » (ou, en français, « gestion des chaînes d'approvisionnements »). Les recherches conduites dans ce domaine ont en effet montré que certains gains pouvaient être associés à une coordination accrue des relations inter-entreprises dans les filières (voir par exemple Schary et Skjott Larsen, 1995, Spekman et al, 1998, Folkerts et Koehorst, 1997, Grimsdell, 1996). La

recherche d'une meilleure productivité industrielle passe par la réduction des temps de production, la flexibilité face aux aléas, la maîtrise des coûts, l'amélioration de la qualité. L'enjeu majeur est l'amélioration de la planification industrielle, visant à réduire les stocks et les délais de livraison, tout en assurant une bonne réactivité face aux aléas d'offre et demande (voir par exemple Nakhla, 2006, Blatherwick, 1998). On assiste ainsi à la mise en place de nouvelles modalités de gestion des flux de produits et d'information entre l'amont et l'aval des filières, qui se traduisent par la réorganisation des structures logistiques (transport, plates-formes) et de nouvelles politiques de commande, associant la mise en place de systèmes d'information inter-entreprises à de nouvelles formes de relations contractuelles (Rademakers et McKnight, 1998).

- ***Une deuxième voie d'intervention consiste à agir sur les incitations et les modes de paiement*** de façon à atteindre un objectif global de filière, tout en faisant coïncider cet objectif et les intérêts de chacun. L'incitation à la performance et l'évaluation des efforts collectifs, par l'introduction d'indicateur de performances, s'inscrit dans ce cadre (Cachon et Fisher, 2000 ; Cachon et Larivière, 2001). Le problème posé est celui de l'atteinte de performances quantifiées, dans un contexte où les activités sont confrontées à de multiples incertitudes et à la concurrence.

***Ces deux voies d'intervention sont le plus souvent envisagées de manière séparée. L'intérêt de mettre en relation ces deux domaines de préoccupations, tant pour des raisons empiriques que théoriques, a néanmoins déjà été souligné dans quelques travaux.***

Après avoir approfondi des problématiques techniques (réforme des systèmes de gestion de production, refonte des processus de conception), des recherches en gestion font ressortir d'importantes préoccupations pour les problèmes d'incitations des acteurs et pour les formes de contractualisation engagées, ce notamment par rapport à de fortes contraintes d'apprentissage collectif (Midler, 1993). Les difficultés associées à l'émergence du co-développement dans l'industrie automobile en fournissent un exemple. En effet, le co-développement, ou « partenariat de conception », (partenariat client-fournisseur basé sur la conception de nouveaux produits), se caractérise par la sélection précoce des fournisseurs, un élargissement du périmètre d'activité de ces derniers (impliqués dans le processus de conception), une responsabilisation sur le résultat global, et une relation de long terme entre client et fournisseurs. Ce mode de coopération nécessite une forte intégration des logiques incitatives et techniques : la charge de la conception se déplace du constructeur au fournisseur. Cette production « immatérielle » n'est généralement pas rémunérée, le

fournisseur étant rémunéré sur les lots vendus. La valorisation et le partage des bénéfices associés à l'innovation restent un des freins au développement de ce type de partenariat (Garel, Kessler et Midler, 1997). Dans le cas de ce type de stratégie de collaboration, la mise en cohérence des logiques incitatives et techniques est étroitement liée à la question du partage des bénéfices générés par la collaboration. D'un point de vue opérationnel, aborder les approches techniques et incitatives indépendamment peut rendre inopérante la mise en œuvre effective des systèmes et des améliorations techniques proposées.

Parallèlement, après avoir produit un grand nombre de recherche sur les contrats, des économistes (Milgrom et Roberts, 1992) mettent l'accent sur la nécessité d'intégrer des contraintes techniques (*design attributes*) et de définir un plan d'action réalisable avant d'élaborer des schémas d'incitations efficaces pour piloter une activité. En effet, si les limites du marché comme système de coordination (Williamson, 1994) ou le rôle des managers ont été explicités depuis longtemps, une question demeure : comment élaborer des schémas de coordination et d'incitation cohérents et intégrant les particularités humaines, techniques et organisationnelles des firmes ? Passés les raffinements des modes de contractualisation (modèles principal/agent), l'analyse approfondie des règles et des dispositifs de coordination (Favereau, 1995, Brousseau, 2002) ou d'apprentissage (Argyris, 1978), ***il existe peu de passerelles entre ces deux approches, tant d'un point de vue pratique que théorique***, d'autant plus lorsqu'il s'agit d'aborder les problèmes d'incitations et de coordination en intégrant des éléments contextuels.

***Dans le cas des chaînes d'approvisionnement***, la majorité des travaux montrent que les approches techniques et incitatives sont envisagées de manière séparée. Traditionnellement, les recherches se focalisent sur la gestion des opérations le long de la chaîne, via la maîtrise des approvisionnements de matière première à l'usine, par des améliorations logistiques ou le développement de stratégies globales de croissance. D'autres études s'intéressent aux modes de fixation du prix d'achat de la matière première, via des prix de gros, des soldes, des rabais (voir par exemple Tirole 1995) ou des contrats intégrant le partage des recettes (Cachon et Larivière, 2005). Plus récemment, l'accent a été mis sur le rôle de la coopération et du partage d'information entre les différents maillons de la chaîne (voir par exemple Chen 2004, ou Zhou 2007). Simatupang (2002) montre que gestion technique, incitation et partage de l'information sont trois composantes essentielles de la coordination au sein de la chaîne d'approvisionnement. Il met en évidence le rôle et les interrelations entre chacune de ces composantes et montre que ces composantes sont souvent traitées l'une après l'autre, la gestion technique étant le premier élément pris en compte. Il souligne enfin que ***la cohérence entre gestion opérationnelle et dimension incitative est nécessaire pour éviter de générer des inefficiences au sein de la chaîne***.

Au delà de la question liée à la cohérence entre incitation et gestion technique, se pose également le problème du partage du surplus et des gains générés par l'amélioration de la coordination technique. En effet, en plus de leur rôle purement incitatif au niveau individuel et collectif, les modes de paiement sont un mode de partage de la valeur créée par la coordination technique entre les maillons au sein de la chaîne. D'un point de vue opérationnel, plusieurs travaux font apparaître la nécessité de définir des modalités de partage de la valeur créée par l'amélioration de la coordination technique. Comme le souligne Tsay (1999) dans sa revue des contrats, « *si la littérature dans le domaine du supply chain offre de nombreux moyens d'améliorer la coordination et l'efficacité de la chaîne, peu de travaux traitent des questions d'incitations et de partage de la valeur au sein de la chaîne, question qui devient pertinente dès lors que l'on traite de la réelle implémentation des systèmes proposés. Si les différents partis se sentent menacés ou si les incitations ne sont pas appropriées l'implémentation des contrats ne peut être effective. Un des problèmes pratiques est la manière dont les bénéfices liés à la coordination peuvent être divisés entre les différents acteurs* ». **La question du partage de la valeur créée par la coordination technique est souvent incontournable pour permettre la mise en oeuvre effective des améliorations techniques proposées.** Toutefois, peu d'études s'intéressent aux modalités de partage du surplus de profit lié à la coordination. Cette décision reste souvent le fruit de négociations entre les partis.

## **Les cas empiriques étudiés**

**Ces questions de partage des bénéfices liés à la coordination technique et de cohérence des logiques techniques et incitatives se posent particulièrement dans certaines filières du secteur agro-alimentaire, dont les filières canne à sucre.** En effet, dans ces filières comme dans beaucoup d'industries de process, la transformation de la matière première exige une alimentation continue. Les flux de produits doivent donc être calés de manière à saturer la capacité de transformation de l'usine, sous peine (i) de ruptures de charge, sources de coûts, (ii) ou de surstocks pouvant se traduire par des pertes quand les produits en question sont périssables. En outre, dans le cas de matières premières agricoles non stockables et périssables, la durée de fonctionnement des usines est étroitement liée aux périodes de récolte, à la maturité de la matière première variable sur un même bassin de production. Par ailleurs, la qualité et le rendement du produit final sont étroitement liés aux caractéristiques de la matière première. Pour maîtriser les incertitudes et les risques techniques que celles-ci font peser sur l'activité de transformation, l'industriel est dans l'obligation de planifier soigneusement ses approvisionnements en s'articulant

davantage avec ses fournisseurs et en prévoyant une forme de coordination plus complexe que la simple transaction commerciale d'achat/vente. Ainsi, industriels et fournisseurs sont très dépendants l'un de l'autre.

De plus, dans les filières où les fournisseurs sont payés en fonction de la qualité des produits et des résultats des ventes de la production finale, les fournisseurs sont interdépendants entre eux. Dans la mesure où la qualité du produit final dépend de la qualité de chacun des lots apportés par les fournisseurs, le paiement des uns est sensible au résultat du travail des autres. La qualité des relations transversales entre fournisseurs influe sur le résultat global mais aussi sur les résultats individuels des autres fournisseurs. Les modalités de partage du profit issu de la coordination, entre les différents acteurs de la filière, que ce soit entre industriels et fournisseurs ou entre fournisseurs eux-mêmes, deviennent alors des questions incontournables.

***Durant cette thèse, nous nous sommes plus particulièrement intéressés aux schémas d'approvisionnement et aux modes de paiement entre producteurs agricoles et industries de première transformation, dans le secteur sucrier, pour deux filières canne à sucre, à la Réunion et en Afrique du Sud. Dans le cas de ces filières, des gains de valeur peuvent être générés par une amélioration de la logistique ou de l'organisation des apports au sein de la chaîne. Toutefois, plusieurs études montrent que la mise en œuvre de ces solutions se heurte souvent aux modalités de paiement de la matière première et à la question du partage de la valeur créée (Higgins, 2003 ; Gaucher, 2002).***

Partant de l'analyse de la filière canne à sucre, nous proposons une démarche pour mettre en cohérence les questions de gestion opérationnelle et d'incitations au sein d'une filière et aborder les questions liées au partage du surplus de profit résultant d'une amélioration de la coordination technique.

***Les travaux reposent sur l'hypothèse que la mise en cohérence entre les approches « techniques » et « incitative » est nécessaire pour éviter de générer des inefficiences au sein de la filière et pour permettre l'implémentation de nouvelles solutions techniques.*** Plus précisément, l'objectif est d'étudier comment l'organisation des approvisionnements et les systèmes de paiement des producteurs agricoles influent d'une part, sur la production globale de la chaîne de production et d'autre part, sur l'implémentation des systèmes proposés.

Afin d'examiner ces questions, nous avons mis en place, en partenariat avec les acteurs des filières canne à la Réunion et en Afrique du Sud, une démarche et un dispositif d'intervention et des outils d'aide à la décision spécifiques. Ce travail, effectué à la demande du CIRAD et des partenaires locaux (DAF, Industriels, interprofession), répond à la nécessité d'une amélioration de l'efficacité de ces filières en matière d'organisation et de gestion des flux de produits. Il a été mené sur 3 usines, les usines du Gol et de Bois Rouge à la Réunion et l'usine du Sezela en Afrique du Sud.

## **Présentation du plan du mémoire**

La thèse se structure en cinq chapitres. Dans la mesure où les questions théoriques que nous avons développées émanent de problèmes opérationnels, nous présentons dans un premier temps les cas empiriques pour lesquels et sur lesquels nous avons conduits nos recherches. Dans un second temps, nous dressons une revue de littérature plus théorique afin de repositionner les problèmes opérationnels par rapport à des champs de recherche plus théoriques. Le chapitre III présente la méthode et les outils mis en œuvre dans le cadre de cette thèse, méthode qui relève de la recherche-intervention et de la recherche opérationnelle. Le chapitre IV est consacré à la présentation des résultats. Le dernier chapitre s'attache aux limites et perspectives apportées par l'intervention.

Le plan de thèse choisi vise à refléter la chronologie et les étapes d'une démarche d'intervention telle que décrite par David (2001). Au fil des cinq chapitres, nous parcourons, interrogeons et alimentons différents niveaux théoriques, que ce soit du matériel empirique ou des théories intermédiaires et générales. Nous noterons que notre thèse s'inscrit dans un processus d'intervention antérieur au démarrage des travaux présentés ici. Les questions de recherche soulevées sont aussi le fruit de problèmes opérationnels rencontrés dans le cadre d'une intervention antérieure.

Dans les paragraphes qui suivent nous présentons les cinq chapitres de la thèse, en même temps que la problématique de terrain et les méthodes utilisées. Nous insistons en particulier sur les cadres théoriques mobilisés pour y répondre.

## **Chapitre I. Contexte et problématique : les dispositifs de coordination et d'incitations dans les relations contractuelles au sein des filières cannes réunionnaises et sud-africaines.**

**Dans le premier chapitre de la thèse, nous présentons les deux situations empiriques sur lesquelles nous avons basé nos travaux, afin de faire ressortir certains des problèmes soulevés par la gestion des approvisionnements et les modalités de paiement de la matière première.**

Les filières sucrières sud-africaines et réunionnaises sont en pleine mutation. En Afrique du Sud, la dérégulation de ses exportations, une monnaie forte, des politiques de développement social augmentant les coûts de production, la baisse de la main d'œuvre disponible décimée par le SIDA, remettent en question la rentabilité d'une filière autrefois florissante. A la Réunion, la surface agricole utile cannière diminue régulièrement et les industriels ont atteints le seuil de rentabilité des usines : une baisse des apports en canne à l'usine (liée à une baisse de productivité ou à une baisse des surfaces cultivées) pourrait entraîner une fermeture des usines. Pour assurer leur survie, ces filières doivent faire preuve de réactivité et d'efficacité. Si le discours des différents opérateurs des filières met en avant la nécessité pour les planteurs et les industriels de travailler de concert, en pratique, de nombreux conflits rendent difficile l'émergence d'une stratégie commune.

Après avoir présenté les filières étudiées, nous analysons les relations contractuelles dans ces filières à partir d'un référentiel théorique (Brousseau, 2002) qui met en avant les concepts d'incertitude, d'opportunisme, de spécificité des actifs et de coûts de transaction. Cette analyse nous permet de mettre en évidence certaines spécificités des filières canne, notamment la forte dépendance entre fournisseurs et transformateurs.

Nous décrivons et analysons ensuite les dispositifs de coordination utilisés par les acteurs au sein de ces filières. L'accent est mis sur les dispositifs visant à organiser les approvisionnements et les systèmes de paiement utilisés pour rémunérer les planteurs.

Enfin, nous montrons en quoi les questions d'approvisionnement et de paiement sont sources de conflits entre planteurs et industriels. Nous verrons que la mise en adéquation de l'offre agricole et de la demande industrielle peut soulever des difficultés et générer des inefficiences au sein de la filière, liées à la maturité de la matière première, à la structure de la fonction d'approvisionnement et au mode de fixation du prix.



## **Chapitre II. Modes d'organisation des approvisionnements et système de paiement : De l'approche théorique à l'analyse des dispositifs en place.**

Si des outils, des méthodes ou des indicateurs existent pour évaluer les effets d'un système d'incitation ou d'un mode de gestion opérationnelle, on se rend compte qu'ils deviennent difficilement opérants dès lors que l'on veut évaluer le fonctionnement ou la performance de l'ensemble du système. **Le deuxième chapitre a trait à la définition et l'évaluation de la « cohérence » entre des démarches incitatives et des démarches de gestion opérationnelle utilisées au sein des filières.** D'un point de vue théorique, peut-on évaluer l'« adéquation » entre des modes de gestion des approvisionnements et des modes d'incitations ?

Dans une première partie, nous définissons les notions d'« organisation des approvisionnements » et de « systèmes de paiement ». Nous repositionnons notamment ces notions dans le cadre des recherches en *supply chain*, qui d'un point de vue appliqué sont les plus à même d'apporter des réponses à notre problématique de terrain. Nous définissons ensuite ce que l'on entend par « performance » des modes d'approvisionnement et « efficacité » des modes d'incitations, au regard des objectifs des relations fournisseurs – transformateurs au sein de la chaîne d'approvisionnement, et des intérêts de chacun.

Dans une seconde partie, nous voyons comment, dans la littérature, l'efficacité de ces dispositifs est évaluée et comment elle peut être améliorée. Cette partie fait appel à deux champs théoriques et disciplinaires différents. La question des approvisionnements ou de la gestion opérationnelle fait appel aux travaux relevant du *supply chain management*. La notion de dispositifs incitatifs fait, elle, appel aux théories des incitations. Nous ne détaillons pas ici chacun de ces champs disciplinaires, mais nous nous intéresserons plus particulièrement aux liens entre ces champs disciplinaires et aux « ponts » entre les différents niveaux théoriques utilisés.

Enfin, une évaluation de la performance des systèmes de paiement et des modes d'approvisionnement dans les 15 pays producteurs est réalisée. Cette étude empirique se base sur une étude bibliographique, des documents contractuels provenant des usines, des entretiens. Plus spécifiquement, pour la Réunion et l'Afrique du Sud, des entretiens avec

des personnes ressources ont permis de mieux comprendre l'historique des modes d'organisation, les avantages et désavantages des systèmes actuels existants.

Une synthèse permet de fournir une première évaluation de l'efficacité des modes d'approvisionnement et de paiement pour les filières de ces pays sucriers puis de discuter la « cohérence » entre ces deux dispositifs. Nous verrons que les modes de paiement existants dans les filières canne sont le fruit de négociations et de construction par étapes mais ils ont toujours été définis postérieurement aux modes de gestion opérationnelle. Ils visent à partager, entre planteurs et industriels, les recettes issues de la vente du sucre et des co-produits. Ils sont souvent conçus de manière à créer des incitations en termes d'investissements industriels ou d'amélioration de la qualité des cannes au champ mais ne sont pas nécessairement adaptés à des modes de gestion collectifs de la planification.

### **Chapitre III. Méthodes d'intervention et aide à la décision dans les filières**

Les analyses réalisées sur les modes d'approvisionnements et d'incitations fournissent des résultats qui permettent d'interpréter des sources d'inefficacité de gestion ou des difficultés observées sur le terrain. Cependant les problèmes spécifiques soulevés par les opérateurs aux chercheurs qui tentent de se placer dans une perspective d'aide à la décision, nécessitent souvent d'aller au delà de ces résultats pour être en mesure d'apporter des éléments de réponse opérationnels et pour aider les acteurs de ces filières à s'accorder sur des stratégies, des modes d'organisation collectivement acceptables. L'intervention vise à accompagner et à aider les acteurs engagés dans des réorganisations de filières. Les travaux menés dans le cadre de la gestion opérationnelle laissent souvent de côté la question des incitations. Comment dès lors, concevoir des démarches d'aides à la décision permettant de traiter les questions d'incitations et d'organisation des approvisionnements au sein de ces filières? **Ayant participé et mené des interventions sur trois usines, dans ce troisième chapitre, nous présentons les modalités de mise en œuvre de notre intervention. Nous mettons en avant les modèles et les outils d'aide à la décision que nous avons développés à cet effet.**

Nous présentons dans la première partie de ce chapitre, les principes des démarches d'intervention. La démarche et les concepts mis en œuvre dans la thèse s'inspirent de la « recherche- intervention » (David, 2002) pour ce qui est notamment de la mise en œuvre de la recherche et de la « recherche opérationnelle » (Moisdon, 1997) pour la place donnée à la modélisation et aux outils de gestion. D'un point de vue empirique, elle reprend les idées fondamentales utilisées dans le cadre des interventions menées notamment sur la filière

champagne par Soler et Tanguy (1998). Ces concepts nous permettent de circonscrire le cadre de nos recherches et de justifier les choix méthodologiques qui ont été réalisés lors de nos propres travaux.

Dans la seconde partie, nous présentons l'intervention qui a été menée sur les différents sites, son historique puis la méthodologie mise en place, notamment pour le suivi et le pilotage du projet. L'intervention réalisée fait suite à des travaux menés à la Réunion (Gaucher, 2002), qui ont permis de mettre à jour un certain nombre de dysfonctionnements au sein de la filière et de déclencher une réflexion sur l'intérêt que pourrait avoir une meilleure collaboration entre opérateurs pour la croissance de la valeur dégagée par la filière. En 2002, à la demande des acteurs locaux, la poursuite de l'intervention à La Réunion et l'ouverture du terrain sud-africain ont permis d'identifier de nouvelles cibles de croissance et de faire évoluer les modèles et supports de l'intervention initiale. Des ateliers de travail ont permis de définir en partenariat avec les différents acteurs de la filière des voies d'amélioration de l'organisation. Des comités de pilotage et de suivi, regroupant les représentants des planteurs et des industriels ont été organisés sur chacun des sites.

Dans une troisième partie, nous nous focalisons particulièrement sur les modèles d'aide à la décision que nous avons développés afin de soutenir l'intervention. Ils permettent d'évaluer la performance de modes d'approvisionnement, l'efficacité de modes de rémunération des planteurs et l'adéquation entre les deux systèmes. Deux logiciels ont été développés à partir de ces modèles, MAGI (Auzoux, Lejars et Le Gal, 2005) et PEMPA (Auzoux et Lejars, 2008).

En synthèse, nous mettons en évidence l'originalité de la démarche d'intervention mise en œuvre.

#### **Chapitre IV. Evaluation et conception de nouveaux systèmes de paiement et de nouveaux modes de planification.**

Dans les filières qui nous intéressent ici, comme dans de nombreuses filières agroalimentaires, le développement de nouvelles formes de relations entre producteurs et transformateurs, centrées sur le relèvement de la qualité des produits et sur des stratégies d'organisation raisonnées collectivement, modifie sensiblement les résultats et les stratégies de production et d'achat. De telles stratégies de collaboration sont créatrices de valeur pour les filières, mais posent la question de la répartition du surplus généré par la collaboration.

**Le quatrième chapitre a trait à la conception et l'évaluation de nouvelles modalités d'approvisionnement et de paiement des opérateurs aval (industriels) et de leurs fournisseurs. Comment les combinaisons de schémas d'organisation et les modalités de paiement influent sur la performance de la chaîne et sur le partage de la valeur au sein de la chaîne ? Quels sont les schémas qui permettent d'améliorer la valeur créée par la chaîne tout en assurant l'engagement des acteurs dans leur mise en œuvre ?**

Dans une première partie, nous évaluons différents modes d'approvisionnement (Lejars 2008b ; Le Gal, 2008) et de paiement (Lejars, à *paraître*) à partir d'exemples existants dans les filières sucre. Des simulations ont été faites pour les planteurs de l'usine du Gol à la Réunion et ceux de l'usine de Sezela en Afrique du Sud. Le revenu de la filière et les conditions de la répartition de ce revenu entre fournisseurs ont été étudiés pour différents modes de paiement et d'organisation. Les simulations et les propositions réalisées sur ces deux zones montrent qu'une organisation des approvisionnements raisonnée collectivement génère des gains pour l'ensemble de la filière. La distribution de ce surplus est, compte tenu des modalités actuelles de paiement de la canne, inégalement répartie entre les différents acteurs de la filière.

Dans un second temps, à l'aide d'un modèle stylisé d'organisation des approvisionnements et du paiement, nous analysons les conditions et les paramètres influençant la création et la répartition de la valeur au sein de la filière. Nous définissons de nouveaux modes d'approvisionnement et de nouveaux systèmes de paiement améliorant la production globale de la filière ainsi que les revenus individuels des fournisseurs. Les résultats permettent d'évaluer la « cohérence » entre des modes d'organisation et de paiement, et de les interpréter au regard des éléments contextuels propres à chacune des filières.

La dernière partie permet de montrer que l'implémentation des modes d'organisation et de paiements choisis dépend d'éléments contextuels, en l'occurrence, propres à chacune des filières réunionnaises et sud-africaines.

## **Chapitre V. Apports et limites de l'intervention**

**La dernière partie de cette thèse a trait aux apports et aux limites de la démarche d'intervention qui a été menée dans le cadre de la thèse.**

Les démarches et les concepts utilisés tout au long de cette thèse tiennent de la recherche intervention et de la recherche opérationnelle. Ils ont été développés et appliqués dans la littérature dans le cadre de relations interentreprises et plus rarement dans le cas de filières agro-alimentaires. Nous avons dans le cadre de notre intervention enrichi les démarches antérieures, en prenant notamment en compte la question des incitations, et nous avons appliqué ces démarches enrichies au cas des filières canne réunionnaises et sud-africaines. Nous revenons dans cette partie sur l'ensemble du processus d'intervention.

Par ailleurs, les interventions que nous avons menées débouchent sur des questionnements nouveaux, que ce soit dans les domaines de la gestion ou de l'économie ou dans d'autres disciplines scientifiques. L'intervention nous a conduits à proposer des scénarios novateurs. L'étude de faisabilité de ces scénarios et les questions posées par les différents acteurs au cours de l'intervention, nous renvoie à des questions dans différents champs disciplinaires. Nous présentons les questionnements scientifiques nouveaux qu'elle soulève.

---

# **Chapitre I**

## **Contexte et problématique**

**Les dispositifs de coordination dans les relations contractuelles au sein des filières canne à sucre réunionnaises et sud-africaines**

---



## Introduction

Ce premier chapitre est consacré à la présentation de notre contexte d'étude, à savoir les relations contractuelles au sein des filières canne à sucre à La Réunion et en Afrique du Sud.

Les questions de recherche soulevées dans le cadre de cette thèse sont en grande partie le fruit de problèmes opérationnels, rencontrés localement sur ces filières. Commencer par la présentation de ces deux cas permet de comprendre les questions empiriques qui ont motivé nos travaux.

Ces deux sites, où le CIRAD intervient depuis plusieurs années, ont été choisis suite à une demande des opérateurs locaux, notamment les usiniers et l'interprofession. En effet, que ce soit en Afrique du Sud ou à La Réunion, les filières sucre assurent un grand nombre d'emplois et ont un poids important dans l'économie locale. Toutefois, compte tenu de la concurrence sur les marchés, des nouvelles règles de l'OCM<sup>1</sup> sucre et de l'augmentation des coûts de production, elles rencontrent aujourd'hui un certain nombre de difficultés et sont à la recherche de gains d'efficacité. L'amélioration de la coordination entre planteurs et industriels représente un levier d'action qui permettrait d'augmenter la production à l'échelle de la filière et de la rendre plus compétitive.

Indépendamment de cette demande locale, travailler sur ces deux sites permet de développer une démarche dans deux contextes différents à la fois du fait des éléments contractuels qui régissent la relation planteurs-industriel, des structures de productions (dans un cas, l'approvisionnement est fait par un grand nombre de petits planteurs, dans l'autre par des *large scale growers*) et du contexte économique local (très libéral dans un cas, très soutenu dans l'autre). Intervenir sur ces deux sites permet de valider les démarches mises

---

<sup>1</sup> La politique européenne en matière de sucre est un des volets de la politique agricole commune (PAC) et s'inscrit dans l'Organisation Commune du Marché (OCM) du sucre en poursuivant le double objectif de garantir un revenu aux producteurs communautaires et d'assurer l'auto-approvisionnement du marché européen. Les textes qui constituent les piliers de la politique européenne en la matière sont les règlements de l'OCM sucre (voir le règlement consolidé 2001R1260)



en œuvre dans le cadre de la thèse et d'approcher une plus grande genericité des méthodes mises en place.

Après avoir présenté les enjeux liés à la production de sucre dans ces deux régions, nous analysons les relations contractuelles entre planteurs et industriels à partir d'un référentiel théorique qui met en avant les concepts d'incertitude, d'opportunisme, de spécificité des actifs et de coûts de transaction. Cette analyse nous permet de mettre en évidence certaines spécificités de ces deux filières agro-alimentaires, notamment la forte dépendance entre fournisseurs et transformateurs et les interdépendances entre fournisseurs.

Nous décrivons ensuite les dispositifs incitatifs et les modes d'organisation des approvisionnements utilisés dans chacune de ces filières. Nous montrons en quoi ces dispositifs sont une source de conflits entre producteurs et transformateurs et génèrent des inefficacités au sein des chaînes de production-transformation.

Enfin, nous montrons que l'étude de ces deux cas soulève des questions d'ordre théorique.

## **I. Eléments généraux et enjeux liés à la production sucrière en Afrique du Sud et à l'île de La Réunion**

En 2007, la production mondiale de sucre a battu ses records avec 162 millions de tonnes de sucre. 114 pays produisent du sucre : 67 pays cultivent uniquement de la canne, 38 cultivent uniquement de la betterave, 9 cultivent canne et betterave. La production mondiale de sucre se répartit actuellement à hauteur de 75% pour la canne à sucre et de 25% pour la betterave. Le Brésil et l'Inde, principaux pays producteurs de canne à sucre, génèrent plus de la moitié de la production mondiale de sucre de canne. En 2006-2007, 31 millions de tonnes de sucre ont été produites au Brésil et 28 millions en Inde (FAO<sup>2</sup>, 2007).

L'Afrique du Sud, avec ses 2,4 millions de tonnes de sucre est au 16<sup>e</sup> rang mondial (CNUCED<sup>3</sup>, 2006). La France, qui cultive la canne dans ses départements d'outre-mer et la betterave en métropole, est 8<sup>e</sup> producteur mondial de sucre. En 2007, la production française s'élevait à 3,9 millions de tonnes, dont 6% provenaient de la canne (CEDUS<sup>4</sup>, 2007).

### **I.1. Un poids important dans l'économie locale**

Que ce soit à La Réunion ou en Afrique du Sud, l'industrie sucrière a un poids important dans l'économie locale, que ce soit en termes de volume de production, d'exportation ou de nombre d'emplois. Bien que la production et le poids de ces filières sur le marché mondial soient différents, localement, leur maintien est un enjeu important.

#### **I.1.1. L'industrie sucrière sud-africaine**

En Afrique du Sud, la production annuelle de sucre s'élève en moyenne à 2,4 millions de tonnes. En 2007, 20,4 millions de tonnes de canne ont été produites pour une valeur totale estimée à 4,2 milliards de rands (soit environ 380 millions d'euros pour cette même année).

Plus de la moitié du sucre produit est vendu sur le marché mondial, le reste servant à la consommation locale. L'industrie sud-africaine exporte environ 1,5 million de tonnes de

---

<sup>2</sup> Sources disponibles sur le site de la FAO - <http://www.fao.org/documents>

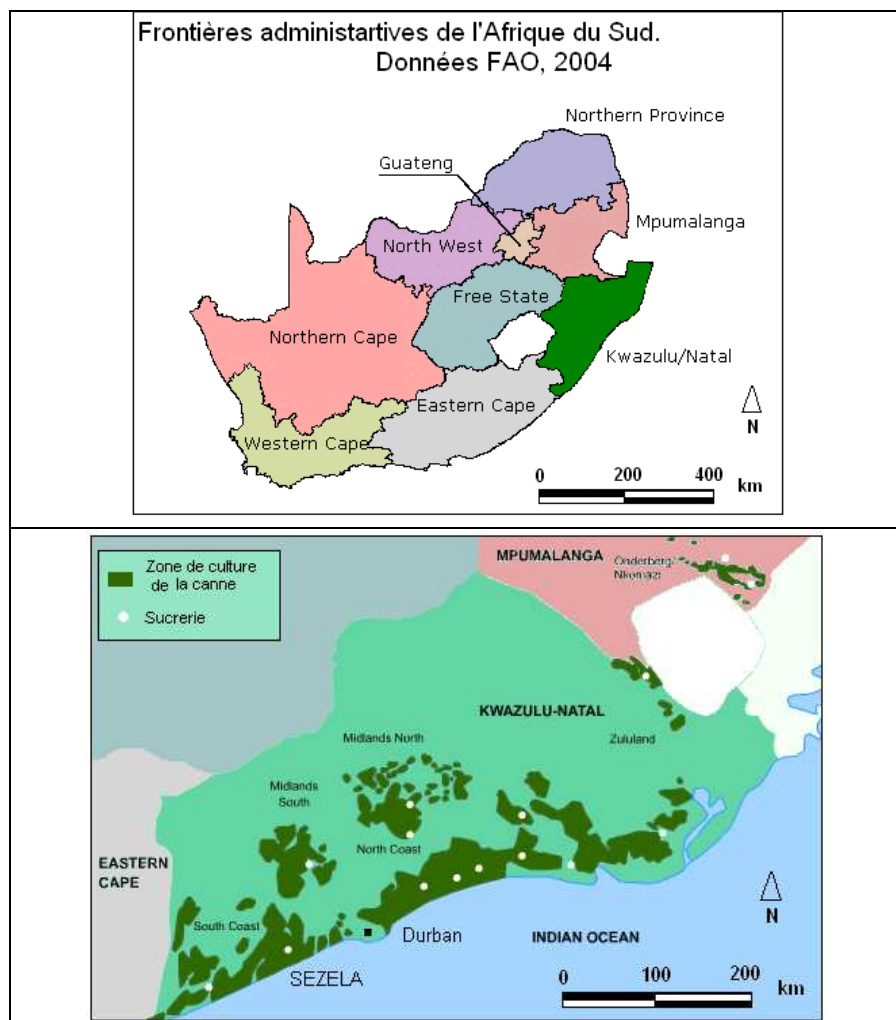
<sup>3</sup> Sources disponibles en ligne sur le site <http://r0.unctad.org/infocomm/français/sucre/filière.htm>

<sup>4</sup> Centre d'Etude et de Documentation du sucre, [www.lesucre.com](http://www.lesucre.com)

sucré chaque année. Si des taxes d'importation protègent encore le marché national sur la base d'un prix plancher, en 2006, les ventes d'export sont passées d'un système des prix garantis à des prix indexés sur le cours mondial (CNUCED, 2006).

L'activité sucrière représente une entrée importante de devises (de l'ordre de 320 millions d'euros en 2004). Elle génère également un nombre important d'emplois : 85 000 emplois directs et 250 000 emplois indirects. De plus, elle est un moteur essentiel de développement des zones rurales. La politique de réforme agraire actuelle en fait un levier important pour le développement économique des populations dites « désavantagées par le passé », à savoir les populations noires et indiennes (Davis, 2007).

L'industrie sucrière sud africaine, est concentrée sur la côte du Kwazulu-Natal et dans la province du Mpumalanga (Figure 1).



**Figure 1 : Localisation des industries sucrières sud-africaines**

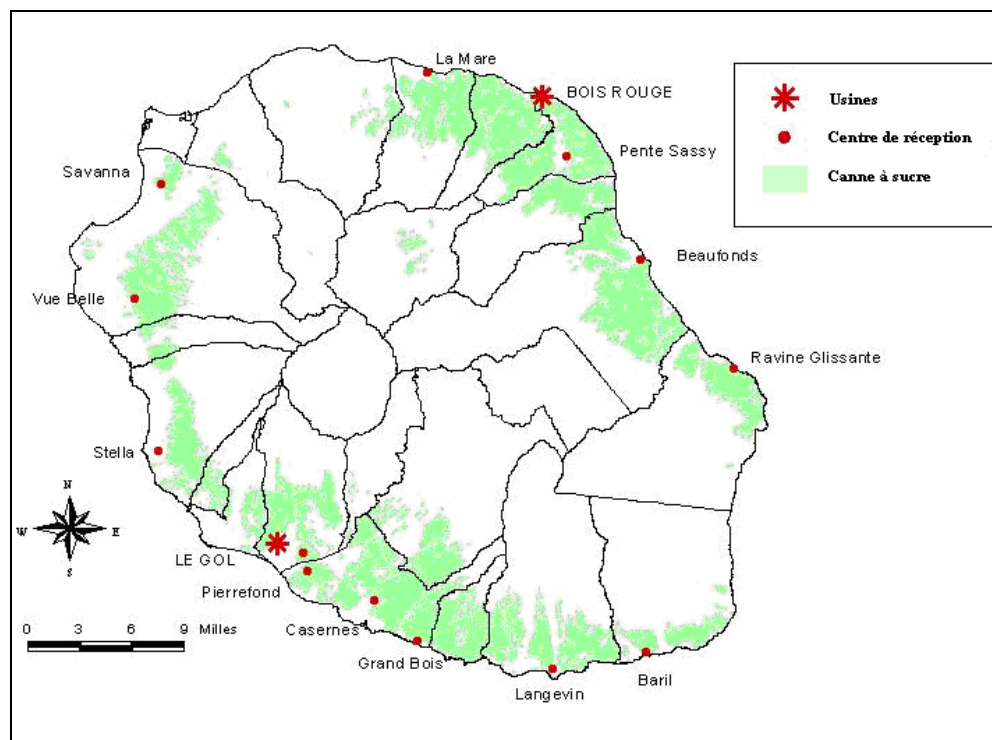
Elle est composée de 14 sucres, principalement situées le long de la côte est. Les surfaces dédiées à cette culture représentent environ 255 000 ha.

### I.1.2. La filière réunionnaise

A La Réunion, le secteur sucrier est un des piliers du secteur agricole, que ce soit en termes de production, d'exportation ou d'espace occupé. La canne à sucre représente 27% de la production agricole locale et couvre 50% de la SAU. Elle couvre 26 000 ha et 1,8 millions de tonnes sont produites chaque année sur l'île. Elle est une source de revenu pour près de 5 000 planteurs et génère environ 12 000 emplois directs et indirects (Fusillier, 2002).

Par ailleurs, la canne génère 22% de la production d'électricité de l'île. La combustion de la bagasse<sup>5</sup> permet en effet de satisfaire les besoins énergétiques des usines et de générer un surplus. Enfin, cette culture joue également un rôle important au niveau social et environnemental (voir par exemple Lejars, 2004).

La production de sucre est localisée sur deux usines, Bois Rouge et Le Gol. Les bassins canniers s'étendent de part et d'autre de l'île, à la fois sur la côte au vent et sur la côte sous le vent. Ils s'articulent autour de 12 centres de réception situés sur le littoral, chacun assurant la collecte d'une zone de production particulière ( Figure 2).



**Figure 2 : Localisation des industries sucrières réunionnaises**

<sup>5</sup> La bagasse est le résidu fibreux de la canne à sucre qu'on a passée par le moulin pour en tirer le suc. Elle est composée principalement par la cellulose de la plante

Jusqu'en 2006, la filière bénéficiait de la stabilité des prix, assurée depuis trente ans par l'organisation commune du marché du sucre (OCM sucre). La quantité de sucre commercialisée par chaque membre et par chaque entreprise au sein des pays était fixée par un système de quotas de production bénéficiant de la garantie de prix et d'écoulement. En 2006, ce système a été modifié dans le cadre de la réforme de l'OCM sucre. Toutefois, pour les DOM, le prix d'achat de la canne à sucre a été maintenu au niveau de 2006 et est garanti jusqu'en 2013 (Fusillier, 2007).

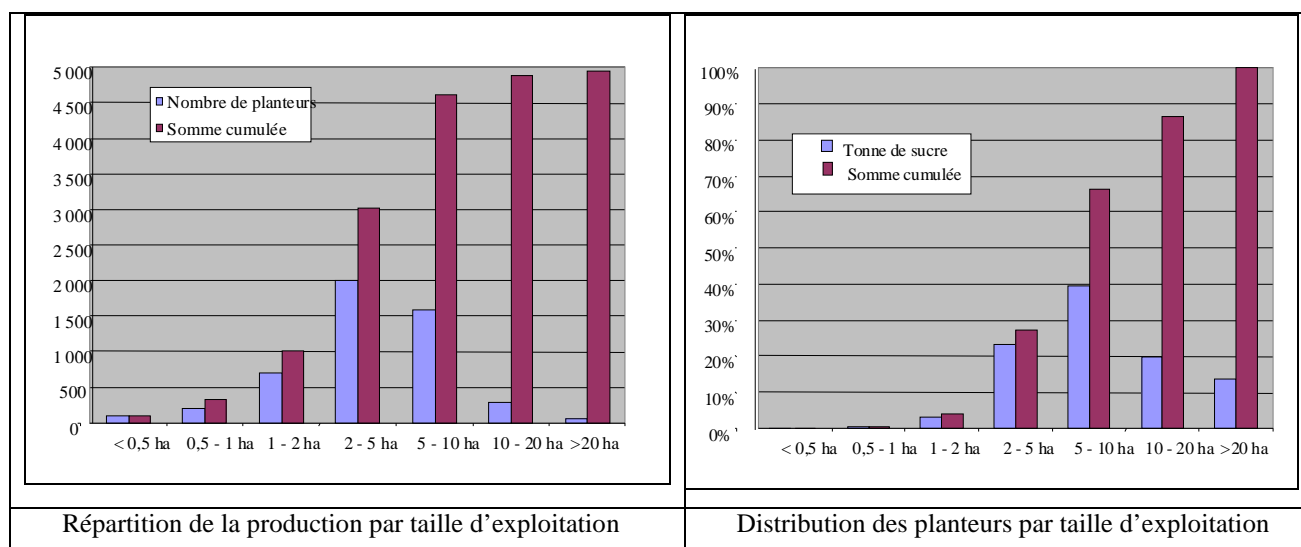
## **I.2. Une production impliquant un grand nombre d'acteurs**

### **I.2.1 Les planteurs**

Une des caractéristiques majeures des filières réunionnaise et sud-africaine est l'extrême atomocité de la production, caractérisée par un nombre important de fournisseurs, une juxtaposition de petits et grands planteurs, aux conditions de production très différentes.

En Afrique du Sud, environ 50 000 planteurs participent à la production annuelle de plus de 20 millions de tonnes de canne. 48 000 sont des petits planteurs (*small scale farmers*) qui cultivent en moyenne 2,2 ha mais ne fournissent que 13% de la production de canne. Les 2 000 planteurs commerciaux (*large scale farmers*,) apportent à eux seuls les trois quarts de la production. Enfin, les domaines d'usine (*mill cum plant*) livrent 12% de la canne.

A La Réunion, un agriculteur sur deux produit de la canne, ce qui représente 5 000 petits planteurs, ayant en moyenne 5 ha de canne. 90% des planteurs ont moins de 10 ha et fournissent 65 % de la production totale de canne à sucre (Figure 3).



**Figure 3 : Atomicité de la production de canne à La Réunion**

### I.2.2 Les industriels

Dans ces deux régions du monde, les industriels n'assurent pas ou peu la culture de la canne.

A La Réunion, deux usines assurent la transformation de la canne: l'usine du Gol (appartenant au groupe Quartier Français) et l'usine de Bois Rouge (appartenant au groupe Tereos). Ils ont un droit à traiter les cannes provenant de zones définies du bassin cannier et l'approvisionnement des deux usines encore en fonctionnement sur l'île relève d'un protocole d'accord mutuel. Ainsi, l'usine de Bois Rouge et l'usine du Gol traitent chacune des cannes appartenant aux deux groupes.

En Afrique du Sud, les 14 sucreries appartiennent à trois groupes sucriers principaux et à une coopérative agricole : Illovo Sugar Limited, Tongaat-Hulett Sugar Limited, et Transvaal Sugar Limited et la coopérative agricole : Union Co-operative Limited. Dans certaines régions, afin de limiter les transports, des accords entre usines existent pour traiter des cannes appartenant aux autres groupes. Sezela, l'usine sur laquelle nous avons travaillé appartient au groupe Illovo Sugar Limited.

Dans les deux sites étudiés, les industriels se sont partagés le bassin de production sucrier de manière à réduire les coûts de transport de la canne et la lourdeur des investissements industriels spécifiques. Les planteurs fournissent l'usine à laquelle ils sont rattachés, et ne peuvent mettre les industriels en compétition. Ils peuvent néanmoins contourner cette

situation de monopole local en abandonnant ou en diminuant leur sole cannière au profit d'autres spéculations qui leur paraîtraient plus rentables.

### **I.2.3 Les instances interprofessionnelles**

Dans les deux zones, des centres techniques existent et assurent un soutien à la filière.

Les commissions mixtes d'usine sont les instances interprofessionnelles entre planteurs et industriels chargées d'organiser le déroulement de la campagne.

A La Réunion, le Centre Technique Interprofessionnel de la Canne et du Sucre est un organisme qui assure un certain nombre de missions essentiellement techniques : recensement des exploitations cannières, mesure de la qualité des livraisons.... Par ailleurs, la Chambre d'Agriculture assure un soutien technique aux exploitants.

En Afrique du Sud, les mesures sur les livraisons et le paiement des lots livrés sont effectués directement par l'usine. *Cane Growers* assure également un soutien technique aux exploitations.

### **I.2.4 L'Etat.**

Une des différences majeures entre les filières réunionnaise et sud africaine est le rôle joué par l'Etat. En Afrique du sud, l'intervention de l'Etat est faible, le secteur étant essentiellement libéralisé.

A La Réunion, l'Etat joue un rôle de soutien à la filière de premier plan. Représenté par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt (DAF), il est présent dans les négociations entre industriels et planteurs : il participe à la fixation du prix industriel de la canne ainsi qu'aux décisions concernant la répartition de l'enveloppe des subventions. En 2006, des nouvelles subventions européennes et nationales ont été mises en place pour compenser la baisse drastique du prix du sucre prévu par les accords de l'OMC (Fusillier, 2007). Les subventions accordées à la filière ont donc augmenté et de ce fait, le poids de l'Etat au sein de cette filière.

## **I.3. Des filières en mutation, à la recherche de gains de productivité**

Face à la dérégulation des marchés et à la hausse des coûts de production, les filières sucrières rencontrent un certain nombre de difficultés et sont à la recherche de gains d'efficacité.

### I.3.1 Difficultés rencontrées par les filières

La filière sucrière sud-africaine évolue actuellement dans un contexte délicat. La dérégulation des exportations, une monnaie forte, la libéralisation du marché génère une pression forte sur les prix de vente du sucre sur le marché international. A cela s'ajoute une pression croissante sur les coûts de production, notamment ceux liés à la main d'œuvre. Cette augmentation s'explique principalement par la baisse de la main d'œuvre disponible, décimée par le SIDA, et par la mise en place de politiques de développement social. Hausse des coûts de production et fluctuation des prix remettent en question la rentabilité de la filière. Autrefois florissante, elle n'est pas épargnée par les modifications du paysage économique mondial et subit les effets de la libéralisation de son marché. Ces deux dernières années, un taux de change défavorable aux exportations et une sécheresse relative, ont également contribué à entamer la santé financière de la filière.

A La Réunion, les surfaces cultivées en canne et le nombre d'exploitations diminuent régulièrement depuis une vingtaine d'années : La surface cannière occupait 26 000 ha en 2004, contre 33 777 ha en 1988. Les facteurs expliquant ces difficultés sont multiples : on peut citer le développement urbain qui gagne sur les terres à canne ou la pénibilité du travail liée au climat et au relief accidenté. Comme en Afrique du Sud, la disponibilité des coupeurs diminue et le prix de la main d'œuvre s'accroît (Figure 4).

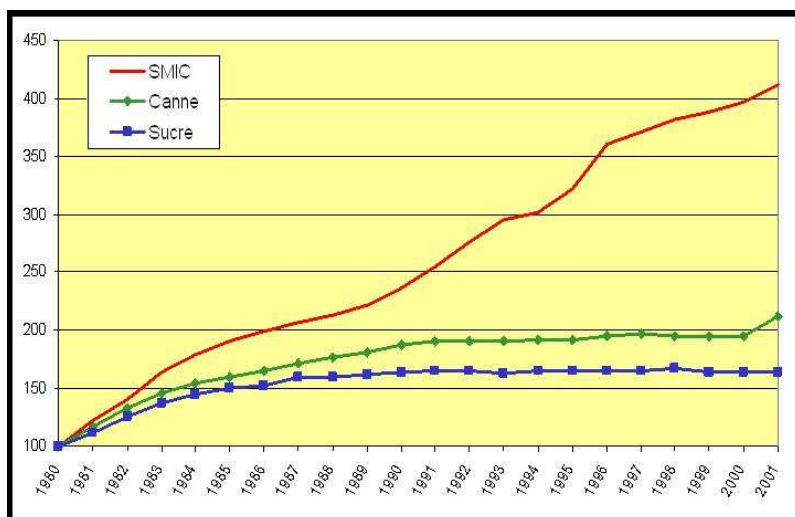


Figure 4: Hausse des coûts de production à La Réunion

Depuis quelques années, les industriels ont atteint le seuil de rentabilité des usines : une baisse des apports en canne à l'usine (liée à une baisse de productivité ou à une baisse des surfaces cultivées) pourrait entraîner une fermeture définitive des usines. Les planteurs, dont



l'activité est évidemment étroitement dépendante de celles des usines, sont de ce fait également dans une position délicate.

### **I.3.2 Les actions de relance**

De nombreuses actions ont été engagées afin d'accroître la productivité et l'efficacité de ces filières (Lejars, 2004 ; Meyer, 2003). On peut citer par exemple la recherche de nouvelles variétés de canne à sucre plus productives et mieux adaptées aux différentes zones pédoclimatiques des bassins de production, le développement de l'irrigation (avec, à La Réunion, l'impressionnant chantier de transfert des eaux d'est en ouest), l'optimisation des chantiers de récolte, l'appui technique auprès des planteurs (en matière de mécanisation des chantiers de récolte mais aussi de conduite de la culture), ou l'amélioration des process de transformation industrielle.

Parmi ces tentatives de relance, une réflexion a été engagée, dès l'année 1999 à La Réunion et en 2001 en Afrique du Sud, sur la redéfinition des modalités d'organisation de l'approvisionnement des usines et des modalités de rémunération des planteurs. Cette thèse s'inscrit dans le cadre de ces actions de relance.

## **II. Relations contractuelles au sein des filières : dépendance et interdépendance des fournisseurs**

Après avoir présenté les principaux enjeux liés à la production sucrière, nous analysons ici les relations contractuelles au sein des filières réunionnaise et sud-africaine. Cette analyse est menée à partir d'un référentiel théorique (Brousseau, 2002) qui met en avant les concepts d'incertitude, d'opportunisme, de spécificité des actifs et de coûts de transaction. Elle permet de mettre en évidence certaines particularités des relations contractuelles entre fournisseurs et transformateurs au sein des filières étudiées.

### **II.1. Dépendance entre productivité industrielle et performance agricole**

La première spécificité des filières étudiées est l'étroite dépendance entre les résultats de productivité industrielle et les performances agricoles.

#### **II.1.1 La production de sucre dépend de la qualité de la matière première**

La productivité des processus industriels dépend pour une grande part de la qualité technologique de la matière première, c'est-à-dire de son aptitude à la transformation, et de l'homogénéité des lots récoltés.

La qualité technologique de la canne est la quantité de sucre qui peut être extraite de celle-ci. Elle est liée au taux de saccharose présent dans le jus ainsi qu'à d'autres paramètres comme les fibres ou les non-sucre qui diminuent la capacité d'extraction du saccharose. Plus la quantité de fibre est élevée, plus l'extraction du sucre est difficile (Berg, 2004).

La qualité varie en fonction de nombreux facteurs, inhérents aux conditions pédoclimatiques, aux techniques culturales et aux variétés plantées (cf annexe I). En ce qui concerne les conditions climatiques, on peut citer, à titre d'exemple, la pluie et les températures, qui varient spatialement et temporellement sur un bassin d'approvisionnement et qui jouent directement sur le rendement de canne et le rendement sucre. En ce qui concerne les techniques culturales, on peut noter l'impact des dates de récolte. La date de récolte influence directement sur la maturité du produit, c'est-à-dire sa quantité de sucre. Suivant la date de récolte, la qualité des lots livrés pourra être très différente (Fauconnier, 1991).

La productivité industrielle dépend également de l'homogénéité des lots récoltés. En effet, l'optimisation de l'extraction du sucre varie en fonction des réglages des appareils de transformation, d'autant plus difficiles que les lots de matière première sont hétérogènes.

### **II.1.2 Le fonctionnement optimal de l'usine dépend de la régularité des livraisons**

Comme dans beaucoup d'industries de process, la transformation de la matière première exige une alimentation continue. Les flux de matière première doivent donc être calés de manière à saturer la capacité de transformation de l'usine, sous peine de ruptures de charge, ou de surstocks pouvant se traduire par des pertes quand les produits en question sont périssables. En outre, dans le cas de matières premières agricoles non stockables, la durée de fonctionnement des usines est étroitement liée aux périodes de récolte, ce qui suppose une planification et une gestion des apports prenant en compte non seulement les contraintes industrielles mais aussi les contraintes agricoles ayant trait à la maturité de la matière première, aux performances des chantiers de récolte et des équipements de transport. Le fonctionnement optimal de l'unité de transformation est donc lié à la régularité des flux de matière première et à la saturation de la capacité industrielle quotidienne et moyenne. Cela implique une bonne réactivité des producteurs comme des transformateurs aux aléas de production ou de demande et, sur un plan logistique, cela nécessite un acheminement des volumes produits vers les centres de transformation dans des délais restreints. Les usines sont donc dépendantes de la régularité et du suivi des plannings de livraison par l'ensemble des livreurs.

***Ainsi, en termes de productivité comme de qualité, les performances du transformateur industriel sont étroitement dépendantes de l'efficacité des fournisseurs agricoles.***

## **II.2. Incertitudes et spécificité des transactions**

Selon Williamson (1975), l'incertitude peut être conçue comme la conséquence de la contingence et de la complexité des choses. Elle peut également provenir de l'opportunisme des agents, c'est-à-dire de l'incertitude quant aux comportements d'autrui.

Dans les filières agro-alimentaires, les incertitudes liées à la mise en œuvre de l'itinéraire technique et aux caractéristiques structurelles des exploitations agricoles au sein d'un bassin de culture confèrent aux transactions entre fournisseurs et transformateur un fort degré de spécificité. On entend par spécificité le degré avec lequel un actif peut être redéployé dans

un usage et pour un usager alternatif sans perte de valeur. Un actif est ainsi spécifique lorsque sa valeur est plus faible dans des utilisations alternatives comparativement à celle qu'il possède dans l'usage particulier pour lequel il a été conçu (Williamson, 1994, 1996).

### **II.2.1 Incertitudes inhérentes aux filières agro-alimentaires**

- Instabilité et périssabilité de la matière première

Le principal facteur d'incertitude exogène à la transaction tient aux propriétés biologiques de la matière première, en particulier à son instabilité ou sa périssabilité. La canne à sucre comme beaucoup de matières premières agricoles, est périssable et en évolution constante et rapide (elle change rapidement de classe de qualité, se dégrade). Elle est extrêmement instable et se dégrade très vite après la récolte et ce jusqu'au moment de la clarification du jus sucré au sein de l'usine. La dégradation de la canne a un effet considérable sur la production sucrière : pertes en sucre par fermentation, modification de la viscosité des sirops due à la production de molécules comme le dextrane... L'évolution de la qualité, notamment des vitesses de dégradation après récolte, dépend du milieu physique (température, pluviométrie...) et de la variété (qui peut être à évolution plus ou moins lente). L'instabilité de la matière première se manifeste sur les délais de récoltes (fenêtres de récoltes courtes dans le cas de variétés précoces) ou sur les délais de livraisons (après récolte, le produit doit être livré rapidement car il se dégrade). Elle implique de minimiser les temps de transport (optimiser les flux, les distances entre les unités de transformation...), et rend difficile la constitution de stocks tampons de matière première. Les approvisionnements à l'unité de transformation doivent se faire à « flux tendus ».

- Aléas de production

La production est soumise à des aléas, d'ordre climatique ou liés à des pannes au niveau des unités de transformation. La production et la récolte de la matière première sont en effet dépendantes des conditions climatiques qui peuvent jouer sur les dates de récolte : de fortes pluies peuvent rendre temporairement les champs impraticables, rendre difficile le passage des récolteuses ou des tracteurs, et ainsi obliger l'agriculteur à modifier ces dates de récoltes et d'apport à l'usine. L'usine, pour sa part, est soumise à des pannes, pouvant ralentir voire arrêter momentanément son fonctionnement. Le flux de matière première entrante est alors interrompu et cela peut générer des stocks ou un fonctionnement en sous capacité.

- Atomisation de la production

Une unité de transformation doit faire appel à une multitude de fournisseurs d'un même bassin d'approvisionnement pour obtenir les volumes de matière première nécessaire aux économies d'échelle. Ces fournisseurs se trouvent dans des conditions agro - climatiques diverses qui peuvent avoir pour conséquence l'hétérogénéité des lots et l'irrégularité des flux de matière première. En ce sens, l'atomisation de la production agricole au sein d'un bassin de production accroît les incertitudes sur les transactions.

## **II.2.2 Spécificité des transactions**

Les transactions entre planteurs et industriels ont un fort degré de spécificité. La spécificité des transactions est liée à des contraintes temporelles et géographiques.

En cours de campagne, la périssabilité de la matière première impose un fonctionnement en flux tendu des chaînes de traitement et d'approvisionnement de l'unité de transformation et rend impossible la constitution de stocks de matière première.

Sur le long terme (campagnes successives), la délocalisation, la fermeture ou l'ouverture des usines sur un bassin et les investissements liés à la culture génèrent des coûts trop élevés pour les industriels comme pour les planteurs pour qu'ils puissent facilement sortir de la transaction. Au niveau industriel, les investissements dans l'usine sont énormes et le retour sur investissement s'échelonne sur plusieurs années. Au niveau des planteurs, les plantations de canne sont effectuées pour 5 à 10 ans suivant les pays.

Fournisseurs et industriels font face à un problème d'irréversibilité. Une fois engagés dans la relation, les fournisseurs dépendent souvent de l'activité de transformation pour l'écoulement de leurs produits. Dans le cas de la canne, une fois la culture en place, la production ne peut avoir d'autres débouchés que l'industrie, de sorte qu'une fois qu'il a engagé le processus cultural, le fournisseur devient dépendant de l'industriel pour l'écoulement de ces produits. Par ailleurs, compte tenu des coûts de transport de la canne, les fournisseurs peuvent difficilement avoir d'autres débouchés que ceux offerts par l'usine présente sur leur bassin de production. Parallèlement, les industriels sont dépendants du maintien de la culture par l'ensemble des planteurs de canne : si une grande partie des planteurs abandonnent la culture, l'usine, manquant de cannes à broyer, peut passer en deçà de son seuil de rentabilité et être contrainte d'abandonner son activité de transformation.

## **II.3. Des transactions marquées par de fortes asymétries d'informations**

Comme dans beaucoup de filières agro-alimentaires, les relations contractuelles entre planteurs et industriels sont marquées par de fortes asymétries d'informations, générant des comportements opportunistes.

### **II.3.1 Aléa moral et opportunisme des agents**

L'aléa ou risque moral résulte de la rationalité des agents économiques qui les pousse à ne pas respecter un contrat si cela leur permet d'améliorer leur situation personnelle. Cette conception particulière de la rationalité, qualifiée d'opportunisme, est décrite par Williamson (1975). Cette hypothèse signifie que les agents sont suffisamment rationnels pour systématiquement tenter d'exploiter les défauts des arrangements contractuels qu'ils établissent. L'opportunisme s'exprime entre autre, à cause de l'inobservabilité de certaines prestations.

Dans la filière canne, si la quantité et la qualité de la matière première peuvent être observées assez facilement, une partie du travail de l'agriculteur reste difficilement mesurable. En effet, à priori l'industriel ne connaît ni la compétence du fournisseur, ni l'effort et la qualité du travail qu'il fournit. Sur l'industriel pèse donc un risque moral. Le comportement de l'agriculteur dans son activité de production s'apparente pour le transformateur à une action cachée. Les risques d'opportunisme au sein des filières sont donc importants.

Pour remédier à cette situation et limiter les risques, le transformateur peut avoir recours à plusieurs stratégies :

- La supervision qui consiste à mettre en place un dispositif d'observation et de contrôle de l'activité productive du fournisseur.
- L'incitation, qui vise à mettre en adéquation les intérêts individuels.
- Des dispositifs d'acquisition d'information sur les compétences et les pratiques de l'agriculteur. Dans certaines filières agro-alimentaires, comme les légumes transformés (Valeschini et Capillon, 93 ; Valeschini 96), ces dispositifs peuvent servir à sélectionner les fournisseurs en fonction de leurs résultats ou compétences. Dans la filière canne, les informations sur leur rendement moyen ou le taux de replantation, peuvent être utilisées pour vérifier les prévisions de récolte annoncées par les planteurs.

### **II.3.2 Information cachée et sélection adverse**

L'agriculteur, de son côté, subit aussi un risque inhérent à un autre type d'asymétrie informationnelle : le risque de sélection adverse. Il s'agit de la défiance généralisée qui naît dès lors qu'il n'existe pas un « catalogue » connu de tous et spécifiant les caractéristiques de tous les biens échangés ou susceptibles de l'être. Les connaissances de la « qualité » des biens sont alors inégalement réparties (Akerlof, 1970). Comme l'agriculteur ne connaît pas précisément les conditions de marché en aval, il est soumis au comportement loyal (ou déloyal) du transformateur pour l'acceptation, l'évaluation et la rétribution de la matière première.

### **II.4 La double dimension horizontale et verticale, individuelle et collective des transactions fournisseurs – industriel**

Une dernière particularité des relations contractuelles entre fournisseurs et industriels dans les filières agro-alimentaires est liée à la double dimension horizontale et verticale des transactions.

La nécessité d'organiser l'approvisionnement et les flux de matière première confère à la transaction entre les agriculteurs et le transformateur une double dimension : d'une part, des relations individuelles avec des fournisseurs indépendants, et d'autre part, une relation bilatérale avec un ensemble de fournisseurs considéré comme un producteur collectif. Ainsi, dans les filières agroalimentaires, il ne s'agit pas seulement de coordonner verticalement les fournisseurs et les industriels, mais également de coordonner horizontalement les fournisseurs entre eux. Ils constituent « un producteur collectif » à centres de décision multiples et chaque transaction élémentaire entre un fournisseur et un industriel dépend de toutes les autres transactions élémentaires. L'ensemble des relations verticales industriel - fournisseur génère une interdépendance horizontale entre les fournisseurs.

***La transaction industriels- planteurs présente donc quelques particularités:***

- (i) une forte dépendance entre les fournisseurs et les transformateurs***
- (ii) un fort degré d'incertitude lié aux caractéristiques de la matière première et aux aléas de production***
- (iii) des asymétries d'information générant des comportements opportunistes***
- (iv) une double dimension verticale et horizontale des relations avec d'une part, une relation bilatérale avec le groupe d'opérateurs, et d'autre part, des***

***relations individuelles entre des fournisseurs indépendants. Ceux ci sont « interdépendants » : chaque transaction élémentaire entre un fournisseur et un industriel dépend de toutes les autres transactions élémentaires.***

Compte tenu des spécificités et des incertitudes analysées ci-dessus, ainsi que de la nécessité d'articuler coordination verticale et horizontale, le contrat bilatéral n'est pas suffisant à lui seul pour assurer une coordination optimale, en terme de risque, à moindre coûts. Le contrat entre transformateur et fournisseur dépend d'un dispositif de coordination et de mécanismes incitatifs spécifiques. Pour maîtriser les incertitudes et les risques techniques que les caractéristiques de la matière première font peser sur l'activité de transformation, l'industriel est dans l'obligation de planifier soigneusement ses approvisionnements en s'articulant davantage avec ses fournisseurs et en prévoyant une forme de coordination plus complexe que la simple transaction commerciale d'achat/vente. De plus, pour limiter l'opportunisme, il doit mettre en place des dispositifs de surveillance et d'incitations spécifiques. Les dispositifs de coordination et d'incitations à mettre en place dans le cadre de ces transactions doivent être adaptés aux particularités des transactions (opportunisme, incertitudes) et à cette double dimension des relations.

Deux types de mécanismes principaux existent sur la filière canne : la planification et le pilotage des apports et les systèmes de contrôle et d'incitations. La planification a pour objectif de synchroniser coordination verticale et horizontale: un pilotage centralisé et une gestion simultanée d'un ensemble de transaction acheteur- transformateur. Les systèmes de rémunération sont essentiellement conçus comme un mécanisme de partage de la valeur entre industriels et fournisseurs et comme un mécanisme d'incitations destiné aux fournisseurs, pour améliorer les résultats individuels et limiter les comportements opportunistes.



### **III. Les dispositifs de coordination entre les acteurs de la filière**

L'interdépendance des fournisseurs nécessite de coordonner verticalement les industriels et les fournisseurs mais également de coordonner horizontalement les fournisseurs entre eux. Quels sont les outils permettant d'assurer cette coordination ?

Comme dans la plupart des filières agro-alimentaires, une fois les objectifs de production du bassin définis, l'organisation des relations entre les agriculteurs et les structures de regroupement de l'offre supposent la mise au point (i) d'outils de coordination « technique », permettant de piloter le déroulement de la collecte (ii) d'outils de contrôle pour superviser le bon déroulement de la collecte et (iii) d'outils incitatifs pour limiter le comportement opportuniste des planteurs.

Dans cette partie, nous faisons un point sur ces dispositifs et les outils d'incitations et d'organisation des apports utilisés afin de coordonner les transactions fournisseurs-transformateurs dans les filières étudiées.

#### **III.1. Le cadre institutionnel**

Que ce soit à La Réunion ou en Afrique du Sud, un cadre institutionnel spécifique a été mis en place pour gérer les relations entre planteurs et industriels. Ce cadre, de nature interprofessionnelle, comprend une instance dirigeante à l'échelle nationale (le CPCS et la SASA), où sont représentés planteurs et industriels, ainsi qu'une instance au niveau de chaque usine (Commission mixte d'usine et *Mill Group Board*), chargée du bon déroulement de la campagne sucrière.

##### **III.1.1 Le CPCS et la SASA**

C'est au sein de ces deux instances que le système de paiement de la canne aux planteurs est défini. Les mêmes modalités de paiement sont appliquées à l'ensemble des bassins d'usine d'un même pays, sur la base de négociations tenues régulièrement.

A La Réunion, le CPCS (Comité Paritaire interprofessionnel de la Canne et du Sucre) regroupe l'Etat, les syndicats de planteurs et le syndicat des fabricants du sucre. L'organisation de la filière, la fixation du prix de la canne, la répartition des recettes dégagées par les industries annexes (rhumerie, électricité) sont régies par une convention

tripartite signée tous les 5 ans, au sein de cette commission, par chacun de ses représentants.

En Afrique du Sud, la SASA (South African Sugar Association) assure la gestion de la filière en réunissant les planteurs représentés par la *South African Cane Growers' Association* (ou « *Canegrowers* ») et les industriels représentés par la *South African Sugar Millers' Association*. Elle centralise et stocke la production de sucre dans ses silos. Elle gère la commercialisation de la totalité du sucre et des mélasses<sup>6</sup> produits par les usines. Le *Sugar Industry Agreement* régit l'organisation de la filière et notamment les règles du partage, entre planteurs et industriels, des ventes du sucre. La répartition des recettes dégagées par les industries annexes (distillerie, centrales électriques...) ne relève pas de l'autorité de la SASA, et est gérée directement entre planteurs et groupes sucriers.

### **III.1.2. Les commissions mixtes d'usine**

Chaque bassin d'usine est doté d'une commission mixte planteurs - industriel chargée d'organiser le bon déroulement de la campagne de coupe de sa sucrerie. Les commissions mixtes d'usine (ou *Mill Group Board* en Afrique du Sud), sont des instances de négociation entre industriels et planteurs pour tout ce qui concerne le déroulement de la campagne et notamment la fixation des modalités d'approvisionnement : dates de livraison, volumes traités, etc... Elles se réunissent régulièrement et regroupent des représentants de planteurs et d'industriels. Elles ne jouent pas de rôle en terme d'orientation d'une stratégie globale de filière. La production de sucre tirée de la quantité de canne à récolter dépend des décisions prises par ces commissions et de leur mise en œuvre par les différents acteurs.

## **III.2 Organisation de l'approvisionnement des sucreries de canne**

La synchronisation de la coordination verticale et horizontale des fournisseurs se fait via la planification des apports, c'est-à-dire un pilotage des flux, centralisé au niveau de l'unité de transformation et une gestion simultanée de l'ensemble des transactions acheteur-fournisseur.

La transformation de la matière première exige une alimentation continue. Le problème souvent posé en pratique est de définir des modes de planification et de pilotage des flux permettant la saturation continue de la capacité industrielle. Cela implique de définir une structuration des bassins d'approvisionnement qui permette une bonne réactivité aux aléas

---

<sup>6</sup> La mélasse est un sirop très épais et très visqueux constituant un résidu du raffinage du sucre extrait de la canne. Elle est surtout utilisée pour la production de rhum industriel.

de production ou de demande et, sur un plan logistique, d'assurer l'acheminement des volumes produits vers les centres de transformation dans des délais restreints et contrôlés.

### III.2.1 Structuration du bassin et acheminement des livraisons

Face à la multitude de planteurs, l'industriel structure son bassin d'approvisionnement en définissant la localisation du site de transformation et d'éventuelles structures intermédiaires de réception des lots. L'acheminement des cannes de la parcelle à l'usine passe ensuite par une succession d'opérations impliquant différents opérateurs (Figure 5).

A La Réunion, les livraisons individuelles sont effectuées sur des centres de réception intermédiaires (appelés balances ou centres de réception) avant d'être acheminées vers l'usine. Les livraisons sont pesées et échantillonnées au niveau de ces centres. En Afrique du Sud, les lots de cannes sont agrégés par les agriculteurs commerciaux et les *sub-committees* au niveau de *loading zone* qui ne sont que des lieux de chargement-déchargement et éventuellement de pesée. Ils sont ensuite repris par des transporteurs et acheminés directement à l'usine où se fait l'échantillonnage des lots.

La localisation physique des usines et des centres de réception est le fruit des concentrations successives de l'outil industriel, destinées à diminuer les coûts de production.

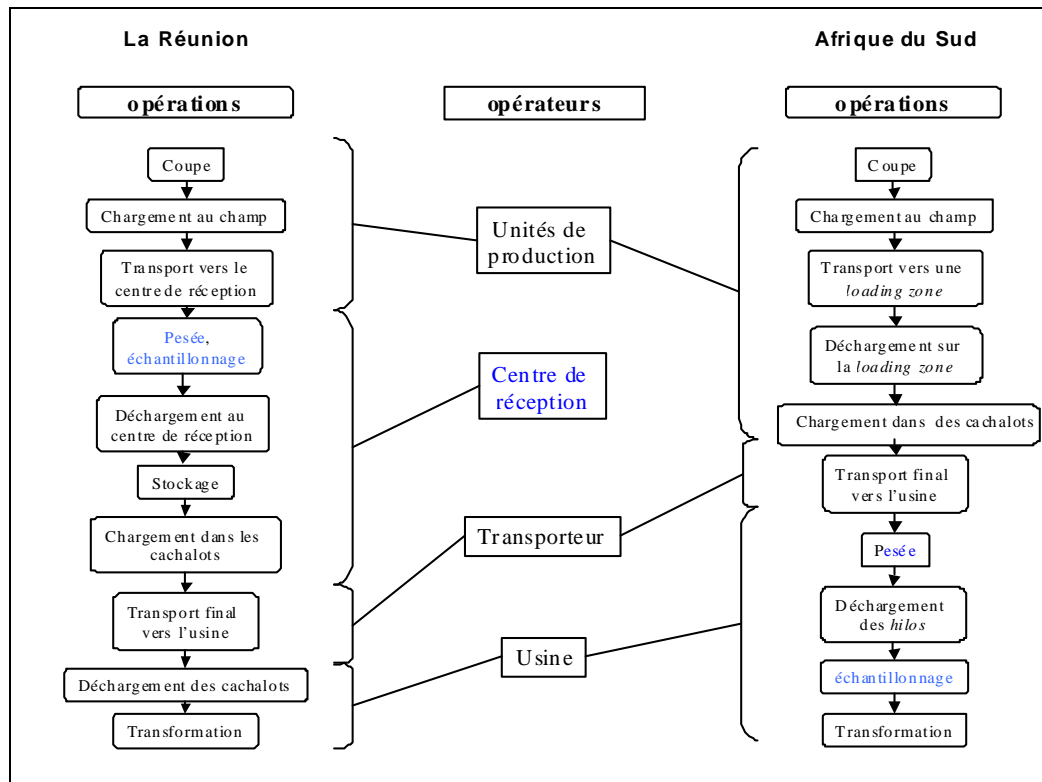


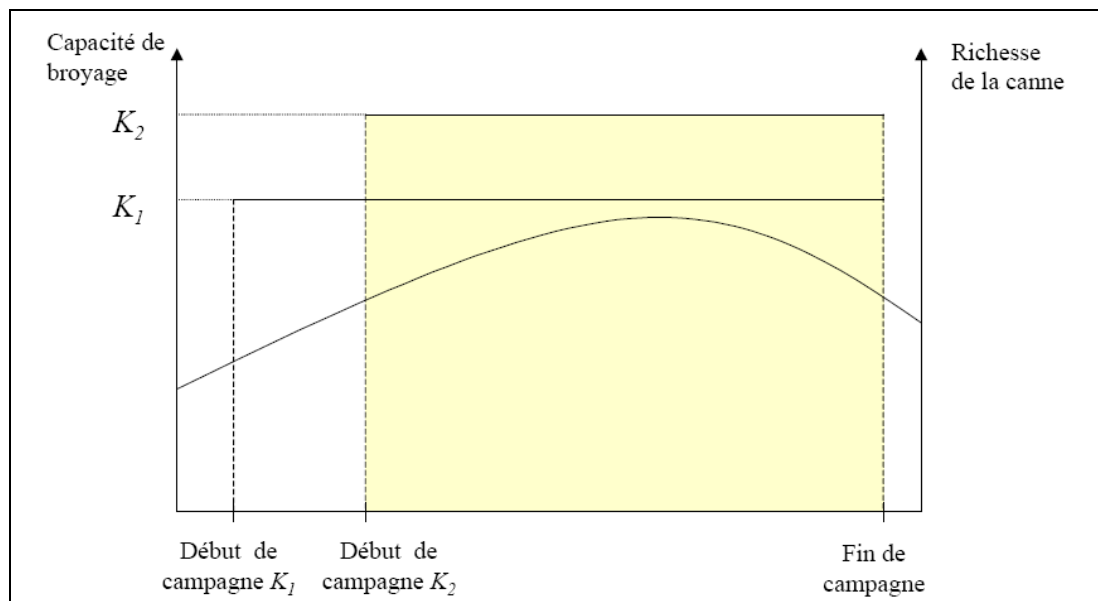
Figure 5 : Acheminement des cannes à l'usine

### III.2.2 Planification des livraisons

La planification des approvisionnements est un dispositif de coordination essentiel pour assurer la rentabilité de la filière.

Les industriels cherchent à s'approvisionner en canne riche en sucre et à optimiser la quantité de sucre extraite des cannes reçues. Or le cycle moyen de la canne s'étale sur douze à dix huit mois (en fonction des conditions pédoclimatiques de la zone de production). Sachant que la richesse en sucre varie en cours de cycle, la récolte ne peut se faire que pendant une période donnée. Pour cela, la durée de campagne est calée au mieux sur la courbe de richesse en sucre des cannes, sous contrainte de finir avant le début de la période cyclonique (Réunion) ou avant les fêtes de Noël (Afrique du Sud). De plus, du fait de l'extrême périssabilité des cannes une fois récoltées, la transformation doit être immédiate, l'objectif recherché par les opérateurs étant de transformer la canne dans les 24h suivant la récolte (voire un peu plus, dans le cas de la coupe manuelle, qui détériore moins les tiges de canne). Les industriels cherchent ensuite à minimiser la durée de récolte, de façon à exploiter au mieux la courbe de richesse de la canne, ce qui suppose (i) de prévoir précisément la quantité de canne à traiter et (ii) de définir cette durée en fonction de la capacité de traitement de l'outil industriel.

Ils doivent donc arbitrer entre le dimensionnement des sites industriels (réception et transformation) et les coûts de production associés d'une part, et entre la durée nécessaire pour traiter la production totale mise à disposition par le bassin d'approvisionnement tout en bénéficiant d'une richesse suffisante des cannes, d'autre part. La Figure 6 donne une représentation schématique de cet arbitrage : sous l'hypothèse que les livraisons permettent de saturer la capacité tout au long de la campagne sucrière (c'est généralement le cas), on voit que la capacité d'usine  $K2 > K1$  permet une meilleure exploitation du pic de richesse en raccourcissant la durée de broyage, mais implique des coûts de production plus élevés et un amortissement moindre des équipements, ceux-ci étant utilisés sur une période plus courte.



**Figure 6 : Arbitrage entre durée de campagne et la courbe de richesse**

En tenant compte des éléments précédents, les industriels planifient les apports journaliers des planteurs de façon à ce que l'usine soit toujours au maximum de sa capacité et alimentée en continu. Afin de lisser et d'organiser les apports tout au long de la campagne, chaque planteur se voit donc attribuer des quotas (ou droits à livrer) journaliers, calculés au prorata du tonnage global qu'il doit amener sur la campagne. Ces quotas sont uniformément répartis sur la campagne (sauf si le tonnage total est trop faible, auquel cas la durée de campagne individuelle, plus courte, sera calée dans les limites de la durée de campagne totale). Ils consistent en un nombre de voyages par semaine (voire par jour) pour chaque planteur. Le tonnage global livré est déclaré par les planteurs, les usines disposant des tonnages livrés les années précédentes pour éviter toute surestimation des volumes.

***Ainsi, compte tenu des contraintes précédentes et des modalités de planification, la campagne sucrière dure ainsi 9 mois en Afrique du Sud (de mars à Noël) et 6 mois à la Réunion (de juillet à décembre).***

### III.2.3. Gestion des aléas

Une fois le planning prévisionnel en place, il est nécessaire de gérer les aléas et les écarts à ce planning. Ces aléas peuvent résulter, on l'a vu, pour les agriculteurs d'aléas de production (conditions climatiques empêchant la récolte, problème de disponibilité du matériel de récolte...), pour les industriels d'aléas générés par des problèmes techniques de fonctionnement de l'usine, ou même des problèmes sociaux (grèves de personnel). Les

modes de réajustement font souvent l'objet de règles prédéfinies, variables suivant la flexibilité de l'outil de transformation.

La gestion des aléas pendant le déroulement de la campagne se fait selon différentes modalités, dépendant de l'importance de l'aléa et du niveau d'organisation auquel il intervient.

#### - Aléas de livraison

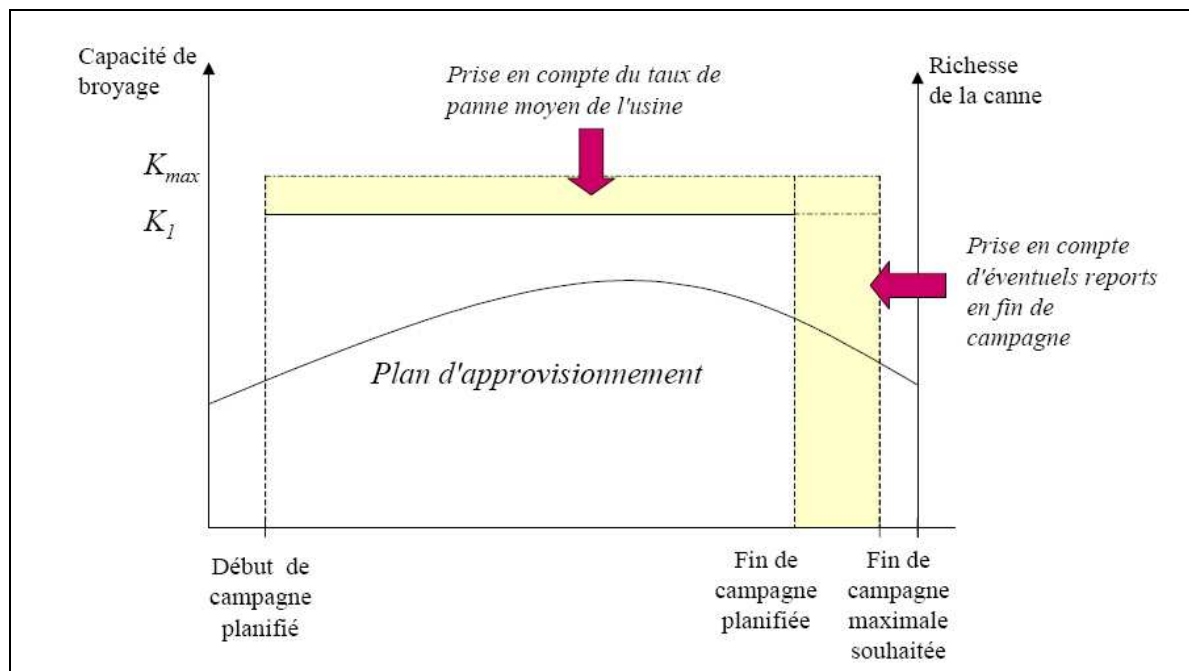
Si un planteur ne peut pas livrer à la date prévue, deux niveaux de régulation sont mis en jeu. La chute dans les volumes réceptionnés que cela entraîne est tout d'abord compensée par l'attribution de droits de livraison supplémentaires à d'autres planteurs à cette même date. Cela permet de maintenir une alimentation « optimale » de l'usine et de rattraper le retard que pourrait avoir d'autres planteurs dans leurs propres livraisons. Les tonnages non récoltés et non livrés par le planteur qui ne peut pas livrer sont, quant à eux, reportés en fin de campagne.

#### - Pannes d'usine

L'autre source d'aléas tient aux pannes d'usine. Les sucreries de canne sont sujettes à de nombreuses pannes, d'importance variable, en partie liées à la nature de la matière première livrée : par exemple, la présence de « non canne minéral » (cailloux, déchets divers...) peut poser des problèmes au niveau du broyage ou éroder les équipements de transformation (notamment l'ensemble des conduits). Tant que le taux de panne reste dans les limites imposées par le plan initial, aucun mécanisme de régulation n'est nécessaire; en revanche, dès lors que la durée de la panne s'allonge, cela se traduit par une réduction des livraisons visant à limiter au maximum le stockage de la canne (et donc à empêcher sa dégradation), voire un arrêt total en cas de panne grave. Les tonnages non livrés sont alors rattrapés dans la mesure du possible sur les semaines suivantes, mais sont pour l'essentiel reportés en fin de campagne.

La démarche de planification se donne un certain nombre de marges de manœuvre visant à absorber les aléas envisageables *ex ante* en réduisant la capacité de traitement sur la base de laquelle est faite la planification par rapport à la capacité de traitement théorique de l'usine. Reprenant notre représentation schématique de la campagne sucrière, la Figure 7 illustre ces marges de manœuvre. Le plan d'approvisionnement de l'usine est calé sur une capacité de traitement tenant compte du taux de panne moyen et sur une période telle que des reports de livraison en fin de campagne soient possibles afin d'absorber les aléas

survenant dans le déroulement de la campagne et qui n'auront pas pu être rattrapés immédiatement.



**Figure 7 : Prise de marge de manœuvre au moment de la planification**

Par ailleurs, le plan prend en compte la durée d'entretien de l'usine, qui représente en moyenne un jour par semaine (le dimanche). Cette durée peut être un peu réduite si cela s'avère nécessaire, ce qui offre aux industriels une marge de manœuvre supplémentaire au cas où les tonnages livrés pendant la semaine n'auraient pas pu être entièrement manipulés.

### III.2.4 Prévion de récolte et suivi du plan

#### ***Prévoir pour mieux coordonner : les outils***

Prévoir la récolte à venir permet de planifier au mieux les approvisionnements avant le démarrage de la campagne. Les prévisions de récolte permettent d'organiser la planification de la campagne, c'est-à-dire de définir les dates de livraisons et les quantités que chaque fournisseur doit livrer régulièrement pour permettre à l'usine de fonctionner à son optimum. La prévision est essentielle pour permettre la mise au point des plans.

- Les outils de prévision de récolte

Les outils de prévision de récolte sont généralement basés sur des méthodes d'estimation de rendement à l'échelle du bassin et/ou des exploitations et/ou des parcelles. Les

estimations peuvent être faites à dire d'agriculteurs, à dire d'expert, à partir d'un échantillonnage de terrain, à l'aide de modèles de croissance de la canne ou par interprétation d'image satellite (télédétection).

Pour les filières canne à sucre, chacune de ces méthodes est utilisée. En début de campagne, les usiniers recueillent les prévisions de récolte faites par chaque agriculteur. Des techniciens d'organisme interprofessionnel (comme le CTICS à La Réunion) réalisent également une estimation via des prélèvements directs sur un échantillon de parcelle ou par des mesures d'élongation. Des modèles de croissance (Martiné, 2003 ; Singles, 2002), ou des modèles de prévision par télédétection (Bégué, 2008) peuvent également fournir des prévisions de récolte à l'échelle du bassin d'approvisionnement ou des centres de réception.

- Les informations sur les exploitations

Les informations disponibles sur les exploitations peuvent aider à la prévision de la récolte. Les données répertoriées par l'usine concernent les tonnages livrés et les données de qualité des années précédentes, par planteur et par livraison. Ces bases de données sont très utiles pour faire des prévisions de récolte à l'échelle du bassin. Toutefois, leur usage reste limité. En effet, dans la mesure où les surfaces récoltées et les taux de replantation sur chaque exploitation ne sont en général pas connus, il est difficile de prévoir les rendements par exploitation. De plus, comme l'origine des livraisons (le champ de provenance) n'est pas non plus connue, il est difficile de prévoir la qualité des lots livrés par l'exploitant.

### ***Les dispositifs de contrôle***

Afin de prévenir les manifestations de l'opportunisme des contractants et de garantir l'exécution des contrats, planteurs et industriels ont aménagé des systèmes de surveillance et de règlements des conflits. Les systèmes de surveillance les plus répandus consistent à mesurer la quantité et la qualité des lots livrés, donc la qualité du produit à l'entrée usine. Ainsi, des mesures de qualité et/ou de quantité livrées sont effectuées pour chaque fournisseur, à livraison régulière, afin de vérifier qu'il suit le planning prévu et les niveaux de qualité requis. Si ce n'est pas le cas, ces livraisons peuvent être refusées, ou moins payées. Le cas échéant, une rupture de contrat est envisageable.

A La Réunion et en Afrique du Sud, les livraisons sont pesées à leur arrivée à l'usine ou sur les plateformes de chargement (centre de réception ou *loading zone*). Des mesures de qualité complètent les mesures de tonnage. Si le planteur ne respecte pas le planning prévu ou la qualité requise pour les chargements (fort taux de fibres ou présence de cailloux), les livraisons peuvent être refusées. Le suivi de la planification est en général assuré par l'usine,



une instance mixte ou interprofessionnelle. Le surveillant doit faire un arbitrage entre le coût du mécanisme de surveillance et son efficacité.

### **III.3. Les dispositifs d'incitation et de paiement des planteurs**

Les mécanismes incitatifs ont pour objectif de pousser les acteurs à adopter le meilleur comportement possible. Dans les théories des contrats, selon les hypothèses, les systèmes d'incitations se substituent partiellement ou totalement aux mécanismes de surveillance et de contrôle. Toutefois, en pratique, les deux sont souvent couplés.

A La Réunion comme en Afrique du Sud, les mécanismes incitatifs et de contrôle sont essentiellement liés au paiement de la canne aux planteurs. Le paiement s'effectue en fonction du tonnage et de la qualité des cannes livrées. Toutefois, la notion et les mesures de « qualité » ne sont pas les mêmes dans les deux pays.

#### **III.3 1 Un système de paiement incitant une production de qualité**

##### ***A La Réunion : Un paiement de la canne à la richesse***

A La Réunion, les planteurs sont rémunérés en fonction de la richesse de leur livraison. La richesse primaire mesurée par le CTICS est une mesure de la concentration en saccharose (exprimée en % du poids frais) des cannes livrées à la plateforme de réception. L'analyse du CTICS consiste à mesurer au polarimètre la teneur en saccharose du jus extrait par presse de l'échantillon. Cependant, cette richesse primaire ne reflète pas exactement la teneur en saccharose. La formule du calcul de la richesse rémunérée au planteur introduit donc des termes correcteurs qui caractérisent l'extraction par la presse CTICS par rapport à l'extraction d'usine (pureté du jus et quantité de fibres).

Le paiement de la canne se fait sur une richesse calculée, correspondant à la richesse primaire, à laquelle on ajoute des coefficients de bonification/réfaction dépendant du taux de fibre de l'échantillon. Ces coefficients permettent de bonifier la richesse des livraisons de planteurs ayant un taux de fibre inférieur au taux moyen de l'usine (CTICS, 2007).

##### ***En Afrique du Sud : un paiement dépendant du RV (Recoverable value)***

Depuis 2000, les planteurs sont payés sur la « valeur récupérable » de la canne et non uniquement sur le taux de saccharose. La qualité de la canne est évaluée en fonction du RV

(*Recoverable Value*), paramètre qui estime l'équivalent de produit commercialisable issu de la vente d'une tonne de canne. Il est lié à la qualité de la canne à produire du sucre et des mélasses. Le prix de la canne est ensuite calculé en fonction du RV, du prix du sucre et de la part des gains attribués au planteur (Moor, 2002).

Les définitions du RV et du prix de la canne sont détaillées ci-après.

La formule permettant de calculer le prix de la canne est la suivante (Murray, 2002) :

$$P_c = G * V_c$$

Avec G : part des gains attribués au planteur

P<sub>c</sub> : Prix de la canne

V<sub>c</sub> : Valeur issue de la vente de la canne

$$\text{Or } V_c = V_s + MV$$

SV : Valeur issue de la vente du sucre

MV: Valeur issue de la vente des mélasses

$$\text{Et } V_s = SR * P_s$$

P<sub>s</sub> : Prix de la tonne de sucre.

SR : *Sugar Recovery* (production de sucre d'une tonne de canne). SR dépend également d'un coefficient R permettant de passer du cristal au sucre et de l'ERC (*Estimated Recoverable Crystal*). ERC est calculé en fonction de la teneur en saccharose (S) de la canne traitée, de la teneur en autres sucres (NS), de la teneur en fibre (F), des pertes de saccharose en usine (a), des pertes de saccharose dans les mélasses (b), et des pertes de saccharose dans la bagasse (c).

$$SR = R * ERC = R * (a * S - b * NS - c * F)$$

$$\text{Et } MV = EM * P_m$$

P<sub>m</sub> : prix d'une tonne de mélasse.

EM : *Estimated molasses* (production de mélasse à partir d'une tonne de canne). EM est estimé et dépend des tonnes de mélasses produites, des tonnes d'autres sucres dans la canne traitée et des caractéristiques de l'usine.

$$EM = m * NS$$

La définition du RV découle de cette formule de calcul. Après développement et regroupement des termes, on obtient

$$CV = SV + MV = R * P_s * (S - d * NS - c * F) = R * P_s * RV$$

$$\text{Avec } d = b * (1 + (m * P_m / b * R * P_s))$$

On définit le RV par **RV = S - d \* NS - c \* F**

**C'est l'équivalent de produit commercialisable issu de la transformation d'une tonne de canne. Il dépend du taux de saccharose moins la teneur en autre sucre, moins le taux de fibre.**

La valeur dégagée par un bassin cannier dépend donc :

- de facteurs économiques comme le prix du sucre et le prix des mélasses,
- de facteurs technologiques tels que l'efficacité du process industriel,
- de la qualité de la canne traitée c'est-à-dire dans ce cas, sa teneur en saccharose, son taux de fibre et son taux de « non sucre ».

### **III.3.2 Les formules de paiement utilisées**

#### ***A La Réunion : un paiement absolu***

Les conditions relatives au prix d'achat de la canne sont définies dans la convention tripartite industriels- planteurs- Etat. La dernière convention<sup>7</sup> date de 2006 et fixe le prix de la canne pour la période 2006-2015.

Le prix d'une tonne de canne est calculé en fonction du prix de base industriel et de la richesse mesurée sur les chargements. Le prix de base industriel de la canne est le prix d'une tonne de canne à 13,8% de richesse (taux dit « de référence »). Depuis 2006, le prix industriel de base est fixé à 39,09 euros /tonne.

Si la richesse des cannes livrées s'écarte de la richesse standard de 13,8%, le fabricant de sucre applique au prix de base le coefficient de bonification –réfaction égal  $(R-5,8)/8$ , où R est la richesse de l'échantillon représentatif des cannes livrées.

Enfin, les planteurs sont payés sur la base de leur résultat hebdomadaire de richesse. Or la courbe de richesse est curviligne : elle est faible en début de campagne, passe par un pic et chute en fin de saison. Les livraisons de milieu de saison sont donc plus rémunératrices que les livraisons de début ou fin de saison.

---

<sup>7</sup> La convention canne 2006- 2015, « convention tripartite relative aux conditions d'achat de la canne à sucre par les industriels aux agriculteurs producteurs de canne à sucre à l'île de la Réunion et aux modalités d'attribution des aides de l'Etat à la filière », est disponible en ligne à l'adresse [http://www.sucredelareunion.com/pdf/convention-canne\\_2006-2015.pdf](http://www.sucredelareunion.com/pdf/convention-canne_2006-2015.pdf).

### ***En Afrique du sud : un paiement relatif***

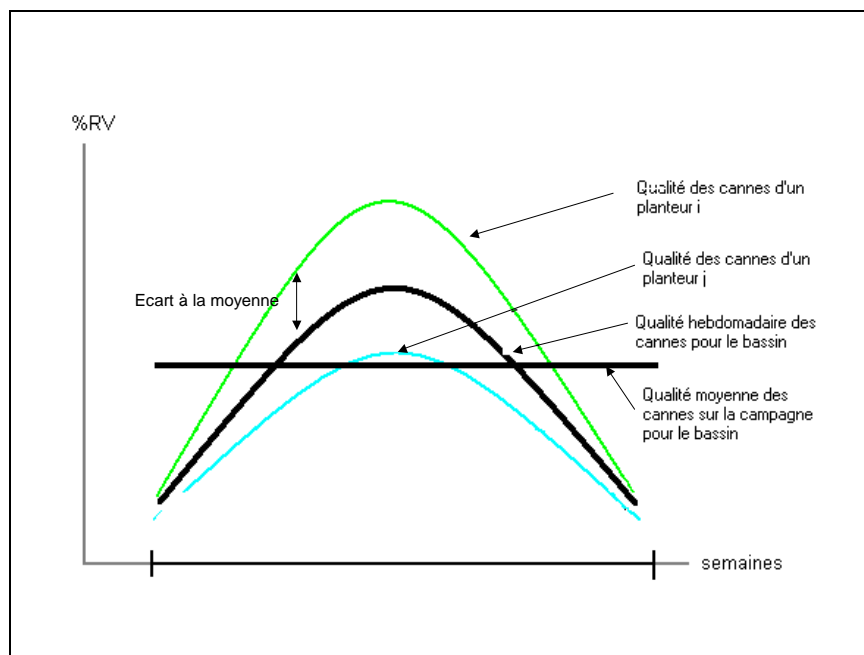
Le système de paiement en place est un système de paiement relatif, introduit en 1975, suivant le modèle australien (Buchanan, 1974). Dans le cas du système de paiement relatif, le planteur est payé sur le RV hebdomadaire relatif.

Ce RV est calculé de la manière suivante (Figure 8):

$$\text{RV relatif hebdo} = \text{RV mesuré hebdo} - \text{RV moyen usine hebdo} + \text{RV moyen saison}$$

Par exemple, un planteur livrant une canne à 11,5% la semaine *i* alors que la moyenne hebdomadaire de l'usine est de 10,5% et la moyenne de la campagne de 13% sera payé en fonction d'un RV relatif hebdo =  $(11,5 - 10,5) + 13 = 14\%$ . Il sera payé comme si la canne qu'il avait livrée cette semaine *i* avait un RV de 14%.

Le RV moyen de la campagne est estimé en début de campagne et est calculé en fin de campagne. Le planteur est payé en cours de campagne à partir du RV estimé et un ajustement est effectué en fin de campagne lorsque le RV moyen réel est calculé.



**Figure 8 : Schéma de fonctionnement du paiement relatif**

L'objectif du paiement relatif est de ne pas pénaliser les planteurs en début de campagne et en fin de campagne lorsque la qualité des cannes est faible. En effet, la courbe de RV (comme la courbe de richesse à La Réunion) est curviligne : faible en début de campagne, elle atteint son maximum en milieu de saison et diminue en fin de campagne. Si les planteurs étaient payés sur la valeur hebdomadaire de RV (comme c'est le cas pour le paiement absolu de type réunionnais), leur intérêt serait de livrer en milieu de saison. Dans

le cas du paiement relatif, ils sont payés en fonction de l'écart entre leur résultat hebdomadaire et la moyenne de l'usine. Cela permet de lisser les approvisionnements tout au long de la campagne. En Afrique du Sud, où la campagne dure 9 mois, le système de paiement relatif est particulièrement pertinent parce que les différences de valeur de RV entre le pic saisonnier et le début et la fin de la campagne sont très prononcées.

### **III.3.3 Le Partage de la valeur entre planteur et industriel**

#### ***Un partage fixe en Afrique du Sud :***

Les revenus entre planteurs et industriels sont partagés sur la base d'un accord mutuel, basé sur la comparaison des coûts de production des deux partis. D'après le *Sugar Agreement Act*, il est fixé, depuis 1994, à 64% pour les planteurs et 36% pour l'usine.

Ces revenus sont définis par le produit brut provenant de la vente du sucre et des mélasses, moins les charges industrielles (liées aux coûts d'exportation, aux charges administratives...).

#### ***Un partage variable à La Réunion :***

Le partage de la vente du sucre entre usinier et planteurs est arrêté pour la canne de référence, c'est à dire à 13,8% de richesse. Depuis 1978, le partage se situe autour de 70% pour les planteurs et 30% pour l'usinier.

Cependant, les gains ou les pertes correspondant à la variation de richesse autour de la canne de référence ne sont pas partagés selon ce ratio car la formule de paiement fait varier le prix de la canne en fonction de sa richesse plus que proportionnellement (pour mémoire  $P_c = P_o (R-5,8) / (R_o-5,8)$ ).

Par exemple, si l'ensemble des planteurs produisaient une canne à une richesse moyenne de 14,8%, ils seraient payés  $P_c = 9/8 P_o = 1,125 P_o$ . Le partage entre planteur et industriel deviendrait alors 88% pour les planteurs et 12% pour les usiniers. Les planteurs bénéficieraient de l'essentiel des variations à la hausse de la qualité des cannes. Avec ce système, le partage de la valeur contenue dans une tonne de sucre peut donc varier en fonction de la richesse.

NB : Si la canne est pauvre, l'usinier achètera la canne moins chère mais devra en traiter une plus grande quantité pour aboutir au même tonnage de sucre, le coût de la transformation sera donc plus élevé. Le partage du produit brut ne préjuge donc en rien du partage de la valeur ajoutée.

### **III.3.4 A La Réunion, un revenu planteur dépendant des aides de l'Etat**

En Afrique du Sud, avec la libéralisation du marché, l'Etat a progressivement diminué son soutien à la filière.

A La Réunion, la recette brute planteur est encore très liée aux aides de l'Etat. Elle dépend du prix industriel de la canne, de la prime bagasse et des aides directes de l'Etat.

La prime bagasse versée aux planteurs correspond à la moitié de la recette générée par les économies procurées dans le fonctionnement des usines par la mise en place de contrats passés entre les centrales thermiques bagasse-charbon et les sucreries. En effet, la bagasse est utilisée dans des centrales thermiques pour produire de l'électricité dont le surplus non utilisé pour le fonctionnement de l'usine est redistribué sur le réseau de l'île. Les industriels ont ainsi négocié avec l'actionnaire majoritaire des centrales thermiques, une allocation d'électricité et de vapeur en échange de la fourniture de la totalité de la bagasse. En 2006, la prime bagasse est à environ 1euro /Tonne de canne.

Les aides de l'Etat, en 2006 représente près de 40% du revenu du planteur (Fusillier, 2007, cf Annexe II). L'aide économique (aides directes de l'Etat) est payée quant à elle à la tonne livrée, sans tenir compte de la richesse. Son montant est dégressif en fonction du tonnage livré. En 2002/2003, les 500 premières tonnes étaient à 21,37€/tonne, les 150 tonnes suivantes étaient à 19,54 €/tonne... Outre les aides à la production, d'autres subventions sont allouées à la tonne ou à la surface comme les aides au transport (dépendantes du tonnage et de la localisation des parcelles de cannes) ou l'I.C.H.N. (Indemnités compensatoire des handicaps naturels) dépendant de la surface et de la localisation des parcelles.

La formule de paiement incite à produire un fort tonnage aux pics de richesse élevés. Toutefois, à La Réunion, les effets de la formule de paiement sont biaisés dans la mesure où les aides et les primes données par l'Etat sont fixées relativement au tonnage et assurent près de 40% du revenu.

## **IV. Des dispositifs source d'inefficacités**

Un certain nombre de difficultés auxquelles se heurtent les deux filières sont directement liées au déroulement de l'approvisionnement et aux systèmes de paiement des planteurs. Si les discours des différents opérateurs de la filière mettent en avant la nécessité pour les planteurs et les industriels de travailler de concert, de nombreux conflits rendent difficile en pratique l'émergence d'une stratégie commune. Ces conflits sont majoritairement axés sur le partage de la valeur entre les opérateurs opéré par le mode de fixation du prix industriel de la canne et sur l'établissement des plans de livraisons.

### **IV.1 Des problèmes liés à l'établissement et au suivi des plans de livraison**

Une première difficulté est liée à l'établissement des plans de livraison et à son suivi au cours de la campagne. Les problèmes liés à l'établissement des plans de livraisons sont un peu différents dans les cas réunionnais et sud-africains.

Les problèmes d'établissement des plans de livraison sont plus spécifiques à La Réunion. En effet, les calendriers de livraison sont attribués aux planteurs sur la base de leur déclaration de tonnage prévisionnel de production, sans autre moyen de vérification de la part des usines que les tonnages livrés les années précédentes et l'expertise du responsable chargé d'établir le plan d'approvisionnement. Certains planteurs ont tendance à surestimer leur production de façon à se voir attribuer des quotas de livraison élevés leur permettant de mieux se caler sur le pic de richesse de la canne. Afin de livrer leurs cannes au moment du pic de richesse, certains planteurs surévaluent leur déclaration pour obtenir des quotas élevés qu'ils ne rempliront pas en début de campagne. Le mode de fixation du prix de la canne à La Réunion génère ces comportements ou accroît la tension autour des modes de planification entre industriels et planteurs. Tandis que les industriels ont intérêt à répartir la récolte tout au long de la campagne, les planteurs ont intérêt à livrer sur une courte période lorsque le prix de la canne est au plus haut. Le paiement absolu fait ainsi diverger les intérêts des industriels et des planteurs. L'absence d'informations sur les surfaces et les rendements rend difficile la prévention des comportements opportunistes de certains planteurs.

En Afrique du Sud, le problème de suivi des plans de livraisons est lié aux intermédiaires de la filière, à savoir les transporteurs. Les transporteurs y sont en effet souvent des entreprises

indépendantes. Elles gèrent les quotas des petits planteurs. Or, ces transporteurs sont rémunérés au tonnage de canne alors que les planteurs dont ils assurent les livraisons sont rémunérés à la qualité. Les planteurs seuls sont donc pénalisés pour la dégradation des cannes au cours du transport et du stockage au champ, alors qu'ils n'en ont pas la responsabilité. Des discussions sont en cours pour rémunérer les transporteurs à la qualité (Wynne, 2007). Mais la mise en œuvre de tels modes de paiement est contraignante en termes de mesures et d'échantillonnages.

## **IV.2 Des problèmes liés aux formules de paiement**

Que ce soit en Afrique du Sud ou à La Réunion, les formules de paiement ont été construites progressivement, au cours de l'histoire. Les formules actuelles sont le fruit d'ajouts et de modifications ponctuelles. Les formules et leurs paramètres sont devenus difficilement compréhensibles par les acteurs. Cette complexité rend les mécanismes incitatifs moins efficaces.

A La Réunion, les principales difficultés de compréhension de la formule de paiement sont liées à la notion même de richesse en sucre. La définition de la qualité est étroitement liée à l'évolution des méthodes de mesure et d'échantillonnage.

La notion de « richesse » s'est construite au cours de l'histoire (Chastel, 1991). Entre 1954 et 1967, le CTICS pratique ses analyses sur des échantillons de jus prélevés au premier moulin des usines. La « qualité » de la canne est déterminée par un coefficient Z, fonction de la teneur en sucre, de la pureté et de la fibre. On passe ensuite de Z au sucre extractible par un coefficient dépendant du rendement technique de l'usine. En 1968, la notion de canne de référence est définie (canne à 13,8% de richesse). Le prix de la canne de référence est fixé avant la campagne en fonction du prix du sucre. Cette nouvelle modalité de paiement s'accompagne d'une nouvelle modalité d'échantillonnage de la canne. Le CTICS pratique l'analyse directe en prélevant les échantillons directement sur les chargements à leur arrivée à l'usine. La qualité est estimée en fonction du sucre récupérable de la canne. En 1978, on abandonne la notion de sucre récupérable et on le substitue par la notion de richesse. Un coefficient forfaitaire est appliqué pour l'écart technique. La richesse R est la richesse « CTICS ». Elle diffère légèrement de la richesse conventionnelle en raison des coefficients qui ont été ajoutés à la formule originelle. En 1984, de nouveaux critères de qualité sont introduits. Certains coefficients de bonification-réfaction sont changés afin de renforcer le poids de la fibre et de la pureté dans l'évaluation de la qualité. Actuellement, la valeur des



coefficients de bonification–réfaction, pénalisant notamment la fibre, est source de discussion, puisque cette même fibre est utilisée pour la production d'électricité.

Les méthodes d'échantillonnages ont évolué et peuvent également être sources de discussion. Les échantillons sont actuellement pris sur les camions. La localisation de l'échantillon peut modifier significativement la valeur attribuée à la richesse du chargement. Les prélèvements effectués en bout de camion où sont généralement situés les « pailles » riches en fibre et peu en sucre, ont une richesse plus faible que le cœur du chargement. Statistiquement, pour plusieurs chargements, on estime que la richesse moyenne du planteur est évaluée convenablement. Toutefois, ce mécanisme d'échantillonnage génère des incompréhensions et des conflits sur certains résultats hebdomadaires.

En Afrique du Sud, la formule de paiement est également devenue, au cours de l'histoire, assez complexe. Le paiement relatif, sur une campagne, équivaut exactement à un paiement absolu. Le planteur est rémunéré sur son résultat individuel. Toutefois, le résultat hebdomadaire de RV envoyé et rémunéré au planteur est directement lié à la moyenne du bassin et à l'écart du résultat avec les autres planteurs. De ce fait, les résultats et les paiements hebdomadaires dépendent du résultat des autres planteurs du bassin. Le planteur peut se sentir tributaire du comportement des autres planteurs du bassin. De plus, la compréhension du RV, paramètre synthétique intégrant plusieurs composantes de la plante, et son lien avec la qualité de la canne au champ est difficile à évaluer. Le lien entre le RV relatif et les pratiques culturelles permettant de l'améliorer est loin d'être évident, ce qui peut générer des incompréhensions et réduire l'effet incitatif du paiement (Résultats d'enquêtes, Papaiconomou, 2004).

### **IV.3 Des frictions sur le partage de la valeur entre planteurs et industriels**

Une autre difficulté majeure pour les filières est de fixer des modalités de paiement de la canne à sucre garantissant un partage de la valeur acceptable pour les deux parties.

#### **IV.3.1 Des conflits sur le partage de la valeur issue des produits commercialisables**

Les modalités de partage de la valeur créées par la filière sont une source de conflits récurrents entre planteurs et industriels.

Tout d'abord, on peut prendre l'exemple de l'écart technique à La Réunion. L'écart technique est le taux de perte en sucre lié d'une part à la dégradation du sucre lors du transport et du

stockage, et d'autre part aux process industriels. Ce taux est fixé depuis 1978 et est soustrait à la recette des industriels. Les planteurs se prévalent de l'amélioration continue des process de transformation depuis cette date et réclament qu'il soit revu à la baisse, tandis que les industriels pointent du doigt les temps de stockage de la canne en bout de champ et les temps de transport à l'usine et arguent que l'amélioration des process ne sert qu'à compenser cette dégradation de qualité.

Dans un second temps, on peut citer le cas du paiement des co-produits de la canne. Depuis quelques années, les conflits sur le partage de la valeur deviennent en effet de plus en plus présents compte tenu du développement des coproduits et sous-produits du sucre, qui génèrent parfois plus de recette pour la filière que la vente du sucre.

En Afrique du Sud ou à La Réunion, une fois le tonnage de canne rémunérée, les bénéfices liés à la valorisation de la bagasse appartiennent aux industriels. Or la bagasse permet actuellement de produire des sous-produits parfois beaucoup plus rentable que le sucre : on peut citer les biocarburants de deuxième génération, l'électricité produite en brûlant la bagasse, ou des sous-produits vendus sur des marchés niches comme le furfural<sup>8</sup>. Ces coproduits et sous produits de la canne bénéficient aux industriels alors que leur valorisation crée une valeur parfois supérieure à celle liée à la vente du sucre. Les discussions et les frictions autour du paiement des coproduits sont récurrentes.

A La Réunion, les planteurs bénéficient d'une prime « bagasse », renégociée tous les 7 ans, sur la base des productions issues de sa valorisation. Toutefois, la tonne de canne livrée reste rémunérée sur le taux de sucre et pénalisée sur le taux de fibre, tandis que ce même taux de fibre est générateur d'électricité. En Afrique du Sud, la bagasse appartient aux usiniers et les planteurs ne sont pas rémunérés sur les produits qui en sont issus. Or, certaines usines produisent du furfural à partir de la bagasse, vendu sur un marché niche et plus rémunérateur que le sucre. Sur ces usines, les industriels ont tendance à allonger la campagne de récolte, afin d'augmenter le temps de production de furfural, au dépend des planteurs qui ont intérêt à raccourcir la campagne autour du pic de richesse.

---

<sup>8</sup> Le furfural est un composé chimique industriel utilisé comme solvant en raffinage pétrochimique pour séparer les diènes (qui sont utilisés pour fabriquer le caoutchouc synthétique) des autres hydrocarbures.

### **IV.3.2 Des stratégies communes de croissance freinées par les modalités de partage de la valeur.**

Dans la filière canne, l'engagement des opérateurs dans une stratégie commune de relance nécessiterait des investissements spécifiques de part et d'autre. Pour les planteurs, il s'agirait principalement de développer les surfaces cultivées, d'accroître les rendements par le développement de l'irrigation des parcelles et le choix de variétés adaptées ou encore d'améliorer la qualité des cannes livrées en favorisant des pratiques d'épillage. Pour les industriels, il s'agirait de redimensionner les capacités de broyage des usines afin de favoriser une relance de la production et de relocaliser ou d'ouvrir des centres de réception afin de réduire les coûts et les délais de livraison. Cependant, le mode de partage de la valeur entre planteurs et industriels, plus ou moins fixes (30% pour les industriels et 70% pour les planteurs) et la crainte de ne pas « être suivi » freine ces investissements. Toute augmentation des volumes produits (par augmentation des surfaces ou des rendements) se traduirait actuellement par un rallongement des campagnes sucrières et donc une « expropriation » par l'usine des efforts consentis en production. Les planteurs peuvent donc craindre de se faire « exproprier » du bénéfice qui serait associé à cet effort en l'absence de révision du mode de calcul du prix intermédiaire. Parallèlement, les industriels, en investissant dans un redimensionnement à la hausse de leur capacité de transformation ou de réception peuvent craindre que les planteurs ne développent pas la production de canne, ce qui les empêcherait de rentabiliser leurs efforts. Les planteurs, bénéficiant de structures plus efficaces, pourraient de leur côté mieux concentrer leurs livraisons sur la période de richesse maximale des cannes et réduire leurs coûts de production (notamment de transport). Dans une certaine mesure, ils pourraient ainsi « exproprier » les industriels des résultats attendus de leurs investissements.

Dès lors, la crainte de ces comportements opportunistes compromet la transition vers une cible commune de croissance, les acteurs restant crispés sur leurs positions.

## **IV.4 Les modes de paiement de la canne aux planteurs rendent difficiles le regroupement des planteurs**

### **IV.4.1 Le regroupement des planteurs permettrait des gains d'efficacité**

Actuellement, l'attribution des droits de livraison aux planteurs est individuelle. Toutefois, des études ont montré que l'attribution de quotas collectifs pour des groupements de planteurs permettrait des gains de productivité (Gaucher, 2002). En effet, l'attribution d'un quota

collectif par groupement permettrait de décentraliser la gestion des aléas à l'intérieur de chacun d'entre eux. Dans un tel schéma, la planification des apports serait alors définie sur la base des droits à livrer attribués à chaque entité et non plus à chaque planteur. Du point de vue du pilotage de l'approvisionnement, les aléas seraient alors absorbés par les complémentarités entre producteurs d'un même regroupement. On passerait en effet d'une planification individuelle (dans laquelle des quotas sont attribués à chaque planteur) à une planification appliquée à des « groupements » de planteurs. Ces groupements constitueraient des entités gérant de façon autonome et interne les aléas de production, et auxquels serait attribué un plan collectif de livraison. Une telle organisation des chantiers de récolte permettrait de réduire les aléas de production devant être gérés par les industriels, entraînant ainsi une réduction des marges de manœuvre prises par ces derniers dans la planification des apports. Cela permettrait par exemple de fixer au plus juste la durée de campagne et de limiter les coûts liés à la prise de marge de sécurité. Par suite, cela permettrait un resserrement de la campagne autour du pic de richesse. Cette organisation aiderait également à réduire les risques de sur-annonce de la part de certains planteurs : là encore, cela pourrait se traduire par une réduction des marges de sécurité permettant un meilleur calage de la campagne et donc une augmentation de la production de sucre.

De plus, l'un des problèmes logistiques majeurs est lié à l'encombrement des plates formes des centres de réception par les transports individuels des livreurs. Un regroupement des matériels entre les planteurs permettrait un désengorgement de celles-ci. La planification collective, associée à une réorganisation des chantiers de récolte permettrait ainsi une amélioration des performances de livraison. Elle s'accompagnerait également probablement d'une réduction des coûts de production associés aux opérations de récolte et transports, la gestion individuelle des livraisons se traduisant actuellement par un suréquipement des planteurs et une sous utilisation des matériels. Ainsi, par exemple, des simulations réalisées sur l'usine du Gol (Loison, 1999) montrent qu'un regroupement des planteurs autour de matériels de plus grande capacité permettrait d'obtenir une amélioration notable des taux d'utilisation des équipements de chargement et de transport des cannes.

De tels regroupements pourraient également contribuer à favoriser une meilleure gestion de l'hétérogénéité climatique et variétale. En effet, au delà des aspects logistiques évoqués précédemment, ces groupements, gérant des surfaces plus étendues que celles détenues individuellement par chaque planteur, pourraient contribuer à une meilleure exploitation du potentiel de production des terres à cannes, en gérant de façon différenciée les parcelles (dates de plantation, choix des variétés) de manière à disposer de cannes plus ou moins précoces. Outre un plan mieux respecté et une réduction des coûts de production, le

regroupement des planteurs étendu à une gestion commune des parcelles pourrait ainsi permettre une augmentation du sucre produit qui bénéficierait à la fois aux planteurs et aux industriels.

#### **IV.4.2 Des regroupements difficiles compte tenu des modalités de paiement**

Toutefois, actuellement, les modalités de paiement en place rendent difficile le regroupement des planteurs ou la gestion collective d'un quota. Si on admet qu'il serait intéressant de gérer les apports des planteurs différemment, en les regroupant notamment, un paiement en richesse absolue, individuel, n'est plus tenable. Un planteur qui livrerait en début ou en fin de campagne serait immédiatement pénalisé. De même, l'attribution d'un quota collectif nécessiterait un mécanisme de répartition des gains associés aux livraisons entre les planteurs, garantissant une péréquation mais prenant en compte aussi les efforts réalisés par les uns et les autres. Le paiement relatif permettrait en partie de résoudre ces questions. Toutefois, ce mode de paiement ne convient que pour des groupes homogènes et/ou de grande taille. Il est donc indispensable de définir un système de paiement qui incite les planteurs à entrer dans des stratégies « collectives », de regroupement.

Ainsi, les mécanismes de contrôle et les mécanismes incitatifs dans les filières canne réunionnaise et sud-africaine ont été conçus dans le cadre d'une transaction bilatérale entre des fournisseurs et un industriel, afin de limiter les comportements opportunistes des agents. Les dispositifs de coordination sont centralisés au niveau de l'usine ou d'une instance interprofessionnelle et assurent le respect du contrat entre un principal et ses agents. Ces dispositifs n'assurent pas qu'un fournisseur ne sera pas directement pénalisé par le comportement déloyal d'un autre fournisseur. L'usine gère le « collectif de planteur » et chaque planteur indépendamment. Les dispositifs n'ont pas vocation à gérer les relations « horizontales » entre les fournisseurs.

## Conclusion

Les filières canne à sucre réunionnaise et sud-africaine sont des pôles économiques majeurs pour chacun des pays. Mais, ces filières rencontrent aujourd'hui des difficultés : baisse du prix de la canne à l'exportation, coûts de production très élevés, baisse des surfaces exploitables .... Afin d'augmenter leur productivité, de nombreuses actions ont été engagées : recherche de nouvelles variétés de canne à sucre plus productives et mieux adaptées aux différentes zones pédoclimatiques des bassins de production, développement de l'irrigation, développement de la mécanisation, appui technique auprès des planteurs en matière de mécanisation de chantiers de récolte mais aussi de conduite de la culture, amélioration des process de transformation industrielle, etc. Parmi ces tentatives de relance, une réflexion a été engagée concernant la redéfinition des modalités d'organisation de l'approvisionnement des usines. En effet, des marges de manœuvres peuvent être dégagées autour d'une meilleure rémunération de l'agriculteur, d'une amélioration de la gestion des flux et des approvisionnements, d'un accroissement de la qualité des livraisons à l'usine.

L'étude des cas empiriques a mis en évidence que beaucoup de difficultés au sein de ces filières sont liées aux modes de paiement des planteurs et aux modes d'organisation des approvisionnements. D'une part, la non cohérence entre ces deux outils de coordination génère des conflits entre planteurs et industriels, source d'inefficacité de la filière et de conflits récurrents entre planteurs et industriels. D'autre part, si des marges de progrès pourraient être dégagées par des regroupements de planteurs, l'implémentation de ces démarches est difficile et actuellement impossible car les incitations et les modes de partage de la valeur ne sont pas cohérents avec les modes de gestion opérationnelle.

Partant de ce constat, nous nous sommes attachés, dans la suite de la thèse (i) à mettre en œuvre des démarches et méthodes pour faciliter l'implémentation de nouveaux systèmes, (ii) à évaluer les solutions proposées, au regard de gains de production et d'efficacité pour la filière. L'enjeu est d'étudier les conditions qui influent sur l'efficacité des deux dispositifs de coordination et de mettre en place des démarches facilitant la mise en œuvre de nouvelles

organisations des approvisionnements et de nouveaux modes de rémunérations des producteurs agricoles.

D'un point de vue local, ce travail, mené sur deux sites, l'un en Afrique du Sud et l'autre à La Réunion, répondait à une demande des partenaires locaux (DAF, Industriels, interprofession). Il répondait à la double nécessité d'une amélioration de l'efficacité de ces filières en matière de gestion des flux de produits et d'une amélioration des dispositifs d'incitations. L'objectif sous-jacent pour ces filières était de faciliter la compréhension par les acteurs des modalités de paiement et de planification puis d'évaluer les impacts des dispositifs de coordination en place sur l'efficacité de la filière. Plus spécifiquement, les attentes des industries locales et de l'interprofession étaient (i) de mettre au point des méthodes et développer des outils pour tester de nouveaux modes de gestion des approvisionnements et des modalités de paiement (ii) de proposer et tester des solutions avec les partenaires de la filière.

D'un point de vue plus théorique, l'étude de ces cas empiriques et les questions posées sur le terrain nous renvoie à des champs disciplinaires différents. La question des approvisionnements et de la gestion opérationnelle nous renvoie vers le *supply chain management*, et les questions liées aux systèmes de paiement nous renvoient aux théories des incitations. La demande locale nous amène à faire appel à des méthodes d'intervention basée sur des outils de gestion et d'aide à la décision en partenariat avec les acteurs.

---

## **Chapitre II**

**Modes d'organisation des approvisionnements  
et système de paiement  
De l'approche théorique à l'analyse des  
dispositifs en place**

---





## Introduction

**Ce deuxième chapitre a trait à la définition et l'évaluation de l'efficacité des modes d'organisation des approvisionnements et des systèmes de paiement utilisés au sein des filières. Par une revue de littérature, il s'agit (i) de montrer en quoi les systèmes de paiement et les modes d'organisation des approvisionnements peuvent permettre d'améliorer la performance d'une filière, (ii) de comprendre l'intérêt de la « cohérence » entre ces deux dispositifs, (iii) puis d'analyser la manière dont la question du partage de la valeur générée par l'amélioration de la coordination technique entre les acteurs est prise en compte.**

D'un point de vue théorique, cela nécessite d'abord de définir la notion de « performance » et « d'efficacité » des systèmes d'approvisionnements et de paiement ainsi que la notion de « cohérence » entre ces deux dispositifs. Quels sont les variables et les paramètres à prendre en considération ? Peut-on évaluer l' « adéquation » entre des modes de gestion des approvisionnements et un mode d'incitation ?

Cette partie fait appel à deux champs théoriques et disciplinaires différents. La question des approvisionnements fait appel aux disciplines relevant du *supply chain management*. La notion de systèmes de paiement fait appel aux théories sur les incitations. Nous ne détaillerons évidemment pas dans ce chapitre tous les apports liés à ces champs disciplinaires, mais nous nous intéresserons plus particulièrement aux « ponts » et aux liens entre eux ainsi qu'aux différents niveaux théoriques auxquels ils se réfèrent.

Dans une première partie, nous définissons les notions d'« organisation des approvisionnements » et de « systèmes de paiement ». Nous repositionnons notamment ces notions dans le cadre des recherches sur les chaînes d'approvisionnement, qui d'un point de vue appliqué sont les plus à même d'apporter des réponses à notre problématique de terrain. Nous définissons ensuite ce que l'on entend par « performance » et « efficacité » de

chacun de ces deux dispositifs, au regard des objectifs de la chaîne et des intérêts de chacun de ses acteurs.

Dans une seconde partie, nous voyons comment, dans la littérature, la performance et l'efficacité de ces dispositifs sont évaluées et quels leviers d'action sont mobilisés pour les améliorer. Nous voyons comment la question du partage de la valeur au sein de la chaîne est abordée dans la littérature, notamment quand il s'agit de tenir compte de l'interdépendance entre fournisseurs.

Dans une troisième partie, nous faisons une évaluation de la performance des systèmes de paiement et des modes d'approvisionnement dans les quinze principaux pays producteurs de sucre. L'analyse et la synthèse des dispositifs existants fournissent une grille d'évaluation de la performance des dispositifs d'organisation des approvisionnements, de l'efficacité des modes de paiement et de la cohérence entre chaque dispositif. On montre ainsi que les modes de paiement existant dans les filières canne ne sont pas, ou mal, adaptés à des modes de gestion raisonnés collectivement à l'échelle du bassin.

Nous mettons en évidence la nécessité de mener conjointement les approches incitatives et de gestion opérationnelle pour accroître l'efficacité de la filière et pour implémenter les préconisations des recherches menées sur les chaînes d'approvisionnement.

## I. Définitions

La gestion des approvisionnements et les modalités de paiement sont, au regard des théories de contrats, les deux outils de coordination entre producteurs et fournisseurs (Brousseau, 1993). L'amélioration de la performance de ces deux outils de coordination fait appel à des champs théoriques et disciplinaires différents. La gestion des approvisionnements entre dans le cadre des études menées en *supply chain management*, plutôt du domaine de la gestion, tandis que la partie « système de paiement » fait plutôt appel aux théories sur les incitations, relevant plutôt de l'économie.

### I.1. Supply chain, approvisionnements, planification

#### I.1.1 Concepts de « filière », « supply chain » et « chaîne d'approvisionnement »

Une chaîne d'approvisionnement - ou *supply chain* en anglais- correspond à plusieurs entités liées par des flux de biens, d'information ou de fonds (Tsay, 1999). Le *supply chain management* - que nous traduisons littéralement par la suite par *gestion des chaînes d'approvisionnements* - est défini comme la gestion des relations coordonnées entre fournisseurs, industriels, distributeurs et commerçants assurant la transformation d'une matière première en des biens de consommation finale (Beamon, 1998). Cette coordination verticale est supposée dégager des gains supérieurs à ceux obtenus d'une coordination purement marchande (Eliashberg et Steinberg, 1987 ; Johnston et Lawrence, 1988). Elle concerne à la fois la planification, le contrôle des flux de matière première et d'information et les activités logistiques proprement dites au sein de la chaîne (Chen et Paulraj, 2004 ; Croom, 2000).

La *supply chain* peut être segmentée en plusieurs niveaux : (i) la *supply chain aval* qui concerne la distribution physique, l'acheminement des produits finis et le suivi jusqu'à leur intégration dans la logistique des clients (ii) la *supply chain interne*, centrée sur la logistique (iii) la *supply chain amont* qui correspond à l'ensemble des activités qui visent à assurer la mise à disposition dans les délais souhaités par l'entreprise des références et quantités voulues de matières premières, produits finis ou semis finis, dans les meilleures conditions de coûts. La réalisation de ce processus fait appel à la gestion des approvisionnements, des délais de livraison, du transport et du réseau de fournisseurs.

Dans cette thèse, on travaille au niveau de la *supply chain amont*. Celle-ci est schématisée dans la Figure 9.

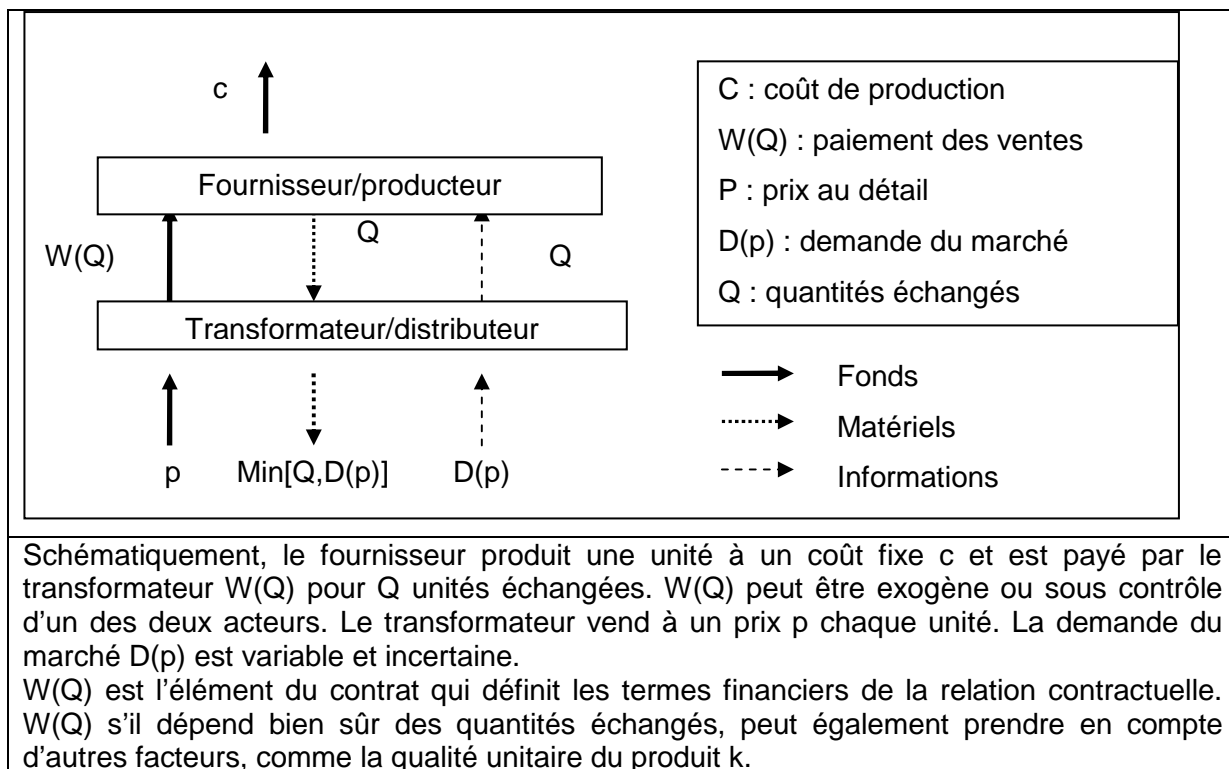


Figure 9 : Flux le long de la chaîne d'approvisionnement (schéma inspiré de Tsay , 99)

Le concept de *filière* a été développé à l'origine en France pour l'analyse du système agro-alimentaire. Comme la chaîne d'approvisionnement, ce concept s'est attaché à décrire et décomposer l'enchaînement d'activité aboutissant à la mise à disposition d'un bien au consommateur final, la suite d'opérations depuis le traitement de la matière première jusqu'au produit semi-fini, puis au produit fini. Toutefois si les deux concepts reposent sur une partition verticale du système économique, le concept de *filière* part en amont des matières premières ou des produits intermédiaires, alors que le concept de *supply chain*, sur lequel porte les préconisations de gestion du *supply chain management*, est plutôt orienté à partir de l'aval.

### I.1.2 Modes de coordination au sein de la *supply chain*

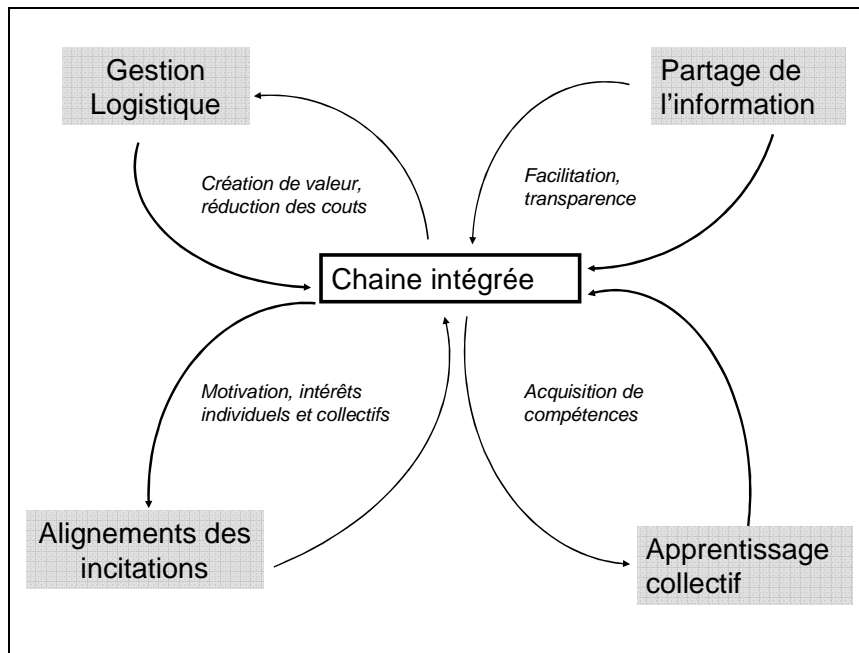
Traditionnellement, la gestion des chaînes d'approvisionnement concerne la gestion des flux de matières premières entre les différentes entités de la chaîne. Les problématiques traitées sont alors la gestion des stocks, la planification des tâches, l'optimisation des flux, la gestion du transport et des délais d'approvisionnement entre les différents maillons de la chaîne. Vers les années 90, les travaux sur les chaînes d'approvisionnements ont évolué pour envisager l'organisation entendue comme un système de fournisseurs, producteurs,

distributeurs et clients dont il convient d'optimiser la coordination. Au sein de la chaîne d'approvisionnement, l'attention est alors portée sur les modes de mise en place des relations entre les acteurs de la chaîne à travers l'analyse de différents mécanismes de coordination : autorité, confiance, contrat, paiement... On assiste alors à un dépassement de la logique purement optimisatrice, du *supply chain management* centrée sur le pilotage et la maîtrise des flux, en faveur d'une analyse plus fine des interactions qui créent la valeur le long de la chaîne (Tsay, 1999). Dans la lignée de la théorie des coûts de transactions, les approches inter-entreprises adoptent la représentation selon laquelle les interactions elle-même sont créatrices de valeur, légitimant de ce fait la nécessité de les analyser finement et de les gérer mieux.

Simatupang (2002) distingue quatre **grands modes de coordination au sein d'une chaîne d'approvisionnement**, relevant de quatre grands types de recherches (Figure 10):

- **La gestion des flux**, axe de recherche traditionnel, participant à la réduction des coûts et à la création de valeur au sein de la chaîne.
- **L'alignement des incitations**, permettant de faire converger les intérêts individuels des acteurs et la stratégie collective.
- **Le partage de l'information**, permettant de faciliter les échanges et les relations. Les études montrent qu'une des conditions de la réussite de la collaboration entre firmes est un échange régulier d'information. Une fois l'information en main, des approches coopératives peuvent être développées pour favoriser la coordination des activités et la planification globale entre entreprises.
- **L'apprentissage collectif**, afin d'améliorer, collectivement et sur le long terme, les capacités et les compétences des acteurs.

Chacun de ces modes de coordination est un moyen de se rapprocher du « first best case ».



**Figure 10 : les quatre modes de coordination d'une chaîne d'approvisionnement (inspiré de Simatupang, 2002)**

Chacun de ces modes de coordination répond à des objectifs différents, liés à la création de valeur, à la motivation des acteurs, au partage de l'information et à l'acquisition de connaissance par les acteurs de la chaîne. Ils sont de ce fait souvent étudiés indépendamment ou successivement : la gestion des flux permet de réduire les coûts, l'alignement des incitations de motiver les acteurs, le partage de l'information permet de mettre en place des solutions de coopération et l'apprentissage collectif de favoriser la coopération et les relations de long terme.

Nous ne détaillerons pas le rôle du partage de l'information ou de l'approche collective, nous nous focaliserons plutôt, dans la suite, sur la place des incitations dans la chaîne d'approvisionnement.

### **I.1.3 Organisation et planification des approvisionnements**

Par la suite, dans cette thèse, nous utiliserons le concept de « gestion des flux » dans son sens traditionnel et restrictif. C'est l'ensemble des processus permettant d'assurer la coordination technique entre les maillons de la chaîne. Les problématiques traitées sont la gestion du transport (pour la réduction des temps et coûts de transport), la planification des apports, la sélection des fournisseurs, la gestion de la qualité de la matière première, la gestion des stocks, la gestion des aléas, l'optimisation des flux.

Nous utilisons « organisation des approvisionnements » pour désigner les processus permettant de piloter les arrivages de matière première à l'unité de transformation. Nous y

incluons la planification des livraisons, l'acheminement de matière première, et le choix et la sélection de la matière première.

La planification est un outil pour organiser ex ante les approvisionnements. C'est un outil de prévision établi à partir des capacités industrielles et de la prévision des livraisons en quantité et en qualité. Il permet d'organiser l'arrivée des flux de matière première à l'usine. Le plan donne un cadrage global de l'activité et permet d'organiser ex ante les flux. Les prévisions de livraisons se font par des méthodes analytiques ou statistiques basées sur l'extrapolation du passé ou le traitement de séries chronologiques de la variable à prévoir. Une fois le plan établi, des outils permettent de gérer les aléas par rapport au plan initial. Ces outils se focalisent généralement sur une gestion en flux tendu et en temps réel.

## **I.2. Incitation, rémunération et paiement**

Notons avant de commencer que les termes « rémunération » et « paiement » sont très proches. Toutefois, le paiement est, par définition, « le versement d'une somme d'argent en échange d'un bien ou d'un service » tandis que la rémunération est le « versement d'une somme d'argent à l'accomplissement d'un travail ou la prestation d'un service ». On parlera par suite de paiement de la matière première et de rémunération des fournisseurs.

### **I.2.1. La rémunération, un mécanisme incitatif.**

D'après les théories des contrats (Brousseau, 2002), les systèmes d'incitations sont des mécanismes de compensation, poussant les agents à adopter des comportements coopératifs.

Les incitations peuvent être monétaires ou non. Dans les filières agro-alimentaires, la modification du statut, le prestige social, le pouvoir de décision, l'intérêt des tâches réalisées peuvent être des facteurs incitatifs (Schmid, 1997). Dans le cas du salariat, la volonté des individus de progresser dans les hiérarchies n'est pas seulement dépendante de l'amélioration des rémunérations. Le changement de statut est souvent associé à une meilleure rémunération, mais d'autres facteurs sont éventuellement pris en considération. Akerlof (1984) ou certains auteurs japonais (Aoki, 1988 ; Shimizu, 1991), montrent que la reconnaissance du groupe est un facteur incitatif important pour les membres d'un collectif de travail, sans qu'on puisse y déceler la moindre incidence monétaire. De même, au sein d'un groupe, la pression des pairs peut être un mécanisme incitatif fort mais non monétaire (Kandel and Lazear, 1992, Masclet, 2003).



Toutefois, les mécanismes incitatifs sont dans beaucoup de cas liés à la rémunération des agents. Dans un univers informationnel conforme aux hypothèses néoclassiques (avenir certain ou risqué), il est *a priori* envisageable de rétablir un système de compensation qui assure une correspondance étroite entre le résultat du comportement des agents et leur rémunération. Les théories des incitations et de l'agence sont ainsi bâties sur l'hypothèse qu'il existe des contrats incitatifs tels que l'incitation suffit à rendre les contrats exécutoires et optimaux (D'Aspremont, 1979).

### **I.2.2 Relation formelle entre rémunération et incitation – définition de la notion « d'effort »**

La relation formelle entre la rémunération et les incitations a été identifiée par Holmström (1979) et Schawell (1979). Elle est présentée de manière synthétique dans les articles de Holmström et Milgrom (1994) ou plus récemment dans le manuel de Laffont et Martimort (2002).

Elle est définie de manière générique entre un principal et un agent.

La production de l'agent,  $Y$ , est fonction de l'effort,  $e$ , inobservable par le principal et d'un aléa exogène,  $\varepsilon$ , tel que :  $Y=e+\varepsilon$ . Alors que, pour le principal, la variable d'effort reste inobservable, l'agent subit un coût de l'effort  $c(e)$  convexe croissant.

La relation conduit à proposer un schéma de rémunération linéaire de la forme suivante :

$$W(Y) = w + bY.$$

Si  $b =1$  le risque contenu par la présence de  $\varepsilon$  est totalement supporté par l'agent et la rémunération de l'agent dépend totalement de sa production.

Si  $b =0$ , le principal supporte entièrement la variabilité du produit, ce qui revient à assurer parfaitement l'agent en lui offrant une rémunération fixe.

Entre ces deux extrêmes, le schéma de rémunération comprend des incitations qui sont en arbitrage avec la recherche de l'efficience (ou la condition de partage optimal des risques).

Hölmstrom et Milgrom (1991) supposent que l'agent a une fonction d'utilité caractérisée par un coefficient d'aversion absolue pour le risque constant  $r$  et que l'aléa  $\varepsilon$  est normalement distribué. Dès lors, la valeur optimale du bonus  $b^*$  est caractérisée par la relation suivante :

$$b^* = \frac{1}{1+r\sigma^2 c''}$$

$\sigma^2$  est la variance de l'aléa

Le paramètre  $c''$  représente la sensibilité de l'effort aux incitations. La politique optimale de rémunération de l'agent dépend alors de son aversion pour le risque : si l'agent est neutre au risque ( $r = 0$ ), les incitations sont les plus fortes et sa rémunération dépend totalement du résultat de sa production ( $b^* = 1$ ), celle-ci dépendant complètement de la variabilité du résultat. En revanche, si l'employé a de l'aversion pour le risque ( $r > 0$ ), alors sa rémunération à la production est plus faible ( $b^* < 1$ ) et celle-ci est d'autant plus faible que le coût marginal est élevé et que la variabilité du produit de la relation  $Y$  est forte.

L'argument de la rémunération à la production témoigne du pouvoir des incitations dans la réduction de l'aléa moral.

### **I.2.3 Le système de rémunération des fournisseurs : un système de paiement de la matière première et un ensemble de procédures**

Un système de rémunération, est :

- un mode de paiement, c'est-à-dire une manière de fixer le prix d'achat de la matière première,
- un ensemble de règles et de procédures qui assurent la légitimité du système par les différents opérateurs.

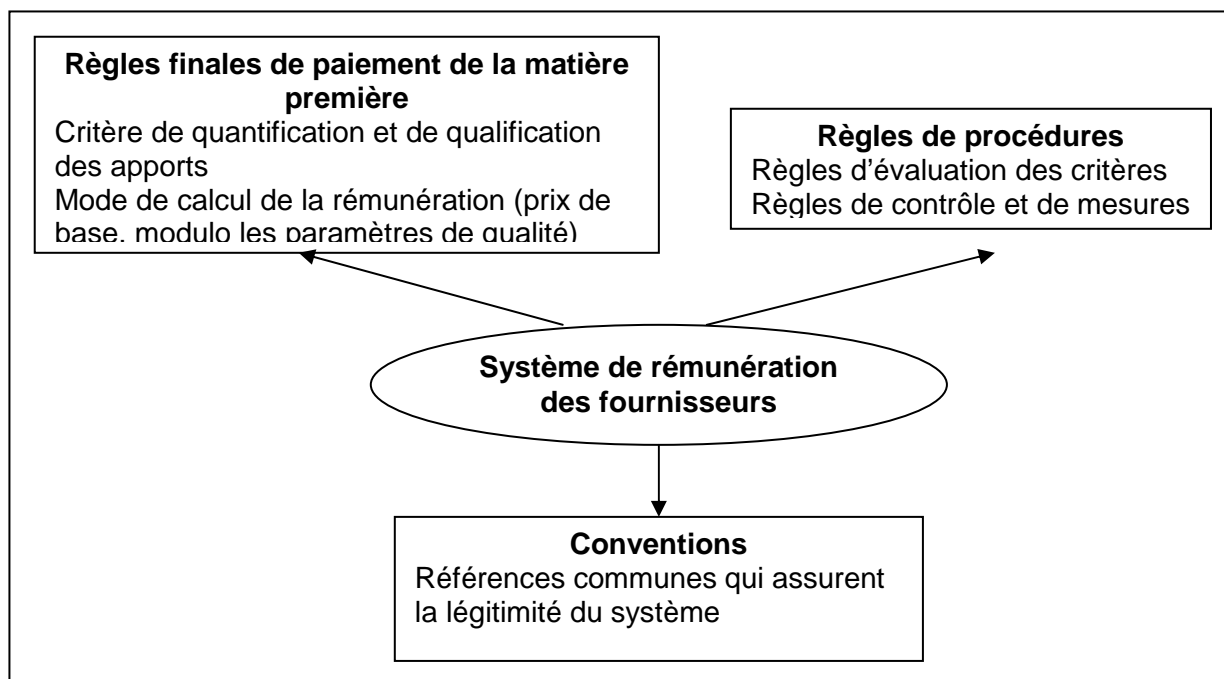
Il inclut ainsi différentes composantes :

- Des règles finales de calcul du paiement de la matière première que l'on appelle « le système de paiement ». Elles incluent :
  - le mode de calcul de la rémunération, c'est-à-dire le prix de base de la matière première (ou le cas échéant, le salaire) et des modulations autour de ce prix de base, en fonction de primes, de paramètres de qualité et quantité de matière première, des paramètres d'effort individuel ou collectif ...
  - la définition des critères d'évaluation de la matière première comme la production marginale, la qualité, la quantité ... (ou s'il s'agit d'un salaire, des critères d'évaluation de l'effort).
- Des règles de procédures, qui comprennent :
  - les méthodes, des systèmes de mesures et d'évaluation des critères de productivité définis. Typiquement, dans le cas d'une filière, la rémunération de la matière première s'accompagne de système de pesée des apports, de mesures des critères technologiques de la qualité des productions...

- les règles de distribution. Par exemple, le versement des compensations peut être immédiat ou différé. Dans le cas de la filière canne, le planning de paiement peut influencer sur les comportements des agriculteurs : si le paiement se fait en début de campagne à la livraison, les petits planteurs ayant des problèmes de trésorerie sont incités à livrer même si leur canne n'est pas mûre.
- Des conventions, partagées par tous, visant à rendre légitime le mode d'évaluation et de calcul de la rémunération. En effet, pour être adoptée une règle doit être considérée comme légitime, c'est-à-dire adaptée aux références, aux conventions partagées par les coopérateurs.

Prenons l'exemple de la rémunération à la qualité de la matière première. La notion de qualité est plurielle : il existe plusieurs conceptions de la qualité selon l'échelle et le stade de la chaîne de transformation que l'on considère (cf. Annexe I). Le choix de l'une d'entre elles a des conséquences sur la conception du système de paiement. Si la qualité est définie suivant des critères techniques et agronomiques, le paiement se fera en fonction d'éléments mesurés, comme le taux de sucre ou la fibre. Si la notion de qualité est liée au prix du marché, le paiement se fera *a posteriori*, une fois la vente sur le marché connue. Si la qualité est liée à l'effort de l'agriculteur ou au respect de certaines pratiques (comme c'est le cas de la culture biologique par exemple), le paiement peut être garanti uniquement si un cahier des charges établi par avance est respecté. Ainsi, lorsque la rémunération se fait sur la qualité de la matière première, il est nécessaire que la définition de la qualité soit partagée par tous les opérateurs de la filière. La légitimité du système de rémunération est liée à un accord préalable sur la notion de qualité.

Le schéma suivant (Figure 11), inspiré de Gaullier (1997) représente les différentes composantes d'un système de rémunération pour les fournisseurs d'une filière agro-alimentaire.



**Figure 11 : Représentation globale d'un système de rémunération des fournisseurs**

### **I.3. Performance et évaluation des dispositifs**

La « performance » peut être définie très différemment suivant l'échelle à laquelle on étudie une filière ou suivant les critères et les objectifs que l'on se fixe.

#### **I.3.1. Performance de la chaîne et efficacité des dispositifs de paiement et d'organisation des approvisionnements**

Selon l'AFNOR<sup>9</sup> « la performance est une donnée qui mesure l'efficacité et/ou l'efficience de tout ou partie d'un processus ou d'un système (réel ou simulé) par rapport à une norme, un plan ou un objectif déterminé dans le cadre de l'entreprise ».

La performance de la firme est souvent envisagée en termes de création de valeur. Au sens large, la notion de valeur, dans son acception managériale, repose sur l'estimation de la satisfaction d'un besoin auquel l'entreprise cherche à répondre au mieux et sur celle des coûts nécessaires à la réalisation des activités permettant de satisfaire ce besoin (référence). Dans notre approche, nous réduisons la notion de « valeur » à la différence entre les gains directement réalisés par la vente des produits transformés et les coûts de production. Par suite, les dispositifs mis en place sont supposés plus « efficaces » s'ils permettent d'accroître cette valeur.

<sup>9</sup> AFNOR : Association Française de Normalisation

Cette valeur dépend des actions de chacun des maillons de la chaîne ainsi que de la coordination entre ces différents maillons. Le système d'incitation a pour objectif de faire coïncider les intérêts individuels et collectifs. Il est d'autant plus efficace qu'il conduit chaque individu à fournir un niveau d'effort qui accroît la valeur créée par la chaîne.

### **I.3.2. Evaluation de la performance et objectifs de la filière**

Les mécanismes d'évaluation de la performance d'une entreprise ou d'une chaîne d'approvisionnement sont extrêmement nombreux (voir par exemple Nakhla, 2006). Nous ne les détaillerons pas ici. Nous tenons simplement à souligner que l'évaluation des performances n'est pas un objectif en soi mais un moyen utilisé par l'entreprise pour progresser. Dans ce cadre, le système d'évaluation des performances a pour but de piloter la mise en œuvre de la stratégie, de communiquer sur le projet. L'évaluation ne se fait qu'en fonction d'objectifs attendus. Les critères d'évaluation de la performance sont donc définis au regard des objectifs de filière, des résultats attendus. L'évaluation n'a rien d'absolu, elle peut passer par des mécanismes de comparaison. C'est dans cet esprit que nous avons réalisé l'évaluation des dispositifs de coordination en place dans les filières canne à sucre.

## **II. Voies d'amélioration de la performance de la chaîne et de l'efficacité des systèmes de paiement et des modes d'organisation des approvisionnements**

Les modalités d'organisation des approvisionnements et les systèmes de paiement ont été largement étudiés et analysés dans la littérature. Les premières consistent à améliorer la gestion opérationnelle et la coordination « technique » entre les différents maillons de la chaîne, les seconds consistent à s'appuyer sur les incitations, pour améliorer les performances individuelles au regard d'un objectif global de performance.

L'objectif de cette partie n'est pas de faire une liste exhaustive de ces dispositifs mais plutôt de comprendre les « ponts » et les liens entre eux. Il s'agit de montrer pourquoi mener ces deux approches de manière indépendante peut générer des inefficacités au sein des chaînes de production et freiner l'implémentation de solutions d'améliorations.

Tout d'abord, nous définissons ce qui peut être défini comme des systèmes de paiement et des modes d'organisation « optimaux » pour les chaînes d'approvisionnement. Nous dressons un rapide aperçu des méthodes et démarches développées dans la littérature pour améliorer l'efficacité de chacun de ces dispositifs et tendre vers ces « optimaux ». Nous mettons ensuite en évidence les liens entre eux, et voyons comment la question du partage de la valeur générée par l'amélioration de la coordination technique est abordée dans la littérature.

### **II.1. Les préconisations du *supply chain management* : l'optimisation de la création de valeur via l'optimisation des processus et des relations**

#### **II.1.1 Le *supply chain management* : un modèle de gestion alternatif à la firme intégrée**

Les objectifs et les intérêts des différents acteurs de la chaîne d'approvisionnement divergent souvent. De ce fait, les décisions qui sont prises sont souvent sous-optimales pour l'ensemble de la chaîne. Les recherches en *supply chain* partent ainsi de l'hypothèse que les profits espérés seraient maximisés si toutes les décisions étaient prises par un unique

décideur qui a accès à la totalité de l'information. C'est le « first best case ». Cette solution est souvent associée à une coordination centralisée, générant un profit optimal  $\Pi^c$ .

En général, ni le fournisseur ni le producteur ne contrôle la totalité de la chaîne : chacun a ses propres objectifs et détient une part d'information. Le profit réalisé dans le cas d'une structure décentralisée,  $\Pi^d$ , est tel que  $\Pi^d < \Pi^c$ . ***L'objectif principal des recherches en supply chain est de ramener  $\Pi^d$  au plus près de  $\Pi^c$ . Le supply chain management est ainsi souvent proposé comme un modèle de gestion alternatif à la firme intégrée.***

### **II.1.2 Une grande diversité d'approches, de méthodes et d'outils pour améliorer la performance d'une chaîne d'approvisionnement**

Les approches et méthodes visant à accroître la performance d'une *supply chain* sont extrêmement abondantes et variées. Elles diffèrent suivant les critères ou regards qui sont apportés par les auteurs. Les recherches couvrent ainsi une large variété de sujets : (i) des études empiriques décrivant le fonctionnement d'une *supply chain* en relation avec un problème spécifique (Hamprecht, 2005 ; Pluvinage, 2005), (ii) des formalisations qualitatives s'attachant à caractériser les comportements des acteurs autour de concepts génériques tels que la confiance, le partenariat, le leadership, la dimension culturelle, basées ou non sur des études de cas (Cadilhon, 2003 ; Ziggers et Trienekens, 1999 ; Kidd, 2003) et (iii) des formalisations mathématiques liées à la Recherche Opérationnelle, cherchant à fournir une aide aux décideurs (Beamon, 1998 ; Shah, 2005). Différents processus de la chaîne d'approvisionnement sont également mis en lumière (Tsay, 1999) : le contrôle des variables de décisions, la politique de prix, la flexibilité de la quantité, le contrôle d'engagement des approvisionnements, les contrats de rachats, les règles d'allocations, les délais d'approvisionnement ou la gestion de la qualité. Différentes techniques de modélisation sont envisageables pour traiter ces questions, depuis des outils d'optimisation (Melo, 2005 ; Neiro and Pinto, 2004 ; Ronnqvist, 2003), des outils de simulation (Minegishi et Thiel, 2000 ; Van der Vorst, 2000) ou des méthodes hybrides (Min et Zhou, 2002 ; Petrovic, 2001). Dans un certain nombre d'études récentes, l'accent a été mis sur le rôle de la coopération et du partage d'information entre les différents maillons de la chaîne (voir par exemple Chen 2004, ou Zhou 2007).

L'hétérogénéité d'approches qui en résulte se reflète par les nombreuses taxinomies (Tsay, 1999), revues critiques de la littérature (Croom, 2000), définitions (Mentzer, 2001) et pistes de recherche (Cox, 1999) proposées ces dix dernières années.

Nous ne détaillerons pas ici toutes ces approches. Nous nous focalisons dans la suite sur la question du paiement et des incitations au sein de la chaîne d'approvisionnement.

### **II.1.3. Le paiement et les incitations vus sous l'angle des *supply chain***

Beaucoup de travaux portant sur les chaînes d'approvisionnement se sont intéressés aux modes de fixation du prix d'achat de la matière première, via des prix de gros, des soldes, des rabais (Tirole, 1995) ou plus récemment via des systèmes avec un partage du profit (Cachon, 2002). Nous détaillons ici quelques éléments de ces travaux, afin de mieux comprendre comment la politique de prix ou l'alignement des incitations est raisonnée dans les recherches sur les chaînes d'approvisionnement.

#### **a. Modalités de fixation des prix**

Le premier type d'incitation est évidemment le prix que le fournisseur propose au détaillant. C'est l'élément du contrat qui définit les termes financiers de la relation contractuelle.

La fixation du prix d'achat de la matière première dépend :

- des coûts de production et de transformation.

A minima, le prix d'achat doit permettre aux fournisseurs de couvrir ses coûts de production. Si ces coûts ne sont pas couverts, la relation contractuelle perd de son intérêt.

- du rapport de force entre fournisseurs et transformateurs c'est-à-dire de la concurrence et de l'information disponible.

Le mode de fixation du prix est un moyen, pour l'un ou l'autre des acteurs, de capter une partie de la valeur créée par la chaîne d'approvisionnement. Il dépend du rapport de force entre les fournisseurs et les transformateurs.

Plusieurs cas sont décrits et traités dans la littérature :

- Les fournisseurs peuvent être en concurrence. L'intérêt des transformateurs est alors de rapprocher le prix d'achat de la matière première du prix de production.
- Les transformateurs peuvent être en concurrence. Dans ce cas, les fournisseurs sont rares et l'objectif du transformateur est de l'intéresser au contrat voire de le fidéliser. Les contrats de long terme où un prix minimal est garanti peuvent être une solution.

- de la demande du marché.

Des accords sont possibles pour capter des parts de marché, notamment en ce qui concerne des segments de marché valorisant la qualité.



Les modalités de fixation du prix d'achat influent sur le partage de la valeur au sein de la filière, entre un ensemble de producteurs et un ensemble de transformateurs. Dans ce cas, le problème du partage de la valeur entre les différents acteurs de la chaîne se pose dans le cadre des relations bilatérales entre transformateur(s) et fournisseur(s). Dans la majorité des travaux, les fournisseurs sont considérés comme indépendants entre eux. Le prix ou le paiement est vu comme un outil de la coordination verticale entre les fournisseurs et les transformateurs.

### ***b. Des systèmes de paiement de la qualité et la quantité***

Les schémas de prix que l'on rencontre dans la littérature sont plus ou moins complexes, et prennent en compte plus ou moins de variables. Le plus couramment, les variables prises en compte sont relatives aux quantités vendues (proportionnelles ou non). L'intégration de la qualité des produits complexifie les modalités de fixation du prix.

#### Cas du paiement à la quantité

Le cas le plus simple consiste à rémunérer chaque fournisseur en fonction de la quantité. Très souvent, le prix d'achat  $W(Q)$  est tel que  $W(Q) = F + tQ$  où  $F$  et  $t$  sont des constantes. Si  $F=0$  le mode de fixation du prix est linéaire. Si  $F$  est positive, la structure du prix est un tarif binôme.

Dans cette voie, beaucoup de travaux se sont intéressés à l'intérêt d'un rabais sur les quantités, pour définir des politiques de prix (rabais sur quantités) optimales, par lesquelles le fournisseur peut inciter le client à commander les volumes maximisant son propre profit. Jeuland et Shugan (1983) identifient plusieurs mécanismes de rabais permettant d'augmenter le profit des deux acteurs ; Lal et Staelin (1984) ainsi que Monahan (1984) proposent des formalisations visant à déterminer le niveau optimal de rabais à retenir ; Moorthy (1987) montre l'intérêt d'un tarifaire binôme, plus simple qu'une politique de rabais puis Weng (1995) compare l'impact de différents mécanismes de rabais sur les profits.

#### Des travaux sur les structures de prix en fonction de la qualité.

La littérature concernant les modalités de fixation du prix à la qualité est très abondante (voir par exemple Tirole, 1995 ; Tsay, 1999 ; ou Cachon, 2002). La représentation de la qualité est relativement abstraite. Elle est souvent définie comme un attribut du produit, qui a un effet positif sur les ventes et les coûts de production. Le facteur qualité est pris en compte via

une fonction de demande qui augmente en fonction de la qualité et diminue en fonction du prix. La demande est mise en parallèle avec un coût de production qui augmente en fonction du volume et de la qualité. L'objectif est alors de caractériser les décisions qui sont optimales pour une structure de marché donnée.

### ***c. Des schémas incitatifs pour pérenniser les collaborations entre industriels et fournisseurs***

Plus récemment, des systèmes incitatifs ont été proposés pour augmenter le profit de la chaîne tout en pérennisant la relation client –fournisseur.

Le premier type de schémas incitatifs repose sur la politique de retour de marchandises, qui permet au détaillant de retourner une partie ou encore la totalité des articles non vendus en échange d'un crédit (voir par exemple Berntein et Federgruen, 2005). Un autre type d'incitatif est la quantité flexible : le détaillant a la possibilité de réajuster sa commande suite à une meilleure connaissance de la demande (Munson et Rosenblatt, 2001). On peut citer également l'incitatif de partage du revenu (« revenu sharing contracts »), pour lequel le détaillant partage le revenu de la vente avec son fournisseur, moyennant un prix d'achat plus faible. Il est adapté au cas de plusieurs vendeurs en compétition sur les quantités. Ce type de contrat définit les cas où un vendeur ou un distributeur paye le fournisseur à un prix fixe plus un pourcentage des bénéfices de la vente réalisée par le distributeur. Cachon et Larivière (2005) montrent, à partir de l'exemple de loueur de cassettes vidéo, que ce type de contrat est un moyen de coordonner la chaîne dans le cas où plusieurs vendeurs sont en compétition pour la quantité.

Aussi, dans la littérature sur la gestion des chaînes d'approvisionnement, la notion de partage de la valeur est abordée comme un moyen d'aligner les intérêts des transformateurs et des fournisseurs. Les incitations sont vues sous l'angle des relations verticales.

#### **II.1.4. Conclusion**

Beaucoup de travaux existent pour améliorer la productivité de la chaîne d'approvisionnement. L'objectif des recherches menées sur les chaînes d'approvisionnement est de se rapprocher d'un modèle intégré et de faire tendre le profit de la chaîne  $\Pi^d$  vers le profit optimal  $\Pi^c$  associé au système intégré. La gestion des flux, l'alignement des incitations le partage de l'information sont autant de moyens d'y parvenir.

Par ailleurs, du fait même de la structure de la chaîne d'approvisionnement, les recherches dans ce domaine se focalisent sur les relations verticales au sein de la chaîne. Les

dispositifs incitatifs visent à motiver les deux groupes d'acteurs –fournisseurs et industriels- autour d'une stratégie commune. Ils sont également un moyen de partage de la valeur entre les maillons de la chaîne.

Or, certaines filières agro-alimentaires présentent une double dimension « verticale » et « horizontale », avec, d'une part, une relation bilatérale entre les groupes d'acteurs et, d'autre part, des relations individuelles entre des fournisseurs interdépendants. L'industriel doit gérer chaque contractant individuellement et le collectif de contractants.

Les travaux menés sur les dispositifs techniques et incitatifs au sein de la *supply chain* n'abordent pas la dimension « horizontale », caractéristique des transactions au sein des filières agro-alimentaires que nous étudions. L'optimisation de la valeur globale par la gestion des flux et la politique de fixation de prix d'achat de la matière première sont vus sous l'angle des relations verticales entre fournisseurs et transformateurs. Les schémas incitatifs proposés ne traitent pas et n'abordent pas la question du partage du surplus entre plusieurs fournisseurs, question d'autant plus importante si le surplus est le fruit de leur propre collaboration.

Pour prendre en compte la dimension horizontale des relations entre fournisseurs et rendre opérationnelle une gestion des flux raisonnée collectivement au niveau des fournisseurs, il est nécessaire de revisiter les mécanismes incitatifs au regard de la notion d'incitation « au sein d'un collectif ».

## **II.2 De l'incitation individuelle à l'incitation collective**

Les théories des contrats et des incitations fournissent un support pour appréhender la dimension « horizontale » des relations entre fournisseurs. L'étude de ces théories nous amène à faire référence à des travaux réalisés au sein de l'entreprise et dans le domaine des ressources humaines ou de la gestion de groupe.

### **II.2.1 Le paiement individuel à la productivité marginale : un optimum ?**

*Dans la plupart des cas, les théories des contrats admettent qu'un système d'incitation est essentiellement un mécanisme destiné à rémunérer les différents partenaires en se rapprochant au mieux de leur productivité marginale.* Si on ne la connaît pas, un mécanisme d'information permettant de l'estimer doit être conçu. Deux

grandes options existent alors : on observe soit l'output de l'agent (ici le fournisseur), soit l'input.

### **a. La rémunération en fonction de l'output**

Lorsque l'on rémunère l'agent en fonction de son output se pose alors le problème de savoir dans quelle proportion il est responsable de celui-ci. C'est le cas d'un agriculteur dont les résultats (rendement, qualité des productions...) sont liés non seulement à son travail mais aussi à des facteurs exogènes comme le climat. Un agriculteur payé sur son output est donc rémunéré pour son travail mais aussi en fonction d'aléas qu'il ne maîtrise pas. Par ailleurs, l'output dépend, le cas échéant, des contributions non identifiables d'autres facteurs de production. **La rémunération en fonction de l'output est incitative, certes, mais peut poser un problème d'équité : à effort et travail égal, ceux qui sont dans des zones à plus fort potentiel agronomique seront payés plus que d'autres, situés dans des zones moins favorables.**

Ce problème rejoint celui posé en ressources humaines pour la rémunération du personnel (Baron, Krepps, 1999 ; Lemistre, 2004). La question qui se pose dans ce cas est de savoir s'il vaut mieux rémunérer une qualification (qui tient compte d'éléments liés à la formation de l'individu) ou une performance (qui tient compte des motivations et des efforts de chacun). La logique « qualification » conduit à une rémunération uniforme à qualification donnée peu incitative à l'effort contrairement à une logique plus individualisée. Mais cette logique butte alors sur des problèmes d'équité et d'objectivation des performances. Comment évaluer la motivation d'un salarié au sein d'une entreprise ou l'effort d'un agriculteur ?

Enfin, on peut également noter que, du fait des asymétries d'informations entre agents économiques, si l'effort de l'individu n'est pas connu et que seul l'output l'est, les agents peuvent adopter un comportement opportuniste.

### **b. La rémunération en fonction de l'input renforce les comportements stratégiques**

La productivité marginale peut également être estimée par l'input. Mais, de la même manière que pour l'output, elle n'est pas forcément facilement inférable à la variable observée. Par exemple, il est difficile de connaître la productivité du travail si elle est due à deux facteurs – temps de travail et effort du travailleur- dont l'un (l'effort) est difficilement observable. Les risques de comportement stratégique de la part des agents sont renforcés : comme ils savent qu'ils ne seront jugés qu'en fonction du paramètre observable, ils ont intérêt à maximiser sa valeur au détriment éventuel de leur efficacité réelle (Brousseau, 2002).

## II.2.2. Le paiement en fonction de l'output collectif pose le problème du *free riding*

Lorsque la production marginale d'un individu ne peut pas être mesurée et que seul un output collectif est connu, l'individu est rémunéré sur le résultat collectif. Il est dans ce cas difficile ou impossible d'observer le travail de chacun au sein du groupe. C'est le problème de la production en équipe décrite par Alchian et Demetz (1972) sur le cas des déménageurs soulevant un piano : si, pour déplacer un piano, les déménageurs doivent être au nombre de quatre, il est impossible de connaître la véritable production de chacun. En effet, à chaque fois que l'on retire un membre de l'équipe, la productivité de celle-ci devient nulle. Il est impossible de mesurer les productivités individuelles et de savoir s'ils fournissent un effort différent.

Le travail en groupe dilue les responsabilités et le paiement à l'output collectif n'est donc pas incitatif pour l'individu. C'est **le problème du passager clandestin (ou free riding) : si les agents sont payés sur le résultat collectif, ils ont intérêt à « tirer au flanc » pour maximiser leur propre utilité** (Figure 12).

### Passager clandestin - Analyse

On suppose que le résultat de l'effort de N travailleurs est donné par l'intermédiaire de la fonction  $f(e)$  où  $e$  est un vecteur N-dimensionnel des efforts individuels ( $e_i$ ) des travailleurs du groupe. La fonction  $f$  est non séparable en ( $e_i$ ) pour souligner l'aspect coopératif des efforts individuels.

La compensation individuelle est donnée par  $f(e)/N$ . L'effort est pénible à mettre en œuvre selon la fonction de coût  $C(e_i)$  avec  $C_0 > 0$  et  $C'' > 0$ .

Le problème du passager clandestin est facile à mettre en évidence. Le travailleur individuel a le problème suivant :

$$\text{Max}_{e_i} f(e) / N - C(e_i) \quad (1)$$

soit pour les conditions de premier ordre:

$$f'_i(e) / N = C'(e_i) \quad (2)$$

L'efficacité requiert de son côté que le surplus total soit maximisé c'est à dire :

$$\text{Max}_{e_1, e_2, \dots, e_i, \dots, e_N} f(e) - \sum_{i=1}^N c(e_i) \quad (3)$$

avec les conditions de premier ordre :

$$f'_i(e) = C'(e_i) \forall i \quad (4)$$

Comme  $C'' > 0$  il est facile de voir que  $e^*$  solution du problème (4) est plus grand que la solution individuelle du problème (2) dès que  $N > 2$ . Il y a bien effet de passager clandestin. Si l'effort était observable un système de compensation tel que  $a + be$  serait optimal pour  $b = f'_i(e^*)$  et  $a$  défini de façon appropriée. Mais tout le point est précisément que l'effort individuel n'est pas observable.

Figure 12 : Cas du passager clandestin (Alchian et Demetz, 1972)

Dans les théories des incitations, de tels mécanismes ne se justifient qu'à défaut, en particulier par l'incapacité de l'employeur d'appliquer des schémas individuels de rémunération, incapacité le plus souvent attribuée à l'inobservabilité de la performance de chacun. L'incitation est d'autant moins efficace que les résultats et les actions des uns et des autres sont difficilement observables (Lazear, 1998).

Kandel et Lazear (1992) montrent que les risques de *free riding* peut être résolu par des mécanismes non monétaires comme la pression des pairs ou les normes sociales. Aoki (1988) montre que la surveillance mutuelle au sein du groupe ou la reconnaissance du groupe sont des éléments favorisant une coopération optimale entre les membres de l'équipe dans le cas d'une relation de long terme entre les contractants.

Enfin, on peut noter qu'un mécanisme basé sur la performance individuelle requiert de l'employeur qu'il puisse la mesurer, ce qui peut s'avérer difficile et coûteux lorsque la production relève clairement d'un processus collectif. Ainsi, si les incitations individuelles restent souvent plus efficaces qu'une incitation collective, les incitations collectives permettent de réduire les coûts de supervision dans la mesure où les efforts individuels sont souvent plus difficiles à observer et à mesurer que le résultat du collectif (FritzRoy and Kraft, 1987).

### **II.2.3 Inciter l'individu au sein d'un groupe**

Dans les théories des contrats, les incitations collectives sont mises en place par défaut, lorsque les comportements individuels des agents ne sont pas observables.

En effet, le schéma de rémunération  $Y=e+\varepsilon$  (tel que défini dans le paragraphe I.2.2 ;  $Y$  est la production de l'agent ;  $e$ , l'effort inobservable par le principal ; et  $\varepsilon$  un aléa exogène) s'avère relativement robuste lorsque l'on reste dans le cadre du modèle de base où le principal dispose d'une information parfaite sur le résultat tandis que l'aléa est de connaissance commune. Le pouvoir des incitations est d'autant plus élevé que l'information disponible pour l'employeur est importante. Or, dans de nombreux cas, ces conditions sont loin d'être vérifiées. Dès lors, le principal peut être amené à développer des stratégies d'extraction de l'information supplémentaire dans le but de rétablir l'arbitrage entre efficacité et incitations.

Ainsi lorsque la performance individuelle est non observable au sein d'un groupe, plusieurs modes d'incitations ont ainsi été mis en place, visant (i) à inciter l'agent à maximiser son effort, sans forcément chercher à estimer la production marginale, (ii) à pousser l'agent à révéler son information ou du moins, chercher à l'extraire. Entre le paiement en fonction de

l'output collectif et celui en fonction de l'output individuel, une large gamme de systèmes de rémunération existe (

Figure 15). On peut les regrouper en deux grands types : (i) des paiements relatifs, qui consistent à comparer les individus les uns aux autres ou (ii) des solutions « mixtes » qui consistent à rémunérer les individus sur le travail collectif et à attribuer des bonus ou des primes individuelles complémentaires.

### **a. Le partage du profit**

Lorsque seul l'output collectif est connu, afin d'inciter l'individu au sein d'un groupe, plusieurs modes de rémunération existent et sont étudiés dans la littérature. Ces mécanismes sont généralement adaptés à la rémunération des salariés au sein d'une entreprise.

Afin de favoriser le travail en équipe, une partie du profit peut être partagée entre les membres du collectif. Le partage peut se faire de manière égale (chacun a la même part), ou au prorata du salaire ou des résultats individuels. Le partage du profit peut s'effectuer via différents systèmes :

- des systèmes d'intéressement, de participation ou des « stock-options ». L'objectif est d'intéresser les agents au bien commun de l'entreprise plutôt qu'à la seule poursuite de leur intérêt propre.
- des pénalités ou des bonus particuliers attribués de manière individuelle. Dans ce cadre, l'introduction d'une norme et de pénalités pour non respect de cette norme peut être incitative.

De tels principes de rémunération conduisent à priori à de faibles niveaux d'efforts au regard de ceux que permettent d'obtenir les mécanismes basés sur la performance individuelle. Soumis à un mécanisme de partage du profit, les individus supportent l'intégralité du coût de leur effort alors qu'ils doivent en partager les fruits. Il en résulte alors des comportements de passager clandestin, dont l'ampleur est bien sûr proportionnelle à la taille du collectif ainsi rémunéré. Plus le lien entre contribution personnelle et rémunération est ténu, plus l'incitation à l'effort est faible.

***La taille du collectif joue un rôle déterminant dans l'efficacité de ce type d'incitation.***

Les qualités incitatives d'un mécanisme de partage du profit sont effectivement diminuées par la taille du groupe considéré. Le niveau d'effort des salariés décroît en fonction du nombre de collègues avec lesquels ils doivent partager le fruit de leurs efforts. ***C'est l'effet « 1/n » (Holmström, 1982) : le taux optimal de partage du profit est inversement proportionnel à la taille du groupe, le niveau d'investissement des salariés est d'autant plus faible que n est grand.***

### **b. Le paiement à l'output relatif**

Une autre catégorie de rémunération consiste à rémunérer « l'output relatif » : la rémunération est définie en comparant les agents les uns aux autres.

#### Le principe du concours ou modèle de tournoi (explicité par Lazear et Rosen, 81) :

Le meilleur individu se voit octroyé une promotion ou un salaire supérieur au détriment du moins bon. Cela crée une compétition entre individus au sein d'un groupe et permet de rémunérer l'individu sans connaître son niveau d'effort (Figure 13)

#### **Principe du Tournoi. Analyse**

On considère deux employés, 1 et 2, qui participent à un tournoi dans lequel le prix correspond à une promotion sous forme d'augmentation de la rémunération notée  $w$ . Les niveaux de production observables de chaque employé sont donnés par les relations suivantes :

$Y_1 = e_1 + \varepsilon_1$ , et  $Y_2 = e_2 + \varepsilon_2$  où  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_2$  sont deux aléas d'espérance nulle et représentent ici la part de chance de chacun dans le tournoi.

On définit par  $p_i(e_i, e_{-i})$ ,  $i = 1, 2$  la probabilité que l'agent  $i$  gagne le tournoi, avec  $dp_i/de_i > 0$  et  $dp_i/de_{-i} < 0$ . On a alors :

$$p_i(e_i, e_{-i}) = p_i(e_i - e_{-i} > \varepsilon_i - \varepsilon_{-i}) = F(\varepsilon_i - \varepsilon_{-i})$$

où  $F(\cdot)$  est la fonction de distribution cumulative de l'écart entre les deux aléas. Compte tenu de la symétrie entre les deux employés on  $e_i = e_{-i}$  à l'équilibre.

Du côté de l'agent, la condition nécessaire du premier ordre conduit à la condition suivante :

$$w f(0) = c' e_i f(0). \text{ Du côté du principal, la maximisation du profit donne : } w = 1/f(0).$$

Du côté de l'agent, la condition d'équilibre met en évidence un lien entre les trois éléments suivants : la propension de l'agent à faire des efforts, la valeur du tournoi (donnée par l'écart entre prix du vainqueur et prix du perdant) et le rôle de la chance.

Quand la valeur de  $f(0)$  est faible, le résultat du tournoi est fortement affecté par la chance. Dans ce cas, l'incitation à l'effort (par une rémunération à la performance) reste peu efficace au sens où le vainqueur du tournoi le doit surtout à la chance. Pour restaurer l'incitation à l'effort, l'employeur se voit alors contraint d'offrir une prime plus forte au vainqueur.

À l'inverse, une forte valeur de  $f(0)$  attribue un rôle mineur à la chance dans l'issue du tournoi de sorte que chaque employé réagit fortement aux incitations contenues dans sa rémunération à la performance. Cet effet est renforcé lorsque la valeur du tournoi représentée par l'écart de rémunération s'accroît. Il n'est, dans ce cas, pas nécessaire que le principal offre une prime au vainqueur élevée, dans la mesure où l'incitation à l'effort est forte.

**Figure 13 : Principe du Tournoi -Modèle de Lazear et Rosen 1981**

#### Rémunération en fonction de l'output relatif (Holstrom, 79, 82).

Holmstrom (1982) propose un modèle de paiement à l'output relatif. L'idée sous-jacente est simple : il s'agit de comparer les individus à leur moyenne, afin d'extraire une partie de l'information relative à leur production.

Le modèle d'Holmstrom est présenté dans l'encadré ci-après (Figure 14)



### Paielement à l'output relatif- Analyse

Holmstrom (1982) propose un modèle comparatif dans lequel l'aléa inobservable qui affecte la production du système est décomposé en deux éléments :

- une composante commune à tous les agents,  $\theta$
- une composante particulière à chacun,  $\eta$

L'aléa  $\varepsilon_i$  de la relation de la production entre l'agent  $i$  et le principal se décompose en un aléa propre à cet individu  $\eta_i$  et un choc commun  $\theta$  à tous les employés  $\varepsilon_i = \eta_i + \theta$

Dans le cas particulier d'une fonction linéaire où le niveau de production  $x$  résultant d'un effort  $e$  s'écrit :  $x = e + \eta + \theta$  plus les agents sont semblables, plus leurs aléas sont corrélés:  $\text{var}(\theta) \gg \text{var}(\eta)$ . Le recours aux comparaisons permet d'améliorer la régulation en capturant toute l'information pertinente sur  $\theta$ , véhiculée par les niveaux de production  $x_i$ . Pour cela, Holmstrom suggère de recourir à une statistique suffisante, comme la moyenne des productions, pondérée par la précision relative des aléas individuels :  $\bar{x} = \sum_i x_i * \tau_i / \bar{\tau}$  (où  $\tau_i$  est la précision - l'inverse de la variance - de  $i$ ).

L'idée sous-jacente est assez intuitive : en capturant l'information sur  $\theta$ , le principal parvient à neutraliser l'impact de la composante commune de l'aléa. Plus le ratio  $\text{var}(\eta)/\text{var}(\theta)$  est élevé, plus l'apport des comparaisons est important. Le principal peut alors réduire la part fixe de la rémunération des agents et augmenter la part variable (incitations à l'effort).

La valeur optimale du bonus dépend du type d'aléa qui est pris en compte : soit  $\varepsilon_i = \eta_i + \theta$  soit  $\varepsilon_i = \eta_i$ . La valeur optimale du bonus proposé à l'agent est telle que :

$$\tilde{b} = \frac{1}{1 + r\sigma_n^2 c''} \geq b^* = \frac{1}{1 + r\sigma^2 c''} \text{ où } \sigma^2 = \sigma_n^2 + \sigma_o^2$$

Le respect de la contrainte d'incitation implique alors que  $e' \geq e^*$ . Ce résultat montre que la prise en compte du choc commun  $\theta$  à tous les agents rend leur niveau d'effort optimal plus faible par rapport à la situation où l'aléa est seulement de type idiosyncrasique. Pour restaurer les incitations à l'effort, le principal va donc chercher à extraire de l'information sur le choc commun. Un moyen simple consiste à obtenir de l'information dans son environnement à partir de situations proches. En observant le comportement d'employés possédant des caractéristiques similaires, cela lui permet de neutraliser l'impact de l'aléa commun. Ce dispositif revient en fait à évaluer la performance relative de chaque employé par rapport à son groupe de référence au sein de la firme. Ainsi, lorsque les agents sont averses au risque, les comparaisons améliorent le bien-être qui tend vers l'optimum de premier rang avec le nombre d'agents comparés.

Figure 14 : Paiement à l'output relatif- Modèle d'Holmstrom, 1982

#### Problèmes posés par les paiements relatifs

Ces modes de paiement par comparaison des individus entre eux posent un certain nombre de problèmes :

1. la coopération mutuelle entre individus n'est pas favorisée

Cela est surtout vrai pour le modèle de tournoi ou de concours. Les individus étant rémunérés en fonction de leur classement relatif, ils n'ont aucun intérêt à aider les autres

agents. Ce type d'incitation rend difficile, voire impossible, toute forme de coopération entre eux, et par conséquent ne favorise pas un travail collectif.

## 2. les risques d'entente mutuelle

Le principal est d'abord soumis au risque d'une manipulation stratégique de la part des agents : il suffit en effet que chacun se rende compte que l'évaluation de sa performance relative s'accroît, soit parce que sa performance absolue est plus élevée, soit parce que la performance moyenne de son groupe de référence diminue. La manipulation stratégique consiste alors en une allocation de son effort en deux parties, l'effort consacré à son activité productive et l'effort consacré au sabotage de l'activité productive des autres (Lazear, 1989). L'extraction d'information par l'employeur à partir de l'évaluation relative de la performance lui permet de restaurer les incitations sachant que le prix à payer pour cette stratégie peut résider dans l'apparition de comportements de sabotage de la part des agents. Ce système favorise ainsi les phénomènes de collusion des individus de référence. En effet, les individus ont intérêt à se coaliser pour limiter la concurrence et éviter qu'elle ne fasse atteindre des niveaux trop élevés de la moyenne de référence.

## 3. le contrôle de l'hétérogénéité

Un autre problème posé par le mode de paiement relatif est le contrôle de l'hétérogénéité. ***L'hétérogénéité entre les agents peut réduire significativement la portée d'un mécanisme comparatif si elle n'est pas correctement corrigée.*** Des disparités environnementales peuvent en effet distordre les comparaisons et donc réduire l'efficacité du mécanisme. Le choix des individus de référence ou individus moyens qui serviront de base à la comparaison et la définition de l'output relatif de chacun est important. Se pose alors la question de savoir comment s'effectue ce choix des individus de référence. Ainsi, dès lors que la rémunération s'effectue par rapport à une norme ou par rapport à des individus de références, plusieurs questions se posent (i) comment déterminer la norme ? (ii) comment constituer des groupes ou des équipes de référence ?

### **II.2.4. Efficacité et limites des dispositifs incitatifs : récapitulatif**

Le schéma ci-après (figure 15) propose un récapitulatif des dispositifs de paiement existant dans les théories des contrats, depuis l'incitation individuelle à l'incitation collective.

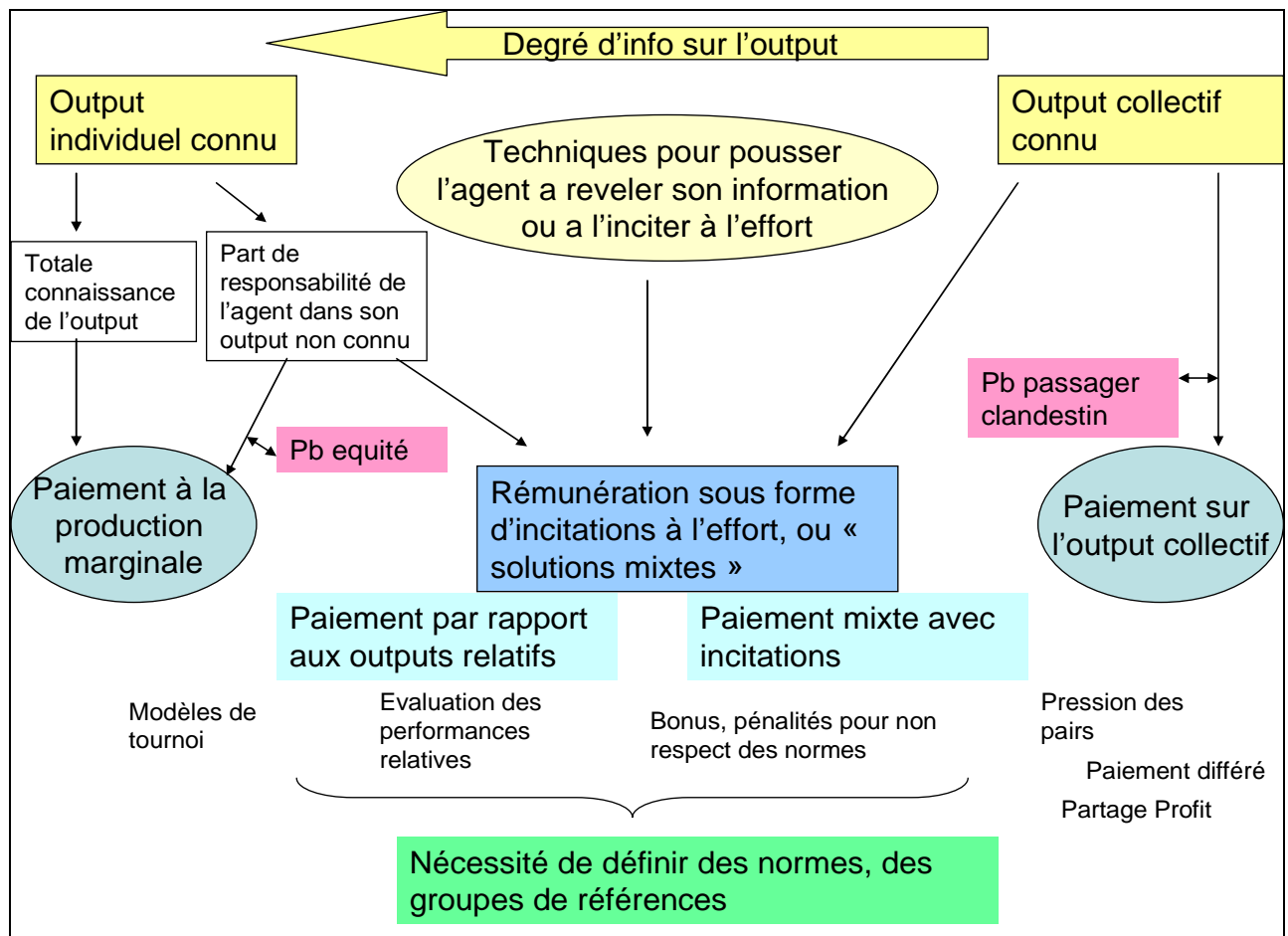


Figure 15 : Schéma récapitulatif des principales formes de rémunération et d'incitations répertoriées dans les théories des contrats et les théories des incitations

**Dans la théorie de l'agence, les incitations sont essentiellement un mécanisme destiné à rémunérer les différents partenaires en se rapprochant au mieux de leur productivité marginale. Plus le paiement se rapproche de la productivité marginale, plus il est considéré comme efficace.** Les différents modes de paiement imaginés dans le cadre de cette théorie ont été dessinés pour inciter l'individu au sein d'un groupe, connaissant le résultat de groupe mais en ayant peu d'information sur l'effort individuel. Les méthodes proposées visent à extraire l'information sur le niveau d'effort individuel. Ces théories ont beaucoup de mal à justifier les effets effectifs des formes de rémunération indexées sur des indicateurs de performance collective. Ce point est soulevé par Kandel et Lazear (1992): "*But the idea that joint ownership can do much for incentives when the number of workers is large seems wrong on the face of it. The prevalence of partnerships and profit sharing, even when risk allocation is not central, is difficult to explain in the standard principal-agent framework*".

La prise en compte des interactions au sein d'un groupe de travailleurs complique considérablement les prédictions de la théorie de l'agence. Le contrat incitatif issu du modèle

de Holmström et Milgrom (1991) implique une unité de responsabilité. S'il y a plusieurs agents, chaque activité ne peut être que sous la responsabilité d'un seul car la performance ne peut être mesurée qu'au niveau d'une tâche. Ainsi, l'attribution de la responsabilité des tâches donne la clef permettant de mesurer la performance d'un individu. Mais dans ce cadre, il est difficile de penser le travail en groupe. Itoh (1991), tout en maintenant l'hypothèse d'une mesure de la performance indexée sur la tâche, envisage la possibilité d'attribuer la responsabilité conjointe de deux tâches à deux agents et cherche les conditions dans lesquelles une telle forme d'organisation du travail est optimale. ***Il montre que les conditions d'optimalité du travail en groupe sont incompatibles avec celles d'une indexation de la rémunération sur un indicateur de performance individuelle.*** Plusieurs travaux montrent ainsi que pour être efficace, le travail en équipe doit être associé à des pratiques incitatives de groupe plutôt qu'à des pratiques incitatives individuelles. Par exemple, des études montrent que des salariés soumis à un mécanisme collectif de rémunération développent entre eux des attitudes coopératives (entraide, « coup de main », coordination des tâches, formation des nouveaux embauchés...) que ne permettent pas des mécanismes basés sur la performance individuelle (FitzRoy et Kraft, 1987 ; FitzRoy, 1995). La mise en place de dispositifs de partage du profit peut alors se justifier par l'intérêt de l'employeur à susciter la coopération entre ses salariés. Outre des propriétés d'incitation (obtenir l'effort des agents), les mécanismes de rémunération collectifs recèlent également des propriétés de répartition de l'effort. Certains mécanismes, comme le partage du profit ou le paiement sur la base d'un résultat collectif, peuvent susciter des comportements d'entraide même lorsque les salariés prennent leur décision d'effort en toute indépendance. Lorsque le processus de production requiert précisément des salariés qu'ils consacrent une partie de leur effort à coopérer avec d'autres, ce type de rémunération peut être efficace. Le partage du profit et une rémunération indexée sur le résultat collectif, s'ils s'appuient sur une interdépendance des efforts, régule ainsi le comportement des salariés ainsi rémunérés (Richard, 2002).

Ainsi, on retiendra de la revue de ces mécanismes incitatifs que l'incitation à la productivité marginale est considérée comme le système incitatif le plus efficace en termes d'incitation à l'effort. Toutefois, pour qu'une collaboration entre individus soit effective elle doit être associée à une incitation collective.

### **II.3. Mettre en cohérence les démarches d'incitations et de coordination technique**

La revue de littérature réalisée dans les deux parties précédentes montre que :

- un premier champ de recherche, relevant de la gestion des chaînes d'approvisionnement, aborde largement les questions liées à l'organisation des approvisionnements et aux incitations. Toutefois, du fait de la structure même de la chaîne, la logique d'amélioration de la performance se concentre sur les relations verticales entre fournisseur et transformateur. La question de l'interdépendance est rarement prise en compte.
- un autre champ de recherche, relevant de théories plus générales sur les contrats ou les incitations, aborde la question des incitations au sein d'un groupe ou d'une équipe.

Ces deux voies sont le plus souvent menées de manière indépendante et peu de liens existent entre les deux. Toutefois, l'intérêt de mettre en relation ces deux domaines de préoccupations, tant pour des raisons empiriques que théoriques, a déjà été souligné dans quelques travaux. Nous les présentons ici.

#### **II.3.1 Des exemples dans l'entreprise**

***Dans le cadre de l'organisation intra - firme, Aoki (1986, 1990, 1996) offre les exemples les plus connus de modèles et d'approches englobant les caractéristiques de la coordination opérationnelle et celles des incitations.*** Il distingue deux modèles d'organisation cohérents : le modèle américain ou hiérarchique (modèle H), qui repose sur une coordination centralisée (ou verticale) des agents et des incitations décentralisées (ou horizontales) et le modèle japonais (ou modèle J) qui combine coordination décentralisée et incitations centralisées. L'analyse et la comparaison de ces deux modèles lui permet de mettre en avant un principe de dualité reliant incitations et coordination : *“Afin que les entreprises constituent des organisations efficaces et à forte cohérence interne, il faut que soit leur mode de coordination, soit leur mode de stimulation incluent une forte dimension hiérarchique”*. Par ailleurs, l'efficacité de chacun des deux modèles dépend du contexte de marché dans lequel se situe l'entreprise, et leur existence ne peut se comprendre indépendamment du contexte institutionnel dans lequel ils prennent place. ***Sur le plan théorique, Aoki montre ainsi que la performance d'une entreprise réside dans la mise***

***en cohérence des démarches d'incitations et de coordination technique entre individus au sein de l'entreprise.***

S'inspirant de travaux d'Aoki, **Mottis (1998, 1999)** compare les deux modèles japonais et américain dans le cas de l'informatique bancaire. Il montre qu'afin que les entreprises constituent des organisations efficaces et à forte cohérence interne, soit leur mécanisme de coordination soit leurs mécanismes incitatifs doivent avoir une forte dimension hiérarchique. ***Il met en évidence, au sein du secteur bancaire, les interdépendances entre les deux approches « incitatives » et « opérationnelles » et défend ainsi l'idée qu'afin d'éviter des dysfonctionnements ces deux notions doivent être appréhendées simultanément et être cohérentes entre elles. Il montre, de plus, que la mise en œuvre simultanée de ces deux approches doit intégrer des aspects contextuels clés.*** En effet, sous l'angle opérationnel, les problèmes qu'affrontent les dirigeants sont souvent hybrides combinant différentes constructions théoriques. Mottis montre que la formalisation des liens entre les facteurs humains, technologiques et organisationnels est d'une grande utilité lorsqu'il s'agit de concevoir et de mettre en œuvre des solutions sur des points de coordination opérationnelle ou d'incitations. Ces formalisations représentent de puissants outils de diagnostic, peuvent aider à la construction de cibles de croissance et, ce qui est essentiel dans un processus de changement, stimulent la création d'une connaissance commune des principales interactions à gérer. Ne pas intégrer dès le départ l'ensemble des éléments contextuels qui conditionnent aussi bien la qualité de la coordination entre unités que celle des schémas d'incitations, c'est prendre le risque d'invalider l'ensemble des démarches engagées.

### **II.3.2 Cas des relations interentreprises**

Dans le cadre des relations inter-entreprises, si la nécessité de mettre en relation les incitations et la coordination technique apparaît dans la littérature, le problème n'a été qu'incomplètement traité.

#### ***a. Le partage du surplus : un frein à l'implémentation des préconisations***

La nécessaire mise en cohérence entre gestion des flux et dimension incitative apparaît dans des travaux récents, notamment dans le cadre de l'émergence du co-développement, ou « partenariat de conception » (Garel, 1997) ou du développement des réseaux d'entreprises (Baudry, 2004).

Prenons l'exemple du développement des réseaux d'entreprises. Pour faire face à la concurrence, les entreprises développent de nouveaux modèles de collaboration. Au delà d'un coût de production minimum et d'un délai de livraison rapide, elles mettent en place des approches collaboratives afin d'augmenter la rentabilité de l'ensemble du réseau. Ces méthodes reposent sur un échange d'informations, des mécanismes de planification et de coordination des activités globales. Toutefois, ces approches collaboratives ne profitent pas également à tous les membres du réseau. La question des incitations et du partage de la valeur au sein du réseau devient alors une question incontournable pour pérenniser les relations et éviter qu'un des acteurs cessent la relation.

Quelques auteurs ont traité cette problématique, à l'aide de la théorie des jeux ou des équilibres de Nash. Toutefois ces méthodes limitent le nombre de paramètres étudiés ou encore la longueur de la période de planification considérée (Cachon, 2000). Par ailleurs, elle s'intéresse et se focalise sur la relation verticale entre fournisseurs et détaillants. Les modalités de partage du surplus de profit lié à la coordination entre les fournisseurs ne sont pas étudiées.

**Dans le cas des chaînes d'approvisionnements, les recherches s'attachent aux relations verticales entre fournisseurs et industriels et le problème du partage de la valeur entre un collectif de fournisseurs n'a que peu été abordé.** De nombreuses études, on l'a vu, se sont intéressées aux modes de fixation du prix d'achat de la matière première, via des prix de gros, des soldes, des rabais, via des systèmes avec un partage du profit. D'autres, bien sûr, se sont intéressés à l'amélioration de la coordination technique, via notamment la gestion des flux. Toutefois, comme le souligne Tsay (1999), si la littérature dans le domaine de la gestion des chaînes d'approvisionnements offre de nombreux moyens d'améliorer la coordination et l'efficacité de la chaîne, peu de travaux traitent des questions d'incitations et de partage de la valeur au sein de la chaîne.

Or cette question devient pertinente dès lors que l'on traite de la réelle implémentation des systèmes proposés. Si les démarches de collaboration génèrent du profit et un surplus, celui-ci peut être inégalement réparti entre les différents collaborateurs. Pour pérenniser les relations clients –fournisseurs, il est nécessaire d'analyser la manière dont le surplus peut être redistribué. La collaboration ne pourra être mise en place que si elle profite également à chacun.

Ainsi, lorsque l'amélioration de la coordination technique passe par une collaboration entre entreprises, la manière dont les bénéfices liés à la coordination peuvent être divisés entre les différents acteurs est une question incontournable pour permettre l'implémentation des contrats. La question du partage de la valeur créée par la coordination technique est

importante pour permettre la mise en œuvre effective des améliorations proposées. De plus, des démarches de collaboration différentes associées à des systèmes incitatifs différents auront des impacts différents sur la valeur globale dégagée par la filière et sur sa redistribution. Cela implique de prendre en compte l'ensemble des paramètres opérationnels influençant le choix d'une approche collaborative puis d'étudier les conditions sur ces paramètres pour que la collaboration soit profitable à tous.

***Mettre en relation les deux approches techniques et incitatives est nécessaire pour permettre la mise en œuvre effective des améliorations proposées et l'implémentation des contrats. Afin d'éviter des dysfonctionnements ces deux fonctions doivent intégrer des aspects contextuels clés.***

### ***b. Cohérence et efficacité des dispositifs***

Dans le cadre de la gestion des chaînes d'approvisionnement, le système le plus « performant », le « first best case », est celui qui se rapproche le plus du système intégré. Les recherches montrent que pour atteindre cet objectif de performance, des collaborations doivent se développer entre les différents maillons de la chaîne. Le partage de l'information, la mise en place d'outils de plateformes logistiques ou de planification ou certains schémas incitatifs sont devenus des éléments clés de la réussite de ces collaborations.

Dans le cadre des incitations, les dispositifs priorisent le paiement à la performance individuelle. Schématiquement, le dispositif incitatif le plus « efficace » est celui qui rémunère à la production marginale et incite à l'effort individuel. Les recherches sur les incitations ont permis de développer un ensemble d'outils pour améliorer la productivité au niveau individuel, que ce soit au sein d'un groupe ou non. Si elles montrent que les conditions d'optimalité du travail en groupe sont incompatibles avec des paiements basés sur des indicateurs de performance individuelle, le paiement à la productivité marginale reste souvent un « optimal » en termes d'incitations à l'effort.

S'il est possible de définir ou d'évaluer indépendamment l'efficacité des dispositifs incitatifs et de coordination technique, l'évaluation de l'efficacité conjointe de ces deux dispositifs et de la cohérence entre les deux est plus délicate. Ces deux dispositifs ne vont pas nécessairement de paire pour maintenir des collaborations et pour optimiser la performance globale de la chaîne. La cohérence entre ces deux dispositifs est nécessaire pour éviter de générer des inefficiences au sein de la filière.



Ces questions de cohérence entre les deux dispositifs, si elles ont été soulevés dans la littérature, au travers des questions de partage de la valeur, n'ont pas été traitées en tant que telles. De ce fait, peut-on évaluer les inefficiences générées par le manque de cohérence entre ces deux dispositifs? Comment concevoir des systèmes incitatifs permettant de faire coïncider les intérêts individuels et collectifs tout en étant cohérent avec le mode d'organisation en place ?

### **III. Analyse comparée des systèmes de paiement et des modes d'organisation des approvisionnements dans les principaux pays sucriers.**

Dans cette partie, nous analysons et comparons les modes de paiement et d'organisation des approvisionnements existant dans les principaux pays producteurs de sucre. L'objectif est de fournir une grille d'évaluation (i) de la performance des dispositifs d'organisation des approvisionnements (ii) de l'efficacité des modes de paiement et (iii) de la cohérence entre les deux. L'analyse se focalise principalement sur la gestion de la maturité de la matière première, les questions de systèmes de paiement à la qualité et d'organisation de la récolte en fonction de la richesse de la canne étant les plus à même d'illustrer l'intérêt d'une cohérence entre les deux dispositifs.

Cette analyse est le fruit d'un travail bibliographique mais aussi de nombreuses rencontres et d'échanges, notamment avec les personnes ressources, souvent peu nombreuses, connaissant l'historique, l'évolution et le détail des systèmes de paiement de leur pays (Lejars, 2006a). Les quinze principaux pays producteurs ont été étudiés : le Brésil (1<sup>er</sup> producteur), les Etats-Unis (Cas de la Floride et de la Louisiane), l'Argentine, l'Australie, la Colombie, les îles Fidji, l'Inde, la Jamaïque, le Mexique, l'Île Maurice, les Philippines, le Swaziland, la Thaïlande, l'Afrique du Sud et la France (Réunion et Guadeloupe).

Une synthèse est fournie en annexe III. Un tableau récapitulatif synthétise les différentes modalités existantes ainsi que l'ensemble des sources bibliographiques mobilisées pour chacun des pays étudiés.

#### **III. 1 Les différentes structures de la chaîne d'approvisionnement**

Le mode de paiement et la planification dépendent de la composition de l'actionnariat de l'usine et de l'atomisation de la production.

Dans la plupart des pays, les producteurs de canne et les transformateurs sont des entités économiques indépendantes (Larson, 1999).

On peut dissocier 3 grands cas :

- Complexes sucriers : Lorsque les cannes sont cultivées et transformées par une même entité commerciale, le mode de paiement n'a pas lieu d'être. La planification est organisée par l'usine, qui gère ses propres ressources. C'est le cas dans certaines usines au Cameroun, au Tchad, en Côte d'Ivoire, en Indonésie, au Vietnam, au Kenya ou en Thaïlande...

- Coopératives : Si l'usine appartient et est approvisionnée par un certain nombre de planteurs (cas d'usines appartenant à des coopératives de planteurs), la distribution de la valeur se fait entre des planteurs propriétaires. Par souci d'équité, le paiement s'effectue alors proportionnellement au tonnage livré, et le plus souvent, en tenant compte de la qualité des cannes (ex : Brésil).
- Entités indépendantes : Si l'usine et les planteurs sont des entités différentes, ce qui est le cas le plus commun, la valeur créée par la filière doit être redistribuée d'une part entre les usiniers et les planteurs et d'autre part, entre tous les planteurs (ex. La Réunion, Afrique du Sud).

La limite entre ces trois grands types cas n'est pas franche :

- Les usines peuvent être approvisionnées à la fois par des cannes provenant de domaines d'usines et des cannes provenant de planteurs indépendants (ex : Ile Maurice).
- L'Etat peut également jouer un rôle important non seulement en fixant le prix du sucre mais aussi en influençant le mode de paiement des cannes aux planteurs. En ce qui concerne le sucre, la formation des prix est souvent influencée par des régimes spéciaux (Cas des pays de L'Union Européenne) ou des arrangements préférentiels (cas des pays bénéficiaires du protocole sucre avec l'UE, ou pays jouissant des régimes de contingentement avec les Etats-Unis).

En ce qui concerne le système de paiement des cannes, l'Etat peut fixer le prix d'achat des cannes (cas de l'Inde), ou octroyer des aides ou des subventions aux planteurs (ex : aides directes à la production à La Réunion).

### **III. 2. Une organisation des approvisionnements très semblables entre pays**

Dans la description des modalités d'organisation des approvisionnements que nous faisons ici, ***nous nous focalisons plus particulièrement sur les modes de planification et la gestion de la qualité des apports, questions les plus pertinentes au regard des incitations.***

Pour mémoire, la planification vise à synchroniser l'activité de production agricole et l'activité de l'unité de transformation. Elle consiste (i) à établir un planning prévisionnel de récolte en fonction de la production et des capacités industrielles, (ii) à vérifier le bon déroulement de la campagne en fonction de ce planning. Avant le démarrage de la campagne de coupe, les productions sont estimées, à partir des résultats de l'année précédente et du climat de l'année en cours. La durée de la campagne est calculée en divisant cette estimation par la capacité usine, puis calée au mieux sur le pic de richesse moyen de la canne. Les livraisons

journalières sont planifiées de manière à saturer la capacité usine, tout en respectant les capacités de récolte et de transport.

### **III.2.1 Une gestion optimisée pour les complexes sucriers**

Dans le cas des filières intégrées, où la gestion des approvisionnements dépend uniquement de l'usine qui gère ses propres ressources, la gestion de la qualité des approvisionnements et l'organisation des approvisionnements sont raisonnées à l'échelle du bassin. Chaque parcelle sur le bassin peut être récoltée à son maximum de rendement et de teneur en sucre. La planification et les gains espérés peuvent être optimums. ***Ces filières intégrées sont, d'un point de vue de la gestion des chaînes d'approvisionnement, le modèle type « first best case ».***

L'optimisation de la gestion passe également par l'optimisation de la logistique et du transport (voir par exemple Coran, 1999). Que ce soit sur les complexes ou dans le cas des filières non intégrées, la réduction des coûts de transport, de récolte et de stockage, est un des éléments clé de l'optimisation de la gestion des flux.

### **III.2.2 Des quotas uniformes dans les pays où planteurs et industriels sont indépendants**

En dehors du cas des complexes sucriers, les modes d'organisation de la planification sont assez homogènes entre les pays. Chaque planteur se voit attribué un quota de canne hebdomadaire dépendant de sa récolte prévisionnelle. Ce quota est constant au cours de la campagne. La durée de la campagne peut être variable (toute l'année en Colombie, 9 mois en Afrique du Sud, 6 mois à La Réunion). Elle est systématiquement calée autour du pic de richesse moyen du bassin d'usine. Seule la variation moyenne de la qualité des cannes au cours de la campagne est prise en compte. Toutefois, les variations de qualité ou de rendement entre différentes zones du bassin peuvent être importantes, souvent plus importantes qu'entre différentes zones de l'exploitation où les différentiels climatiques sont moindres (cf annexe II). Les modes de planification uniforme ne tiennent pas compte de ces variations de qualité internes au bassin de production.

L'organisation de la récolte dépend de l'atomisation de la production :

- Les planteurs produisant des tonnages suffisants se voient attribués un quota hebdomadaire constant et uniforme tout au long de la campagne. Il leur revient de

caler au mieux l'organisation de leur récolte en fonction de la maturité des cannes sur leur propriété. La gestion de la qualité des apports se fait à l'échelle de l'exploitation.

- Les petits planteurs, s'ils ne produisent pas des tonnages suffisants pour assurer un apport hebdomadaire à l'usine, peuvent être regroupés (par région ou zone) : un quota hebdomadaire est alors donné à un groupe de planteurs, et charge à eux d'organiser la récolte et de gérer la qualité des apports au sein du groupe (cas de l'île Maurice, voir par exemple Mdivalaydon, 1999)
- Les quotas peuvent être attribués à des transporteurs qui se chargent d'organiser ensuite la collecte (cas de l'Afrique du Sud, voir par exemple Requis 1998).

***Le quota est indépendant des variations de qualité sur le bassin. A l'échelle de son exploitation, le planteur adapte sa production et l'organisation de sa propre récolte de manière à récolter les lots à leur optimum de rendement et de qualité. La qualité est généralement gérée à l'échelle de l'exploitation et non à l'échelle d'un bassin.*** Le propriétaire des cannes gère la maturité de ses champs, afin de s'adapter au mieux au planning fixé par l'usine. Dans le cas de groupement de petits planteurs, des adaptations locales sont possibles, mais les exemples de ce type sont rares.

### **III.3. Une grande diversité de systèmes de paiement de la canne aux planteurs**

#### **III.3.1. Le partage de la valeur entre planteurs et industriels**

La valeur créée par la filière dépend du gain final provenant de la vente du sucre, auquel peut s'ajouter les gains provenant de la vente des sous-produits (mélasses, bagasse). Dans la plupart des industries, cette valeur est redistribuée, chaque année, entre planteurs et industriels. C'est le système de paiement de la canne qui permet de partager cette valeur. Il permet de distribuer les recettes tout au long de la campagne. Il tient souvent compte de la qualité des cannes et de l'efficacité du process industriel.

##### ***a. Partage des recettes issues de la vente du sucre***

Les recettes résultant de la vente du sucre peuvent être redistribuées entre planteurs et industriels sur une base fixe ou variable.

- Base fixe : (cas : Maurice, Afrique du Sud, USA, Thaïlande, Swaziland).

La redistribution des gains peut être faite sur une base fixe : x% pour les planteurs, (100-x)% pour l'usine. La base de partage utilisée (c'est-à-dire la valeur de x) peut être très différente suivant les pays et est souvent le résultat de négociations interprofessionnelles :

- Au Vietnam, 40% revient aux planteurs
- A l'île Maurice, le partage des recettes provenant de la vente du sucre est en faveur des planteurs (74% de la vente du sucre revient aux planteurs), mais cela ne désavantage pas « l'usine » qui possède une partie des terres.

Dans ce type de distribution, chaque amélioration (de la qualité des cannes au champ notamment) ou investissement (pour accroître la capacité d'extraction par exemple) est partagé avec l'autre « parti ». Ce type de partage tend à réduire les efforts d'investissements dans de nouvelles technologies sucrières et les efforts des planteurs pour améliorer la qualité des cannes.

- Base variable (Australie, France, Jamaïque)

Des systèmes de paiement comme en Australie, en Jamaïque ou à La Réunion, permettent un partage des gains variables. La formule de paiement de la canne, définie pour un niveau standard de qualité et une capacité d'extraction de l'usine fixée, assure que chaque amélioration (en terme de qualité pour les planteurs et d'efficacité du process pour les industriels) bénéficie à ceux qui ont fait l'effort d'amélioration.

Prenons l'exemple de l'Australie (Australian Government, 1992).

$$P_c = 0.009 * P_s * (CCS - 4) + 0.328$$

$P_c$  est le prix moyen de la canne par campagne.  $P_s$  est le prix du sucre brut, CCS est le *Commercial Content Sugar*, paramètre définissant la qualité des cannes.

L'objectif initial de la formule de paiement à base variable est de partager équitablement les revenus entre les planteurs et les industriels en permettant à chacun de couvrir les coûts d'investissements et de fonctionnement. Si les industriels ont un coefficient d'efficacité de 90 (chiffre dérivé de l'efficacité de l'extraction) et si les planteurs produisent une canne de CCS égale à 12, le partage planteur-industriel s'effectue sur la base 1/3 pour les industriels et 2/3 pour les planteurs. Toutefois, en pratique, cette proportion varie en fonction du prix du sucre, de la qualité des cannes et de l'amélioration de l'efficacité industrielle. Par exemple, en admettant que l'efficacité d'extraction soit de 100%, les planteurs recevront 51% de la recette filière pour une CCS de 9 et 68% pour une CCS de 16.

***Le partage sur une base variable crée des incitations plus fortes pour le collectif de fournisseurs ou l'industriel que le partage sur une base fixe (Chastel, 1991). Toutefois, dans le cas des fournisseurs, compte tenu de l'atomisation de la production, l'incitation liée au partage de la valeur créée par la filière reste faible. C'est l'effet 1/N***

***mis en évidence par Holstrom (1986).*** Plus le nombre de fournisseurs est grand plus l'effet du partage est faible. Par contre, les incitations liées au partage du profit sont plus fortes pour l'industriel, puisqu'il est le seul bénéficiaire des fruits de son travail.

#### ***b. Partage des recettes issues de la vente des co-produits***

Les gains provenant de la valorisation des co-produits et sous-produits de la canne, comme le rhum, l'électricité, ou l'éthanol, sont redistribués de manière très différente suivant les industries :

- Dans certains cas, seule la valeur provenant du sucre produit est rémunérée. La bagasse et les sous-produits appartiennent à l'usine. La vente des produits issus de la bagasse ou des mélasses revient alors à l'usine (cas du furfurool en Afrique du Sud).
- Dans d'autres cas, une part des revenus provenant de la vente des sous-produits (mélasses, écumes) est attribuée aux planteurs (ex : Maurice). Les planteurs peuvent recevoir une indemnité ou une prime pour la quantité de bagasse livrée, fonction du tonnage de canne livrée (ex : La Réunion). L'utilisation de la bagasse peut également être rémunérée de manière indirecte.

Quoiqu'il en soit, les systèmes de paiement à la qualité visent à inciter la production de sucre. Le paiement des co-produits et sous produits, lorsqu'il est effectué, est réalisé sous forme de primes, souvent relatives au tonnage, mais indépendantes des paramètres de qualité.

Or, dans certaines industries, les gains résultant de la vente des co-produits peuvent être supérieurs à ceux résultant de la vente du sucre. La production des co-produits peut donc entrer en concurrence avec la production de sucre, que ce soit en termes d'organisation de la campagne ou de qualité des cannes livrées.

### **III.3.2 Du paiement à la tonne au paiement à la qualité**

Le prix final payé au fournisseur dépend :

- du prix du marché, qui n'est pas nécessairement celui du marché mondial. Dans 80% des cas, le sucre bénéficie de prix garantis sur les marchés locaux.
- de critères de rendement de qualité et de quantité. Nous détaillons ces paramètres ci-après.
- de primes, d'aides ou de subventions (nous ne détaillerons pas cette partie, pour La Réunion le détail est donné annexe II).

**Les modalités de paiement varient principalement en fonction des critères de quantité et de qualité utilisés (LMC international, 1997). La canne peut être rémunérée :**

- **A la tonne uniquement** (ex : îles Fidji, Inde, quelques usines colombiennes). En général de tels systèmes incitent à des hauts rendements de basse qualité.
- **Au tonnage, combiné à la qualité moyenne de l'usine** (utilisé au Mexique). Cela permet de réduire les coûts associés aux analyses des chargements, mais n'incitent pas à une qualité individuelle. Les individus ont tendance à « free-rider ».
- **Au tonnage combiné à une analyse individuelle de la qualité des cannes** (utilisé au Brésil, en Jamaïque, à La Réunion, Guadeloupe). Ce type de paiement vise à inciter les planteurs à une amélioration de la qualité de leurs cannes.
- **Au tonnage combiné à une analyse individuelle de la qualité des cannes et à un paiement relatif** (Australie, Afrique du Sud). Ce système relatif vise à inciter à la qualité et à la régularité des apports. Il est en effet utilisé pour encourager des apports de cannes réguliers au cours de la saison, tout en compensant les livraisons de début et de fin de campagne de moins bonne qualité.

Dans la mesure où le tonnage est une constante du paiement, nous nous attacherons dans les parties suivantes à analyser les systèmes de rémunération à la qualité.

### **III.3.3 Les paiements à la qualité**

#### **a. Règles de procédures : évaluation de la qualité, règle de contrôle et de mesure**

Si le paiement à la qualité est celui qui rémunère au plus près la productivité marginale des planteurs, la mise en place d'un tel système est difficile et coûteuse car elle nécessite de mesurer la qualité des chargements.

D'une part, l'échantillonnage des chargements est plus coûteux et complexe à organiser qu'une simple pesée. D'autre part, la définition d'un indicateur de « qualité » est difficile car de nombreux paramètres interfèrent (taux de saccharose, propreté des chargements, taux de fibre, dextranes, autres sucres..) modifiant la capacité d'extraction du saccharose et le rendement sucre. La définition et la mesure de la qualité d'un chargement doit donc faire l'objet d'un compromis entre planteurs et industriels. Le paramètre de mesure utilisé et sa variabilité sont souvent sources de discussion et de conflits entre planteurs et industriels. La légitimité de ce paramètre n'est pas nécessairement acquise, ce qui pose un problème d'acceptation du système de rémunération globale.



### **b. Différentes méthodes de mesure de la qualité des livraisons :**

La mesure de qualité peut être individuelle (comme à La Réunion) ou effectuée sur une somme de planteurs (comme dans certains cas à l'île Maurice, où une seule mesure est effectuée par région de planteurs). Dans le premier cas, le paiement est individuel, dans le second cas, la mesure de qualité utilisée pour le paiement individuel est la moyenne de la qualité des chargements des planteurs de la région. Le second type de paiement pose le problème du *free riding* au sein du groupe.

Plusieurs méthodes d'échantillonnage de la qualité des chargements existent :

- Analyse directe sur le premier jus

Le sucre récupérable est calculé à partir d'une formule empirique, utilisant la fibre, le saccharose et les paramètres de qualité du jus (Mdivalaydon, 1999).

- Analyse directe des chargements:

L'échantillonnage peut être effectué soit directement sur les chargements arrivant à l'usine (c'est le cas le plus courant) (CTICS, 2007 ; Mazoyer, 2003) soit sur un échantillon de chargement prélevé après livraison et broyage des cannes (Moor, 2002)

Lorsque l'échantillon est prélevé directement sur le chargement, le prélèvement est effectué à l'aide d'une sonde. Un seul prélèvement est effectué par chargement. La position du prélèvement dans le chargement est le plus souvent déterminée aléatoirement. Dans la mesure où la qualité des cannes au sein même d'un seul chargement peut être très hétérogène, la mesure de la qualité n'est pas fiable à l'échelle d'un seul chargement. Plusieurs échantillons sont nécessaires pour obtenir une valeur satisfaisante de la qualité des cannes livrées.

L'échantillonnage après broyage des cannes donne une mesure bien plus fiable de la qualité d'un chargement. Toutefois, ce système est très contraignant à mettre en œuvre si des petits planteurs (nombreux, avec des chargements inférieurs à 10t) viennent livrer eux-mêmes, voire impossible si les planteurs livrent sur des plateformes. De plus, il est souvent plus coûteux : afin de connaître la provenance des chargements broyés, un suivi fin et informatisé des camions sur la plate-forme de l'usine est nécessaire.

### **c. Des variables « qualité » différentes servant de base pour le paiement**

Des variables différentes servent de base pour le paiement. On peut toutefois définir 4 grands types de variables :

- Taux de saccharose (Masuku, 2004) :

Le paiement est effectué sur la base du saccharose mesuré dans les chargements, et non sur le sucre récupérable ou la valeur de la canne.

- CCS (Commercial Cane Sugar) (cas Australie)

Le CCS dépend des fibres, du saccharose et du brix. Le paiement effectué sur la base du CCS ne tient compte que des retombées économiques liées à la vente du sucre.

En Australie,  $CCS = (\text{pol canne} - \text{impuretés}/2) * c$  (c : facteur lié à la polarisation)

La formule qui détermine le CCS part de l'hypothèse que le saccharose présent dans la canne se retrouve soit dans le sucre soit pour moitié dans les impuretés.

- TRS (Theorically Recoverable Sugar) (cas Maurice, Mexique)

Le paiement se fait sur la base d'un indicateur calculé, correspondant au sucre que l'on aurait pu produire pour un chargement (x) ayant une qualité mesurée. Le TRS est calculé sur la base du brix, du taux de saccharose, du taux de fibre et de la pureté.

Au Mexique, la formule suivante, connue sous le nom de KARBE (Kilogramos de Azucar Recuperable Base Estandar), est utilisée :

$KARBE \text{ par tonne de canne} = \text{pol}\% \text{ canne} * \text{coefficient d'efficience de l'usine} * \text{taux de fibre} * \text{pureté} * \text{facteur de polarisation}$ .

- RV (Recoverable Value) (Afrique du Sud voir par exemple Murray, 2002))

Il est l'équivalent de produit commercialisable issu d'une tonne de canne. Le détail est donné dans le chapitre I.

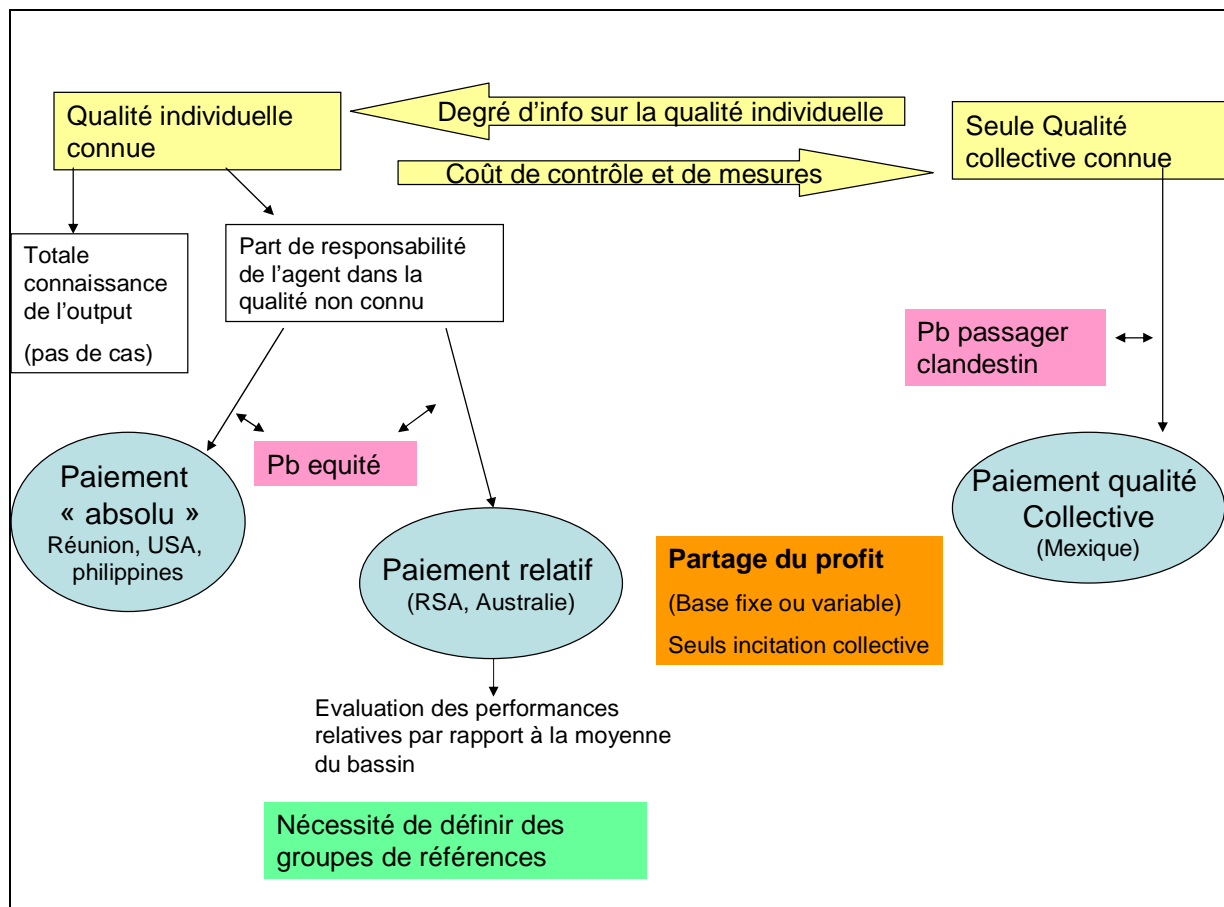
#### ***d. La formule de paiement : paiement relatif et paiement absolu***

Dans la majorité des cas, le système de rémunération est conçu pour inciter à la qualité et non à la régularité des apports. Le suivi du planning par les planteurs est en général contrôlé par l'usine et peut être couplé à des pénalités (chargements en retard non accepté ou quota redistribué en fin de campagne).

Actuellement, un seul système de paiement incite à la qualité et à la régularité des apports : c'est le paiement relatif, utilisé en Afrique du Sud (cf Chap I, figure 7) et en Australie. Il met en cohérence un système d'incitation à la qualité et un mode de planification.

### **III.3.4 Efficacité des systèmes de paiement**

Tous les systèmes de paiement à la qualité existant dans les pays sucriers étudiés sont répertoriés et synthétisés en annexe III. En utilisant la grille théorique réalisée dans la partie précédente (cf partie II.2), on peut comparer l'ensemble des modes de paiement utilisés par les filières canne, au regard de leur efficacité en terme d'incitation à la qualité (Figure 16).



**Figure 16 : Systèmes de paiements existant sur les filières canne au regard des formes de rémunération répertoriées dans la théorie des contrats.**

D'après la grille d'évaluation des dispositifs incitatifs que nous avons présentées dans la partie II de ce chapitre, le mode de paiement le plus efficace est celui qui se rapproche le plus de la productivité marginale du planteur. *A priori*, c'est le paiement absolu. Toutefois, ce mode de paiement pose le problème de tout paiement en fonction de l'output : dans quelles mesures l'agriculteur est-il responsable de cet output ? Quelle est la part liée à son « effort » et la part liée au potentiel agronomique de la zone dans laquelle il se trouve ?

Les modalités de paiement en fonction de la qualité moyenne du bassin, telles que pratiquées dans certaines usines mexicaines, génère du *free riding*. Ces modes de paiement permettent de réduire les coûts de contrôle associés aux analyses des chargements, mais n'incitent pas à une qualité individuelle. Les individus ont de ce fait tendance à « *free-rider* », ce qui génère des inefficacités en terme incitatif.

Le paiement relatif, s'il est associé à des flux réguliers, équivaut à un paiement absolu (Buchanan, 1974). Dans les faits, le paiement relatif n'a pas été conçu suivant la même logique que celle inhérente aux paiements relatifs décrits dans la théorie des contrats : son objectif n'est pas d'extraire de l'information sur la productivité marginale, puisque celle-ci est

connue. Dans la pratique, ce mode de paiement a été mis en place pour inciter à la régularité des flux. Quoiqu'il en soit, il présente certains inconvénients classiques d'un système de paiement relatif. Tout d'abord, les individus sont comparés les uns aux autres ce qui pose le problème du choix de la référence. A qui comparer les individus ? Aujourd'hui les individus sont comparés à la moyenne du bassin d'usine, est ce la meilleure solution ? Ensuite, ce mode de paiement introduit également, comme tout paiement relatif, des risques de *free riding*. ***Ainsi, pour des flux réguliers, le paiement relatif est équivalent à un paiement absolu. Il est le plus efficace en termes d'incitation à la qualité et de cohérence avec les contraintes de planification. Toutefois, dès que les livraisons ne sont pas régulières, ce type de paiement génère des risques de free riding. Il pose également la question inhérente aux paiements relatifs, celle de la référence utilisée pour comparer des individus. Cette question est évidemment dépendante de l'hétérogénéité des résultats de qualité des planteurs.***

### **III. 4. Cohérence entre modes d'organisation des approvisionnements et systèmes de paiement à la qualité**

#### **III. 4.1 Efficacité des dispositifs**

Dans les deux parties précédentes (III.2 et III.3), nous avons évalué l'efficacité des modes d'organisation des approvisionnements et des systèmes de paiement existant dans les principaux pays sucriers.

L'analyse des dispositifs d'incitation à la qualité montre que, au regard de la théorie des contrats :

- Le paiement individuel (de type paiement absolu ou de type relatif) est le dispositif incitatif le plus efficace car le plus proche d'un paiement à la production marginale
- Le paiement collectif est le dispositif incitatif le moins efficace car il génère du *free riding*.
- Entre ces deux dispositifs il existe des modalités de paiement mixtes, pour les groupes de planteurs (quelques exemples à l'île Maurice ou au Brésil). Chaque groupe est payé sur son résultat propre mais chaque individu au sein du groupe est rémunéré sur la moyenne du groupe. Cela génère des risques de *free riding* au sein du groupe mais est reste plus efficace qu'un paiement à la moyenne du bassin.

En ce qui concerne la gestion de la qualité des approvisionnements à l'échelle du bassin :

- les complexes sucriers sont des systèmes intégrés et ont *a priori* des modes d'organisation des approvisionnements « optimaux », permettant de valoriser au mieux les différentiels de qualité sur le bassin.

- dans le cas où industriels et fournisseurs sont indépendants, à l'échelle du bassin, la planification est uniforme. La gestion de la maturité des cannes se fait au niveau des exploitations. Les quotas sont uniformes et ne permettent pas de valoriser les différentiels de qualité sur le bassin. Ceux sont *a priori* les modes de gestion dégageant le moins de valeur à l'échelle du bassin.
- dans le cas des groupements de planteurs, on peut localement trouver des cas où les quotas sont uniformes pour le groupe mais l'organisation des apports est optimisée au sein du groupe.

L'évaluation croisée de ces deux dispositifs montre que, en ce qui concerne la gestion de la qualité, les modes d'incitations les plus efficaces ne sont jamais associés aux modes de planification les plus productifs. La Figure 17 présente l'évaluation croisée des mécanismes incitatifs et des modes d'organisation dans les filières canne. L'étude des mécanismes incitatifs et des modes de gestion en place sur la filière canne montrent que :

- une planification optimisée existe dans le cas des systèmes intégrés. Ce « first best case » n'est associé à aucun mode de paiement.
- une planification uniforme tout au long de la campagne est généralement associée à un paiement individuel. Ce mode de paiement qu'il soit relatif ou absolu se rapproche d'un paiement à la production marginale en fonction de l'output.
- entre ces deux modes de planification, il existe des modes de gestion raisonnés collectivement au sein de sous-unités ou de groupement de planteurs. Au sein de ces groupements, la planification peut être raisonnée de manière optimisée. Le mode de paiement associé à cette structure d'organisation est un mode de paiement collectif.

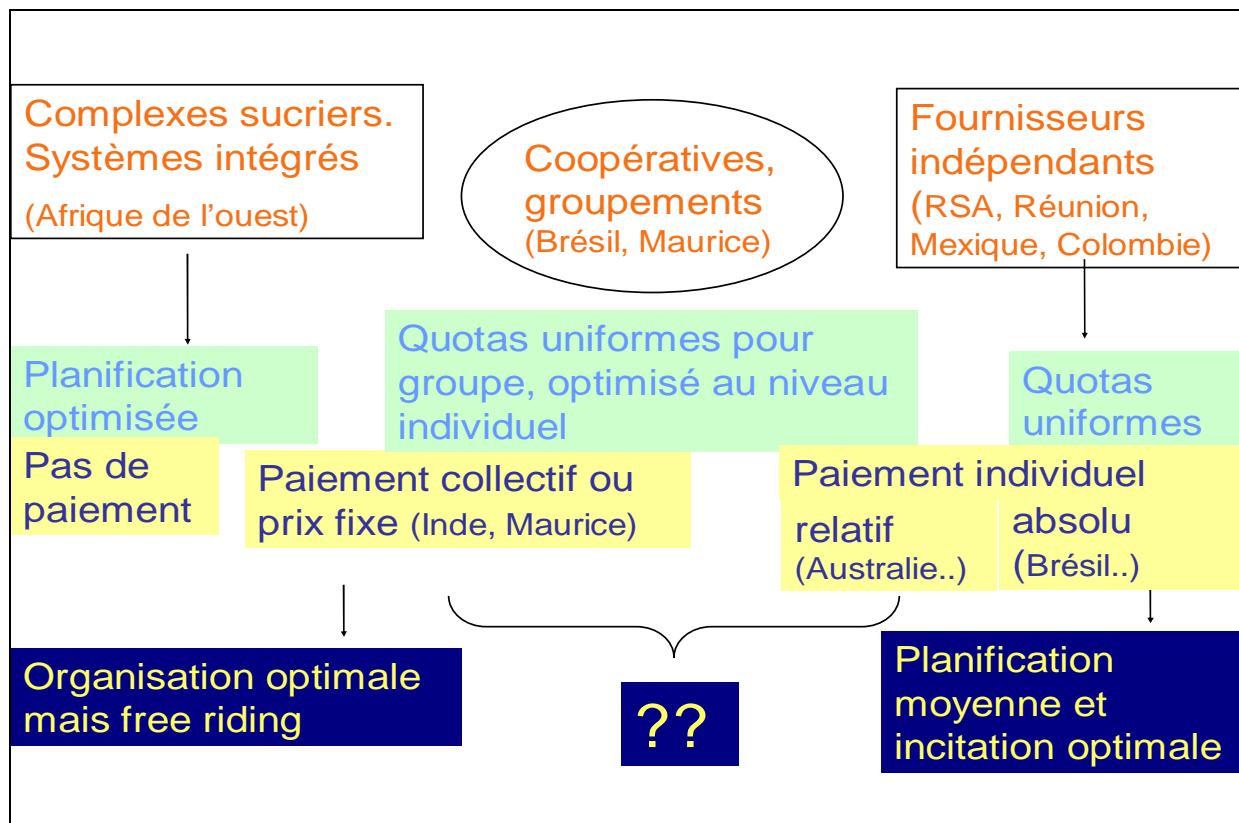


Figure 17: Croisement entre dispositifs de planification et d'incitations dans les filières canne

Ainsi, sur les filières canne, les systèmes d'incitation à la qualité les plus efficaces (paiement absolu ou relatif) sont associés à un mode de planification uniforme, qui est peu performant en termes de valorisation des différentiels de qualité à l'échelle du bassin. Le système intégré, qui pourrait permettre une valorisation optimale de la qualité à l'échelle du bassin n'est associé à aucun mode de paiement.

Des modes d'organisation intermédiaires existent notamment dans le cadre des regroupements de planteurs. En termes de gestion de la qualité, ces systèmes pourraient se rapprocher, du moins au sein des groupes, du modèle intégré et être plus performants que le système actuel de planification uniforme. Toutefois, les modes de paiement à la qualité associés à ce type d'organisation intermédiaire comprennent nécessairement une composante collective, générant des risques de *free-riding*.

***En ce qui concerne la gestion de la qualité, des modes d'organisation des approvisionnements intermédiaires associés à des modalités de paiement mixtes peuvent-ils être des plus performants que les modes d'organisation actuels ?***

### III.4.2 Les freins à l'implémentation de nouveaux dispositifs d'incitation ou de paiement.

Beaucoup de recherches sur la filière canne ont été menées, dans les domaines logistiques ou non, pour améliorer et optimiser la gestion de la chaîne d'approvisionnements. Higgins (2007) a recensé l'ensemble des recherches menées dans le domaine des chaînes de valeur sur la filière canne. Sa revue de littérature souligne que beaucoup des préconisations faites dans ce domaine n'ont jamais été adoptées. **Plusieurs raisons sont associées à la non adoption des préconisations. Les principaux freins mis en avant sont :**

(i) **la question du partage, entre les acteurs, du surplus généré l'amélioration de la coordination au sein de la chaîne.** Dans les industries où planteurs et industriels sont des entités différentes, les solutions proposées doivent accroître la valeur globale et bénéficier à chacun des participants. Par exemple une étude de Higgins (2006) proposent des opportunités d'accroître le revenu planteur et industriel, mais entraîne des pertes significatives pour les transporteurs.

(ii) **La difficulté de quantifier les bénéfices.** Beaucoup de recherches prévoient des bénéfices mais ne fournissent pas d'évaluation quantifiée. Dans certains cas il est difficile d'évaluer les bénéfices potentiels de nouvelles stratégies. Hoek (1998) ou Cooper (1997) argumentent la nécessité de mettre au point des méthodes et des démarches de mesure des améliorations.

(iii) La difficulté de prendre en compte l'ensemble des effets et des décisions des acteurs de la filière. Il pointe la nécessité d'utiliser des démarches participatives ou des approches multi-agents.

(iv) Des faits extérieurs aux recherches. Par exemple, la fin de la chute des prix du sucre sur les marchés internationaux a freiné le développement de solutions alternatives au sucre.

Parallèlement, des recherches sur les systèmes de paiement sont actuellement menées, notamment compte tenu du développement de filières canne multi-usage. Wynne (2007) et Thorburn (2006) proposent des systèmes de paiement à la qualité, intégrant la production d'énergie ou d'éthanol. Kroes (2004) propose des modalités de paiement permettant d'améliorer la lisibilité du partage de la valeur au sein de la filière entre planteurs et industriels. Toutefois ces nouveaux modes de paiement ne prennent pas en compte l'adéquation entre le mode d'organisation des approvisionnements et les mécanismes incitatifs. Or, certaines usines rallongent la longueur de la campagne pour produire des co-produits sur une période plus longue, au détriment de la production de sucre qui s'accroît en

se resserrant autour du pic de richesse. ***La mise en place de modes de paiement à la qualité, notamment dans le cadre du développement des co-produits de la canne, est réfléchi indépendamment des modes de planification en place.***



## Conclusion

Classiquement deux voies sont empruntées pour améliorer les relations inter entreprises (i) la voie de la « gestion opérationnelle » pour améliorer la performance globale de la chaîne (ii) la voie des incitations, pour améliorer la performance de chaque individu et/ou faire coïncider les intérêts de chacun à l'intérêt collectif. Plusieurs travaux, d'ordre théorique ou empirique, soulignent la nécessité de mettre en relation ces deux approches.

Un premier ensemble de travaux met en évidence les difficultés liées à l'implémentation de démarches de collaborations ou de mode de gestion raisonnée collectivement. La question sous-jacente est celle du partage de la valeur créée collectivement. En effet, si des démarches de collaboration génèrent du profit et un surplus, celui-ci peut être inégalement réparti entre les différents collaborateurs. La collaboration ne pourra être mise en place que si elle profite à chacun. Pour pérenniser les relations clients–fournisseurs, il est donc nécessaire d'analyser la manière dont le surplus peut être redistribué. Or, des démarches de collaboration différentes associées à des systèmes incitatifs différents auront des impacts différents sur le revenu global et sa redistribution. Cela implique de prendre en compte l'ensemble des paramètres opérationnels influençant le choix d'une approche collaborative puis d'étudier les conditions sur ces paramètres pour que la collaboration soit profitable à tous.

Un autre ensemble de travaux met en avant la nécessité de cohérence entre ces deux approches. Si l'on analyse ces deux dispositifs indépendamment, on peut considérer (i) qu'un système d'organisation des approvisionnements améliore la performance de la chaîne d'approvisionnement s'il permet de se rapprocher du modèle intégré (ii) que le système de paiement à la productivité marginale est le plus efficace pour inciter l'individu à l'effort de productions. Toutefois, s'il est possible d'évaluer indépendamment l'efficacité de ces dispositifs incitatifs et techniques, l'évaluation de la cohérence entre les deux est plus délicate. Ces deux dispositifs ne vont pas nécessairement de paire pour optimiser la performance globale de la chaîne. Dans ce cas, l'évaluation de dispositifs et de solutions intermédiaires devient pertinente.

L'état de l'art sur les filières canne dans le monde montrent que les acteurs de ces filières ont mobilisé, au cours de l'histoire, en connaissance de cause ou non, l'ensemble des outils et des dispositifs existant dans la littérature théorique et permettant d'améliorer les modes d'organisation des approvisionnements et les modes d'incitations des acteurs. L'analyse croisée des modes d'organisation et des systèmes de paiement intégrant la qualité met en évidence les inefficacités qui peuvent être générées si les deux dispositifs ne sont pas cohérents entre eux.

La littérature relative à la canne à sucre illustre également bien les problèmes liés à l'implémentation des préconisations en matière de gestion des approvisionnements, problèmes étroitement liés à la question du partage de la valeur au sein des filières. Comme le souligne Higgins (2007), les démarches visant à optimiser l'organisation des approvisionnements, en tenant compte notamment des paramètres de qualité de la canne, bute sur la question des incitations. Comment partager le surplus généré par les nouveaux modes d'organisation et de collaboration entre fournisseurs? Cette question reste essentielle au niveau opérationnel.

***Afin de faciliter l'implémentation de modes de gestion des approvisionnements raisonnés collectivement nous avons (1) mis en place des outils permettant de mettre en relation les modes d'organisation et les systèmes de paiement (2) étudié les conditions du partage du surplus généré par une amélioration de la coordination technique entre les acteurs. C'est ce que nous présentons dans les chapitres suivants.***



---

## **Chapitre III**

### **Méthodes et démarches d'intervention**

---



## Introduction

Les analyses empiriques réalisées sur les modes d'approvisionnement et d'incitation permettent de comprendre ou d'appréhender des sources des inefficacités et des difficultés observées sur le terrain. Cependant les problèmes spécifiques soulevés par les opérateurs aux chercheurs qui tentent de se placer dans une perspective d'aide à la décision nécessitent d'aller au delà de ces résultats, pour être en mesure d'apporter non seulement des éléments de réponse plus opérationnels mais également pour aider les acteurs de ces filières à s'accorder sur des stratégies, des modes d'organisation collectivement acceptables. Comment accompagner et aider les acteurs engagés dans les réorganisations de filières? On l'a vu dans le chapitre précédent, traiter séparément les approches de « gestion opérationnelle » et « d'incitation » freine l'implémentation des préconisations de la recherche. Dès lors, comment concevoir des démarches d'aide à la décision permettant de traiter ces deux approches conjointement ?

**Ayant participé et mené des interventions sur trois sucreries, nous présentons dans ce troisième chapitre les modalités de mise en œuvre d'une intervention sur ces questions ainsi que les supports conçus pour l'aide à la décision et à la négociation entre opérateurs.**

La démarche mise en œuvre dans la thèse s'inspire de la « recherche- intervention » pour ce qui est des principes de l'intervention (David, 1996, 2001, 2002) et de la « recherche opérationnelle » pour la place donnée à la modélisation et aux outils de gestion (Roy, 1992, Hatchuel 1994, Moisdon, 1997). D'un point de vue empirique, elle reprend les idées fondamentales utilisées dans le cadre des interventions menées notamment sur la filière « Champagne » par Soler et Tanguy (1998a et 1998b). Les concepts utilisés dans ce cadre nous ont permis de préciser et justifier les choix méthodologiques qui ont été réalisés lors de nos propres travaux. Pour cette raison, la première partie de ce chapitre est consacrée à une

revue de la littérature traitant des principes de base de l'intervention en gestion et plus spécifiquement du rôle des modèles et des outils de gestion dans ce type de recherche.

Dans la seconde partie, nous présentons l'intervention qui a été menée sur les différents sites, son historique puis la méthodologie mise en place. L'intervention réalisée fait en effet suite à des travaux menés à La Réunion (Gaucher, 2002). Elle a permis de déclencher une réflexion sur l'intérêt que pourrait avoir une meilleure collaboration entre opérateurs pour la croissance de la valeur dégagée par la filière. Suite à ces travaux et à la demande des acteurs locaux, l'intervention s'est poursuivie à La Réunion et a été élargie au terrain sud-africain. Des ateliers de travail ont permis de définir en partenariat avec les différents acteurs de la filière des voies d'amélioration de l'organisation des approvisionnements et des modes de paiement. Des comités de pilotage et de suivi, regroupant les représentants des planteurs et des industriels ont été organisés sur chacun des sites. Les schémas et le planning d'intervention ont toutefois été un peu différents suivant les sites, afin de s'adapter aux contextes locaux.

Dans une troisième partie, nous nous focalisons plus particulièrement sur les modèles d'aide à la décision que nous avons développés afin de soutenir l'intervention. Ces outils constituent le support de l'intervention qui a été menée dans le cadre de la thèse. Ils permettent d'évaluer la performance de modes d'approvisionnement et intègre l'impact du système de paiement sur le partage de la valeur. Deux logiciels ont été développés à partir de ces modèles : MAGI (Modèle d'approvisionnement global informatisé) et PEMPA (Programme d'Evaluation des Modalités de Paiement et d'Approvisionnement). Chacun est déposé à l'AFPP (Association Française de Protection des Programmes) et fait l'objet d'un brevet informatique (Auzoux, 2005 ; Auzoux 2008).

Nous concluons sur l'originalité de la démarche mise en œuvre dans le cadre de cette thèse.

# **I. Modélisation et intervention dans les organisations**

La notion d'intervention est au cœur d'un certain nombre de démarches qui se sont développées au sein de différentes communautés de recherche, en sociologie avec la recherche-action (Lewin, 1951) ou l'actionalisme (Touraine, 1965), dans le domaine de l'aide à la décision (Roy, 1992), en recherche opérationnelle (Hatchuel, 1994), ou en recherche-intervention (David, 2001). Ces démarches ont en commun l'ambition de générer des connaissances pratiques utiles pour l'action et des connaissances théoriques plus générales.

La démarche et les concepts mis en œuvre dans la thèse s'inspirent de la « recherche-intervention » pour ce qui est des modalités de mise en œuvre de la recherche et de la « recherche opérationnelle » pour la place donnée à la modélisation.

## **I.1. Principes de base.**

### **I.1.1 Principes communs aux démarches d'intervention**

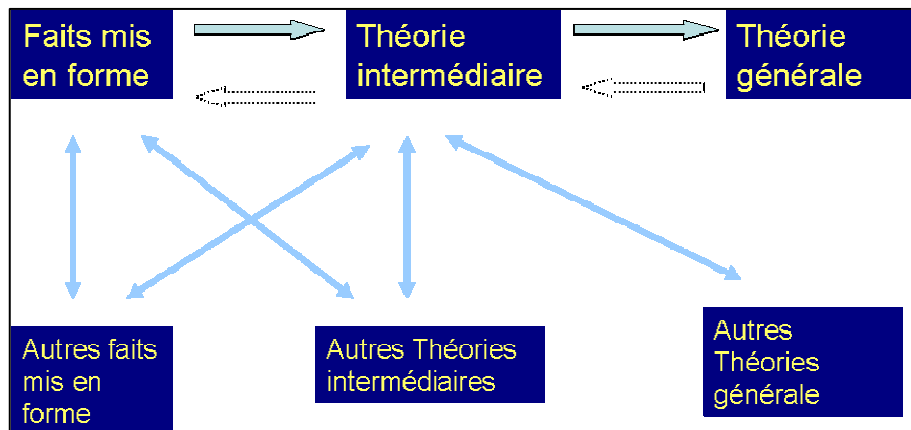
La démarche mise en œuvre dans la thèse est fondée sur quatre principes communs à l'ensemble des démarches scientifiques d'intervention (David, 2001).

1. L'objectif est de comprendre en profondeur le fonctionnement du système, de l'aider à définir des trajectoires possibles d'évolution, de l'aider à en choisir une, à la réaliser et en évaluer le résultat.
2. La production de connaissances se fait dans l'interaction avec le terrain. D'après Ponssard (1997) « La construction d'une démarche rationnelle dans une situation de gestion passe par une opérationnalisation limitée des interfaces communes entre les acteurs, chacun conservant, pour des raisons d'efficacité, une certaine autonomie par rapport à ses enjeux propres et à son savoir-faire. Il s'agit de construire une théorie de la rationalité commune, autour d'une interaction identifiée, plutôt qu'une théorie de la rationalité des acteurs qui se confronteraient ensuite dans une interaction définie indépendamment de cette théorie ».
3. Le chercheur parcourt différents niveaux théoriques : faits mis en forme, théories intermédiaires, théories générales, niveaux axiomatiques (concepts de base) et



paradigmatiques (postulats de base). Le niveau théorique opératoire est celui des théories intermédiaires, qui permet à la fois un dialogue avec le terrain et un dialogue avec des théories générales (Figure 18). Les faits mis en forme issus de l'intervention engendrent une théorie intermédiaire puis une théorie générale, mais interviennent aussi dans cette élaboration des faits mis en forme et des théories intermédiaires issues d'autres interventions. Une recherche donnée parcourt, interroge et alimente différents niveaux théoriques. Cela signifie aussi qu'il est difficile dans de telles recherches d'établir au début du processus et avant d'aller sur le terrain une revue de littérature entièrement pertinente, les théories existantes étant sans cesse revisitées grâce aux matériaux empiriques.

4. L'intervention sur la réalité justifie son caractère normatif par référence à des principes scientifiques et démocratiques.



**Figure 18 : Une recherche parcourant différents niveaux théoriques (inspirée de David, 2001)**

### I.1.2 Place du « terrain » dans la démarche

La recherche intervention consiste à aider, sur le terrain, à concevoir et à mettre en place des modèles, outils et procédures de gestion adéquats, à partir d'un projet de transformation plus ou moins défini, avec comme objectif de produire à la fois des connaissances utiles pour l'action et des théories de différents niveaux de généralité en sciences de gestion. Le « terrain » a dans ce type de recherche un statut enrichi par rapport à des démarches d'observation classiques. Le terrain est à la fois un lieu d'ingénierie (par la conception d'outils) et de sources de théories fondées (ce que la conception et la mise en place des outils révèlent sur le fonctionnement des organisations vient enrichir le corpus des connaissances théoriques en sciences de gestion). C'est un espace de co-conception d'une action collective (David 2002). Loin de se réduire à un lieu d'expérimentation « aquarium »

que le chercheur observerait de l'extérieur, le terrain est au contraire un lieu d'émergence de la connaissance pratique et de la théorie. Le terrain est indissociable des théories qui permettent d'interpréter ce qui se passe et ce que le chercheur fait et, en retour il contribue à l'élaboration de théories de divers niveaux, des faits mis en forme aux théories générales.

## **I.2 Place de la modélisation et des outils de gestion dans l'intervention**

### **I.2.1 Modélisation et apprentissage**

Les outils et les modèles de gestion occupent une place centrale dans l'intervention tant pour faciliter la construction de représentations communes des situations étudiées que pour stimuler les dynamiques de changement dans lesquelles s'inscrivent acteurs et intervenants. L'intervention nécessite la mise en œuvre d'une méthode spécifique qui ne relève pas de la seule observation, mais qui soit ancrée dans l'organisation et qui s'inscrive dans une ingénierie de la conception de nouveaux schémas organisationnels. Elle est fondée sur une « interaction continue et instrumentée » entre chercheurs et acteurs autour d'une demande exprimée par l'organisation (Moison, 1984).

#### ***a. La notion de « mythe rationnel » et le décalage entre modèles et organisation***

Hatchuel et Molet (1986) ont proposé un changement de perspective par rapport aux approches « traditionnellement » adoptées en recherche opérationnelle, en établissant un lien entre la démarche de construction de modèles et d'outils de gestion, d'une part, et la révélation des logiques organisationnelles, d'autre part. Ils soulignent en effet l'intérêt de démarches d'intervention fondées sur la confrontation entre la rationalité qui sous-tend les modèles issus de la recherche opérationnelle et les pratiques réelles observables au sein de l'organisation. Au cœur de cette réflexion se trouve une conception des outils de gestion et des modèles comme supports d'un « mythe rationnel », nécessairement décalé par rapport à la réalité de l'organisation, mais présentant une forte cohérence interne. Le terme de « mythe » désigne ici la part d'utopie (« fairy tales ») d'une construction théorique issue de la recherche opérationnelle (utopie qui prend « corps » dans la représentation que cette construction théorique donne de la réalité de l'organisation) et le terme « rationnel » se rapporte à la cohérence interne des modèles utilisés.

Dans ce cadre, il s'agit alors pour les intervenants de mener un double processus de théorisation, consistant à :

- concevoir des modèles traduisant le problème identifié par le demandeur de l'étude par des données quantifiées et des relations entre contraintes et variables de décision ;
- construire une « théorie » de la structure organisationnelle qui soit cohérente avec le problème posé.

Les auteurs soulignent la nécessaire « incomplétude » de ce modèle et ses limites au regard de la complexité de l'organisation, toute modélisation d'aide à la décision proposant une « formalisation » de l'organisation qui fait inévitablement des hypothèses sur le fonctionnement de celle-ci. Mais c'est précisément cette incomplétude qui fait l'intérêt de l'outil, non pas comme support de prescription d'une solution « rationnelle », mais comme révélateur des pratiques et des logiques réelles en action. La confrontation du « mythe » véhiculé par le modèle à ces dernières devient alors le moteur du changement.

***b. La modélisation : un outil de construction de représentations communes des situations étudiées***

Les outils et les modèles de gestion permettent de faciliter la construction de représentations communes des situations étudiées. Chaque individu de l'organisation peut ainsi partager une même vision globale de celle-ci.

Les acteurs d'une organisation ont souvent un champ de vision individuel limité à une sphère d'activité réduite. Ils ne peuvent traiter mentalement qu'un nombre réduit d'interactions entre différentes variables. Au-delà de sa propre unité de travail, compte tenu de ses capacités cognitives nécessairement limitées, chaque acteur n'a qu'une idée approximative de la façon dont les autres entités se comportent et même se coordonnent avec sa propre unité. Par conséquent, dès que le nombre d'activités en cause et d'évènements incertains dépasse un seuil, variables avec les individus, l'utilisation d'une représentation formalisée de la situation permet de comprendre et de visualiser l'ensemble des interactions. Simon (1969) présente ainsi la modélisation comme une réponse potentielle à cette caractéristique essentielle de l'action organisée que représente la faiblesse des capacités cognitives confrontées à un fonctionnement d'ensemble. Un des premiers rôles de la modélisation est ainsi de construire des représentations des situations étudiées, communes à tous les acteurs de cette organisation, mais suffisantes pour que les visions limitées des acteurs évoluent vers la prise en compte des contraintes et des interactions que leurs décisions exercent sur les autres agents.

En faisant réagir les opérateurs sur la représentation stylisée de l'organisation qu'offrent ces outils, il est possible de mettre à jour et de partager entre les opérateurs, les logiques en présence et les interdépendances entre chacun, souvent sources de conflits. L'utilisation de modèles peut alors s'avérer pertinente pour conduire des démarches d'intervention.

### ***c. Un processus d'apprentissage basé sur la modélisation rationnelle***

L'objectif visé par l'intervention dépasse la seule fourniture d'une solution au problème posé pour s'intéresser aux processus d'apprentissage des acteurs face au changement (Roy, 1992 ; Hatchuel, 1994).

L'« efficacité » du modèle ne réside pas dans son implémentation par l'organisation (Hatchuel et Molet évoquent à ce sujet les risques liés à une implémentation « compulsive » des modèles) mais dans le processus d'apprentissage (à la fois pour le chercheur et pour les opérateurs) résultant de la confrontation entre le mythe rationnel et les opérateurs. Ce processus d'apprentissage conduit à l'émergence de nouvelles logiques prenant en compte une perception élargie de l'organisation. On retrouve d'ailleurs cette évolution du rôle des modèles dans la définition de l'aide à la décision donnée par Bouyssou et Roy (1993) : « L'aide à la décision est l'activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement complètement formalisés, aide à obtenir des éléments de réponse aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer la décision et normalement à recommander ou simplement à favoriser un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service desquels cet intervenant se trouve placé, d'autre part ».

On passe ainsi de « modèles de décision » à vocation prescriptive et normative à des modèles d'aide à la décision, et d'un rôle de prescription à un rôle de recommandation, ou même, d'accompagnement d'un processus de changement.

Hatchuel (1993) précisent ce statut d'accompagnateur en insistant sur l'intérêt de ces outils pour mieux révéler les logiques d'action individuelles et la logique globale dans laquelle ils s'insèrent, et faire émerger de nouvelles lectures de l'efficacité en mettant en évidence des interdépendances jusque là non perçues.

## I.2.2 Modélisation et intervention

Les modèles en gestion permettent d'explorer de nouveaux horizons (Moisdon, 1997). Ils servent à construire et à configurer de meilleures images de variables organisationnelles, dans lesquelles évoluent les métiers, mais également à orienter ces derniers vers des transformations de leurs savoirs faire de base. Ils permettent également d'initier le changement en focalisant les acteurs de l'organisation vers un objectif commun, un objectif de croissance collectif, réfléchi et conçu indépendamment des contraintes collectives.

L'élaboration d'un outil de gestion ne peut se concevoir qu'accompagnée d'une intervention dans les organisations. Il ne s'agit pas de l'addition de deux processus, l'un technique, de construction d'un instrument, et l'autre d'observation, de compréhension du fonctionnement, dans la mesure où le second alimente le premier le guidant vers l'opérationnalité. L'outil lui-même est partie prenante dans la découverte progressive de l'organisation et fait parti de l'intervention.

Contrairement à la conception de modèles « en chambre » qui consiste à formaliser l'outil ou le modèle sans savoir s'il sera contextualisable (même s'il existe nécessairement une forme minimale de contextualisation permettant au concepteur de construire le modèle), les modèles pour l'intervention préparent le groupe au changement, par un processus participatif, en donnant de l'autonomie aux acteurs. Le changement est contextualisé mais non formalisé ou formalisé *a posteriori* une fois que les transformations concrètes ont eu lieu.

Ainsi, la recherche-intervention fait progresser de manière interactive la formalisation et la contextualisation de modèles et d'outils de gestion (David, 1996). La formalisation désigne le processus de définition formelle des changements produits ou à produire par la recherche, la contextualisation définit l'intégration au contexte des changements produite par la recherche. Comme toute démarche d'intervention, elle se traduit au minimum par une observation du « terrain » et va jusqu'à la conception et la mise en œuvre de changements concrets. L'observation permet de proposer une représentation du fonctionnement du système étudié. La démarche de recherche-intervention progresse ensuite par palier avec des phases de formalisation et de contextualisation alternées, de durée et d'intensité variables. Ce cycle de conception et d'implémentation offre un retour rapide sur l'intérêt des nouveautés.

### **I.3 Application des démarches d'intervention utilisées dans l'entreprise au cas de filières**

Partant de ce cadre théorique général, nous décrivons de façon un peu plus détaillée quelques expériences d'intervention afin notamment de montrer comment les outils et méthodes d'intervention en entreprise ont été adaptés et appliqués aux cas de problèmes de coordination inter-entreprises, puis aux cas de filières agroalimentaires. Ces expériences nous permettent de mettre en évidence plusieurs éléments qui ont servi de base à l'intervention menée sur la filière canne.

Tout d'abord, nous mettons en évidence, l'intérêt de la « planification interactive », et le rôle des outils de planification comme support de négociation. Nous montrons ensuite comment en identifiant les interfaces critiques et en dégagant des objectifs communs de croissance, il est possible de favoriser la mise en œuvre de stratégies collectives acceptables par les opérateurs, compte tenu de leurs contraintes individuelles.

#### **I.3.1 La « planification interactive », identifier les interfaces critiques**

Ponssard et Tanguy (1993) se sont focalisés sur le rôle de la planification et des outils de planification pour la résolution des dysfonctionnements internes aux entreprises. Ils montrent comment un processus interactif de planification, fondé sur l'utilisation d'un modèle de simulation des flux physiques doublé d'un outil d'évaluation pluriannuel des budgets, peut contribuer à l'amélioration de la coordination entre les politiques commerciales et les politiques d'approvisionnement au sein d'une entreprise.

Les problèmes de planification stratégique concernés par cette approche sont des problèmes de décision, complexes et de long terme (choix d'investissements par exemple), nécessitant la mise en œuvre, au moins partiellement décentralisée, d'un plan impliquant plusieurs agents de la firme considérée (département de production et département commercial par exemple). Ces agents disposent d'une vision partielle de la firme et sont amenés, durant la phase d'action, à prendre localement des décisions non coordonnées et parfois conflictuelles. Dans ce cadre, les auteurs proposent de concevoir la planification (l'élaboration des plans), non pas comme une prévision ni comme un programme des décisions à prendre dans le futur mais comme une phase d'élaboration d'une politique générale (règles, standards, conventions) visant à fournir un cadre aux actions locales des

opérateurs sur les variables relevant de leurs propres décisions. Le plan est ainsi assimilé à une « théorie » (au sens d'hypothèse et de modèle) définissant *ex ante* des règles pour l'interaction entre opérateurs, sur laquelle ces derniers s'accordent et s'engagent, et qui restent valables tant qu'ils ne les remettent pas en cause.

L'objectif de cette démarche de « planification interactive » est de construire un savoir commun aux opérateurs, partiel certes, mais suffisant pour que les visions limitées et conflictuelles des opérateurs évoluent vers la prise en compte des contraintes que leurs décisions exercent sur les autres agents. Le rôle de l'analyse économique et des modèles est alors de développer ce savoir commun en mettant l'accent sur les « interfaces critiques » c'est-à-dire les interactions entre acteurs dont la mauvaise maîtrise pénalise l'efficacité globale. L'accent est donc mis sur les interdépendances et leurs effets (flux physiques, résultats financiers globaux), plus que sur les bénéfices individuels des différents opérateurs.

Cette théorie générale de la planification et de l'intervention a été mobilisée dans plusieurs travaux. Soler et Tanguy (1996) se sont intéressés à l'étude des relations entre deux services au sein d'une même firme. Nakhla et Soler (1996) l'ont utilisée dans l'étude des contrats internes entre les différents services intervenant dans la conception de nouveaux véhicules. Soler et Tanguy, (1998a) proposent une application de ces principes à l'étude de l'évolution des relations entre les unités de production (usines et départements d'approvisionnement auprès des fournisseurs agricoles) et les services commerciaux de Bonduelle (entreprise agro-alimentaire de transformation industrielle de légumes).

***Dans ces différents travaux, le rôle de l'intervention consiste donc à identifier les échecs possibles de la coordination et à créer une connaissance de ces difficultés, commune aux opérateurs en interaction.*** Il s'agit ensuite de faire émerger des engagements réciproques entre les opérateurs, dans le cadre d'un processus de construction interactive d'un plan (par prescription réciproque des contraintes). Ce plan n'a pas un statut de prévision et ne vise pas à optimiser *ex ante* les échanges mais il fournit un cadre à l'action, celle-ci n'étant en aucun cas réductible aux règles qu'il définit. ***Le rôle des modèles pour l'intervention est alors de fournir un support rationnel à cette négociation interactive autour du plan, en rendant visibles les interfaces critiques et en garantissant leur prise en compte par l'ensemble des opérateurs.***

### **I.3.2 Mise en évidence de stratégie collective et d'objectif collectif de croissance. Cas de la filière Champagne**

Soler et Tanguy (1998b) ont mobilisé ces principes dans le cas d'une intervention au sein de la filière Champagne. C'est un des rares exemples de l'application de ce type d'approche à au cas de la coordination entre entreprises d'une même filière.

Dans le cas de cette filière, la principale source de difficulté dans les relations vignoble-négoce provenait de la variabilité interannuelle de la production de raisin, liée à la localisation septentrionale du vignoble. Dès lors, il apparaissait nécessaire de régulariser les quantités de raisins mises à disposition chaque année, ce qui s'est traduit par la conception et l'utilisation d'un système visant à stocker les éventuels excédents de production pour les mobiliser les années de pénurie. En stabilisant les flux de matière première à l'intérieur de la filière, ce mécanisme permettait une meilleure « prévisibilité » des volumes disponibles d'une année sur l'autre et donc une réduction des incertitudes du négoce quant à son approvisionnement en raisin.

Dans ce cas, l'intervention a contribué à la définition de stratégies collectives au moyen d'outils d'évaluation et de suivi de leur impact sur les différents opérateurs de la filière (essentiellement les producteurs et les négociants). Un modèle de simulation a été conçu et développé de manière à rendre visibles les interdépendances entre les divers types d'opérateurs au sein de la filière. Appuyé sur une représentation des flux physiques, il permet de quantifier différentes hypothèses de « plans » (i.e. stratégies globales de croissance de la filière) et d'évaluer les risques découlant de ces scénarios pour chaque catégorie d'opérateurs. De façon très schématique, il est ainsi possible, à partir de scénarios pluriannuels de vente (hypothèses de taux de croissance) et d'offre (scénarios de production alimentés par des hypothèses de rendements, d'une part, et de niveaux de stocks, d'autre part) de quantifier l'évolution des stocks ou l'éventuelle apparition de ruptures pour chaque catégorie d'opérateurs. Le simulateur développé dans le cadre de cette intervention rend visible l'évolution du marché interne des échanges entre vignoble et négoce ainsi que les risques internes à la filière et liés à chaque « plan stratégique » testé. Il permet de sélectionner des scénarios de croissance crédibles, acceptables par les opérateurs en présence. De plus, le simulateur a été associé à un dispositif de suivi des flux de produits et des cours des transactions entre les grandes catégories d'opérateurs. Ce système d'information (l'Observatoire Economique Interprofessionnel.) avait pour objectifs (i) de permettre une validation continue des hypothèses qui sont à la base du plan stratégique



retenu (ii) de rendre visibles les stratégies individuelles et d'anticiper les situations susceptibles de dégrader la valeur commune attachée à l'AOC Champagne.

***Cette opérationnalisation de la « planification interactive » au niveau d'une filière met l'accent sur l'implémentation de stratégies de croissance globale à long terme pour l'ensemble de la filière plutôt que sur la définition d'un mode de répartition des gains entre les différents opérateurs.*** Appuyée sur une représentation des flux physiques (de raisin et de vins) entre les différents types d'opérateurs, elle évite dans un premier temps le débat conflictuel sur les prix d'échange et oriente les réflexions sur des stratégies collectives de croissance. Ces stratégies reposent sur, et prennent en compte, l'explicitation mutuellement validée des contraintes d'interface (externalités négatives des actions d'un opérateur sur les autres).

Dans le prolongement de ces travaux, Viet (2004) a montré que l'Observatoire économique de la filière des vins de Champagne apporte un cadre adapté au management de l'organisation interprofessionnelle et pourrait de plus faciliter l'obtention d'un consensus entre les différents opérateurs. Mais le jeu des incitations individuelles et de leur coordination contribue à rendre extrêmement complexe la réussite de ce consensus. Si le cadre de la planification interactive répond au problème de l'incomplétude des contrats en facilitant la coordination intermédiaire, il ne règle en effet pas le problème du consensus.

### **I.3.3 La question des incitations dans ces interventions**

Le courant de recherche présenté dans cette partie met l'accent sur l'utilisation de modèles pour l'intervention non pas à des fins prescriptives mais en tant que supports de négociation entre opérateurs. L'objectif recherché n'est pas tant la prescription d'une « bonne solution » que la mise en évidence d'interfaces critiques entre services ou entre acteurs, susceptibles de remettre en cause l'efficacité des organisations. Ainsi, cette conception de l'intervention se focalise-t-elle sur la possibilité d'une amélioration de la coordination entre opérateurs visant à favoriser la mise en œuvre de stratégies collectives acceptables par ces derniers, compte tenu de leurs contraintes individuelles. Elle écarte dans un premier temps la recherche de mécanismes d'incitation pour se focaliser sur la recherche de stratégies de croissance globale, la question des incitations entre opérateurs étant réglée dans un deuxième temps (et généralement laissée aux soins des acteurs eux mêmes).

La transposition d'une telle démarche de l'entreprise à un contexte de relation inter-entreprises semble tout à fait possible et l'exemple de la filière Champagne plaide en ce sens. Là encore, il s'agissait dans un premier temps de faire apparaître, à l'aide d'outils formalisés, les interdépendances entre opérateurs susceptibles de remettre en cause l'implémentation de stratégies collectives. Dans ce cadre, les auteurs ont pu définir des scénarios de croissance globale pour la filière concernée. Il s'agissait de piloter la transition vers cette cible. Pour cela, des dispositifs de suivi et de contrôle des stratégies individuelles ont été mobilisés afin d'anticiper et de limiter les éventuels comportements susceptibles de compromettre la stratégie globale. Toutefois, cette intervention a laissé de côté dans un premier temps la question de la définition des modes d'incitation à mettre en œuvre pour se focaliser sur la définition d'une stratégie collectivement acceptable.

***C'est fort de ces expériences qu'à débiter l'intervention sur la filière canne à sucre à La Réunion, dans le cadre de la thèse de S. Gaucher (2002). Toutefois, le manque de structuration au sein de cette filière, l'extrême atomocité de la production, le nombre d'opérateurs en présence ne rendaient pas évidente la transposition des méthodes et des outils utilisés dans le cas de la filière Champagne. De plus, les préconisations, notamment en terme de planification, n'ont pas été adoptées faute d'incitations convenablement adaptées.***

Ainsi, tout en s'attachant aux principes décrits ci-dessus, nous avons donc imaginé et élaboré une intervention inspirée des interventions précédentes. Nous l'avons enrichie et nous avons intégré la question des incitations, question importante pour permettre l'implémentation effective des préconisations de la planification. L'objectif était de mener conjointement les questions d'organisation et d'incitations.

## **II. Stratégie, mise en place et déroulement de l'intervention à La Réunion et en Afrique du sud**

Dans cette partie, nous présentons la stratégie de l'intervention, notamment au regard de la demande des partenaires. Nous décrivons ensuite le déroulement de l'intervention, tant d'un point de vue chronologique, que des dispositifs mis en place.

### **II.1. Objectifs et stratégie de l'intervention**

Le problème traité fait intervenir de nombreux acteurs et fonctions, dont les relations dynamiques portent sur un produit périssable et hétérogène. Du point de vue des chercheurs, analyser ces processus de coordination tout en aidant à la décision nécessite la mise en œuvre d'une méthode spécifique qui ne relève pas de la seule observation, qui soit ancrée dans l'organisation et qui s'inscrive dans une ingénierie de la conception de nouveaux schémas organisationnels. Ce sont ces principes qui ont guidé l'intervention et la mise en place du dispositif de suivi décrit ci après.

#### **II.1.1 Stratégie de l'intervention**

Le schéma d'intervention dans nos deux filières est guidé par les principes exposés dans la partie précédente. Il s'articule autour de trois objectifs principaux :

- Faciliter la coordination au niveau de l'interface entre planteurs et industriels en améliorant la compréhension des effets et des impacts des systèmes de paiement et des modes d'organisation.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre I, les sources de difficultés et de conflits entre planteurs et industriels sont liées à l'établissement et au suivi de plans de livraisons, à la compréhension des formules de paiement et au partage de la valeur :

- La concentration des livraisons en milieu de campagne (liée notamment à l'effet de sur-annonce sur l'estimation de récolte prévisionnelle) induit un rallongement de la campagne et par suite des pertes de productivité. Toutefois, la non estimation des pertes liées à ces

comportements sur le résultat global de la filière rend difficile la mise en place d'une stratégie collective basée sur le resserrement de campagne.

- Si certaines cibles de croissance, comme la mise en place de quotas groupés, sont connues par les acteurs de la filière et permettraient d'accroître la valeur globale de la filière, les systèmes de paiement existants ne permettent pas leur mise en place.

- Enfin, on l'a vu, les formules de paiement en place sont parfois complexes et difficilement compréhensibles. Ce manque de lisibilité peut freiner la mise en place de nouvelles modalités de paiement plus adaptées.

Une des premiers objectifs de l'intervention est de faciliter la coordination au niveau de l'interface entre planteurs et industriels en améliorant la compréhension des systèmes en place et de leurs relations. Il s'agit de rendre visible au niveau des opérateurs les interdépendances jouant au sein de la relation planteurs – industriels de façon à rendre possible l'émergence d'une stratégie de création de valeur acceptable pour l'ensemble des acteurs de la filière. Il est ensuite nécessaire de quantifier et d'évaluer les gains pouvant être générés par de telles stratégies.

- Faire émerger une cible de croissance de la valeur à l'échelle de l'ensemble de la filière collectivement acceptable.

Dès lors que les impacts des différents systèmes deviennent plus compréhensibles et plus « transparents » pour chacun des partenaires, il devient possible d'envisager des scénarios de croissance de la valeur globale dégagée par la filière, appuyés sur une meilleure coordination entre opérateurs.

Une possibilité pour améliorer la valeur dégagée par la filière consiste à augmenter la production de sucre et/ou réduire les coûts qui y sont associés. Un des axes d'amélioration concerne la valorisation de la qualité des cannes (Higgins, 2003), un autre la mise en place de quotas groupés (Gaucher, 2002). Il s'agit de déceler d'éventuels leviers d'action qui pourraient être mobilisés pour valoriser la qualité des cannes et améliorer les modalités d'approvisionnement puis, de construire sur cette base un objectif de croissance et une stratégie pour l'atteindre qui soit acceptable pour l'ensemble des opérateurs au regard des contraintes et efforts que sa mise en œuvre supposerait.

Les conditions de mise en œuvre de nouvelles stratégies d'organisation de l'approvisionnement dépendent, pour partie au moins, du mode de fixation du prix de la canne. On a vu à quel point le mode de calcul actuel conditionnait les comportements des

uns et des autres en matière de choix d'organisation, ce qui du coup peut également s'interpréter en termes d'obstacles que ce système de rémunération pourrait faire surgir dans l'éventualité d'une réorganisation de l'approvisionnement. La question du mode de partage de la valeur dégagée par la filière ne peut donc, à ce titre, être déconnectée d'une approche visant à faire émerger une cible de croissance par la réorganisation des modes d'approvisionnement. La cible de croissance visée ne peut se réduire à la seule création de valeur à l'échelle de la filière. L'accroissement de la production totale de sucre n'est pas un objectif suffisant si les gains sont inégalement répartis et si certains individus n'ont pas intérêt à suivre le nouveau plan. Dans le cadre des interventions que nous avons réalisées, nous nous sommes également concentrés sur la répartition des gains entre les différents opérateurs, que ce soit entre l'ensemble des fournisseurs et les industriels ou entre les fournisseurs eux-mêmes.

- Faciliter une réflexion collective en caractérisant et en évaluant les efforts spécifiques à consentir pour atteindre cette cible de croissance.

Pour faciliter l'identification et la mise en œuvre d'une stratégie de croissance, il s'agissait de favoriser la caractérisation des évolutions à engager (et donc des « efforts » ou investissements à consentir) et une meilleure prise en compte de leurs effets induits pour les différents opérateurs. L'objectif est d'amener les opérateurs à mieux appréhender les interfaces critiques liées à leurs décisions individuelles, notamment en matière d'investissement, mais aussi, de façon plus générale, en matière de choix de production et de modes d'organisation de l'approvisionnement. Il s'agit, pour faciliter les engagements, de caractériser les points clés de dépendance : comme nous l'avons vu, pour les planteurs, l'organisation industrielle de l'approvisionnement (structures de réception, calendriers de livraison, modalités de gestion des aléas) conditionne les choix à faire sur le plan de la mécanisation et du déroulement des récoltes. A l'inverse, pour les industriels, la nécessaire régularisation de l'approvisionnement visant à optimiser l'outil industriel dépend des quantités et des qualités de cannes reçues. Point important, les qualités des cannes (effeuillées ou non, taux de fibre, brûlées ou non...), variables selon les modes de récolte, conditionnent fortement la capacité des process industriels. Il semblait donc important de caractériser le jeu de ces différentes interactions et les efforts individuels à consentir pour développer une nouvelle stratégie de filière.

La caractérisation des efforts individuels et collectifs à consentir nécessite d'un point de vue opérationnel des évaluations quantitatives. Un des derniers éléments fondamentaux de l'intervention est de chiffrer l'impact des propositions effectuées. Nombre de cibles de

croissance ou de propositions d'amélioration des modes de paiement ou d'organisation des approvisionnements sont connues par les partenaires de la filière. Ils en connaissent les effets théoriques et les avantages « *a priori* ». Toutefois dans le cadre de l'intervention, il est primordial de chiffrer et d'évaluer concrètement les gains potentiels résultant de nouveaux modes d'organisation. Cette évaluation doit être faite à l'échelle collective mais aussi individuelle, afin non seulement de fédérer les acteurs autour d'une stratégie collective mais aussi d'identifier l'intérêt de cette stratégie à une échelle plus individuelle.

### **II.1.2 La demande des partenaires**

Etudier l'effet des systèmes de paiement et des modifications de l'organisation des livraisons répondait à une demande des industriels, des représentants de planteurs et à La Réunion de la DAF (Direction de l'Agriculture et de la Forêt). Toutefois, cette demande a évolué et a été affinée au cours de l'intervention.

Initialement, la demande des partenaires ciblait les modes d'organisation des approvisionnements. Elle portait sur les possibilités de réduire les coûts de production. Suite à une première analyse de la situation réunionnaise, cette question a été retraduite ainsi : comment augmenter la valeur créée à l'échelle du bassin d'approvisionnement à partir d'une réorganisation des flux physiques de canne entre les zones de production et la sucrerie acceptable par tous les acteurs ? Cette formulation a plusieurs avantages : (i) elle permet d'aborder les questions touchant tant à la réduction des coûts qu'à l'augmentation de valeur dans la mesure où l'organisation des flux de canne conditionne la production de sucre et certains coûts liés à la récolte, au transport et au process de transformation, (ii) elle intéresse très directement l'ensemble des opérateurs de la chaîne d'approvisionnement. Cette approche par les flux permettait de traiter de questions d'ordre divers, telles que l'impact de la restructuration des groupes sucriers sur le découpage et le fonctionnement des bassins d'approvisionnement, les arbitrages entre durée de campagne et capacités agricoles et industrielles, la gestion de la qualité de la canne à l'échelle du bassin ou la création de nouvelles règles d'allocation des droits à livrer.

Cette approche a rapidement permis de dégager des solutions augmentant la valeur globale dégagée par la filière, notamment en proposant de nouveaux modes d'organisation valorisant la qualité sur un bassin. Toutefois, ces propositions ont buté sur le problème des incitations et de la répartition de la valeur créée au sein de la filière.

Dans un second temps, l'attention des partenaires s'est donc portée sur la répartition de la valeur au sein de la filière, et plus particulièrement, sur les revenus individuels du planteur. L'objectif était d'étudier l'impact de nouveaux modes d'organisation sur le revenu planteur compte tenu du système de paiement en place. Cette demande a été formulée, sur les deux sites étudiés, directement suite aux préconisations faites en matière d'organisation des approvisionnements.

Par la suite, compte tenu des solutions possibles et du lien étroit entre mode d'organisation et système de paiement, les partenaires ont exprimé la volonté de tester conjointement de nouvelles formules de paiement et de nouveaux modes d'organisation.

En parallèle, une autre demande a progressivement été exprimée, plus particulièrement par les planteurs, centrée uniquement sur les modes de paiement. Il s'agissait de tester et concevoir des modes de paiement intégrant les co-produits et sous-produits de la canne. L'objectif était de raisonner sur l'ensemble des débouchés de la filière. Il s'agissait de faciliter la compréhension des formules utilisées et de leurs effets, tous produits confondus, et d'assurer ainsi une certaine transparence du partage de la valeur totale produite à partir de la matière première livrée par les planteurs.

Dans le cadre de la thèse, nous nous sommes cantonnés à l'analyse des effets conjoints organisation – paiement. Mais il est intéressant de noter que les modèles de simulation développés et présentés ci-après permettent de répondre à d'autres interrogations concernant la structure de la formule de paiement et les co-produits de la canne (Lejars, 2008a).

## **II.2. Déroulement de l'intervention**

### **II.2.1 Historique de l'intervention : de l'organisation aux incitations**

Le déroulement de l'intervention sur les deux filières a en partie suivi l'évolution de la demande des partenaires.

Concrètement, l'intervention a commencé sur les questions de gestion des flux avant de prendre en compte la question du partage de la valeur et des incitations. L'intervention a débuté à La Réunion dans le cadre du DEA puis de la thèse de S. Gaucher (entre 1998 et 2003). Cette première intervention a surtout permis d'identifier les « interfaces critiques », de

mettre à jour un certain nombre de dysfonctionnements au sein de la filière et de déclencher une réflexion sur l'intérêt que pourrait avoir une meilleure collaboration entre opérateurs pour la croissance de la valeur dégagée par la filière (cf chap I part IV.4.2). Les résultats obtenus au cours de cette première intervention ont permis de faire émerger une cible de croissance spécifique. Cette cible organisationnelle reposait sur le passage d'une planification individuelle des livraisons à une planification collective (destinée à des groupes de planteurs). Cette planification « par groupe » permettait de décentraliser la gestion des aléas de livraisons, d'améliorer la régularité des flux et de réduire les coûts de production par la mise en commun de matériels.

Cette première intervention a permis une meilleure prise de conscience par les opérateurs des enjeux collectifs associés à la production sucrière. Toutefois, elle n'a pas permis de quantifier les bénéfices potentiels liés à de nouveaux modes d'apports. Les deux modèles d'organisation des flux de cannes sur lesquels l'intervention reposait sont restés « conceptuels » : s'ils ont permis « un apprentissage » et une prise de conscience des acteurs, s'ils ont permis de dégager des cibles de croissance, leurs objectifs n'étaient pas de fournir des évaluations chiffrées des cibles de croissance. De plus, l'intervention initiale a volontairement laissé de côté la question des incitations et du partage de la valeur. En effet, le parti pris de cette première démarche était de laisser de côté, au moins dans un premier temps, le problème des incitations pour privilégier l'amélioration des modalités de coordination en vue d'un objectif global porté par l'organisation. Or, dans le cas de regroupements de planteurs, l'attribution d'un quota collectif nécessiterait un mécanisme de répartition des gains associés aux livraisons entre les planteurs, garantissant une péréquation mais prenant en compte aussi les efforts réalisés par les uns et les autres. Il était donc indispensable de définir un système de paiement qui incite les opérateurs à entrer dans de telles stratégies.

Quoiqu'il en soit, cette première démarche a généré une forte demande de la part des acteurs de la filière, incluant ceux qui s'en étaient initialement désolidarisés. Les premiers résultats obtenus en matière d'organisation des flux de canne, dans le cadre de la thèse de S. Gaucher, ont fait naître de nouvelles questions notamment dans le champ du *supply chain* et de l'économie, qui ont été pour partie traitées dans le cadre de la thèse. Ils ont également permis d'ouvrir et d'étendre l'intervention à un nouveau terrain, celui de l'Afrique du Sud.



## II.2.2 Intérêt de l'ouverture à de nouveaux sites

Si historiquement l'intervention a débuté à La Réunion sur l'usine du Gol, elle a, dès 2003, été élargie à la seconde usine de l'île ainsi qu'à une usine en Afrique du Sud. La poursuite de l'intervention à La Réunion et l'ouverture du terrain sud-africain ont permis d'élargir le projet en intégrant les questions de l'incitation, puis de faire évoluer les modèles et supports de l'intervention initiale. Dans le cadre de la thèse, l'intervention a donc été menée sur 3 sucreries différentes : l'usine du Gol et celle de Bois Rouge à La Réunion et l'usine de Sezela en Afrique du Sud.

Le choix de ces bassins d'intervention est d'abord le résultat de l'intérêt que les industriels prêtaient à nos propositions. Quoiqu'il en soit, l'ouverture à ces nouveaux terrains a permis d'approcher et de mener l'intervention dans des contextes différents d'un point de vue structurel, économique et institutionnel, éléments qui peuvent jouer un rôle prépondérant dans l'adoption *in fine* des recommandations de l'intervention. Si ces trois usines ont des capacités de traitement à peu près équivalentes, la typologie des fournisseurs alimentant les usines est différente. Les usines réunionnaises sont alimentées par un peu moins de 2 000 planteurs chacune, à 90% des petits planteurs (ayant moins de 10 ha) alors que Sezela est alimentée à 80% par 150 *large scales growers* (ayant plus de 100 ha). Ces planteurs ont évidemment un poids différents dans la prise de décision.

En ce qui concerne les modèles et les outils de gestion développés, la prise en compte et l'expérimentation sur deux sites différents ont permis d'approcher une « généralité » des démarches et des résultats. Les modalités d'organisation des approvisionnements et les modalités de paiement de la canne étant différentes dans les deux pays, la prise en compte des deux cas était un moyen d'élargir le champ d'application des outils et modèles. Actuellement, les démarches et les outils développés dans le cadre de la thèse sont adaptés ou adaptables à un grand nombre de filières sucrières.

Nous soulignons ici l'intérêt, pour la réussite de l'intervention, d'avoir travaillé sur les deux sites que sont La Réunion et l'Afrique du Sud. Les acteurs se posaient des questions sur le fonctionnement et l'efficacité des systèmes de paiement et d'approvisionnement, et appelaient des réponses concrètes de la part des chercheurs. La qualité des réponses fournies conditionnait notre crédibilité et la légitimité auprès des acteurs. De l'instauration de cette relation de confiance dépendait *in fine* la possibilité de produire des connaissances sur les processus de coordination internes aux bassins d'approvisionnement. L'intervention sur

les deux terrains que sont l’Afrique du Sud et La Réunion a largement contribué à construire cette relation de confiance.

Les partenaires des deux pays, industriels essentiellement, ont été réunis tout d’abord dans le cadre d’un séminaire organisé à cet effet à La Réunion puis à l’occasion d’une conférence internationale sucrière (ISSCT, 2005). Ils ont été très sensibles à la mise en œuvre de la démarche sur d’autres usines, dans d’autres contextes de production. L’implication sur ces deux terrains, les contacts entre les différents partenaires et les échanges entre les acteurs et chercheurs des deux zones ont beaucoup facilité notre légitimité d’intervention sur ces questions délicates et conflictuelles. C’est évidemment un atout important de l’aide à la décision et de l’intervention.

### **II.3 Dispositifs de suivi et de pilotage**

Pour concilier les exigences scientifiques et la nécessité d’aide au changement, la recherche-intervention s’organise autour de quelques principes méthodologiques : partir d’une demande, qui sera éventuellement reconstruite, mettre en place un comité de pilotage pour suivre l’intervention de l’intérieur de l’organisation et un comité scientifique chargé d’assurer le contrôle par les pairs.

La conception du dispositif d’intervention que nous avons mis en place dans le cadre de la thèse a suivi ces principes généraux. Quelques aspects spécifiques de nos contextes de travail nous ont amené à opter pour une version « allégée » de ce dispositif.

#### **II.3.1 Les comités de pilotage et de suivi**

##### ***a. Les comités de pilotage***

Le bassin d’usine est apparu comme l’unité de gestion pertinente pour conduire à bien l’étude des flux physiques et de la création de valeur dérivée de ses modes d’organisation. Nous avons préféré cette unité à la commission mixte d’usine où intervient la qualité des relations entre industriels et planteurs. Les études ont donc été initiées avec le coordinateur central du bassin, à savoir l’usine (avec le risque d’accroître son pouvoir de négociation) avant d’envisager d’éventuels prolongements vers les planteurs, l’usine ou l’interprofession globale. Des comités de suivi ont ensuite été mis en place, avec l’accord du coordinateur central. La composition de ces comités est un peu différente suivant les sites.

A La Réunion, les interventions ont été suivies par un comité composé de représentants des industriels, de l'interprofession (Centre Technique de la Canne et du Sucre, Comité de Pilotage de la Canne) et de représentants de planteurs. Ces comités se sont réunis régulièrement au rythme moyen d'une réunion par trimestre. Le rythme des réunions a toutefois évolué en fonction des résultats de simulations et des questions posées par les participants au comité. En Afrique du Sud, les résultats ont été suivis au niveau de l'usine. Le comité de suivi était donc essentiellement composé d'industriels, et il incluait les chargés de relations planteurs. Les planteurs ont été impliqués lors de restitutions bisannuelles, mais n'ont pas participé directement à la conception des scénarios.

Cette différence de suivi effectif sur le terrain s'explique (1) par une présence en pointillé du chercheur sur chacun des sites (2) et par le positionnement du CIRAD sur les différents sites. La présence sur le site réunionnais était constante. De plus, le CIRAD a un rôle consultatif fort au sein de la filière canne à sucre. En Afrique du Sud, la présence était en pointillé (missions régulières). L'intervention s'est faite *via* les chercheurs de la SASRI, organisme local de la recherche sucrière partenaire du projet et seul à même de légitimer notre intervention. Au sein de la filière sud-africaine, le CIRAD a plus un rôle d'expert « externe ».

#### ***b. Un suivi par des commissions ad-hoc***

Outre les comités techniques, les travaux et l'ensemble des résultats ont été présentés régulièrement aux commissions ad-hoc.

A La Réunion, les résultats ont été présentés régulièrement (une réunion par an) à la Commission Paritaire de la Canne et du Sucre (commission réunissant les syndicats de planteurs, le syndicat des fabricants du sucre et l'Etat, représenté par la Direction de l'Agriculture et le Forêt).

En Afrique du Sud, l'intervention a été suivie par les industriels et les planteurs ont été impliqués *via* leurs représentants au *Mill Group Board*, au sein d'un comité de travail *ad hoc*. Des restitutions des travaux entrepris ont également été organisées au sein des commissions mixtes d'usine en Afrique du Sud et à La Réunion.

### II.3.2 Des enquêtes de terrain

Outre les comités de pilotage, des enquêtes de terrain ont été réalisées dans chacun des pays, auprès de planteurs, auprès des chargés de relations planteurs ou de personnes ressources. Nous avons donc pu recueillir de nombreuses remarques concernant les scénarios d'approvisionnement étudiés, les systèmes de paiement proposés, et le couplage entre les deux. À mesure que le travail progressait, ces informations étaient intégrées et pouvaient être étudiées plus précisément.

Plusieurs séries d'enquêtes ont été réalisées, dans le cadre direct de la thèse ou dans le cadre de projets réalisés en parallèle :

- Les premières enquêtes touchaient la question des approvisionnements. Celles menées en Afrique du Sud ont permis de tester la faisabilité logistique des scénarios puis des scénarios d'approvisionnements proposés (Calvinho, 2003). Elles ont été réalisées auprès d'une quarantaine de planteurs et ne concernaient que la partie « approvisionnement ». A La Réunion, la faisabilité logistique des scénarios a été testée à partir de modèles logistiques (Brouillac, 2002) et validée à dire d'experts.
- Une seconde série d'enquêtes planteurs a été réalisée sur les deux sites afin de comprendre l'influence du système de paiement dans les décisions du planteur. Les objectifs étaient de savoir (i) si le critère de qualité utilisé et son poids dans la formule de paiement avait un impact sur les pratiques agricoles (ii) comment les systèmes de paiement en place sont interprétés et appréhendés par les planteurs (iii) quel serait l'impact sur leurs pratiques agricoles d'une modification du système de paiement sur la gestion de la récolte par les planteurs (Papaiconomou, 2004, Thomé 2003)
- Enfin, des séries d'entretiens ont été réalisés auprès de personnes ressources (notamment les personnes à l'origine de la conception des formules de paiement) afin de connaître leur recommandation, de sensibiliser les acteurs aux questions, la faisabilité de la mise en place des couples approvisionnement – paiement proposés (Lejars, 2006a).

L'ensemble de ces enquêtes, rencontres et entretiens avec différents acteurs de la filière, plus ou moins directement impliqués dans les processus de changement, a permis d'identifier les implications agronomiques, logistiques, économiques de l'application des scénarios. Ils ont permis de faire évoluer les solutions imaginées et proposées par et au sein des comités de pilotage.

### **II.3.3 Suivi scientifique**

Le projet a été suivi par des chercheurs de la SASRI (South African Sugar research Institute), de l'INRA et du CIRAD. Des ateliers de travail ont en effet été organisés annuellement à La Réunion et en Afrique du Sud. Ils ont réuni les chercheurs sud-africains de la SASRI partenaires sur le projet, des chercheurs du CIRAD et de l'INRA. Occasionnellement, des chercheurs de l'université du Kwazulu Natal sont intervenus.

Des présentations régulières des travaux à des pairs ont été faites, dans le cadre de congrès sucrier ou de séminaires de travail. Les travaux et des résultats intermédiaires ont été présentés lors du congrès de la SASTA (*South African Sugar Technologist association*), de l'AFCAS (Association française de la Canne et du Sucre), de l'ARTAS (Association Réunionnaise pour le développement de la technologie agricole) et de l'ISSCT (*International Society of Sugar Cane Technologists*). Ces congrès regroupent des chercheurs et les professionnels des filières canne. Plus précisément, des restitutions ont été effectuées lors de congrès sucriers à la SASTA (Congrès annuel sud-africain, 2003 et 2004), à l'ISSCT (Congrès Sucrier International, en 2005) et à l'AFCAS (Congrès AFCAS, 2008).

### **III. Les supports de l'intervention : Modèles et outils développés**

Les outils de gestion occupent une place centrale dans ce dispositif, tant pour faciliter la construction de représentations communes des situations étudiées que pour stimuler les dynamiques de changement dans lesquelles s'inscrivent acteurs et intervenants. Ils doivent respecter certains principes, notamment être transparents et intelligibles pour être évaluables par les acteurs (Thepot, 1995), particulièrement s'il s'agit d'explorer de nouveaux horizons (Moisdon, 1997).

L'intervention menée sur les deux filières s'est appuyée sur des modèles et des outils, conçus et développés spécifiquement pour cette intervention. Ils ont été réalisés pour et en collaboration avec les acteurs. L'objectif était de concevoir (1) des outils simples, compréhensibles et utilisables par les acteurs (2) suffisamment « génériques » pour être utilisables sur toutes les filières cannes et adaptables à d'autres filières agro-alimentaires.

La construction de ces outils s'est faite en plusieurs phases, au rythme de l'intervention. Ainsi, un premier modèle conceptuel a été développé dans le cadre de l'intervention initiale à La Réunion (Gaucher, 2002). Ce modèle a été enrichi puis a servi de base au développement d'un outil de simulation, nommé MAGI (Modèle d'Approvisionnement Global Informatisé), dédié à la gestion des approvisionnements à l'échelle de la filière (Auzoux, 2005). Le modèle conceptuel a ensuite été complété pour intégrer la composante incitative puis un nouvel outil de simulation couplant un module d'approvisionnement et un module paiement a été développé (Auzoux 2008).

Nous présentons dans cette partie l'ensemble des supports développés dans le cadre de l'intervention sur les deux filières.

## III.1 Modélisation des approvisionnements

### III.1.1 Le modèle conceptuel

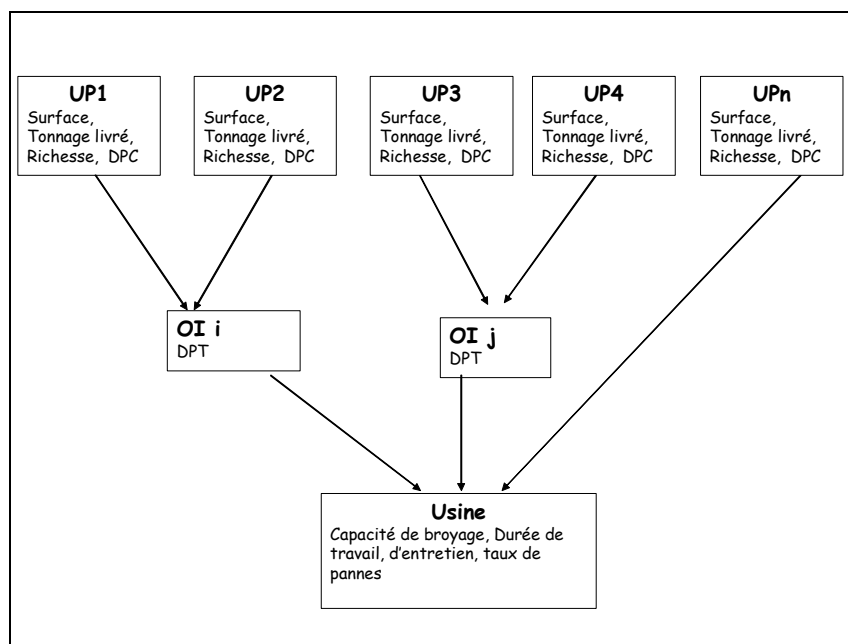
Ce modèle est basé sur une représentation en trois maillons de la chaîne d'approvisionnement : les unités de production (UP), les opérateurs intermédiaires (OI) et l'usine (Figure 19).

Une unité de production (UP) est une entité élémentaire postulée ou traitée comme étant homogène du point de vue de la qualité des cannes livrées et des règles qui leur sont appliquées par l'usine dans la gestion des processus de planification et de pilotage de l'approvisionnement. Les UP sont définies comme des entités individuelles caractérisées par une quantité de cannes, une courbe de qualité et une capacité de récolte. Par exemple, une section d'usine, un groupement d'exploitations, une zone agro-climatique homogène ou une typologie de planteurs, peuvent définir des unités de production. Les choix en terme de découpage dépendent de l'objectif de simulation que l'on se fixe. Les critères de définition peuvent varier en fonction des scénarios simulés : typologie d'exploitations, zones géographiques de qualité homogène, voire exploitations individuelles.

Les OI sont chargés du transfert de la canne vers l'usine et sont caractérisés par une capacité de transfert. Concrètement, il s'agit de centres de réception, de zones de chargement-déchargement (*transloading zone*) ou de transporteurs.

L'usine est caractérisée par sa capacité de broyage, fonction de sa capacité industrielle nominale, d'un taux de panne moyen sur la campagne et d'une durée d'entretien hebdomadaire.

Les acheminements de canne entre les UP, OI et Usine sont ensuite caractérisés par des éléments de dimensionnement des équipements de transport et de réception. Deux valeurs seuils permettent de vérifier *a posteriori* la faisabilité des scénarios proposés : (i) Le Débit Potentiel de Chantier (DPC) qui est la capacité maximale d'une unité de production donnée à livrer au centre de réception une quantité de canne donnée dans un délai fixé et (ii) le Débit potentiel de Transfert (DPT) qui représente le tonnage maximal qui peut être livré par un centre de réception donné à l'usine. Le dépassement de ces valeurs seuils signifie que la mise en œuvre du scénario est limitée par les performances des chantiers de récolte, de transport et/ou de stockage. Ces débits permettent de caractériser les flux de cannes entre les trois entités constitutives du bassin d'approvisionnement.



**Figure 19 : Structure du bassin d'approvisionnement**

Une fois la structure du bassin et les acheminements définis, le modèle peut calculer la production de sucre.

Le modèle de calcul fonctionne au pas de temps hebdomadaire, jugé comme suffisant pour traiter des questions soulevées. Il peut se décomposer en 2 phases de simulations décrites Figure 20 :

(1) Une phase de planification et de pilotage dont l'objectif est de définir les quantités de cannes à traiter par semaine de campagne. Elle permet d'établir un plan hebdomadaire, selon des règles de planification spécifiées, en fonction des tonnages prévisionnels livrés par chaque unité de production. Elle intègre 3 types de variables : (i) des variables spécifiques de la structure agro-industrielle, (ii) des paramètres de fonctionnement de l'usine, (iii) des règles de planification et d'attribution des droits à livrer.

(2) Une phase de transformation qui permet de calculer les quantités de sucre produite à partir des richesses des cannes livrées et du taux d'extraction moyen hebdomadaire de l'usine.

Les scénarios sont comparés et évalués en fonction de la production totale de sucre, indicateur de performance des scénarios d'approvisionnement, ainsi que de certaines caractéristiques de la campagne (durée, dates de campagne, quantités de cannes non traitées en fin de campagne).



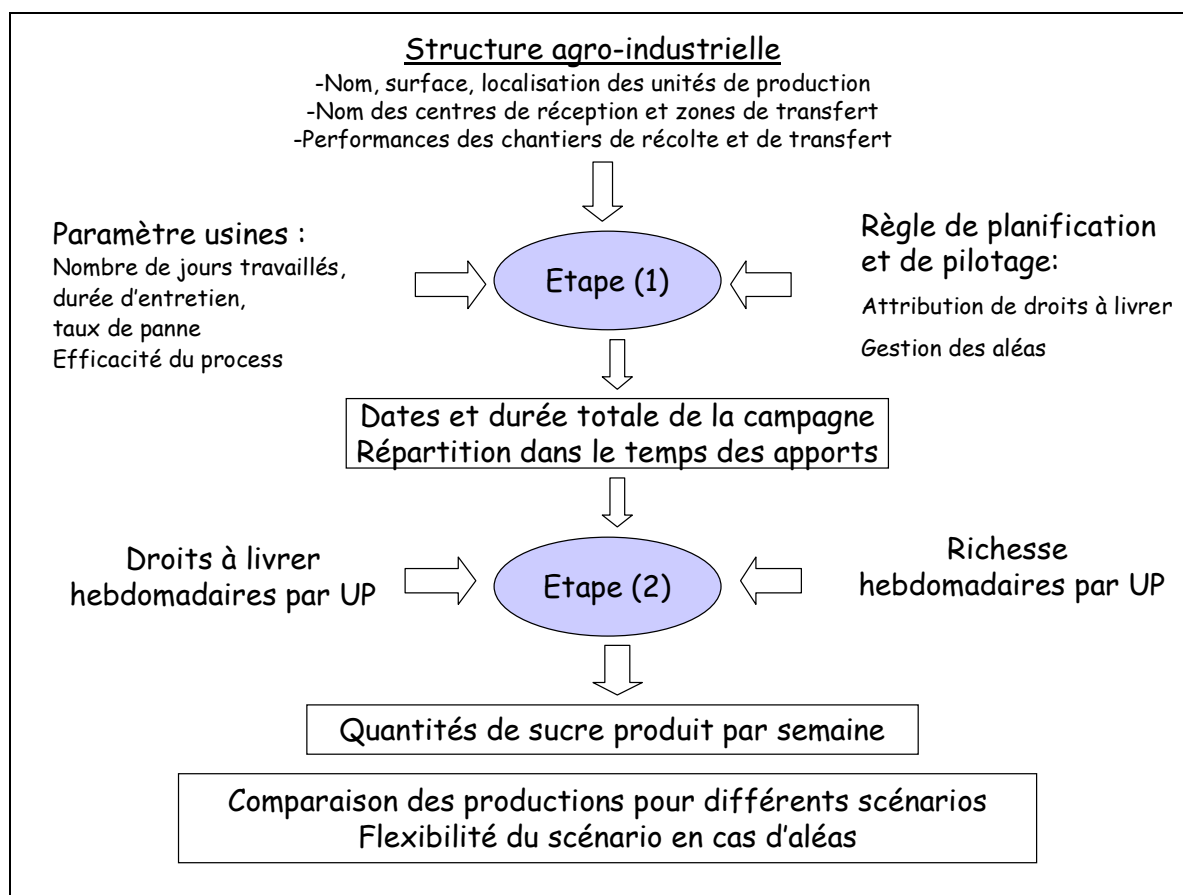


Figure 20 : Structure globale du modèle de simulation

### III.1.2 Un outil de simulation : MAGI

Afin de faciliter l'intervention, un outil de simulation a été développé à partir du modèle « conceptuel ». Cet outil est présenté de manière détaillée en Annexe IV.

Ses objectifs étaient :

- de permettre aux acteurs de la filière de multiplier les simulations et de générer un plus grand nombre de scénarios d'organisation,
- de permettre aux acteurs de « s'approprier » les résultats,
- de prendre en compte les aléas de livraisons.

Cet outil est composé de cinq modules renseignés séquentiellement pour un scénario donné: a. structure du bassin ; b. durée de campagne ; c. capacités hebdomadaires des différentes entités définies en a ; d. qualité (courbes de qualité par unité de production et de pertes en sucre au niveau de l'usine) ; e. droits à livrer. Ce dernier module (e) met à la

disposition de l'utilisateur différentes règles de calculs des droits à livrer : allocations uniformes des droits sur toute la campagne, définition de périodes de livraison par UP ou saisie manuelle.

Les simulations fournissent un ensemble de résultats comprenant les courbes de livraison par UP, les taux d'utilisation des capacités installées et la production de sucre par UP et sur l'ensemble du bassin. Les scénarios sont comparés sur la base de ces indicateurs. Ils peuvent être éventuellement complétés par des calculs coûts - bénéfices non inclus dans l'outil.

Des aléas de livraison ou de transformation peuvent être générés par l'utilisateur à différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement (unités de production, centres de réception, usine). Ils sont compensés par des règles pré-spécifiées. Simuler ces aléas permet de tester la capacité de réponse d'un scénario à des perturbations du système de planification.

Le processus de conception et de développement de l'application issu du modèle conceptuel, s'est étalé sur une longue période. Dans un premier temps, dès 1998, une maquette sous Excel<sup>®</sup> a été conçue par S. Gaucher afin de présenter rapidement des résultats de simulation aux industriels. Cette solution informatique a permis d'illustrer la démarche entreprise et de consolider les liens avec les partenaires en leur montrant l'opérationnalité de la démarche. Mais cette maquette n'étant utilisable que par la doctorante qui l'avait conçue, elle a été transformée en un outil de calcul convivial, MAGI<sup>®</sup>, basé sur Access<sup>®</sup> et adapté au cas réunionnais (Lejars, 2002). La prise en compte du cas sud-africain en sus de La Réunion a amené à revoir certains choix faits dans la version précédente (Le Gal, 2003). Certaines parties de l'outil ont été complexifiées, avec l'inclusion de nouvelles variables (par exemple quatre indices de mesure de la qualité de la canne au lieu d'un seul). D'autres au contraire ont été simplifiées : la structure du bassin est uniquement pyramidale, chaque entité de niveau  $n$  ne pouvant être reliée qu'à une et une seule entité de niveau  $n+1$ . Ces évolutions ont nécessité de nombreux allers-retours entre les chercheurs impliqués dans l'intervention, les partenaires de la filière, ou les informaticiens impliqués dans la réalisation de l'outil. Ces interactions ont fait évoluer le contenu même du modèle et l'ergonomie de l'outil (Lejars 2005, Auzoux, 2005).

Une version de MAGI, fonctionnant totalement en deux langues, a été déposée en novembre 2005, auprès de l'AFPP (Association Française de Protection des Programmes) (Auzoux, 2008). Un site Web a été développé (<http://agri-logistique.cirad.fr>), sur lequel le logiciel est en accès libre. Il permet de créer un réseau d'échanges autour du logiciel en vue de le faire évoluer sur un plus grand nombre de contextes et de questions.

## **III.2. Analyser le partage de la valeur au sein de la chaîne fournisseurs-industriels**

Le modèle MAGI se focalise sur les approvisionnements. La partie économique n'est pas abordée par le modèle. Afin de traiter la question des approvisionnements et des incitations conjointement, nous avons couplé le modèle d'approvisionnement à un module de paiement.

### **III.2.1 Le modèle de paiement**

Le modèle de paiement développé est un module à part entière (Lejars, 2008a), pouvant être utilisé indépendamment du modèle d'approvisionnement. Quoique la définition de modalités de paiement à la qualité soit souvent une question conflictuelle dans les filières agro-alimentaires, peu d'outils et de modèles ont été développés pour faciliter la mise en place de nouvelles modalités de paiement entre les opérateurs d'une filière. Bouche (1999) a conduit des expériences sur la filière lait en Corse. L'outil mis en place et utilisé dans ce cas visait principalement à définir des standards de qualité. D'autres démarches ont été conduites sur le vin (Touzard, 2001), mais se focalisaient sur la définition de la « qualité » plus que sur la structuration d'une formule ou sur l'impact d'une modification de la formule sur le revenu individuel. L'objectif de ces travaux n'était pas d'atteindre une négociation effective.

Le modèle de paiement développé pour les filières sucre a été conçu en partenariat. Une fois que les opérateurs s'accordent sur une définition ou une représentation de la « qualité », le modèle permet de tester l'impact de différentes formules sur le revenu des opérateurs et le partage au sein de la filière. L'objectif est de faciliter (i) la compréhension de la formule de paiement, (ii) de clarifier les effets individuels d'une modification (iii) d'accroître la transparence sur le partage de la valeur au sein de la filière. Le modèle fournit des informations qui facilitent le processus de négociation entre les opérateurs.

#### ***a. Structure du modèle de paiement***

Le modèle de paiement permet de :

- comparer les écarts de revenu des planteurs pour différentes formules de paiement, à l'échelle individuelle et collective ;
- de tester l'impact d'une modification du prix du sucre, des paramètres qualitatifs utilisés dans la formule, de l'introduction de nouvelles subventions ;

- de tester l'impact d'une modification des tonnages hebdomadaires livrés à l'usine ;
- de calculer l'impact de différentes formules sur le partage de la valeur au sein de la filière.

Il fonctionne sur un pas de temps hebdomadaire, pas de temps utilisé pour le paiement des planteurs. Il est basé sur une structure à trois niveaux : planteurs, le groupe de planteurs et l'usine (Figure 21).

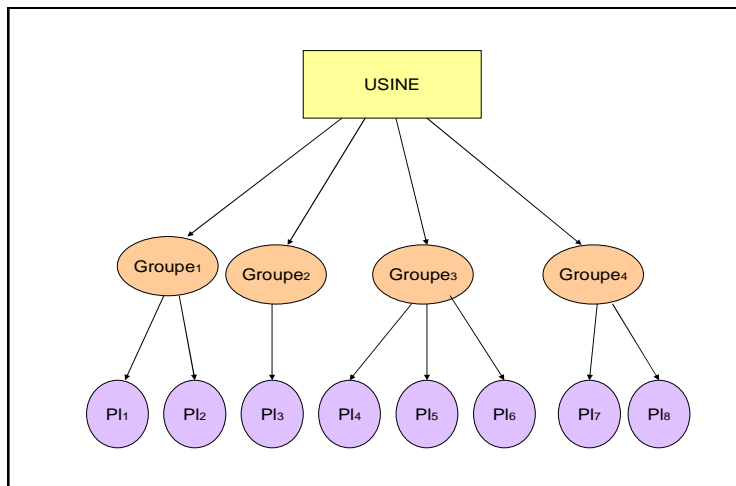


Figure 21 : Structure du module de paiement

### **b. Fonctionnement du modèle**

Le modèle de paiement combine deux sous unités : (i) la première permet de calculer les paramètres de qualité utilisés dans la formule de paiement (ii) la seconde permet le calcul du revenu.

Dans la première sous-unité, la "qualité" est définie à travers un indicateur synthétique de qualité (QI), qui dépend d'indicateurs élémentaires de qualité (I1, I2, I3, I4), comme la fibre, le taux de saccharose et des coefficients dérivés de données propres aux capacités usines ou aux matériels utilisés pour calculer ces taux.

$$QI = f(I1, I2, I3, I4)$$

Une fois l'indicateur (QI) défini, des moyennes de qualité sont calculées par planteur et par groupe de planteurs, puis l'indicateur de qualité utilisé pour le paiement (QP) est défini. Cet indicateur peut être le même que QI ou peut être un indicateur dérivé comme c'est le cas pour le paiement relatif (QP dépend de la moyenne des QI sur le bassin).

$$QP_s = f(QI_s, \overline{QI_s^k}, \overline{QI_s^{usine}}, \overline{QI_s^{pl}})$$

Avec  $QP_s$  : qualité payée la semaine s

$QI_s$  : qualité mesurée la semaine s

$QI_s^k$  : qualité QI moyenne du groupe k pour la semaine s

$QI_s^{usine}$  : qualité QI moyenne de l'usine pour la semaine s

$QI_s^{pl}$  : qualité QI moyenne du planteur pour la semaine s

Le second sous-module permet de calculer le revenu individuel hebdomadaire par planteur (Rs) en fonction de la formule de paiement (Ps), du tonnage livré par semaine (Ts), de subventions éventuelles (S) et du prix de la canne (Prix).

$$Rs = f(Ps, Ts, S, Prix)$$

avec  $P_s = f(QPs)$

La Figure 22 ci-après explique le fonctionnement du modèle de paiement.

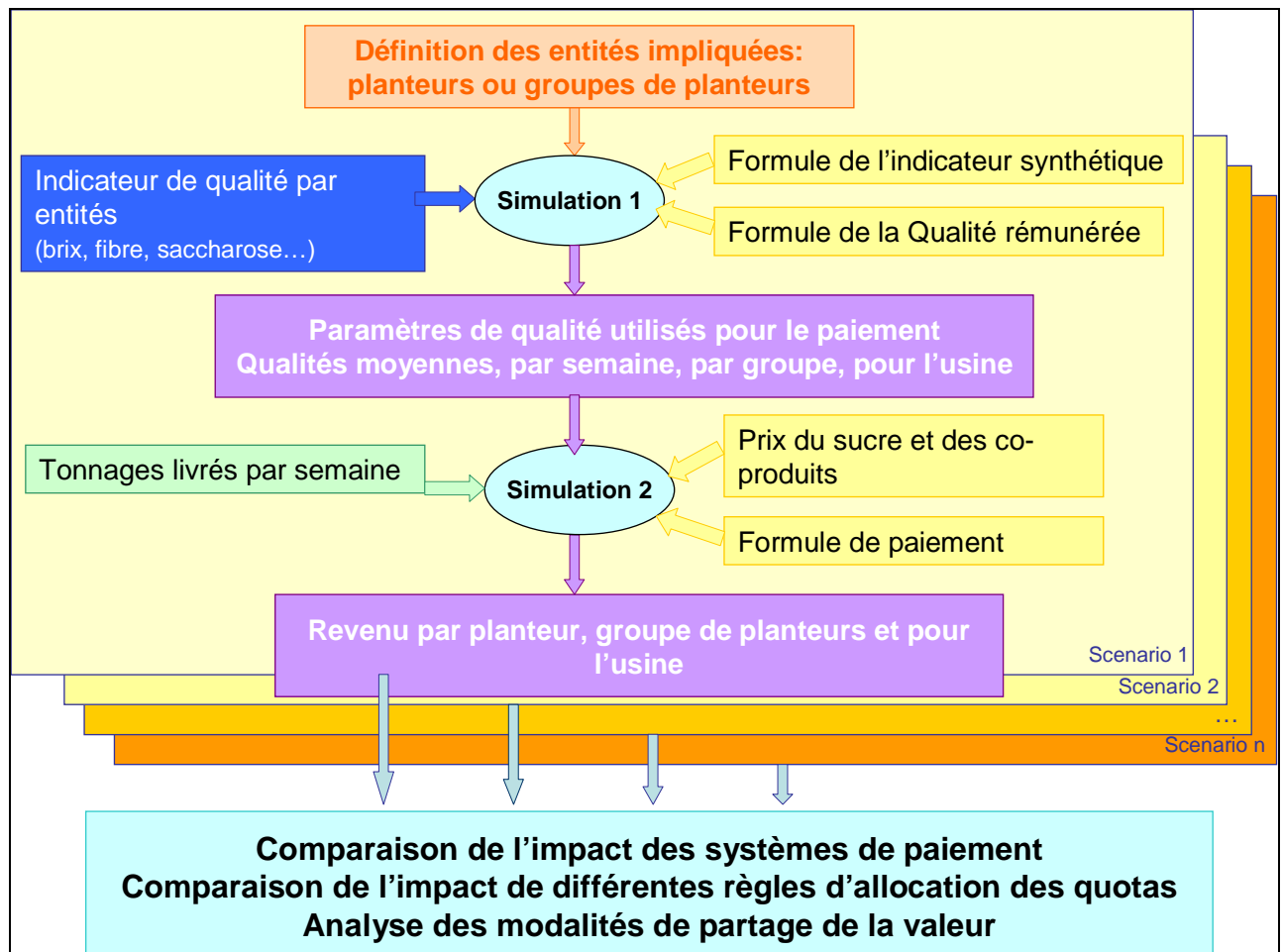


Figure 22 : Fonctionnement du modèle de paiement

Le modèle fonctionne de manière itérative. Les résultats de chaque scénario peuvent être stockés et comparés puis comparés entre eux.

Travailler sur le revenu individuel planteur en sortie de modèle permet de mesurer le caractère incitatif pour le planteur de la formule de paiement et/ou de nouveaux modes d'apport de canne. En moyennant les résultats obtenus pour l'ensemble des planteurs d'un bassin, on peut analyser la part de valeur payée aux planteurs et la part revenant à l'usine. On peut ainsi vérifier si le montant du partage de la valeur entre planteurs et industriel est modifié par le nouveau mode de paiement.

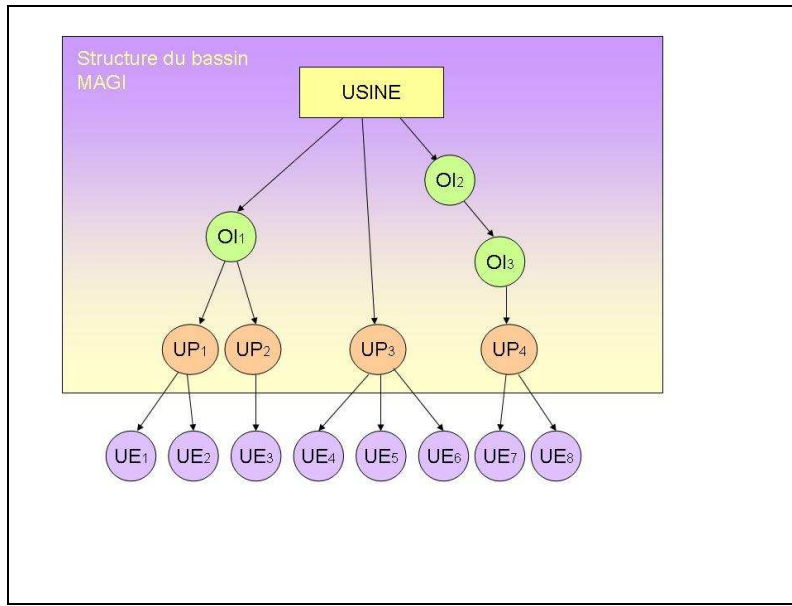
### **III.2.2. Couplage du modèle d'approvisionnement et de paiement**

Le modèle de paiement et le modèle d'approvisionnement ont ensuite été couplés.

#### ***a. Intégration d'un niveau supplémentaire : Unité d'exploitation (UE)***

Si les unités de production (UP) (correspondant le plus souvent à des regroupements de planteurs) sont une échelle justifiée et pertinente pour définir un objectif de croissance global en terme de gestion des flux, elles ne le sont plus en terme de partage de la valeur et d'incitation. Les modalités de paiement et la gestion stratégique des approvisionnements ne concernent pas les mêmes cibles. Dès lors que l'on aborde la question du partage de la valeur, le calcul du partage de la valeur au niveau des UP (de zones) devient insuffisant. L'analyse du partage de la valeur et des incitations doit être menée à une échelle individuelle. Un niveau d'analyse supplémentaire a donc été ajouté au modèle théorique de départ : l'unité élémentaire, unité constitutive des unités de production. On l'appellera UE, Unité Exploitation. C'est l'unité élémentaire constitutive des UP. Dans le cas le plus classique, une UE correspond à une exploitation, mais elle peut être aussi un groupe de planteurs ou même une parcelle. Sa définition est étroitement dépendante de celle de l'UP et des objectifs de simulation.

Le schéma théorique a donc évolué, incluant le niveau supplémentaire que sont les UE (Figure 23). Elles sont les unités « incitées » et directement touchées par les systèmes de paiement. Elles sont définies par leurs livraisons hebdomadaires (tonnages et qualité) et par des propriétés telles que la surface, le rendement, la taille de l'exploitation...A ce niveau, on ne tient plus compte des capacités de transport ou de récolte, l'objectif de gestion des flux se situant à un niveau plus global.



**Figure 23 : Evolution de la structure du bassin**

### ***b. Structure de couplage***

Le modèle de paiement a ensuite été couplé au modèle d'approvisionnement. Le schéma de couplage est décrit Figure 24.

Le modèle s'appuyant sur cette nouvelle structure permet de tester les scénarios d'approvisionnement et de paiement, en collaboration avec les acteurs de la filière, de multiplier les tests et de dégager ainsi des scénarios potentiels de croissance à l'échelle collective et individuelle.

L'objectif du modèle est de tester l'impact sur le revenu des planteurs :

- d'une modification des formules de paiement utilisées pour rémunérer les planteurs,
- d'une modification des quotas imposés aux planteurs.

Chaque module, celui du paiement et celui d'approvisionnement peut être utilisé indépendamment de l'autre, ou ensemble.

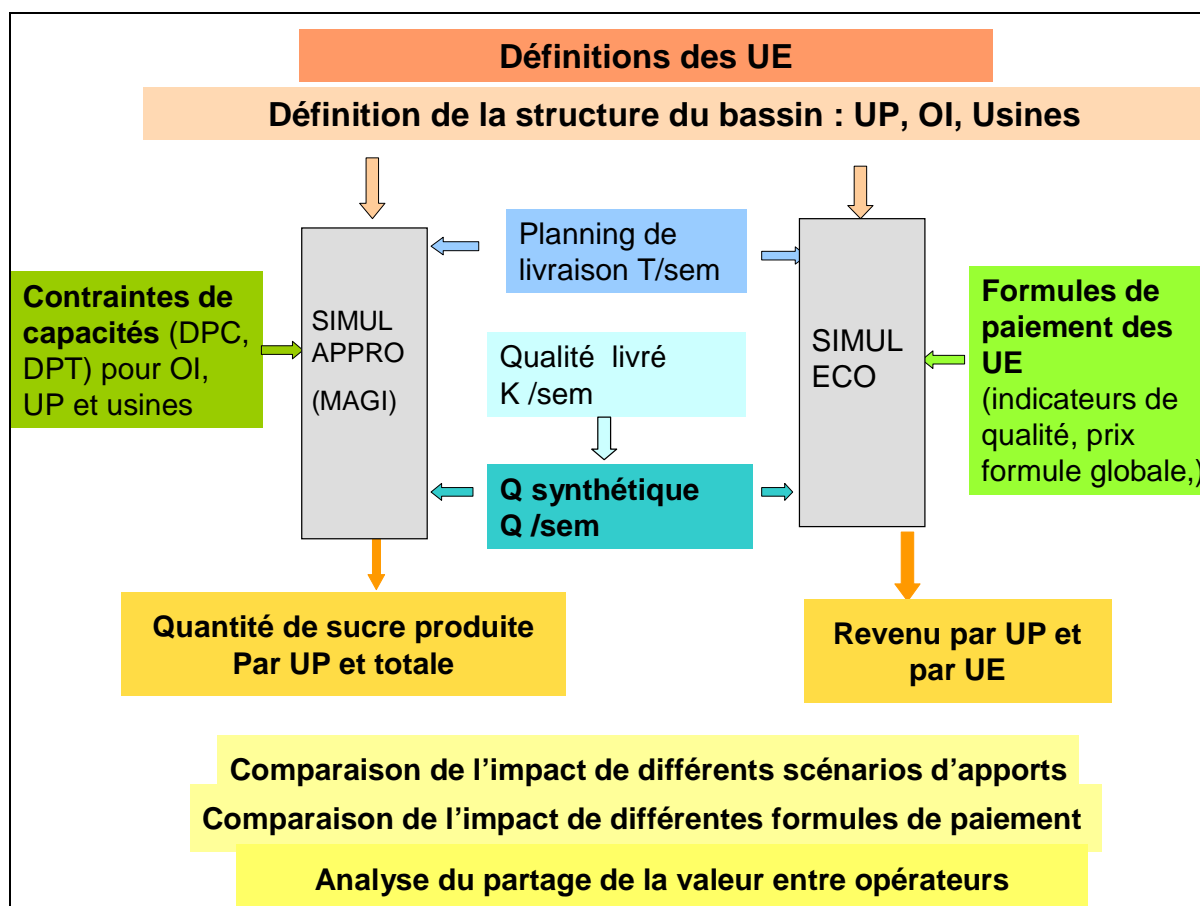


Figure 24 : Couplage des modèles de paiement et d'approvisionnement (PEMPA)

### III.2.3 Le logiciel PEMPA

De MAGI et du module de paiement découlent une nouvelle application, nommée PEMPA (Programme d'Évaluation des Modalités de Paiement et d'Approvisionnement). L'application est détaillée en annexe V. Elle a été développée sous Visual Basic (Auzoux, 2008). Elle utilise MAGI comme une « boîte noire » dès lors que l'on récupère des scénarios d'approvisionnement « type » ou prédéfinis dans MAGI. PEMPA constitue un outil de simulation des modalités de paiement à part entière, qui permet également de simuler à la fois des nouvelles modalités d'approvisionnements et de paiement.

Dans l'écran d'accueil (Figure 25), deux rubriques qui interagissent l'une avec l'autre :

La première rubrique consiste à « Définir le déroulement de la campagne » :

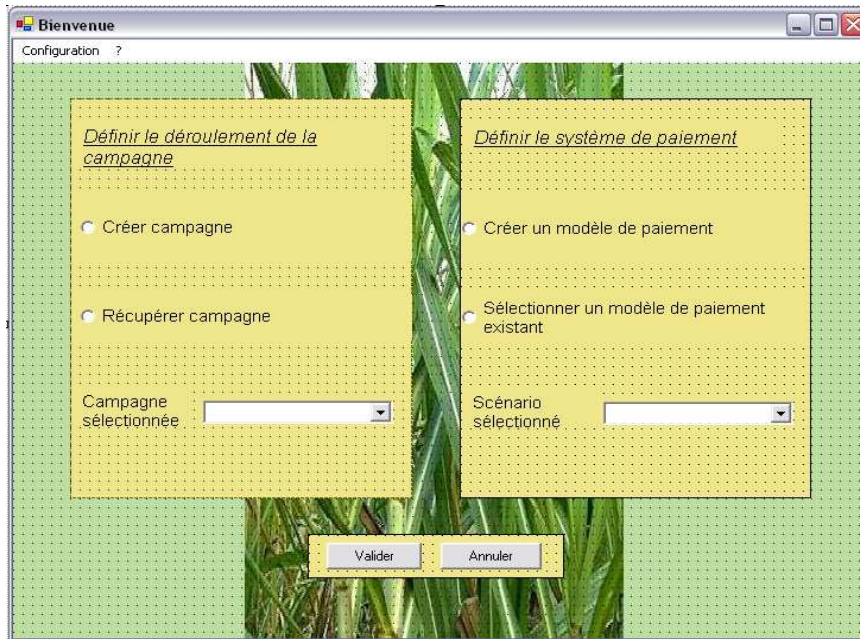
- Il est possible de « créer une campagne », ce qui aura pour action d'ouvrir le logiciel MAGI pour y créer un scénario d'approvisionnement.



- D'autre part, il est possible de « sélectionner une campagne existante ». L'utilisateur choisit un scénario d'approvisionnement prédéfini.

La deuxième rubrique consiste à « Définir le système de paiement ».

- Soit l'utilisateur crée un nouveau système de paiement.
- Soit l'utilisateur sélectionne un système de paiement dans une liste de modes de paiement prédéfinis ou préenregistrés.



**Figure 25 : Ecran d'accueil de PEMPA**

Le module « paiement » est ensuite composé de 4 sous-unités :

1. La première, intitulée « Système de paiement » permet de créer un nouveau scénario de paiement en définissant son nom, et sa date de création
2. Le second intitulé « Paramétrage des UE » permet d'entrer les caractéristiques des UE (tonnage, qualité, surface...) et de définir leur rattachement à l'UP.
3. Le quatrième intitulée « Modalités de paiement » permet de définir le système de paiement que l'on souhaite tester. L'utilisateur a la possibilité de définir (a) une formule de calcul de l'indice synthétique (b) formule de calcul des qualités hebdomadaires rémunérées (c) formule de calcul du prix de la tonne canne (d) un mode de calcul du revenu global tenant compte des formules précédentes et éventuellement de subventions ou de primes.
4. Les résultats sont accessibles à partir du module « résultats ». Ils sont répartis sur plusieurs onglets correspondant aux différentes échelles de travail : filière, bassin, UP et UE.

Les résultats principaux concernent :

- (a) le calcul de la production de sucre, à l'échelle du bassin, des UP et des UE
- (b) le calcul du revenu des UE, des UP, de l'ensemble des planteurs et de la filière (planteurs et usiner)

D'autres résultats intermédiaires sont accessibles, notamment le calcul des qualités, moyennes et hebdomadaires, de l'usine des UP et des UE et les tonnages livrés par les UE, les UP, le bassin et la filière.

Enfin, la comparaison s'effectue sur plusieurs systèmes sélectionnés par l'utilisateur. Le logiciel PEMPA é été déposé en juillet 2008 à l'AFPP.

### **III.3 Applications potentielles et limites des outils**

#### **III.3.1 Applications potentielles des modèles**

Le modèle couplé dont est issu le logiciel PEMPA peut être utilisé pour tester différents scénarios :

- (1) Il permet tout d'abord de calculer le revenu des planteurs (pris individuellement ou en groupes) pour différentes formules de paiement et pour différents modes de planification des apports.
- (2) Pour une formule de paiement donnée, il est possible de tester l'impact sur la production de sucre à l'échelle de la filière et sur le revenu planteur d'une modification des modes d'approvisionnements de canne à l'usine.
- (3) En comparant les résultats des différents scénarios, il est possible de calculer l'impact de différentes formules de paiement sur le partage de la valeur entre le collectif de planteurs et l'industriel.
- (4) En analysant les résultats de plusieurs planteurs ou de différentes unités de production, il est possible d'analyser la manière dont la valeur créée par la filière est redistribuée entre ces derniers, c'est-à-dire au sein du collectif de planteur.

Ce modèle et cet outil permettent donc d'appréhender l'impact de nouveaux modes d'organisation et de paiement, à la fois sur la relation entre le collectif de planteurs et l'industriel, mais aussi la relation « horizontale » entre ces planteurs. Evidemment, la question des approvisionnements et du paiement peuvent traitées indépendamment. Le

couplage permet d'intégrer la question de l'interdépendance des fournisseurs et du partage de la valeur.

Enfin, on peut noter que les résultats obtenus sur les revenus individuels peuvent être analysés en fonction de types de planteurs : taille de l'exploitation, localisation de l'exploitation, tonnages livrés...

### ***Exemples d'applications***

Les applications potentielles sont nombreuses : étude de l'impact de la restructuration des bassins (en testant l'effet lié à l'ouverture ou la fermeture d'un OI), améliorer la lisibilité des formules de paiement, tester des nouveaux plans variétaux....

Plus concrètement, cet outil pourrait permettre de répondre à plusieurs questions posées par les acteurs des filières canne. Nous avons répondu dans la suite de la thèse à certaines de ces questions. Nous prenons ici deux exemples non détaillés par la suite. La première concerne les systèmes de paiement, l'autre l'organisation des approvisionnements :

(1) Faciliter la mise en place des plans variétaux.

Les choix variétaux représentent un champ d'investigation en relation avec l'organisation des approvisionnements. Les variétés de canne sont en effet adaptées à des conditions spécifiques de milieu et présentent des courbes de qualité variant dans le temps. Outre ces conditions naturelles, la sélection d'un plan variétal optimal à l'échelle d'une exploitation ou du bassin doit prendre en compte les droits à livrer alloués par la sucrerie et ses capacités de récolte. PEMPA permettrait de tester l'impact sur la production de sucre et la rémunération des planteurs, de différents plans variétaux, conçus à l'échelle de l'exploitation ou à l'échelle du bassin.

(2) Mettre en place des formules de paiement à la qualité pour rémunérer une canne « multi-usage »

Cet outil pourrait faciliter la mise en place de systèmes de paiement incluant les co-produits de la canne. Il n'existe actuellement pas de formule de paiement à la qualité permettant de rémunérer une canne « multi –usage ». La canne est rémunérée sur sa capacité à produire du sucre. Les taux de fibre sont souvent pénalisants alors que cette même fibre est utilisée pour certains co-produits (comme l'électricité). Cet outil permettrait de tester l'impact sur le revenu des planteurs et sur la répartition de la valeur au sein de la filière, de formules de paiement intégrant le paiement de l'ensemble des co-produits. La formule pourrait inclure les co-produits au niveau de l'indicateur de qualité utilisé (comme c'est en partie le cas pour le RV utilisé en Afrique du Sud) ou sous la forme de primes et subventions. En parallèle, des modifications des apports pourraient être testées afin de voir quel mode d'organisation des approvisionnements serait le plus approprié à ces nouvelles cannes multi-usages. PEMPA

pourrait faciliter la conception et l'implémentation de ce type de formule ainsi que de ces nouveaux modes d'organisation des apports.

### **III.3.2 Limites des outils**

Les limites de ces outils sont doubles :

- Les scénarios d'approvisionnement sont considérés à coûts invariants à l'échelle du bassin,
- les revenus sont calculés en termes de gain relatif.

#### ***a. Des simulations à coûts constants***

Les simulations et les outils ne prennent pas en compte les variations de coûts liés aux nouveaux scénarios. Un certain nombre de contraintes logistiques sont prises en compte par le modèle d'approvisionnement en utilisant les paramètres de débits potentiels (DPT et DPC). Ceux-ci sont des valeurs agrégées, incluant les capacités de transport, de coupe et de chargement, entre les centres de réception et l'usine, d'une part, et entre les unités de production et les balances, d'autre part. A l'échelle des centres de réception, l'estimation de cette variable peut se faire à partir de données historiques des tonnages maximums reçus à chaque balance. A l'échelle des unités d'exploitation, ces données sont difficiles à recueillir ou à estimer et l'estimation des DPT et DPC est plus délicate.

#### ***b. Des variations de revenus à l'incitation réelle sur les pratiques***

Le modèle calcule des variations de revenu mais l'incitation créée par ces variations de revenus peut être très différente suivant l'exploitation que l'on considère. Les coûts d'investissement pour entraîner une modification des pratiques ne sont pas pris en compte. Le modèle mesure des écarts de revenu il ne donne pas d'indications sur l'effet potentiel de ces écarts sur les pratiques. L'évaluation de ces coûts d'investissement est laissée à la charge des planteurs. Les conditions de passage d'un écart de revenu à une incitation réelle au changement ne peuvent pas être étudiées.

#### ***c. Une démarche devant s'accompagner d'une réflexion préalable des acteurs***

La démarche et l'outil permettent de tester l'impact de systèmes de paiement sur le revenu planteur et l'impact de nouveaux modes d'apports sur la production globale. La définition de ces cibles de croissance s'accompagne d'une réflexion préalable des acteurs. Pour la partie

« approvisionnement » la définition de nouveaux modes d'apports est souvent assez intuitive.

Pour le paiement, la mise en place de nouveaux systèmes est souvent plus complexe. Cette démarche, notamment en ce qui concerne les systèmes de paiement à la qualité, doit s'accompagner d'une réflexion sur la définition des paramètres permettant d'évaluer la « qualité » des cannes pour d'autres produits que le sucre. La construction du système de paiement requiert un travail préalable qui peut être mené conjointement avec les acteurs. Nous n'abordons dans la thèse la question de la construction de formules, nous nous focalisons sur l'étape suivante, à savoir l'évaluation de l'efficacité des formules proposées. En ce sens, la démarche se rapproche de la mise en place de nouveaux systèmes tarifaires, notamment dans le domaine de l'eau (voir par exemple Montginoul, 1997). Dans ce cas, les travaux se concentrent non pas sur la construction d'un système tarifaire mais sur son évaluation. L'effet du système tarifaire est évalué en fonction de l'impact potentiel sur les utilisateurs de cette ressource.

## Conclusion : Originalités de la démarche

Les travaux conduits dans le domaine du *supply chain management* couvrent une large variété de sujets mais peuvent être classés en trois grands groupes selon leur approche (Sachan et Datta, 2005) : des études empiriques décrivant le fonctionnement d'une *supply chain* en relation avec un problème spécifique, des formalisations qualitatives s'attachant à caractériser les comportements des acteurs autour de concepts génériques tels que la confiance, le partenariat, le leadership, la dimension culturelle, basées ou non sur des études de cas et des formalisations mathématiques liées à la Recherche Opérationnelle, cherchant à fournir une aide aux décideurs.

L'originalité de notre démarche tient à la combinaison de ces trois approches<sup>10</sup>. Il s'agit à l'origine d'une étude de cas, basée sur une production particulière et deux sites, dont est tiré un modèle conceptuel qualitatif. Mais celui-ci ne s'intéresse pas formellement aux comportements des acteurs. Il fournit plutôt une représentation concrète de leurs interactions à travers la modélisation des flux physiques de canne et des formules de paiement. Cette position permet de passer à la troisième approche, avec la conception d'un outil de simulation basé sur un ensemble de formules et de variables mathématiques. Les caractéristiques de cette modélisation sont en soi également originales. Elles ouvrent en effet une voie intermédiaire entre des représentations stylisées, basées sur des cas théoriques simplifiés, et des modèles complexes cherchant à coller à la réalité en mobilisant des techniques sophistiquées (modélisation dynamique, systèmes multi-agents) sur un grand nombre de processus et de variables. Dans ces deux cas, les modélisations proposées sont difficiles à appréhender par les acteurs et, du coup, perdent de leur puissance en matière d'aide à la décision.

De plus, en ce qui concerne plus particulièrement le module de paiement, il est intéressant de souligner que peu d'outils existent dans le domaine des filières agro-alimentaires, pour faciliter la mise en place des systèmes de paiement. Dans le domaine du *supply chain*

---

<sup>10</sup>Dans leur étude bibliographique basée sur 442 articles, Sachan et Datta (2005) n'ont trouvé que 7 articles combinant plusieurs approches.

*management*, on l'a vu, la problématique du paiement est focalisée sur une mode de fixation du prix dans le cadre d'une relation verticale client-fournisseur. Dans le domaine des incitations, de nombreux exemples existent pour structurer des formules de paiement, mais peu d'outil d'aide à l'évaluation des systèmes de paiement ont été mis en place dans le cadre de démarche d'intervention. Ce type d'approche, pour la filière canne, est actuellement d'autant plus pertinent que de nombreuses filières songent à modifier leurs formules de paiement pour intégrer le paiement des co-produits de la canne, comme l'éthanol, l'électricité ou la chimie verte (voir par exemple Wynne, 2007). La démarche et la méthodologie mises en œuvre dans cette thèse peuvent permettre d'évaluer les nouvelles modalités de paiement imaginées.

La démarche et la structure des modèles adoptés permettent de tenir les trois dimensions affichées dans le projet, à savoir : (i) fournir une aide à la décision aux acteurs en leur proposant une représentation calée sur leurs modes d'organisation, tout en (ii) produisant de nouvelles connaissances sur le fonctionnement actuel et les évolutions possibles de ces modes d'organisation vers une plus grande efficacité et (iii) intégrer la question des incitations, incontournable en terme opérationnel. Les modélisations fournissent en effet une représentation générique des interactions entre acteurs autour des flux de canne et du partage de la valeur, en faisant émerger les paramètres clés du fonctionnement du bassin d'approvisionnement et leurs impacts sur ses performances globales et individuelles.

Les modèles et les outils qui en sont dérivés demeurent facilement compréhensibles et d'un usage aisé pour un utilisateur au fait de ces questions, tout en conservant le degré de complexité nécessaire à la représentation des processus. Cette double caractéristique (représentation basée sur les paramètres clés et facilité d'usage) permet de multiplier les scénarios et d'alimenter la discussion entre planteurs et industriels. De nouvelles connaissances émergent de l'interaction entre chercheurs et acteurs, telles que la relation entre la dynamique spatio-temporelle de la qualité de la matière première, l'organisation des approvisionnements et la création de valeur. Les simulations ne prennent pas tous les processus du modèle en compte. Les discussions issues de la présentation des résultats ont fait émerger de nouvelles questions liées à l'organisation des flux mais non directement traitées par cette partie du projet.

L'intervention menée dans le cadre de ce projet est le fruit d'une collaboration chercheurs-planteurs- industriels. Pour construire cette relation entre chercheurs, planteurs et industriels, il s'avérait nécessaire de créer la demande et de savoir y répondre. Il fallait d'abord intéresser les acteurs à des thèmes de recherche, puis être capable d'identifier des

questions stratégiques et enfin y répondre en apportant des éclairages sur les évolutions possibles des cas étudiés. Ces conditions étaient nécessaires pour interagir avec les situations concrètes, mais le processus de recherche devait *in fine* déboucher sur des produits formalisés, généralisables à d'autres cas. La démarche de recherche-intervention utilisée a bien répondu à ce double objectif. La dimension « recherche » a fourni les cadres de représentation, les grilles d'analyse et les outils formalisés, permettant de traiter des problèmes concrets posés par les professionnels. En retour l'intervention a permis d'enrichir les cadres de représentation et les outils, tout en soulevant de nouvelles questions, elles-mêmes porteuses de nouveaux travaux et interactions interdisciplinaires.





---

## **Chapitre IV**

### **Evaluation et conception de nouveaux modes de paiement et de planification**

---



## Introduction

**Le quatrième chapitre de cette thèse a trait à la conception et l'évaluation de nouvelles modalités d'approvisionnement et de paiement des opérateurs aval (industriels) et de leurs fournisseurs.** Après avoir présenté dans la partie précédente la méthodologie et la démarche de l'intervention que nous avons menée au sein des filières canne à sucre réunionnaise et sud-africaine, nous nous attachons dans cette partie aux résultats de l'intervention, à savoir la conception de nouveaux schémas d'organisation et l'évaluation de leur performance. **Comment les combinaisons de schémas d'organisation et les modalités de paiement influent-ils sur la performance de la chaîne et sur le partage de la valeur au sein de la chaîne ? Quels sont les schémas qui permettent d'améliorer la valeur créée par la chaîne tout en assurant l'engagement des acteurs dans leur mise en œuvre ?**

Dans les filières qui nous intéressent ici (mais également dans de nombreuses filières agroalimentaires), le développement de nouvelles formes de relations entre producteurs et transformateurs, centrées sur des modes d'organisation raisonnés collectivement et sur le relèvement de la qualité des produits, modifie sensiblement les stratégies de production, de récolte et d'achat de la matière première. De telles stratégies sont créatrices de valeur pour les filières, mais elles posent la question de la répartition du surplus généré par la coordination. Elles impliquent de plus de rémunérer les individus sur leur performance propre tout en les incitant à suivre une organisation collective.

Dans une première partie, nous concevons de nouveaux modes de paiement et d'approvisionnement améliorant la performance de la filière puis nous les évaluons indépendamment l'un de l'autre (Lejars, 2008b, Lejars, à paraître). L'objectif est de montrer, sur des exemples appliqués aux filières canne, que la mise en cohérence des deux dispositifs est nécessaire pour permettre l'implémentation de nouvelles solutions techniques

et éviter de générer des inefficiences au sein de la filière. Plus précisément, il s'agit (i) de fournir une référence pour comparer des scénarios et des stratégies d'organisations collectives (ii) de définir des nouveaux dispositifs d'approvisionnement et de paiement, notamment des dispositifs valorisant la qualité de la matière première (iii) de chiffrer les gains potentiels que pourraient générer une amélioration de chacun de ces dispositifs, pris indépendamment l'un de l'autre.

Dans un second temps, à l'aide d'un modèle stylisé, nous analysons les conditions et les paramètres influençant la création et la répartition de la valeur au sein de la filière. Nous définissons des solutions d'approvisionnement et de paiement améliorant la production globale de la filière ainsi que les revenus individuels des fournisseurs. Nous montrons que les solutions permettant d'accroître à la fois le revenu individuel et la production collective sont des solutions intermédiaires, non optimales d'un point de vue du *supply chain management* comme des dispositifs incitatifs.

Enfin, dans la dernière partie nous analysons les limites de nos propositions. Nous interprétons notamment les résultats de l'intervention au regard des éléments contextuels propres à chacune des filières. Nous montrons ainsi que l'implémentation de solutions résulte d'un choix politique et dépend d'éléments contextuels propres à chacune des filières.

Nous illustrons chaque étape de notre démonstration avec les résultats obtenus pour les filières canne réunionnaise et sud-africaine. Nous détaillons ainsi, dans ces cas précis, les propositions et les solutions proposées à ces filières pour accroître leur performance globale.

## **I. Conception et évaluation de modes de planification et de modes de paiement valorisant la qualité**

Dans cette première partie, nous évaluons indépendamment l'un de l'autre de nouveaux modes d'approvisionnement et de paiement améliorant la performance de la filière.

Dans un premier temps, nous définissons des scénarios de paiement et d'organisation référents. Dans un second temps, nous évaluons les inefficiences qui peuvent être générées si les deux dispositifs ne sont pas cohérents. Dans un troisième temps, nous définissons et évaluons des cibles de croissance pour la filière. Ces cibles sont basées sur de nouveaux modes d'organisation des approvisionnements, imaginés et élaborés en partenariat avec les opérateurs. Les gains et le surplus qu'elles pourraient générer sont évalués à l'échelle de la filière. Une fois ces cibles de croissance définies, nous montrons en quoi et pourquoi la question du partage du surplus peut freiner ou rendre impossible la mise en œuvre de ces solutions d'amélioration.

Nous illustrons la démarche sur les cas sud-africain et réunionnais qui se prêtent bien à la démonstration. Nous évaluons des modes de paiement et d'approvisionnement intégrant et valorisant la qualité de la matière première à l'échelle du bassin d'approvisionnement. A l'aide des outils développés dans le chapitre III, nous estimons et chiffrons les gains potentiels que pourraient générer une amélioration des dispositifs de paiement et de planification existants.

### **I.1. Préalable à l'évaluation**

#### **I.1.1. Définir un système de référence**

Un des préalables incontournables à l'évaluation de la performance est la définition d'une référence permettant de comparer l'efficacité des mécanismes en jeu. D'un point de vue théorique, l'idéal serait de comparer nos scénarios à des solutions optimales en terme de gestion logistique ou en terme d'incitation. Nous l'avons vu dans le chapitre II, en terme d'incitation, le système le plus efficace est celui qui se rapproche le plus d'un paiement à la production marginale. En ce qui concerne la gestion des chaînes d'approvisionnements, le « first best case » est le système intégré. En pratique, dans les cas que nous avons étudiés, nous n'avons pu choisir ce système comme référence de comparaison, faute de données.

### **La référence paiement : le paiement absolu**

Les théories des contrats admettent qu'un système d'incitation est essentiellement un mécanisme destiné à rémunérer les différents partenaires en se rapprochant au mieux de leur productivité marginale. Pour les filières canne, le paiement absolu est celui qui s'en rapproche le plus. Il constitue le point de comparaison de nos scénarios. Ce mode de paiement, comme nous l'avons vu dans le chapitre 1, consiste à rémunérer les planteurs en fonction de leurs résultats hebdomadaires de livraisons.

### **La référence approvisionnement : une planification uniforme**

Nous avons choisi comme référence la situation actuelle, c'est-à-dire le planning de livraison le plus couramment utilisé par les usines sucrières, la planification uniforme. Il est important de souligner que ce planning est celui prévu par les usines avant le début de la campagne et non le planning effectivement réalisé (voir Figure 26 exemple de La Réunion). Pour réaliser les simulations, ce planning doit donc être reconstitué *a posteriori*. En effet, les données réelles de livraison disponibles sur les usines intègrent nécessairement des aléas de gestion. La référence utilisée est donc la planification *ex-ante*, avant le déroulement de la campagne. Le scénario prévu est celui dégagé de tous aléas. Il constitue le point de départ et de référence pour notre évaluation.

#### **Scénario de référence – Exemple de La Réunion**

A La Réunion, le scénario de référence choisi est représenté par le graphe ci-dessous. La campagne dure 23 semaines (de la semaine 28 à 50) et les quotas affectés à chaque bassin au cours de la campagne sont constants. Ce scénario de référence n'est pas un scénario réel. Il s'agit d'une campagne moyenne, reconstituée à partir des données de campagne de 1997 à 2003. Les « semaines de transition » en début et fin de campagne et les jours fériés au cours de la campagne ne sont pas pris en compte.

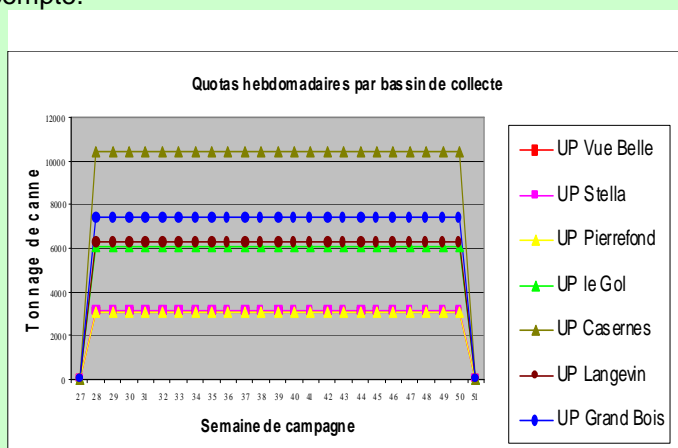


Figure 26 : Scénario de référence choisi pour La Réunion

Une autre référence possible aurait pu être le modèle de gestion des approvisionnements se rapprochant le plus de celui utilisé dans un système intégré, à savoir une planification « optimisée ». De tels modèles de gestion optimisée de la planification ont été testés sur les complexes sucriers et sur certaines usines approvisionnées par un petit nombre de planteurs. C'est le cas notamment des modèles purement logistiques, basé sur des outils de simulation industriels et permettant d'optimiser les temps de transport et la flotte de camions (Barnes *et al.*, 1998 ; Giles *et al.*, 2005) ou des modèles visant une organisation optimale tenant compte de la variabilité quantitative et qualitative de la matière première (Higgins, 1998, 1999). Ces modèles permettent de définir des plannings de livraisons optimaux, tenant compte des contraintes sur les différentes parcelles et de la qualité de la matière première, mais ne peuvent être utilisés sur des sites comme La Réunion ou l'Afrique du Sud, où la production de la matière première dépend d'un grand nombre de planteurs et où les différents acteurs disposent d'une grande autonomie. Sur ces sites, l'utilisation de modèle d'optimisation de la récolte nous a paru difficile et peu opérationnelle.

### **I.1.2 Hypothèses sur les coûts**

Afin que la comparaison entre les différents scénarios puisse être effective, il est important de souligner que tous les autres paramètres susceptibles de modifier la performance de nos systèmes sont considérés comme constants. ***Tout au long des simulations, les coûts de contrôle et les coûts logistiques sont supposés constants.***

#### ***Les coûts logistiques***

Toutes les simulations sont considérées comme étant à coûts logistiques constants à l'échelle du bassin d'approvisionnement. ***Toutefois, il faut souligner que quelques soient les modifications de l'organisation des approvisionnements, la quantité totale de cannes à couper et à transporter reste la même à l'échelle du bassin et les coûts logistiques sont les mêmes à l'échelle du bassin.*** A cette échelle, la même quantité de matière première est traitée : le même volume est coupé, transporté, stocké et broyé. On peut donc supposer que les coûts logistiques sont constants sur l'ensemble du bassin.

A une échelle inférieure, évidemment, réorganiser les livraisons peut entraîner des surcoûts si les planteurs ou groupements de planteurs assurent leur propre livraison. D'un point de vue opérationnel, les scénarios peuvent être imaginés de manière à ce que ces coûts ne soient pas modifiés ou du moins, ne soient pas accrus pas les nouveaux systèmes proposés. Nous rappelons que dans les simulations réalisées et grâce aux outils



développés, les coûts logistiques peuvent être bornés via les débits potentiels de transfert et les débits potentiels de chantiers, qui sont des valeurs seuils fixées afin de garantir la faisabilité logistique des scénarios proposés.

### ***Les coûts de contrôle***

***Il est important de noter que nous ne remettons pas en question les modalités d'extraction de l'information sur les résultats individuels.*** Les contrôles effectués actuellement sont destructifs puisque les planteurs sont rémunérés sur la base des tonnages effectivement livrés et sur la qualité mesurée sur les chargements. Les données de qualité et de tonnage utilisées pour rémunérer les planteurs ne sont connues qu'une fois la matière première sortie du champ. Nous prenons ces méthodes de mesures de la qualité comme une contrainte externe. Nous n'avons pas imaginé de méthodes de mesures différentes pour avoir des évaluations des résultats individuels hebdomadaires.

Dans toutes nos simulations, nous supposons donc que les coûts de contrôle, à l'échelle du bassin et pour chaque individu, sont fixes. Quelque soit l'organisation ou le système de paiement choisi, le nombre de livraisons étant constant, on peut supposer que le nombre de prélèvements et d'échantillonnages réalisés le reste également. Dans la mesure où les mêmes quantités de canne arrivent sur les balances chaque semaine, les coûts de contrôle sont fixes.

### **I.1.3 Des évaluations dépendantes de la disponibilité des données**

La comparaison chiffrée des scénarios dépend étroitement de la disponibilité de données sur les différents sites. La quantité d'informations disponibles sur les usines peut être très inégale. Toutefois, pour les filières canne, dès lors que le paiement de la canne à sucre se fait sur la base de données de tonnage et de qualité, *a minima*, l'usine (ou le cas échéant, l'organisme habilité) possède des données sur les qualités et les quantités livrées. Les informations disponibles sur la provenance des chargements sont par contre très différentes suivant les usines.

#### ***Les données de livraisons : Tonnage et qualité hebdomadaires***

Pour la plupart des livraisons effectuées au centre de réception, l'usine ou l'organisme habilité relève la date de la livraison, le tonnage livré, la qualité de la livraison et la provenance du chargement. Les échantillonnages peuvent être faits sur la totalité des livraisons, ou sur une partie des livraisons (une sur deux, ou une sur trois).

Les données sur la provenance des livraisons sont très variables. En général, le numéro du planteur est disponible et dans le cas de livraisons groupées, le numéro du groupe ou de la région. A La Réunion, ces données proviennent du CTICS (Centre Interprofessionnel de la Canne et du Sucre). En Afrique du Sud, ces données sont en général détenues par les industriels.

### **Identifier la provenance des livraisons**

Une livraison correspond à un tas de cannes provenant d'une ou plusieurs parcelle(s). La provenance des livraisons est identifiée par le numéro du planteur ou du groupe (région) auquel il appartient. Il est donc possible de savoir de quelles exploitations ou de quelles zones proviennent les cannes livrées, mais, *a priori*, on ne peut pas savoir de quelle(s) parcelles(s). De plus, les informations concernant la localisation géographique des exploitations et des parcelles sont très inégales suivant les pays.

Pour La Réunion, une base de données parcellaire<sup>11</sup> existe. Chaque parcelle est reliée à une exploitation puis à son centre de livraison. Cette base donne accès à un certain nombre d'informations concernant les pratiques culturales par parcelle (mode de récolte, irrigation...). Complétée par des données sur les potentialités agricoles<sup>12</sup> de la zone à laquelle les parcelles appartiennent, il est possible d'enrichir la base de données relatives au rendement potentiel ou aux conditions pédo-climatiques des parcelles (données sols, précipitations, températures...) (voir par exemple Parriaud, 2005).

Sur l'usine de Sezela, en Afrique du Sud, les exploitations n'ont pas été cartographiées sous SIG (Système d'information Géographique). Les exploitations sont simplement classées par grande région d'appartenance (Guillemain, 2003). Pour chaque exploitation, l'usine dispose des dates, tonnages et qualité des livraisons. Pour chaque livraison, l'agriculteur, s'il le souhaite, peut donner des informations sur la provenance, les variétés coupées et les modes de récolte ; mais rares sont ceux qui le font.

Une fois ces références définies, il est possible d'évaluer et de quantifier les gains potentiels que pourraient générer une amélioration des dispositifs de paiement et d'approvisionnement.

---

<sup>11</sup> La base de données parcellaires a été développée et est mise à jour annuellement par la DAF (Direction de l'Agriculture et de la Forêt). Elle cartographie l'ensemble des parcelles de canne de l'île (DAF, 2005) et donne des indications sur chaque parcelle : tonnage, surface, caractéristiques techniques

<sup>12</sup> A la Réunion, le bassin cannier a été divisé en îlots de potentialités. La base de données donne pour chaque îlot des informations sur « l'aptitude » de la zone à produire de la canne. Elle prend en compte les conditions pédo-climatiques îlots (données sols, précipitations, températures...), les distances au centre de réception, les conditions d'accès... Cette base de données a été réalisée à dire d'experts. Elle a été réalisée par Comité de Pilotage de la Canne et du Sucre.

## I.2. Analyse de la cohérence des dispositifs et évaluation des inefficiences – Cas du paiement absolu et de la planification uniforme

En théorie, si les dispositifs de paiement et d'organisation des approvisionnements ne sont pas cohérents, des inefficiences apparaissent. Dans le cas des filières canne à sucre, des études théoriques montrent que le paiement absolu associé à une planification uniforme génère de l'opportunisme. **En pratique, les pertes liées à l'opportunisme des agents n'ont jamais été évaluées.** Nous développons ici une méthode pour estimer ces pertes. Le principe est simple, il repose (i) sur l'identification des individus opportunistes, (ii) la comparaison entre la production réelle et ce qu'elle serait en l'absence d'opportunisme.

Nous mettons ainsi en évidence l'intérêt de mettre en cohérence les modes de paiement et les modes de planification en évaluant les inefficiences qui peuvent être générées si les deux dispositifs ne le sont pas.

Pour identifier les inefficiences liées à l'opportunisme, nous nous plaçons dans le cas de La Réunion. Le paiement absolu y est en place et les livraisons réelles au cours de la campagne reflètent *a priori* l'opportunisme des agents.

### I.2.1. Identifier les pertes liées à l'opportunisme des agents

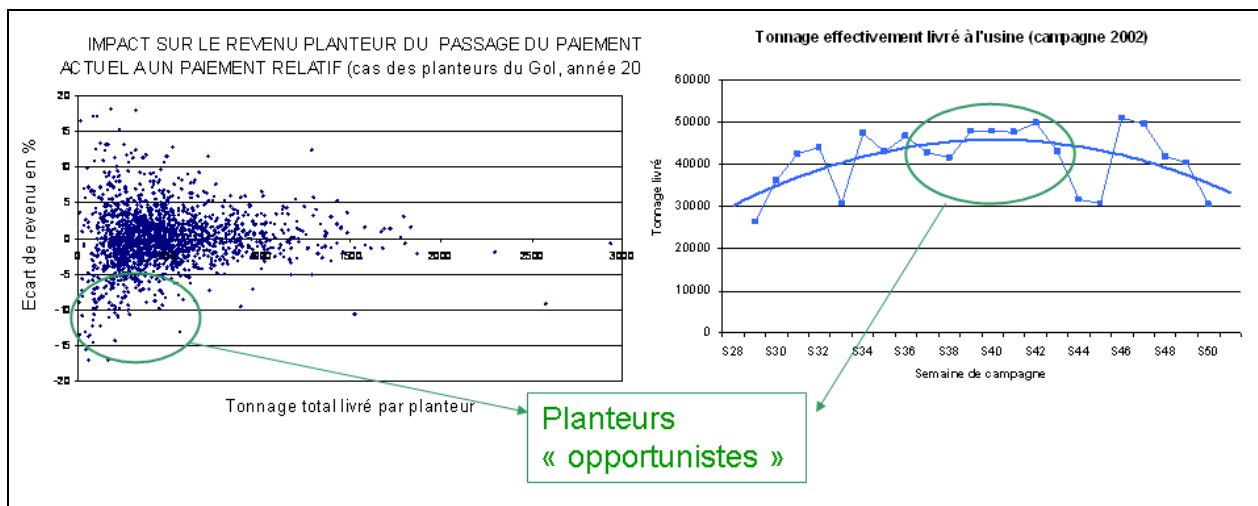
En théorie, le système de paiement le plus adapté à une planification uniforme est le paiement relatif, tandis que le paiement absolu génère de l'opportunisme (cf chapitre I, partie IV). Nous comparons l'effet sur le revenu des exploitations d'un passage du paiement absolu au paiement relatif, dans le cas de La Réunion. Les simulations ont été effectuées sur les 3278 planteurs indexés dans la base de données du CTICS.

Nom du paiement	Formule de Rémunération du planteur
Qualité absolue	Richesse
Qualité relative	$\Sigma$ (richesse hebdomadaire individu – richesse hebdomadaire bassin) + moyenne annuelle bassin

Ces simulations (Figure 27) montrent que si le système de paiement est modifié, le revenu des exploitations est modifié. Le gain ou la perte de revenu lié à une modification du mode de paiement dépend de la taille de l'exploitation. L'impact sur les petites exploitations (exploitations livrant moins de 400t/an) est plus fort que sur les grosses exploitations (exploitations livrant plus de 400T/an). Les petites exploitations peuvent perdre

ou gagner jusqu'à 20% de revenu alors que les variations de revenu se situent autour de 2% pour les grandes exploitations.

Les petites exploitations livrent moins régulièrement que les grandes exploitations. Les mesures de richesses effectuées au centre de réception sont donc moins régulières et moins nombreuses. Ces exploitations sont naturellement plus sensibles à des modifications de la formule de paiement. Dans 88% des cas, ces écarts de revenu sont compensés d'une année sur l'autre. Toutefois, pour 12% des exploitations, les pertes de revenus sont importantes et répétées d'une année sur l'autre. Si on observe les courbes de livraisons de ces mêmes planteurs, on note qu'ils ont tendance à concentrer leurs livraisons en milieu de campagne, lorsque la richesse est la plus élevée. Ce sont *a priori* les planteurs dits « opportunistes ».



**Figure 27 : Effet sur le revenu planteur d'un passage du paiement absolu au paiement relatif – Identification des planteurs « opportunistes »**

Ainsi une modification de la formule de paiement entraîne des pertes de revenu pour les planteurs qui ne suivent pas la planification et ont tendance à livrer plus de cannes en milieu de campagne, à l'optimum de teneur en sucre.

### I.2.2. Evaluation des inefficacités générées

A l'échelle de la filière, quelles sont les pertes de production générées par ces comportements ?

Après avoir identifié les individus ne livrant pas régulièrement, nous testons des scénarios tels que ces 12% de planteurs dits « opportunistes » livrent régulièrement. On évalue ainsi, par simulation, les pertes de production liées à l'opportunisme.

Les simulations (Figure 28) permettent de montrer que :

- si ces planteurs livraient plus régulièrement, le passage du paiement absolu au paiement relatif n'entraînerait pas, ou peu, de perte de revenu pour ces planteurs.
- si ces planteurs livraient plus régulièrement, les pics de livraisons de milieu de campagne seraient redistribués en début et fin de campagne, libérant de la capacité de broyage en milieu de campagne. L'usine pourrait alors resserrer la durée de campagne autour du pic de richesse, de une à trois semaines. Les gains générés dans ce cas, seraient de 2 à 4% de sucre supplémentaire, en fonction du resserrement choisi.
- Le paiement relatif permettrait de redistribuer équitablement ce surplus entre l'ensemble des planteurs.

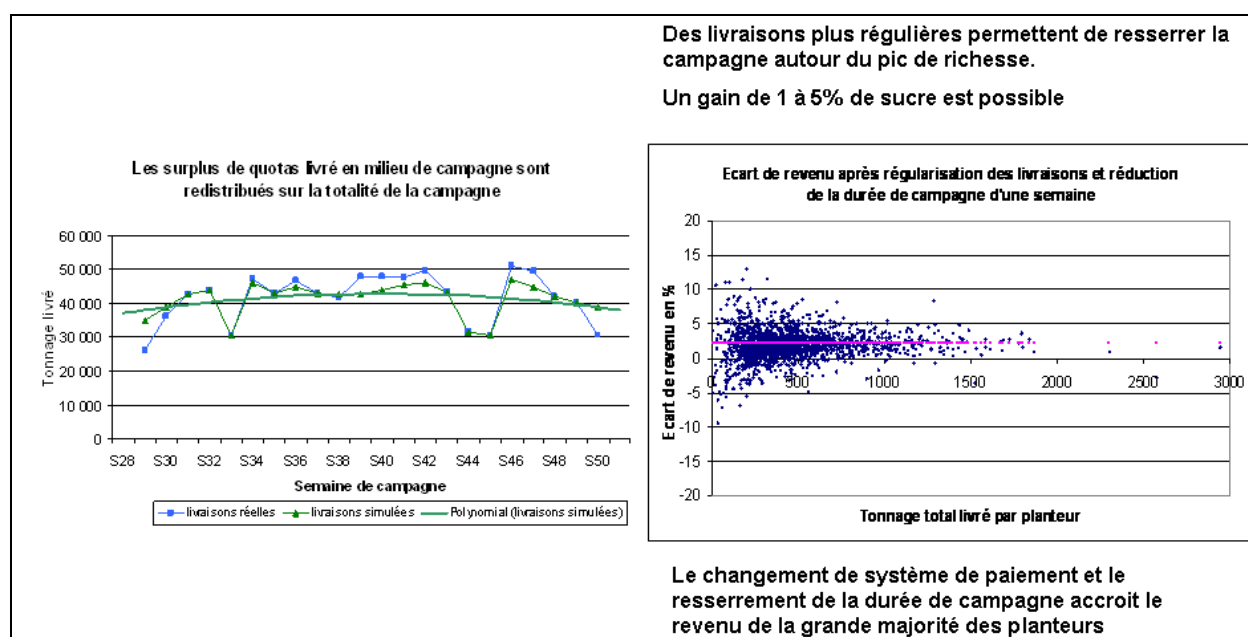


Figure 28 : Quantification des pertes de production de sucre liée à l'opportunisme des agents

Ainsi, si les dispositifs de paiement et de planification ne sont pas adaptés, cela entraîne des inefficacités, des pertes de production. Pour la filière canne réunionnaise, ces pertes sont évaluées entre 2 et 4% de la production de sucre potentielle.

Ces simulations montrent, dans le cas de la filière réunionnaise, l'intérêt de modifier le système de paiement, non seulement pour inciter à la régularité des livraisons mais aussi pour permettre un resserrement de la campagne et des gains supplémentaires. Quoique les résultats aient été attendus et déjà plus ou moins connus par les acteurs, **ce type de simulation permet de quantifier les pertes et inefficiences liées à l'opportunisme et au manque de cohérence entre les dispositifs**. Ces simulations permettent par ailleurs de sensibiliser les opérateurs aux inefficiences liées à l'opportunisme et à l'intérêt que pourrait représenter une modification de la formule de paiement (Lejars, à paraître).

### **I.3. Définition de nouvelles cibles de croissance : des modes de planification raisonnés collectivement et valorisant la qualité**

Dans cette partie, **nous définissons et évaluons des cibles de croissance pour la filière.** Ces cibles de croissance sont des scénarios d'organisation des approvisionnements conçus pour valoriser la qualité de la matière première. **Les propositions d'amélioration effectuées dans cette partie relève d'une approche type supply chain management, raisonnée indépendamment des systèmes de paiement en place.** Les nouveaux scénarios d'approvisionnement proposés ont été conçus et imaginés en partenariat avec les acteurs des filières. Ils permettent de définir un potentiel et une cible de croissance collective pour l'ensemble de la filière. Cette cible de croissance est chiffrée dans la mesure où les gains que pourraient générer ces scénarios d'approvisionnement sont calculés.

Nous présentons plus particulièrement deux cibles de croissance potentielles :

- Le regroupement des planteurs, pouvant induire un resserrement de la campagne sucrière autour du pic de teneur en sucre,
- La planification différenciée, en fonction de la qualité des cannes.

Nous montrons ensuite que l'implémentation de ces solutions d'améliorations est impossible ou difficile compte tenu des systèmes de paiement place.

#### **I.3.1. Favoriser les regroupements et réduire la durée de campagne**

***Une première cible de croissance potentielle est liée au regroupement des planteurs.*** Comme nous l'avons vu dans le chapitre I (partie 4.3.1), un premier axe d'amélioration des modes de planification serait la mise en place de groupements de planteurs (Gaucher S. 2002). ***La gestion des quotas à l'échelle de groupements permettrait de limiter les révisions des plans d'approvisionnement et de réduire les aléas au niveau de l'usine. La réduction des aléas de production devant être gérée par les industriels permettrait de réduire les marges de manœuvre prises par ces derniers dans la planification des apports en début de campagne et donc de « resserrer » ex ante la campagne sur le pic de richesse.***

Grâce aux modèles et outils développés dans le cadre de la thèse (chapitre III), nous avons évalué, dans le cas des usines réunionnaises, les gains potentiels liés à un resserrement de la campagne autour du pic de teneur en sucre. En moyenne jusqu'à 4 semaines de fonctionnement pourraient être supprimées si les usiniers ne prenaient pas de marge de

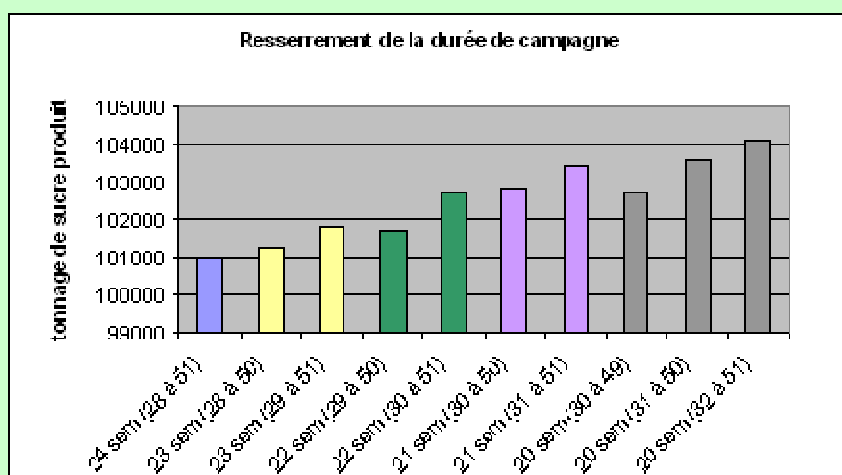
manœuvre (i) pour la gestion des aléas (ii) pour tenir compte des éventuelles erreurs de prévisions de récolte et des effets de sur annonce. En fonction de la date de début et fin de campagne, le resserrement de la campagne autour du pic de richesse permettrait de dégager jusqu'à 5% de sucre supplémentaire (Figure 29). Ce pourcentage, non négligeable, correspond par exemple pour la filière canne réunionnaise à 5 millions d'euros.

### **Effet du resserrement et du calage de la campagne Exemple de La Réunion, usine du Gol**

#### Effet du resserrement

Sur chaque bassin de collecte, les livraisons sont constantes tout au long de la campagne. Les tonnages à livrer sur chaque bassin sont répartis successivement sur 24, 23, 22, 21 puis 20 semaines de campagne. Les gains varient de 0,5% à 3% pour un passage de 24 à 20 semaines de campagne.

Toutefois, ce gain dépend des semaines choisies pour le calage de la campagne. Les résultats de chaque simulation sont donnés par le graphe ci dessus.



#### Effet du calage de la campagne

Pour chaque durée de campagne, les dates de début et de fin de campagne ont été modifiées, pour se caler au mieux sur le pic de richesse. Entre la semaine 28 et la semaine 51, plusieurs dates de début et de fin ont donc été définies. Par rapport au scénario initial, le gain de sucre est de 0,5% pour une campagne allant de la 29<sup>ème</sup> à la 50<sup>ème</sup> semaine, de 1,5% pour les semaines 30 à 51, puis 2,3% pour les semaines 31 à 52. Plus on cale la campagne en fin d'année, plus le gain de sucre est élevé. Toutefois, il faut souligner que d'une part la 52<sup>ème</sup> semaine est la semaine de Noël, d'autre part, en reculant la campagne, les risques de ne plus pouvoir accéder au champ augmentent. Ces simulations tiennent compte de la semaine complète, mais il serait plus opportun de travailler sur des demi-semaines.

**Figure 29 : effet du resserrement de la durée de campagne et de son calage autour du pic de richesse, exemple de l'usine du Gol-2004**

### I.3.2 Valoriser l'hétérogénéité du bassin

***Une deuxième cible de croissance potentielle est liée à la valorisation des différentiels de qualité existant sur un bassin d'approvisionnement.*** Cette solution a été conçue et testée dans le cadre de l'intervention en Afrique du Sud et à La Réunion (Lejars 2008b, Le Gal, 2008). L'objectif des nouveaux modes de planification proposés dans ce cas, est de valoriser les différentiels de qualité existant naturellement sur les bassins de production.

En effet, à l'échelle du bassin, la qualité ne varie pas de manière homogène : la teneur en sucre des cannes varie tout au long de la campagne (elle atteint un pic en milieu de campagne) et entre différentes zones du bassin d'approvisionnement (les pics de teneur en sucre sont décalés entre différentes zones du bassin). Les pics de richesse peuvent être plus ou moins précoces et les courbes de richesses également (cf Annexe I). Ces variations naturelles de teneur en sucre ne sont pas exploitées par le mode de planification actuel, uniforme et indépendant des différentiels de qualité sur le bassin (cf chapitre II, partie III). La planification est organisée de manière à récolter les lots lorsqu'ils sont à leur optimum de richesse.

Notre démarche se décompose en trois temps. Elle est illustrée sur le cas réunionnais (Figure 30 et Figure 31), sachant que la méthode utilisée, les questions posées et les résultats obtenus en Afrique du Sud sont globalement similaires (cf Annexe VI).

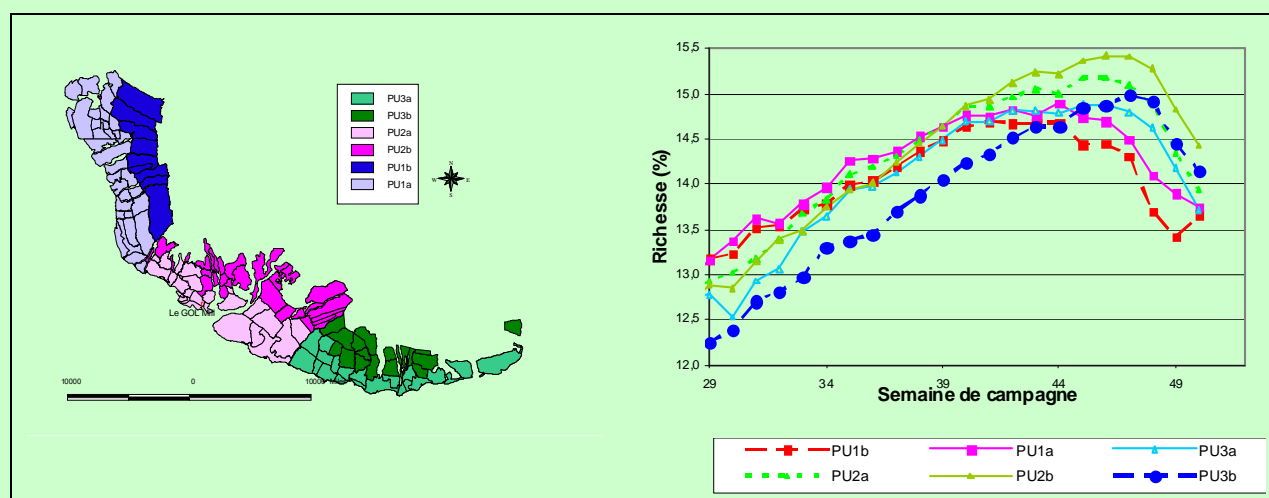
Dans un premier temps, il s'agit d'identifier les différentiels de qualité existant sur le bassin et de définir des zones homogènes d'un point de vue de leur courbe de qualité. L'identification de différentiels de qualité peut se faire suivant différentes méthodes. A La Réunion, une méthode statistique a été utilisée, associant étude des corrélations, analyse multi-variée et classification hiérarchique (Lejars, 2003). Ces études ont débouché sur des zonages des bassins d'approvisionnement (Figure 30) chaque zone se distinguant des autres par sa courbe de qualité. A La Réunion, la zone côtière a une meilleure qualité en début de campagne que dans les Hauts de l'île. De plus, le pic de richesse dans le nord précède le pic de richesse dans les zones sud.



## Valorisation des différentiels de qualité Exemple du bassin du Gol à La Réunion - Etape 1

### Définition de zones homogènes de richesse

Les simulations suivantes tiennent compte des variations de richesse internes à chaque bassin et liées à l'altitude. La structure de bassin utilisée dans les scénarios simulés est présentée sur la carte ci-dessous (cf figure a). Ce zonage résulte d'une analyse statistique mettant en évidence des zones homogènes de richesse.



différentiel de qualité sur le bassin

**Figure 30 : Définition de groupes homogènes de qualité**

Dans un deuxième temps, des scénarios d'approvisionnement cherchant à exploiter ces différences de qualité entre zones ont été conçus. Ils ont principalement consisté à organiser la récolte de manière à récolter prioritairement les cannes dans les zones présentant une meilleure qualité, tout en cherchant à saturer la capacité usine. A La Réunion, les droits à livrer sont augmentés de 20% en début de campagne (jusqu'à la semaine 40) dans les zones à plus forte richesse et diminuer d'autant dans les zones de richesse plus faibles, tout en saturant la capacité usine. Des basculements de l'ordre de 20% ont été considérés comme faisables par les différents acteurs, c'est-à-dire à coût logistique constant.

Dans un troisième temps, en utilisant le logiciel MAGI, chaque scénario a été simulé afin de calculer les gains de production réalisables. Chaque zone homogène de richesse a été considérée comme une unité de production (UP), regroupant les tonnages de tous les planteurs (UE) qui y sont situés. La courbe de qualité a été calculée à partir des moyennes hebdomadaires pondérées des livraisons correspondantes, et les droits à livrer (ou quota) par unité de production (UP) ont été recalculés en fonction du scénario simulé.

**Valorisation des différentiels de qualité  
Exemple du bassin du Gol à La Réunion  
Etape 2 et 3**

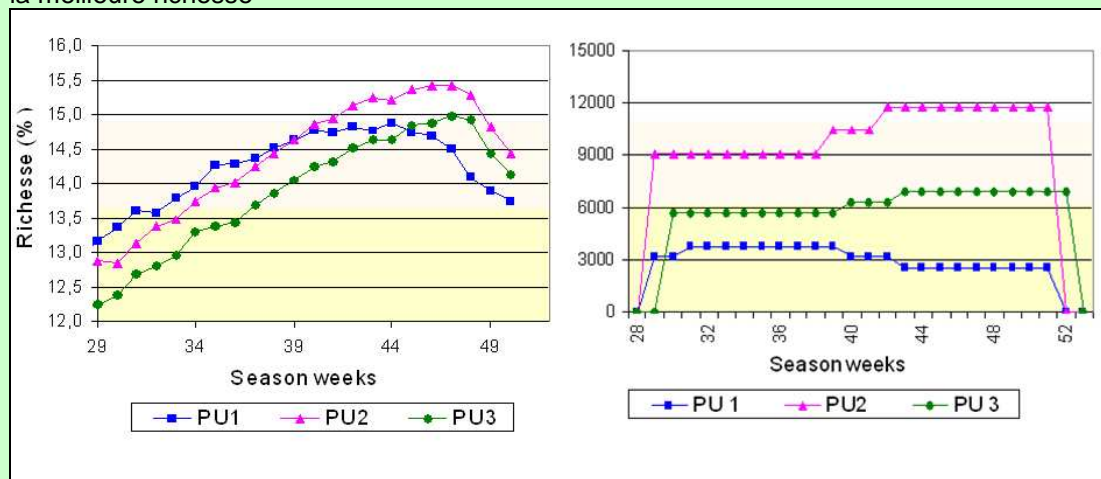
Conception de nouveaux scénarios d'approvisionnements

Des basculements de quotas ont été faits entre chacune de ces zones de manière à récolter prioritairement les lots de canne dont la qualité est maximale.

Le scénario 1 est le scénario de référence: La campagne dure 23 semaines (de la semaine 28 à 50) et les quotas affectés à chaque bassin au cours de la campagne sont constants.

Le principe d'affectation des quotas consiste à accroître les quotas des bassins lorsque leur richesse est la meilleure. Afin de ne pas dépasser le maximum de capacité de broyage sur toute la campagne, les quotas sont diminués d'autant sur les bassins où la richesse est plus faible. Les livraisons hebdomadaires totales sont donc maintenues constantes pour toute la durée de la campagne. Ainsi, l'usine fonctionne à sa capacité de broyage optimale tout au long de la campagne.

Le scénario 2: Des basculements de quotas de 20% ont été effectués entre les bassins de collecte (PU1, PU2, PU3), de manière à récolter plus de cannes en début de campagne sur les zones ayant la meilleure richesse



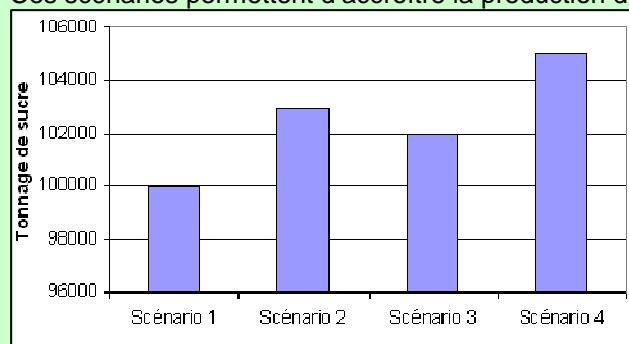
Scénario d'approvisionnement –Cas du scénario 2-

Dans le scénario 3, les basculements de quotas ont été effectués entre les sous-groupes de chaque bassin de collecte, schématiquement, entre les Hauts et les Bas de l'île : PU1a et PU1b ; PU2a et PU2b, PU3a et PU3b. Le quota global du bassin de collecte reste constant tout au long de la campagne, et égal à celui du scénario de référence.

Dans le scénario 4, les basculements sont effectués entre les hauts et les bas (zone a et b) de l'île et entre le sud et le nord (zone 1, 2 et 3)

Résultats

Ces scénarios permettent d'accroître la production de sucre de 2 à 5%



Production de sucre par scénario d'apport

**Figure 31 : Valorisation des différentiels de qualité à l'échelle du bassin d'approvisionnement - cas de La Réunion**

Que ce soit à La Réunion ou en Afrique du Sud, les résultats montrent que la production de sucre peut être accrue de 1 à 5%, à l'échelle collective. Plus le nombre de zones homogènes de richesse prises en compte est important, plus le gain de sucre l'est aussi. Dans le cas où trois zones différentes sont prises en compte (scénario 2 et 3), le gain de production est plus faible que dans le cas où six zones sont prises en compte (scénario 4). Plus le nombre de zones augmente, plus la production de sucre augmente aussi.

Ces gains sont obtenus pour des scénarios logistiquement faisables, c'est-à-dire à coût logistique constant au niveau des UP. Les résultats sont bien sûr variables d'une année à l'autre pour un même scénario. La variabilité est dépendante des courbes de qualité.

Ainsi, de la gestion de l'hétérogénéité de la qualité à l'échelle du bassin dépend *in fine* la production totale de sucre. La mise en place de ces solutions de gestion de la qualité raisonnée collectivement accroît la production totale de sucre à l'échelle de la filière et la performance globale de celle-ci. Ce gain constitue une cible de croissance potentielle, mais le partage de ce surplus, nous allons le voir, dépend du système de paiement en place.

## **I. 4 Répartir les gains ?**

Les propositions d'amélioration proposées dans cette partie relèvent d'une approche type *supply chain management*, raisonnée indépendamment des systèmes de paiement en place. ***Nous montrons que l'implémentation de ces solutions d'améliorations est impossible ou difficile compte tenu des systèmes de paiement en place.***

### **I.4.1. Le partage de la valeur rend impossible l'implémentation de nouvelles solutions Cas du paiement absolu**

En utilisant le logiciel PEMPA, nous avons pu évaluer la manière dont le gain collectif généré par les scénarios précédents est réparti entre les UP et les UE, en fonction du système de paiement en place dans les différentes usines.

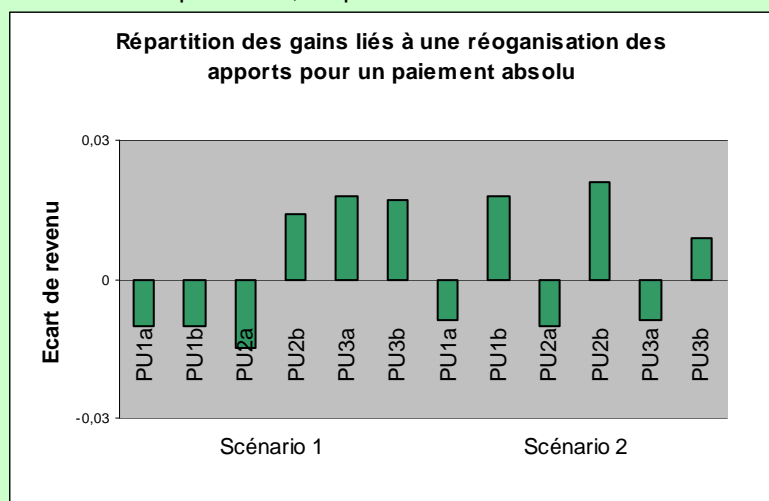
En ce qui concerne La Réunion (Figure 32), les simulations montrent que le paiement absolu rend impossible la mise en place de nouveaux modes d'apports raisonnés collectivement, que ce soit dans le cas de groupements de planteurs autour de matériel de récolte ou dans le cas de quotas différenciés. En effet, dans la mesure où le planteur est rémunéré sur ses

résultats de richesse en sucre hebdomadaire et où la richesse évolue au cours de la campagne en passant par un pic, les planteurs n'ont pas intérêt à livrer en fin et début de campagne. Les quotas différenciés en fonction de la qualité accentuent le problème puisque pour accroître la production totale la planification prévoit que certaines unités (UP1 notamment) livrent plus à des périodes de plus basses richesses individuelles. Dans le cas de quotas différenciés, les planteurs qui font l'effort de livrer en début de saison, favorisant ainsi l'accroissement collectif de production, sont ceux qui sont pénalisés en terme de revenu.

### Du gain à l'échelle de la filière au gain individuel – Des inégalités de répartition rendant impossible l'implémentation des scénarios- Cas de La Réunion

Les scénarios d'approvisionnement valorisant les différentiels de qualité génèrent un surplus en terme de production de sucre à l'échelle de la filière, de 2 à 5 % (figure 31)

Ce surplus, avec un paiement absolu, est inégalement réparti entre les UP . Les UP livrant en début de saison sont pénalisés, au profit de celle livrant en milieu de campagne sucrière



Répartition des gains liés à une réorganisation des approvisionnements, pour un paiement absolu, pour deux scénarios d'approvisionnements. Cas de La Réunion, usine du Gol, Données 2004.

**Figure 32 : Répartition de la valeur créée à l'échelle de la filière entre les différentes unités de production - cas de scénarios d'apport différenciés avec un paiement absolu – Le Gol, 2004**

Ainsi, le cas de La Réunion montre que des solutions de croissance à l'échelle de la filière peuvent être écartées si **le paiement absolu, dispositif en place actuellement, ne permet pas un partage acceptable par tous du surplus généré par de nouveaux modes de planification.**

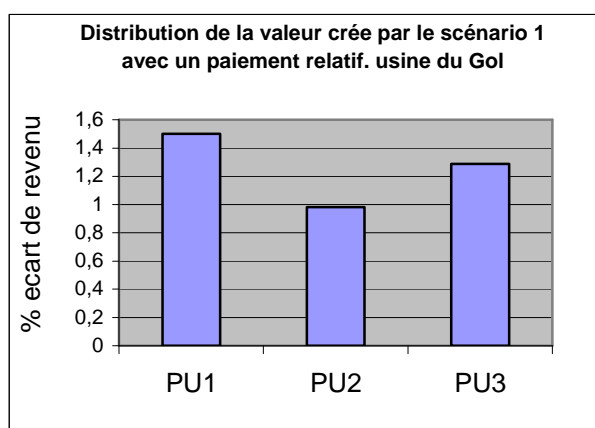
#### I.4.2. Le paiement relatif : une solution adaptée pour une planification raisonnée collectivement ?

Nous avons montré que des modes d'organisation des approvisionnements raisonnés collectivement pour la filière canne permettent de générer des gains de production. Toutefois, nous venons de le voir, les incitations individuelles ne sont pas compatibles avec un mode de gestion des approvisionnements raisonné collectivement. Mais qu'en est-il d'un mode de paiement intégrant une composante d'incitation collective ? Le paiement relatif utilisé en Afrique du Sud, intégrant une composante collective et une composante individuelle, pourrait être une solution plus adéquate pour répartir la valeur issue de ces nouveaux modes d'approvisionnements. Ce mode de paiement, intégrant une composante individuelle et une composante collective est-il adapté à la gestion des variations de qualité entre zones d'un même bassin ?

Nous poursuivons notre démonstration sur le cas de La Réunion.

Dans ce cas, la distribution de la valeur générée par de nouveaux modes d'apports pour un paiement relatif présente les caractéristiques suivantes (Figure 33) :

- toutes les UP sont gagnantes dans la redistribution contrairement au cas du paiement absolu. Le paiement relatif permet de redistribuer la valeur créée de manière à ce que chacun en profite. En mettant en place un paiement relatif, les écarts de rémunération entre zones sont lissés et rééquilibrés. Les unités de production qui perdaient en revenu en livrant en début de campagne sont maintenant rémunérées plus équitablement.
- Les zones à faible richesse moyenne (comme ici l'UP1) captent plus de valeur que les zones à forte richesse moyenne. On observe donc des inégalités de répartition. Certaines unités captent plus de valeur que d'autres.



**Figure 33 : Répartition de la valeur créée à l'échelle de la filière pour un nouveau scénario d'apport et un paiement relatif-**

- Les variations interannuelles restent importantes et l'on ne peut prévoir le gain effectif de chaque unité de production. Elles restent dépendantes des courbes de qualité.
- Au niveau du revenu individuel, la distribution entre les planteurs de ce gain reste la même que précédemment lors du passage au paiement relatif sans modification des quotas. Evidemment, en moyenne, les planteurs ont un gain relatif de revenu de 3%.

Ainsi, ***le paiement relatif permet une répartition de la valeur favorable à chaque unité de production. Mais, il génère des « inégalités » de répartition dans la mesure où des zones à faibles richesses moyennes captent plus de valeur que les zones à plus forte richesse moyenne.*** Entre individus, les inégalités de répartition restent importantes. De plus, du fait de sa composante collective, il introduit des risques de *free riding*.

## **Conclusion**

Plusieurs mécanismes permettent d'accroître la valeur à l'échelle du bassin. Tout d'abord, la cohérence entre le système de paiement et le mode de planification. Le paiement relatif de type sud-africain est le plus adapté à la planification uniforme. Il permet de réduire l'opportunisme des agents et de dégager ainsi de la valeur à l'échelle de la filière.

Par ailleurs, une meilleure gestion de l'hétérogénéité de la qualité à l'échelle du bassin et la mise en place de groupements permettrait d'accroître la production de sucre. Toutefois, le paiement absolu n'est pas adapté à ces modes d'organisation collectifs et génère des inégalités de répartition rendant impossible l'implémentation de cette solution. Un paiement relatif assure une répartition profitable à chaque unité de production. Il permet de redistribuer la valeur ajoutée produite par une réorganisation collective de manière à ce que chacun en profite. Toutefois, il génère des risques de *free-riding* et entraîne des transferts de valeur entre unités de production. Quels sont les déterminants de ces transferts de valeur ? C'est ce que nous détaillons par la suite.

## II. Analyse des conditions de création et de répartition de la valeur pour de nouveaux dispositifs

Dans cette partie, nous nous focalisons sur la question du partage de la valeur générée par de nouvelles cibles de croissance. A l'aide d'un modèle stylisé d'organisation des approvisionnements et du paiement, nous analysons les conditions et les paramètres influençant la création et la répartition de la valeur au sein de la filière.

Les exemples pris en compte concernent les modes de planification valorisant les différentiels de qualité à l'échelle du bassin. Dans ce cas, plus on optimise la planification en fonction des résultats individuels de richesse, plus la production totale de sucre est élevée. Mais, plus la gestion des plannings est individualisée, plus elle est difficile et coûteuse à organiser et plus la mise en place d'un système de rémunération incitatif devient difficile. En termes d'organisation des approvisionnements, entre le planning individualisé et le planning uniforme pour tous, l'augmentation des gains est-elle linéaire ou asymptotique ? En termes de paiement, comment se répartissent les gains en fonction du nombre de zones choisies et du mode de paiement? La question à laquelle on s'intéresse est de connaître le degré de découpage, la finesse de la référence à choisir, pour différents objectifs d'incitation individuelle et collective. Comment choisir le bon découpage (du bassin à la zone), tant d'un point de vue de l'organisation que d'un point de vue du paiement ?

### II. 1 Modélisation simplifiée de nouveaux modes de paiement et d'organisation

#### II.1.1. Les principes du modèle

Soit, sur un bassin d'approvisionnement,  $n$  fournisseurs approvisionnant une usine sur une durée de campagne  $T$ .

L'usine est définie par :

- la durée  $T$  de traitement des livraisons  $T = \sum_{t=1}^T t$  (où  $t$ , période de livraison, telle  $t \in [1, T]$ )
- sa capacité de broyage maximale  $CP_{\max}$ .

On fait l'hypothèse que l'usine fonctionne à chargement constant et maximal tout au long de la campagne  $T$ .

Chaque fournisseur  $i$  est défini par :

$L_{i,t}$  : quantité de produit livré par le fournisseur  $i$  à une période  $t$

$QI_{i,t}$  : qualité du produit livré par le fournisseur i à la période t.  $QI_{i,t}$  est un taux, une proportion du tonnage de la production.

$\sum_{t=1}^T L_{i,t} = L_i$  où  $L_i$  est la production totale du fournisseur i, c'est-à-dire la quantité totale que ce fournisseur i peut livrer sur la durée T de campagne.

Soit un indicateur de qualité  $QI_{i,t}$  représentant la qualité mesurée de la matière première.

$QI_{i,t}$  est une fonction linéaire du type  $QI_{i,t} = a_{it} + b_i - E_{it}$

où  $a_{it} + b_i$  est le « potentiel de qualité » de la livraison. Pour simplifier, on considère que ce potentiel dépend de la zone pédo-climatique où se situe le fournisseur et est indépendant de ses pratiques et son travail.  $E_{i,t}$  est l'écart à ce potentiel.  $E_{i,t}$  est une fonction aléatoire. ( $-E_{i,t}$ ) mesure l'effort du fournisseur pour se rapprocher du potentiel.

La production totale du bassin (PROD)

$$PROD = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n L_{i,t} * QI_{i,t}$$

Soit  $QP_{i,t}$  le paramètre de qualité utilisé pour la rémunération de la matière première.

$QP_{i,t}$  est la qualité payée au fournisseur i. La qualité payée au fournisseur n'est en effet pas nécessairement la qualité mesurée  $QI_{i,t}$ .

$QP_{i,t}$  est un paramètre composite dépendant de la qualité  $QI_{i,t}$  des livraisons ainsi que des moyennes de qualité des groupes de planteurs et de l'usine.

$$QP_{i,t} = QI_{i,t} - \overline{QI_t} + \overline{QI_{us}}$$

Avec  $QI_{i,t}$ , la qualité mesurée du fournisseur i, à la livraison t

$\overline{QI_t}$ , la qualité moyenne des n fournisseurs de la période t

$\overline{QI_{us}}$ , la qualité moyenne des n fournisseurs sur la période T de livraisons.

$P_i$  le paiement effectué au fournisseur i est tel que :

$$P_i = \text{PRIX} * \sum_{t=1}^T L_{i,t} * QP_{i,t}$$



Le prix d'une tonne de canne de qualité  $QI_{i,t}$  est considéré comme une donnée exogène. Il est le résultat de négociation fournisseur –producteur. Il est identique pour tous les fournisseurs.

### II.1.2 Modélisation d'une stratégie de groupe

On se place dans le cas où, au niveau de la planification, l'amélioration de la production à l'échelle du bassin peut passer par une meilleure gestion de la qualité.

Le bassin peut être découpé en  $k$  zones de qualité significativement différentes.  $k \in [1, n]$ .

Soit  $L_{i,t}^k$  est la livraison du fournisseur  $i$  appartenant au groupe  $k$  à la période  $t$ ,  $L_t^k$  est la livraison du groupe  $k$  à la période  $t$ .

$$L_t^k = \sum_i L_{i,t}^k$$

$\overline{QI}_k$  la qualité moyenne des approvisionnements du groupe  $k$  ;  $QI_{k,t}$  est la qualité du groupe  $k$  à la période  $t$ ,  $\overline{QI}_{us,t}$  est la qualité moyenne de l'usine à la période  $t$  et  $\overline{QI}_{us}$  la qualité moyenne de l'usine.

$$\overline{QI}_k = \sum_{i,t} QI_{i,t} L_{i,t}^k / \sum_{i,t} L_{i,t}^k$$

$$QI_{k,t} = \sum_i QI_{i,t} L_{i,t}^k / \sum_i L_{i,t}^k$$

$$\overline{QI}_{us,t} = \sum_k QI_{k,t} L_t^k / \sum_k L_t^k$$

$$\overline{QI}_{us} = \sum_{k,t} QI_{k,t} L_t^k / L_T$$

On suppose que les courbes de qualité de chacun des groupes sont telles qu'il est possible de valoriser les différentiels de qualité. La création de valeur étant dépendante des écarts de qualité, nous fixons ici des règles pour modéliser ces écarts. On suppose que les groupes sont homogènes, c'est à dire constitués d'individus ayant des qualités proches.

On se place donc dans un cas spécifique tel que :

- la qualité moyenne de l'usine n'est pas constante sur l'ensemble de

périodes  $\overline{QI}_{us,t} \neq \overline{QI}_{us,t+1}$ ,

- les courbes ont des pentes différentes (pour tous  $i$  et  $j$ ,  $a_i \neq a_j$ ) et,
- les groupes sont tels que :

$$\text{Pour } t \in [1, T/2], \overline{QI}_{k,t} > \overline{QI}_{k+1,t}$$

$$\text{Pour } t \in [T/2, T], \overline{QI}_{k+1,t} > \overline{QI}_{k,t}$$

Nous faisons ici une hypothèse forte sur les courbes de qualité, mais qui permet ensuite de mieux comprendre et analyser les conditions de création et de répartition de valeur.

### **Systemes d'approvisionnements**

Le bassin est découpé en k zones de qualité significativement différentes.

Si k=1, le bassin n'est pas découpé en unités de production. On est nécessairement dans le cas de la planification uniforme.

Si k=n, chaque fournisseur est pris en compte. La qualité peut être valorisée et optimisée au niveau individuel, à l'échelle de chaque fournisseur.

Pour chaque groupe, des modalités spécifiques de livraisons sont définies :

Soit  $L_t^k$  les livraisons du groupe k à la période t et  $L_{i,t}^k$  les livraisons de l'individu i, au sein du groupe k à la période t.

$\sum_t L_t^k = L_T^k$  représente les livraisons totales pour le groupe k sur l'ensemble de la période T

et  $\sum_k L_t^k = L_T/T$  représente le total des livraisons pour la période t.

Les livraisons sont des basculements de quotas. Sur une première période, le groupe qui a la meilleure qualité livre un pourcentage de son total de livraison. La quantité livrée est telle (i) que la capacité de broyage de l'usine ne soit pas dépassée (ii) la totalité des livraisons du groupe ne soit pas dépassée. Une fois que le groupe k a livré, et tant que la capacité de traitement de l'usine n'est pas atteinte, les groupes suivants livrent un pourcentage similaire de leur livraison, dans la limite de leur propre total de livraisons.

$$\text{Pour } t \in [1, T/2], L_t^k = \min [a, b, yL_T^k]$$

$$\text{Pour } t \in [T/2, T] L_t^k = \min [a, b, (1-y)L_T^k]$$

Où a est la capacité restante dans l'usine après chargement des (k-1) premières zones,

$$a = \max \left\{ 0, CP_{\max} - \sum_{j=1}^{k-1} L_t^j \right\}$$

et b est la quantité de canne restante pour la zone k à la période t

$$b = \max\left\{0, L_T^k - \sum_{p=1}^{t-1} L_p^k\right\}$$

et y est un pourcentage des livraisons totales sur la période t

Compte tenu des courbes de qualité que nous avons définies, on appellera par la suite une « planification forcée » le cas où  $y=1$ . On suppose dans ce cas que le % basculé maximal est fixé à 100% sur une seule période. Toute la livraison du groupe se fait sur la période où le groupe a une qualité supérieure à celle des autres groupes.

### **Systemes de paiement**

On imagine de nouveaux types de paiement que l'on appelle « mixtes », intégrant une composante liée au résultat individuel et une liée au résultat collectif. Les planteurs sont en effet rémunérés sur le résultat moyen et sur l'écart à la moyenne.

Plusieurs possibilités sont envisageables, soit on rémunère sur la moyenne du bassin soit sur la moyenne du groupe. L'incitation individuelle peut aussi se faire soit par rapport à la moyenne du bassin soit par rapport à celle du groupe. Les formules de paiement sont conçues de manière à tenir compte du fait que la qualité moyenne du bassin n'est pas constante.

Nom du paiement	Type	Qualité rémunérée
Absolu (Pabs)	Incitation individuelle. Sur résultat hebdomadaire	$QP_{abs} = \sum_{i,t} QI_{i,t} * L_{i,t}$
Mixte (Pa)	A Incitation individuelle et collective Sur comparaison des résultats à la moyenne du bassin	$QP_a = \sum_{i,t} (QI_{i,t} - \overline{QIus}_t) L_{i,t} + \overline{QIus}_t L_{i,t}$
Mixte (Pb)	B Incitation Mixte. Moyenne du bassin et relativement a un groupe homogène	$QP_b = \sum_{i,t} [(QI_{i,t} - \overline{QI}_{k,t}) L_{i,t} + \overline{QIus}_t L_{i,t}]$
Mixte (Pc)	C Incitation mixte. Moyenne de zone et comparaison a une zone homogène	$QP_c = \sum_{i,t} [(QI_{i,t} - \overline{QI}_{k,t}) L_{i,t} + \overline{QI}_k L_{i,t}]$

### **Résultats à l'échelle du bassin, du groupe et des individus**

La production totale du groupe k ( $PROD_k$ ) est la somme des productions de chaque individu du groupe, sur l'ensemble de la période T. Elle se calcule de la manière suivante :

$$\text{Production du groupe } PROD_k = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^k L_{i,t} * QI_{i,t}$$

Par suite, la production du bassin est la somme des productions de chaque groupe.

$$\text{Production totale } PROD = \sum_k PROD_k$$

Chaque individu est rémunéré en fonction de sa qualité QP hebdomadaire et de ses livraisons hebdomadaires.

$$P_i^k = \sum_{t=1}^T L_{i,t}^k * QP_{i,t}^k * PRIX$$

La rémunération de l'ensemble des planteurs du bassin (R) est la somme des rémunérations individuelles ( $R_{i,k}$ )

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_k R_{i,k}$$

## **II.2. Evaluation de l'efficacité des dispositifs en fonction du nombre de groupes et de la précision du découpage**

Dans cette partie, on analyse la création et la répartition de la valeur créée par de nouveaux modes d'organisation, en fonction des schémas de livraisons, des modes de paiements, et du nombre de groupes (k).

### **II.2.1. Effet de k (nombre de groupes) et de y (% quota basculé) sur la production totale**

#### **Effet de y: La production totale s'accroît proportionnellement au % basculé**

La production s'accroît proportionnellement au % de livraisons basculé.

On rappelle que, pour  $t \in [1, T/2]$ ,  $QI_{k,t} > QI_{k+1,t}$ ,

y est un pourcentage des livraisons totales. Dans les schémas de livraison définis ci-dessus, il correspond au pourcentage de livraison effectué par le groupe dont la qualité est maximale.

Si  $y = 1$ ,  $PROD_k = PROD_{k_{\max}}$  (cas d'une planification optimisée par groupe)

Si  $y = 0$   $PROD_k = PROD_{k \min}$

Quand  $y \rightarrow 1$ ,  $PROD_k \rightarrow PROD_{k \max}$

**Plus la quantité livrée au maximum de qualité est forte, plus la production totale s'accroît. Le gain de production est proportionnel à la quantité livrée.**

Prenons un exemple particulier (Figure 34). A La Réunion, des scénarios d'approvisionnement valorisant les différentiels de qualité ont été présentés pour des basculements de l'ordre de 20% (partie I.2). On fait varier la quantité de quotas basculé entre 10 et 50%. Plus le pourcentage de « quotas basculés » sur les zones à forte richesse est important, plus le gain de production est fort. Concrètement, le gain de production est proportionnel au pourcentage de quotas basculés.

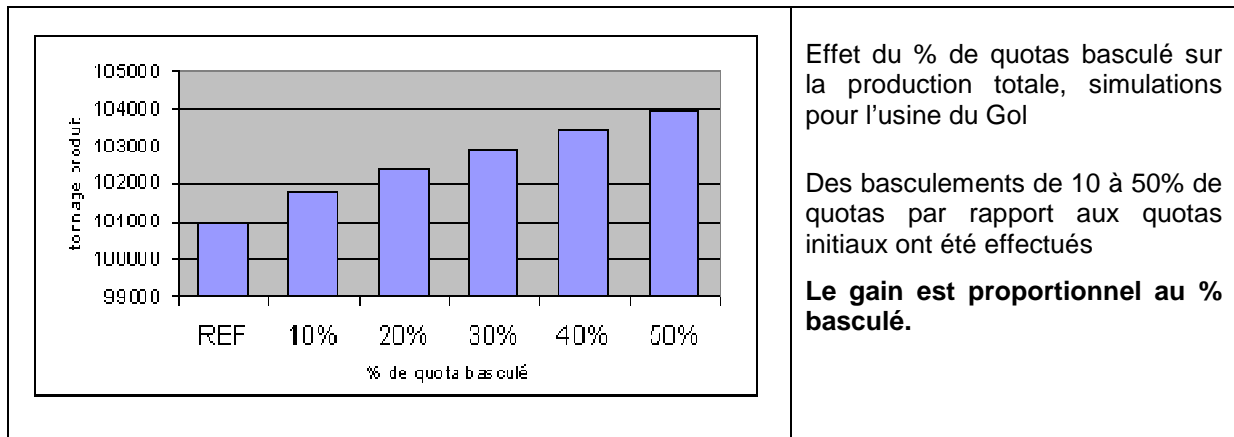


Figure 34 : Effet du pourcentage des quotas basculés sur la production totale- usine du Gol, donnée 2004

**Effet de k : La production augmente avec la précision du découpage et l'individualisation de la planification**

Le nombre de groupe (k) et le découpage choisi pour valoriser la qualité influent sur la production totale.

On a, pour  $t \in [1, T/2]$ ,  $QI_{k,t} > QI_{k+1,t}$  et pour  $t \in [T/2, T]$ ,  $QI_{k+1,t} > QI_{k,t}$

Soit  $\overline{QI}_{k,t} = \frac{\sum_i QI_{i,t} L_{i,t}^k}{\sum_i L_{i,t}^k}$ , la moyenne des qualités des individus du groupe. En

supposant que les groupes sont constitués de manière homogène, plus le nombre de groupes s'accroît, plus cette moyenne se rapproche des résultats de qualité des individus qui le constituent. Par suite, plus le nombre de groupes augmente, plus les écarts de qualité entre les groupes diminuent. On pressent alors que plus le découpage du bassin est grand, plus la production augmente. Toutefois, l'augmentation de production totale ne sera pas linéaire mais tend vers un maximum.

On le vérifie sur le cas de La Réunion.

Plus la finesse du découpage augmente, plus la production totale du bassin s'accroît. Ce gain n'est pas linéaire mais plutôt asymptotique (Figure 35).

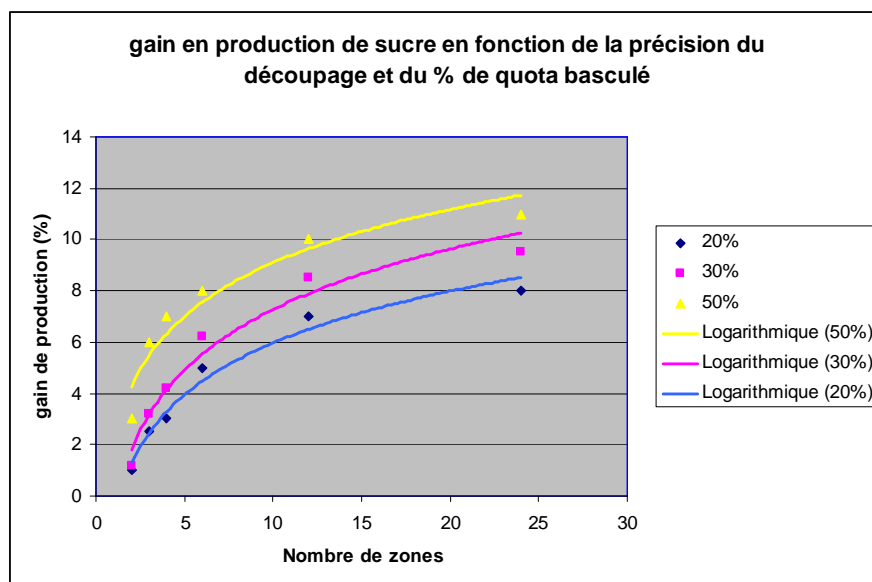


Figure 35 : gains en production de sucre en fonction de la précision du découpage et du % de quota basculé

**Quand  $k \rightarrow n$ , Prodtot augmente de manière logarithmique.**

$$\text{Prodtot} = f(\ln(k))$$

Evidemment, la production est d'autant plus importante que le pourcentage de quota basculé est fort. La production dépend aussi de l'hétérogénéité du bassin et des écarts de qualité entre groupe. Pour tout  $i \neq j$ , plus  $a_i - a_j$  augmente, plus la production totale est forte.

## II.2.2 Nombre de groupes et efficacité des dispositifs de paiement

On compare maintenant les trois types de paiement mixtes  $P_a$ ,  $P_b$  et  $P_c$  et leur efficacité en fonction du nombre de groupe. Ces paiements donnent un poids différent à l'incitation individuelle et collective. Chacune de ces incitations évolue dans chacune de ces formules de paiement en fonction de  $k$ .

**Cas 1 :  $k=1$ , on a un seul groupe réunissant tous les planteurs.**

Dans ce cas, les livraisons sont constantes sur l'ensemble de la période  $T$ .

$\forall t, L_t = cste$ , **tous les modes de paiement sont alors équivalents.** L'individu est rémunéré sur sa moyenne annuelle qui est aussi son résultat individuel.  
Le partage de la valeur se fait comme dans le cas de la situation de référence.

**Cas 2 :  $k=n$  (Le bassin est découpé en autant de groupes qu'il y a d'individus).**

Si  $k = n$ , pour  $t$  donné,  $Q_{i,t} = Q_{k,t}$

$$\text{On a alors } P_c = \text{Prix}^* \left( \sum_{i,t} [(Q_{i,t} - Q_{k,t}) L_{i,t} + \overline{Q}_k * L_{i,t}] \right) = \text{Prix}^* \sum_{i,t} \overline{Q}_k * L_{i,t}$$

Dans ce cas, le groupe est rémunéré en fonction de sa moyenne, c'est-à-dire, si ce groupe est le seul à livrer à cette période, il est rémunéré sur son résultat individuel pour la période  $t$ . Comme dans le cas du paiement absolu, le partage de la valeur se fera de tel sorte que les individus livrant pendant la période où la qualité est la plus forte seront plus rémunérés que les autres. Cela risque d'entraîner des cas où le partage de la valeur sera inacceptable.

Le paiement B est tel que  $P_b = \text{Prix}^* \sum_{i,t} \overline{Q}_{us} L_{i,t}$ . L'individu est rémunéré sur la moyenne du bassin. Dans ce cas, le risque de *free riding* est fort.

Pour le paiement A, on distingue deux sous cas :

Si  $y = 1$ , pour  $t$  donné,  $Q_{i,t} = Q_{ust}$

$$\text{Le paiement A est tel que } P_a = \text{Prix}^* \left( \sum_{i,t} \overline{Q}_{us} L_{i,t} \right)$$

L'individu est rémunéré sur la moyenne du bassin.

si  $y \in ]0,1[$

$$P_a = \text{Prix}^* \left( \sum_{i,t} [(Q_{i,t} - Q_{us,t}) L_{i,t} + \overline{Q}_{us} L_{i,t}] \right)$$

Quand  $y \rightarrow 1$ ,  $Q_{i,t} \rightarrow Q_{us,t}$ .  $P_a$  se rapproche d'un paiement à la moyenne.

***Pour  $k=n$ , compte tenu des contraintes d'échantillonnages, tous les modes de paiement tendent vers un paiement à la moyenne du bassin ou du groupe. Le risque de free riding augmente avec la précision du découpage.***

**Cas 3,  $k \rightarrow n$  Evolution de la part collective et individuelle des systèmes de paiement quand**

Plus k augmente, plus, si les groupes sont bien constitués, l'hétérogénéité au sein du groupe diminue. On a alors,  $QI_{i,t} - QI_{k,t} \rightarrow 0$

Dans le cas de  $P_b = \sum_{i,t} (QI_{i,t} - QI_{k,t})L_{i,t} + \overline{QI}_{us}L_{i,t}$  les individus tendent à être rémunérés sur

la qualité moyenne de l'usine. Dans ce cas, le risque de *free riding* s'accroît avec l'augmentation de la production de sucre.

Dans le cas de  $P_c = \text{Prix}^* (\sum_{i,t} [(QI_{i,t} - QI_{k,t})L_{i,t} + \overline{QI}_k L_{i,t}])$ , les individus tendent à être rémunérés sur la moyenne des livraisons du groupe.

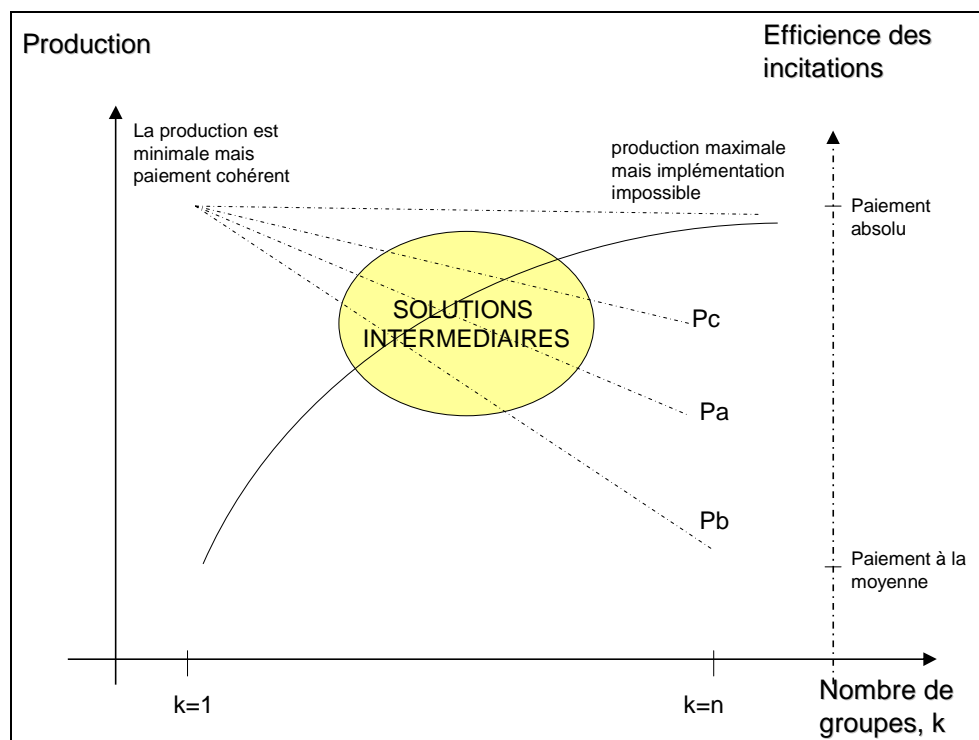
Dans le cas de  $P_a$ , quand le nombre de groupe augmente, les transferts de valeur dépendent également du quota basculé.

Quand  $y \rightarrow 1$   $QI_{i,t} \rightarrow QI_{us,t}$ .  $P_a$  se rapproche d'un paiement à la moyenne du bassin

Quand  $y \rightarrow 0$ ,  $P_a$  se rapproche du paiement absolu.

### II.2.3 Schéma récapitulatif.

On résume les résultats précédents sur la figure suivante (**Figure 36**).



**Figure 36 : Evolution de la composante individuelle et collective du mode de paiement en fonction du nombre de groupe**



Lorsque la planification est uniforme ( $k=1$ ), les quatre modes de paiement sont équivalents. La production est minimale mais l'individu est rémunéré sur son résultat individuel, au plus proche de sa productivité marginale. L'individu est incité à faire de son mieux.

La production est supposée maximale pour  $k=n$ . Compte tenu de l'évolution de la qualité et des contraintes de planification, le paiement absolu rend impossible la mise en place d'une planification optimisée.

Entre les deux, dès lors que le nombre de groupes augmente et qu'une planification différenciée est mise en place, la production s'accroît. Compte tenu de la manière dont les formules de paiement ont été conçues, la part de l'incitation collective augmente également. Le poids de cette incitation est différent suivant les formules. Il est plus important pour  $P_b$  (qui tend vers un paiement à la moyenne du bassin) que  $P_c$  (où les individus sont rémunérés pour  $k=n$  à la moyenne du groupe).  $P_a$  a une position intermédiaire.

***Des solutions intermédiaires se situent dans la zone de recoupement des courbes de production et de qualité. Ces solutions permettent d'accroître la production, tout en rendant possible l'implémentation de nouveaux dispositifs.***

### II.3 Evaluation de solutions intermédiaires

Dans cette partie, on s'attache à la répartition de la valeur créée entre les groupes dans le cas de ces « solutions intermédiaires ». Comment la valeur se répartit entre les différents groupes, en fonction du schéma de paiement utilisé et du mode d'approvisionnement?

On se place dans un cas où  $k \in [2, n-1]$ . On s'attache à montrer comment le partage de la valeur s'effectue, pour différents modes de paiement, pour un nombre de groupe intermédiaire. On illustre ces transferts de valeur pour différents modes de paiement dans un cas à La Réunion et dans l'autre en Afrique du Sud.

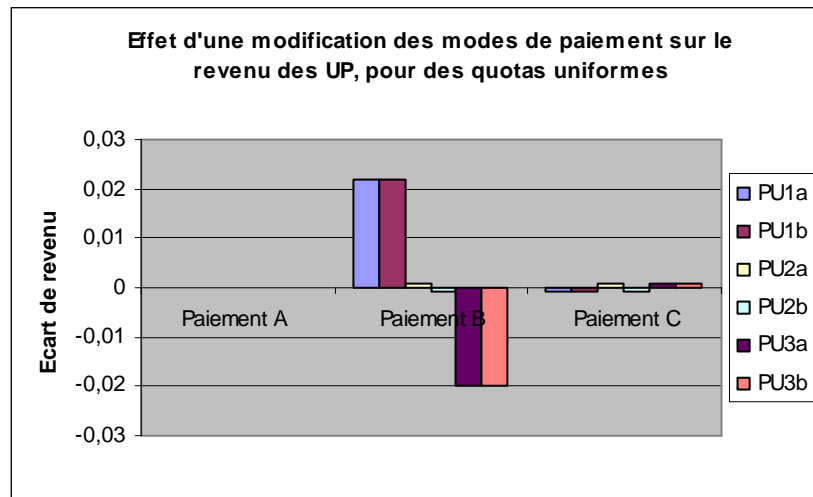
#### II.3.1 Transferts de valeur planteurs-industriel

On prend le cas de différents modes de paiement et d'une planification uniforme.

**Cas 4 : Si  $k \neq 1$  et  $\forall t, L_{i,t}^k$  est constante**

La comparaison des effets de chaque mode de paiement sur la répartition de la valeur au sein de la filière, pour des scénarios d'apports constants, présente trois caractéristiques majeures (Figure 37) :

- (1) En développant les formules des modes de paiement, on montre que le paiement mixte A, le paiement mixte C et le paiement absolu sont les mêmes pour une planification uniforme. Chaque groupe est payé sur ses résultats hebdomadaires et au final, sa moyenne sur la période de livraison.
- (2) Le paiement B, est tel que chaque zone profite de la moyenne du bassin. Les individus au sein de la zone sont comparés à des individus ayant des qualités proches. Ce paiement entraîne des transferts de valeur des zones à plus faibles richesses vers les zones à plus fortes richesses moyennes.



**Figure 37 : Répartition de la valeur pour 3 modes de paiement différents, pour une planification uniforme**

- (3) Le partage de la valeur n'est pas modifié entre planteurs et industriel pour les paiements A et B. Pour le paiement C, on observe une légère distorsion dans le partage, en faveur des planteurs (de l'ordre de 0,01%). Cette distorsion a des impacts dans le cas du mode de paiement réunionnais où le partage de la valeur entre planteurs et industriel se fait *a posteriori*, en fonction de la qualité des cannes. Dans le cas sud africain, le partage planteurs-industriel est fixe, cela n'a donc pas d'influence.

**Ainsi, si  $k \neq 1$  et  $\forall t, L_{i,t}^k$  est constante**

- **$P_a = P_c = P_{abs}$ , la répartition de valeur se fait comme dans le cas d'une planification uniforme. C'est le cas de planification de référence.**
- **Le paiement B entraîne des transferts de valeur des zones à fortes qualité vers les zones à plus faible qualité.**
- **Le paiement C entraîne des transferts de valeur entre planteurs et industriels**

### II.3.2 Répartition de la valeur pour des schémas de livraison tels que $y = 1$

Si  $y = 1$ , les basculements de quotas sont de 100%.

Dans ce cas on peut parler de fenêtres d'allocation. Ce type de simulation a été réalisée pour l'Afrique du Sud. On l'illustre sur le cas sud-africain (Figure 38)

Ainsi, pour  $y = 1$ , quand  $k$  augmente :

- Le paiement B conduit à un transfert de valeur systématique des zones à plus fortes richesses vers les zones à plus faibles richesses.
- Le paiement C se rapproche du paiement absolu à l'échelle de la zone. Il entraîne des transferts de valeur vers les zones livrant pendant les périodes de plus fortes qualités.

### II.3.3 Répartition de la valeur en fonction du nombre de groupe pour des basculements de quotas

Si  $y \in ]0.5, 1[$ , on parle de basculements de quotas.

Concrètement, l'étude de ce cas a été faite à La Réunion. On observe les mêmes tendances que dans le cas  $y = 1$ , mais les effets sont plus faibles car on observe un effet de compensation lié aux livraisons des autres unités.

On fait l'hypothèse que les qualités des groupes sont significativement différentes et « valorisables ». On prend le cas de six zones telles que :

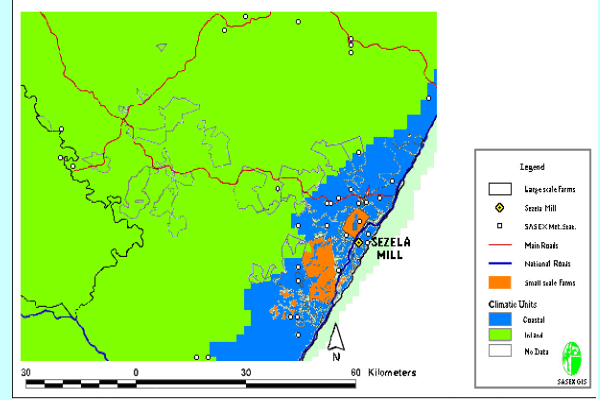
- Les pentes des courbes sont différentes (quelque soit  $i$  et  $j$  ai  $\neq$  aj).
- Les périodes de livraisons sont modifiées pour seulement deux unités de productions (UP1 et UP3) ; elles restent constantes pour la troisième (ici UP2).

**Cas Sud-africain : L'usine peut exploiter une extra-capacité de broyage. Des gains de production sont possibles en resserrant les fenêtres d'allocation pour certaines zones (Lejars, 2005)**

Répartition de la production de sucre pour 2 scénarios d'apports et 3 modes de paiement.

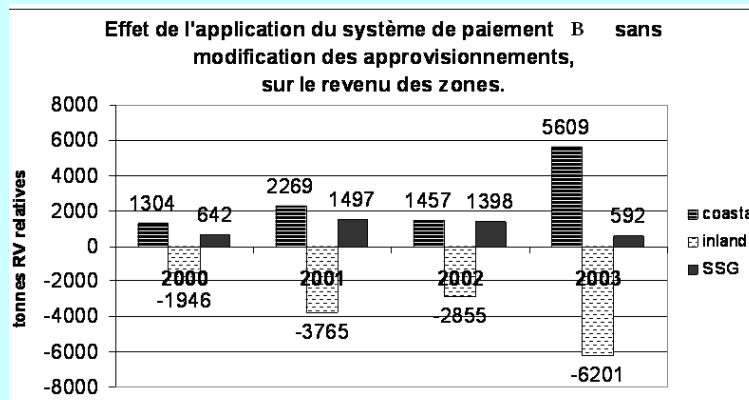
Cas de Scénarios avec fenêtres d'allocation différenciées (Usine de Sezela- données 2003).

Scénario	S1		S2	
Zone	Début de saison	Fin de saison	Début de saison	Fin de saison
Coastal	2	/	/	/
Inland	/	4	2	6
SSG	/	/	/	/

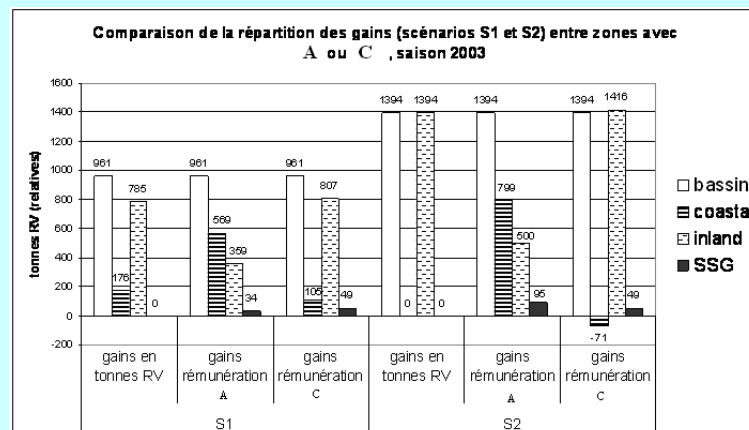


S1 retarde de deux semaines le début des livraisons de Coastal et avance de 4 semaines la fin de saison de la zone Inland. S2 ne modifie que les livraisons de la zone Inland. Le début de saison de cette zone est retardé de 2 semaines et la fin est avancée de 6 semaines.

**Résultats :**



le paiement B conduit une subvention systématique des planteurs coastal et SSG par les agriculteurs de la zone inland. Cette situation a été jugée inacceptable pour les acteurs :



À l'échelle de la zone, le paiement C consiste en un paiement absolu, chaque zone étant rémunérée l'équivalent exact de sa production. Mais à l'échelle du planteur il s'agit toujours d'un système relatif, comparant les planteurs entre eux. Le système de paiement C semble être une bonne alternative

En termes de gains et de partage de la valeur, le couple paiement C\*S1 semble intéressant puisqu'il fait gagner tout le monde. Tandis que le couple paiement C\*S2 pose le problème du choix politique d'appliquer un scénario qui ne fera pas gagner la zone coastal. Cependant il faut se rappeler que le scénario S2 a été conçu pour tenir compte des contraintes spécifiques de cette zone. Dans le cas sud-africain, le paiement C est adapté aux scénarios d'approvisionnement mais implique des transferts de valeur depuis la zone coastal, à forte richesse vers celle à faible richesse.

**Figure 38 : Cas de l'usine de Sezela. Effet d'une planification différenciée et de 3 modes de paiement sur le bassin de Sezela. données 2004**

On illustre ce cas par l'étude du cas réunionnais et du bassin de l'usine du Gol (cf Figure 39)

Le découpage du bassin du Gol comprend 3 zones, chacune ayant 2 sous-groupes (cf figure 31). La valorisation des écarts peut se faire sur 2, 3, ou 6 zones. L'usine travaille à sa capacité de broyage maximale, les seules modifications de la planification envisageable sont des transferts de quotas entre unités.

Les simulations montrent que :

*Simulation 1 : Paiement absolu et maximisation de la production*

Le paiement absolu n'est pas compatible avec un mode de planification différenciée. La maximisation de la production se fait aux dépens des individus livrant en début de saison lorsque la qualité est minimale et au profit de ceux qui livrent en milieu de saison.

*Simulation 2 : paiement A*

Pour tout type de planification différenciée, le paiement A répartit les gains entre tous, en général de manière positive. Le paiement A donne un fort poids à la moyenne du bassin. Celle-ci est accrue et tous les individus en profitent. Toutefois, l'application d'un scénario ne peut garantir aux acteurs un niveau de gain, ni un niveau de rémunération. En général toutes les zones sont gagnantes, mais le gain de revenu est déconnecté du gain de production et la répartition des gains reste (ou du moins semble) aléatoire.

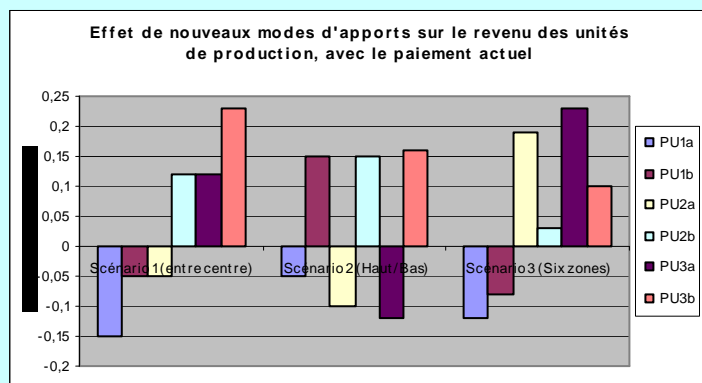
*Simulation 3 : Paiement C*

Si chaque groupe a des livraisons régulières, à l'échelle du groupe, ce mode de paiement est l'équivalent d'un paiement absolu. Les unités livrant en début et fin de campagne sont défavorisées par rapport à la situation actuelle. Il est bien adapté au scénario d'apport valorisant les variations inter-groupes.

*Simulation 4 : Paiement B*

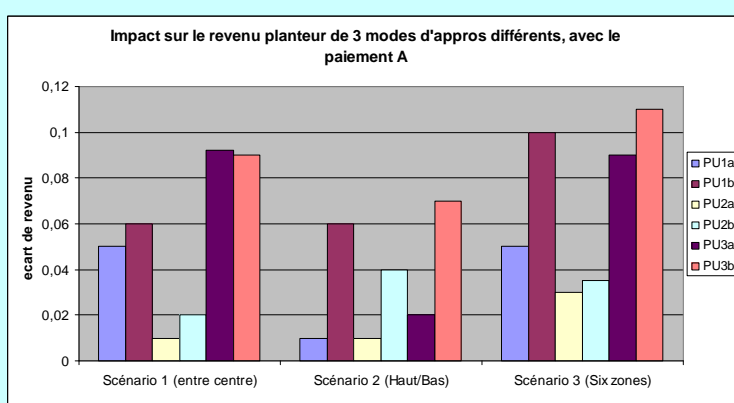
Pour tout type de planification, le paiement B semble le plus approprié. Les individus sont rémunérés en fonction de la qualité totale du bassin auquel ils participent et au niveau individuel ils sont comparés à des individus proches. Un transfert de valeur s'opère des groupes à fortes richesses vers ceux à faibles richesses, et ce transfert est plus prononcé que dans le cas du paiement relatif. Le paiement B est adapté aux scénarios valorisant les variations intra-groupes, comme le paiement A, mais implique un transfert de valeur en faveur des zones à faibles richesses.

**Création et répartition de valeur pour 3 modes d'approvisionnement et 3 modes de paiement à la Réunion. Cas de basculement de quotas (Usine du Gol- Données 2002)**

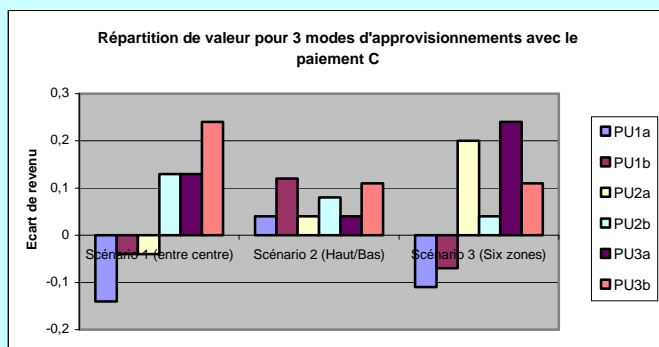


Cas 1 :

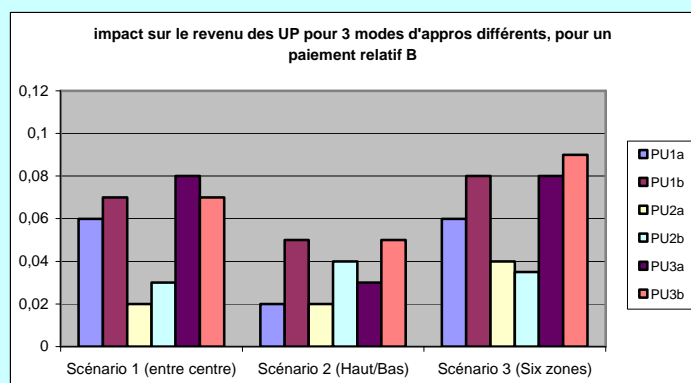
Le paiement absolu n'est pas adapté à une planification différenciée



Cas 2 : Avec le paiement relatif A, toutes les zones sont en général gagnantes mais on constate que les zones à plus faibles richesses moyennes captent moins de valeur. Gain variable, déconnecté du gain de production



Cas 3 : Le paiement C se rapproche du paiement absolu. Dans le cas d'un scénario de transfert Haut/bas il est adapté.



Cas 4 : Le paiement B réparti la valeur de telle sorte que chacun y gagne. Les zones à plus faibles richesses sont moins pénalisées que dans le cas 1. Toutefois, le partage planteur industriel est modifié en faveur des planteurs.

**Figure 39 : Répartition de valeur pour 3 modes de paiement et 3 modes d'approvisionnements à La Réunion**

Le paiement A entraîne des transferts de valeur dépendant, d'une part, du schéma de livraison, d'autre part, de la richesse moyenne des zones.

Le paiement C se rapproche du paiement absolu à l'échelle de la zone. Il entraîne des transferts de valeur vers les zones livrant pendant les périodes de plus fortes qualité.

Le paiement B permet « d'égaliser » le partage des gains et fonctionne pour tous les types de scénarios. Toutefois, il implique des transferts de valeurs des zones à fortes richesses vers celles à faibles richesses.

### II.3.4 Schéma récapitulatif

Des solutions intermédiaires existent pour accroître la valeur globale de la filière et la répartir entre les différents opérateurs. Toutefois, la répartition ne se fera pas nécessairement de manière « équitable ». La figure ci-dessous (Figure 40) schématise les différents transferts apparaissant et les éléments clés générant ces transferts. Pour chaque mode de paiement mixte, deux éléments influent sur la manière dont les surplus sont distribués : les dates de livraison et la qualité moyenne des fournisseurs.

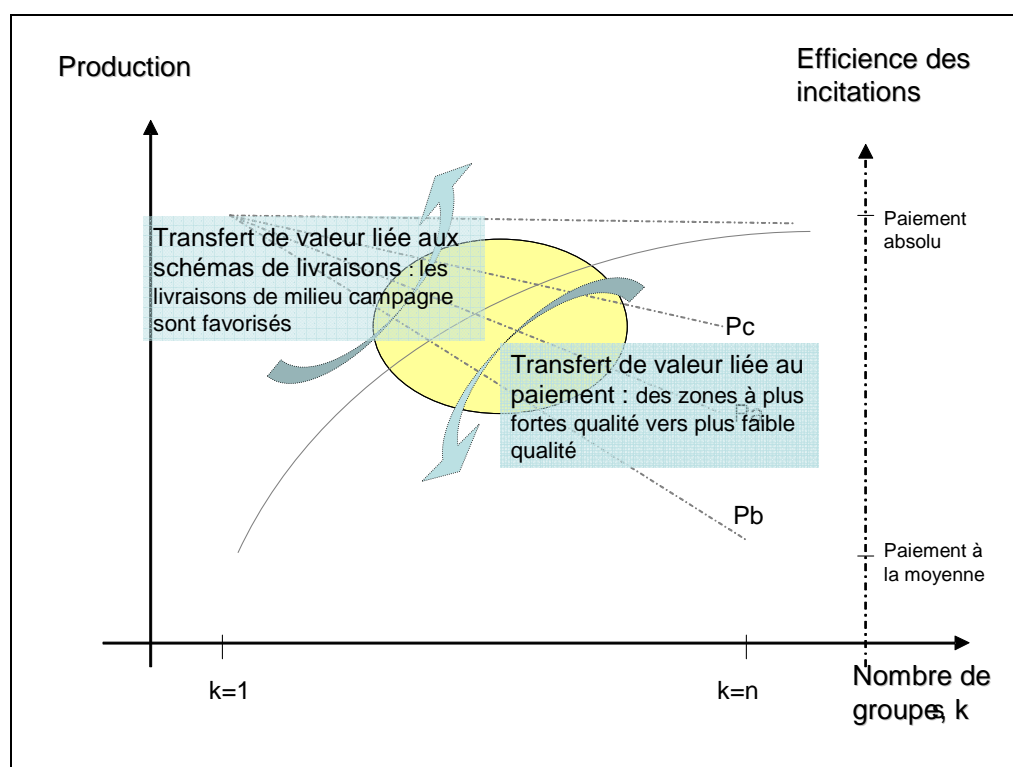


Figure 40 : Transfert de valeur en fonction de différents modes de paiement

Dès lors que la part de la composante collective des modes de paiement s'accroît, des transferts de valeur des zones à forte qualité moyenne vers les zones à faible qualité moyenne apparaissent. Dès lors que la composante individuelle du paiement augmente, on

tend vers des situations où les groupes seront plus ou moins favorisés en fonction de leur date de livraison, ceux livrant en milieu de campagne étant favorisés.

## II.4 Du groupe à l'individu

### II.4.1 Répartition de la valeur au sein du groupe

La répartition de la valeur entre les individus d'un même groupe se fera en fonction des mêmes règles qu'entre les groupes d'un même bassin. Toutefois, la répartition de valeur entre les individus sur le bassin se complexifie si on met en place des schémas tels que le paiement ou les schémas de livraisons entre les individus au sein du groupe sont différents des dispositifs mis en place entre les groupes.

Dans les études de cas précédentes, on considère que les livraisons des individus au sein du groupe sont constantes. Dans ce cas, pour Pa, Pc et Pabs la distribution de la valeur entre individus au sein d'un groupe se fait comme dans le cas d'une planification uniforme (planification de référence). Dans le cas de Pb, des transferts de valeurs des individus ayant des fortes richesses vers les richesses plus faibles a lieu. La répartition dépend de l'homogénéité au sein du groupe. Plus les écarts de richesse au sein du groupe sont forts plus les transferts de valeur entre individus sont importants.

On récapitule le tableau suivant (Figure 41)

	Gain en production	Paiement abs	Paiement A	Paiement B	Paiement C
Valorisation intra groupe	+	--	+ transfert de valeur en fonction des dates de livraison	+ transfert de valeur en fonction de la qualité	transfert de valeur en fonction de la qualité
Valorisation inter-groupe	++	--	+ transfert de valeur en fonction des dates de livraison	+ transfert de valeur en fonction de la qualité	--
Valorisation globale	+++	--	+ transfert de valeur en fonction des dates de livraison	+ transfert de valeur en fonction de la qualité	--
Valorisation fenêtre d'allocation	++	--	-	--	transfert de valeur en fonction de la qualité

Figure 41 : Répartition de valeur pour différents modes de paiement



## II.4 2. Poids de l'incitation collective par rapport à l'incitation individuelle

De par leur construction, les paiements « mixtes » comportent une composante individuelle (liée à la comparaison du résultat individuel et du résultat du groupe) et une composante collective liée à la moyenne du bassin. Quelle est la part de rémunération liée à l'effort individuel de qualité et la part de rémunération liée au résultat collectif ?

Tout d'abord, on peut souligner que le paiement mixte donne un poids plus important à l'effort collectif, dans la mesure où la composante liée à la moyenne est nécessairement plus forte que la composante liée à l'écart à la moyenne. On prend ici le cas de l'Afrique du Sud (Figure 42).

Dans tous les cas, c'est la moyenne annuelle de qualité qui détermine l'essentiel du revenu des planteurs. Ce résultat ne semble pas conférer au système de paiement mixte un fort potentiel d'incitation pour le planteur, puisque l'essentiel du revenu annuel ou cumulé des zones provient de l'effort collectif de qualité. La figure 15 montre que la part de revenu des planteurs provenant de la rémunération de l'effort individuel est faible. Avec les systèmes de paiement C et B, la rémunération de l'effort individuel devrait représenter en moyenne une part encore plus faible du revenu, puisque les différentiels hebdomadaires sont plus faibles. En effet les individus sont comparés à une référence hebdomadaire plus proche : celle de leur zone et non du bassin. Le paiement C pourrait être considéré comme moins incitatif, mais d'un autre côté la comparaison à la moyenne de la zone est une logique plus lisible pour les planteurs et devrait pouvoir mieux tenir compte des efforts de qualité des planteurs.

On peut craindre que le poids important de cet effort collectif dans le revenu entraîne l'adoption par les planteurs de stratégies opportunistes ou de *free riding*. Certains planteurs pourraient en effet faire le choix de maximiser leurs tonnages, même si cela doit se faire au détriment de la qualité, en se reposant sur l'effort collectif. Il est évident que si cette stratégie existe et se répand, la qualité collective du bassin chuterait.

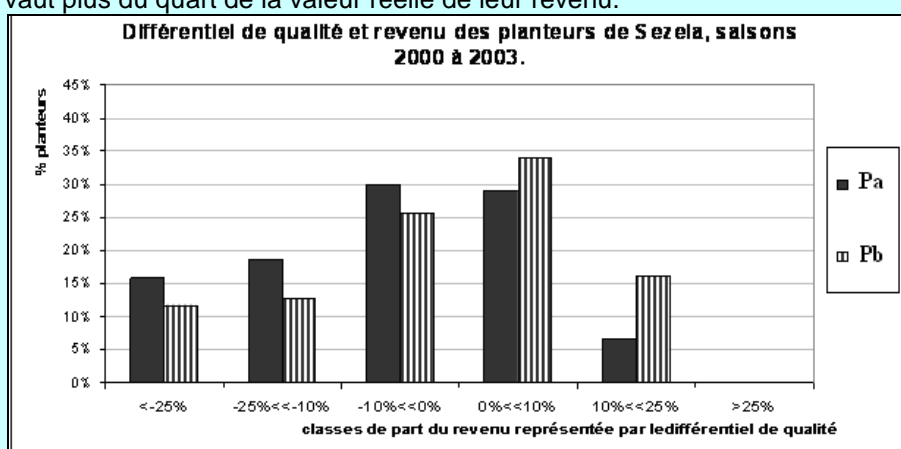
Enfin, l'effort individuel est rémunéré par l'écart à la moyenne collective. Plus le groupe est petit et homogène, plus la rémunération de l'effort individuel devient faible.

## Incitation collective et incitation individuelle- cas sud-africain

%RV relatif hebdomadaire =  
 $\%RV \text{ mesuré} - \%RV \text{ moyen bassin}$

Appelons « effort individuel » le différentiel hebdomadaire de qualité (la différence entre le %RV mesuré d'un planteur et le %RV moyen hebdomadaire de bassin), et effort collectif le %RV moyen annuel de bassin. Nous cherchons à déterminer la part du revenu provenant de l'effort individuel et celle provenant de l'effort collectif utilisé comme base du paiement de toute livraison. Le poids relatif de chacun d'eux doit pouvoir mesurer le potentiel d'incitation du système de paiement à faire livrer de la canne de qualité.

Considérons les revenus annuels de tous les planteurs, de 2000 à 2003 (3751 valeurs). La part de ces revenus venant du différentiel de qualité se révèle être assez variable. La figure suivante regroupe les individus selon l'importance de la part de leur revenu provenant de l'effort individuel et montre une variabilité importante. Ainsi environ 16% des planteurs sur la période 2000-2003 ont un revenu fortement pénalisé par l'effet de l'effort individuel (ils livrent une canne de qualité inférieure au bassin), qui vaut plus du quart de la valeur réelle de leur revenu.



Le graphique suivant détaille zone par zone la proportion moyenne des revenus de tous les planteurs d'une zone qui provient du différentiel de qualité. Il expose les 4 années étudiées et le revenu cumulé. On constate en moyenne qu'avec le système de paiement PA, la prise en compte de l'effort individuel augmente le revenu de la zone inland, tandis qu'il pénalise les zones coastal et SSG. Ce résultat n'est pas étonnant puisque le différentiel est en général positif pour inland et négatif pour les deux dernières zones.

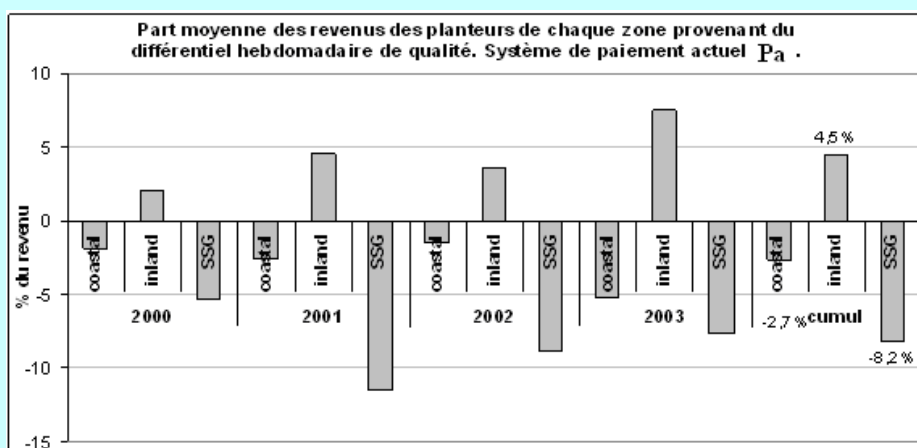


Figure 42 : Part de la composante collective et de la composante individuelle dans le revenu planteur- cas sud africain

**Conclusion :**

Plus l'hétérogénéité de la qualité augmente sur le bassin, plus on a intérêt à découper le bassin pour valoriser les différentiels de qualité et accroître la production totale. Toutefois, si  $k$  augmente, en fonction du mode de paiement et du pourcentage de quota basculé, la répartition de la valeur sera différente. Des modalités de paiement intégrant une moyenne collective à l'échelle du bassin permettent de redistribuer le revenu de manière positive entre tous, mais génèrent des transferts de valeur et des risques de *free riding*.

Nous montrons que les solutions permettant d'accroître à la fois le revenu individuel et la production collective, sont des solutions intermédiaires, non optimales d'un point de vue du *supply chain management* comme des systèmes incitatifs.

Ces exemples confirment que les modes d'organisation et les systèmes de rémunération doivent être conçus ensemble. Une stratégie collective de croissance ne peut être mise en place avec un paiement individuel, n'incitant pas tous les individus à s'intégrer dans cette stratégie collective. Nous montrons ainsi que la conception concomitante de système d'approvisionnement et de paiement éliminent des solutions optimales au vu du *supply chain management* ou de la théorie des incitations au profit de solutions intermédiaires, qui auraient été écartées si les deux approches avaient été traités indépendamment.

### **III. Limites de l'analyse et de la modélisation.**

Nous avons analysé les conditions de création et de partage de la valeur. Toutefois dans la mesure où l'on ne peut définir, d'un point de vue purement « économique » un optimum de création et de partage de la valeur créée, plusieurs questions se posent encore.

#### **III. 1. Sensibilité des résultats à l'hétérogénéité de qualité sur le bassin**

Les simulations réalisées ci-dessus ont été faites à partir d'une hypothèse forte sur les courbes de qualité. On considère que les écarts de qualité sont « valorisables », c'est-à-dire qu'il existe des différences de qualité significatives entre groupes ou individus.

##### **III.1.1 Conditions sur les courbes de qualité**

Dans les cas étudiés, on a fait l'hypothèse que les courbes de qualités ( $Q_{i,t}$ ) étaient « exploitables », c'est-à-dire que les pentes de qualité étaient différentes et se croisaient en un même point. C'est une hypothèse forte.

D'un point de vue plus général, quelles sont les conditions sur les  $Q_{i,t}$  pour que les courbes soient « exploitables » ? Des éléments de réponse peuvent être apportés par d'autres expériences de terrain, notamment dans le cas des usines de Beau Champs (à l'île Maurice) et de Bois Rouge (à La Réunion). Les simulations réalisées pour ces deux usines montrent que dans certains cas les profils de richesse ne sont pas exploitables à l'échelle du bassin dans la mesure où les courbes de richesse entre différentes zones du bassin ne sont pas significativement différentes (Lejars, 2006b). Les courbes de richesse sont en effet plus ou moins parallèles. Des écarts de richesse pourraient être valorisés à l'échelle de groupe de parcelles ayant des variétés semblables, mais les données disponibles manquent pour tester ce type de scénarios.

Par ailleurs, la sensibilité des résultats aux variations interannuelles de qualité est également un élément à prendre en compte. Si les courbes ou droites de richesse sont exploitables une année donnée, le sont-elles la suivante ? La sensibilité interannuelle aux variations de qualité a été étudiée de manière empirique pour La Réunion et l'Afrique du Sud. Ces résultats permettent de montrer que les résultats de production restent positifs tous les ans mais la fourchette de résultats peut varier. La répartition de valeur se fait toutefois suivant les mêmes règles que celles définies dans la partie précédente. Les transferts de valeur sont plus marqués pour de forts écarts de qualité.

Ainsi, le même scénario peut donner des résultats différents d'une année sur l'autre, dépendant de la forme des courbes de richesse et des dates de livraisons choisies. Mais quelque soient les années, dans le cas de La Réunion et de l'Afrique du Sud, les scénarios donnent des gains positifs, les revenus individuels sont compensés d'une année sur l'autre, le revenu des zones et les transferts de valeur répondent aux règles définies précédemment.

### **III.1.2 Effet de l'hétérogénéité sur la répartition de valeur et la production de sucre**

Les résultats sont étroitement dépendants des écarts de qualité existant sur le bassin et si il y en a, des regroupements effectués. Les regroupements effectués doivent permettre de valoriser les écarts de qualité tout en garantissant une homogénéité intra-groupe. Les résultats dépendent de l'hétérogénéité entre individus et du découpage choisi, c'est-à-dire des regroupements d'individus.

Plus les écarts de richesse entre groupes sont importants, plus les gains potentiels en sucre sont forts. Dans ce cas, plus les écarts et transferts de valeur entre groupe seront importants. Plus l'hétérogénéité entre individus est forte, plus on a intérêt à augmenter le nombre de groupes pour produire plus de sucre. De l'hétérogénéité de qualité sur le bassin dépend *in fine* la production de sucre et la répartition de la valeur entre les groupes et au sein de groupes.

## **III. 2. Quelle référence pour comparer les individus et constituer des groupes?**

Le découpage et le regroupement choisi pour exploiter les courbes de qualité sont la clé de l'augmentation de la production et des conditions de répartition de la valeur. Comment constituer ces groupes d'une part pour accroître la production et d'autre par pour répartir au mieux le surplus produit ?

### **III.2.1 La question de la référence**

La construction de la formule de paiement relatif comprend une part correspondant au gain collectif (la moyenne de qualité du bassin) et une part permettant de mesurer la performance individuelle du planteur à la production globale (l'écart entre qualité individuelle et qualité moyenne du bassin). L'évaluation de la performance se fait en comparant l'individu à la moyenne des autres planteurs du bassin d'usine ou de leur zone. On retrouve

ici un des problèmes inhérent aux modes de paiement relatif : dans la mesure où les individus sont comparés entre eux, quelle référence choisir pour les évaluer ?

Ces questions nous renvoient directement aux méthodes de détermination d'une « référence » ou d'un standard de qualité, qui nous permettrait de comparer les individus entre eux.

Sur le bassin d'approvisionnement les planteurs se situent sur des zones pédoclimatiques très différentes, en comparant les individus les uns aux autres, les planteurs situés sur des zones moins « favorisées » (en terme de production de qualité) sont pénalisés, la mesure de leurs performances étant logiquement inférieure à celle de planteurs situés dans des zones pédoclimatiques plus « favorisées ». Dans le cas de la formule proposée en Afrique du Sud, les individus sont comparés à la moyenne du bassin. Or, comme les partenaires l'ont souligné au cours de l'intervention, les planteurs sont dans des situations pédoclimatiques extrêmement diverses au sein de chaque bassin d'usine et n'ont pas le même potentiel de production. Est-il alors légitime de comparer les performances d'individus qui ont des « potentiels » de production très différents ? En terme incitatif, les planteurs situés dans les zones à plus faible potentiel se sentiraient lésés par ce mode de paiement. A effort de production égal, un planteur situé dans une zone à faible potentiel sera moins rémunéré qu'un planteur situé dans une zone à fort potentiel. Le paiement actuel, à la qualité absolue est bien sûr porteur du même type d'inégalité. Toutefois, d'après les partenaires, en construisant une formule basée sur la comparaison, cette inégalité est mise à nue et d'autant plus marquée.

Une telle affirmation présuppose toutefois qu'il existe un « potentiel de qualité », qui serait dépendant de la situation pédoclimatique des planteurs. La productivité marginale résulterait des pratiques agricoles et de l'effort individuel, non mesurable sur le seul résultat de qualité. Pour mesurer la performance et l'effort individuel effectif, il serait nécessaire de comparer les résultats d'individus ayant un même « potentiel de qualité ».

Le problème de fond est de savoir quelle est dans le produit final, la part de « qualité » déterminée par la situation géographique et la part liée aux pratiques agricoles c'est à dire à l'effort individuel (-Eit). Le potentiel de production dépend, on l'a vu, de l'hétérogénéité de qualité sur le bassin. Toutefois, une fois cette hétérogénéité mise en évidence, comment évaluer ou répartir la valeur sachant qu'une part de la qualité est liée à la situation géographique du planteur, et l'autre est dépendante de son « effort » (-Eit) à produire de la qualité ?

On peut noter que la question n'a jamais été posée en tant que telle au sein des filières canne utilisant le paiement relatif. En effet, le paiement relatif y a été conçu pour des planteurs livrant régulièrement au cours de la campagne. Si les planteurs livrent régulièrement, ce mode de paiement est strictement le même qu'un paiement absolu (la rémunération du producteur en fin de campagne est exactement la même). Le planteur est rémunéré sur son résultat par l'un et l'autre des modes de paiement. Dans les deux cas, on ne sait pas quelle est la part d'effort qu'il a réalisé pour atteindre cette production. La question de la référence se pose dès lors que les planteurs n'ont pas les mêmes plannings de livraisons. La mise en place d'une stratégie collective de planification les rend interdépendants les uns des autres.

### **III.2.2 Définir un « potentiel de qualité » agronomique ?**

D'un point de vue agronomique, la notion de « qualité potentielle » est discutable. Dans la littérature, plusieurs travaux ont traité des problèmes de la définition de la qualité, de la détermination des processus d'élaboration de la qualité au champ, et de la définition de standard de qualité (Cerf, 1994). Toutefois, dans ces cas, la référence choisie en terme de qualité est liée à un ensemble de normes, définies dans des cahiers des charges, prenant en compte l'origine territoriale du produit, le suivi d'un ensemble de pratiques agricoles et les attentes des consommateurs.

Sur la canne, des études statistiques réalisées à La Réunion tendent à montrer que les bassins d'usine peuvent être découpés en zones homogènes d'un point de vue qualitatif (Laurent, 2003). Des modèles statistiques mixtes, basés sur les données historiques de qualité et sur les données météorologiques, permettent ainsi de dessiner des tendances d'évolution de la qualité par zones. Ces modèles permettent de découper le bassin en zones homogènes, telles que la variabilité intra groupe soit inférieure à celle inter-groupe. Ces zones ont des courbes de qualité significativement différentes entre elles, d'une année sur l'autre. Par ailleurs, des modèles éco-physiologiques (Martiné, 2007) couplés à des données statistiques permettent également de prédire des évolutions de richesse. Ainsi, la modélisation permet de déterminer des grandes tendances d'évolution de qualité par zone.

Toutefois, dans tous ces modèles, les variabilités intra-zones restent fortes et parfois supérieures à la variabilité inter-zones. De plus, ces modèles sont construits sur des résultats historiques de qualités mesurées au champ. Or, par grande zone, il est probable que les pratiques agricoles sont globalement adaptées aux conditions climatiques. Les résultats de la modélisation de la qualité sont donc liés à des facteurs climatiques mais très certainement également à des pratiques agricoles « moyennes » (variétés différentes en fonction du climat, technique de coupe...).

D'autres études réalisées à dire d'expert peuvent permettre de dessiner des zones de potentialités agricoles. Les zones de référence sont alors le résultat d'un consensus ou d'un accord entre les partenaires. Cet accord se base sur des données techniques et des avis d'experts. De telles méthodes de découpage ont déjà été utilisées dans par la filière canne pour déterminer des potentiels de rendement sur l'ensemble de l'île. Ce zonage est ensuite utilisé dans le cadre des plans d'aménagement territoriaux ou dans le cadre du dispositif d'aide aux planteurs. Quoiqu'il en soit, en ce qui concerne la qualité, ce type de méthode reste encore difficile à mettre en œuvre.

D'un point de vue agronomique, on peut donc difficilement déterminer, une « qualité potentielle ». Les études et modèles nous donnent des pistes, quelques éléments techniques, mais ne permettent pas de résoudre de manière objective la question de la référence à choisir pour comparer les individus. Dans la mesure où il est difficile de définir techniquement une « qualité potentielle », la question du découpage du bassin et de la définition d'une référence pour fixer les groupes reste entière. Dans le cadre de l'étude de cas, nous avons pris par défaut la moyenne du bassin ou d'une zone pour comparer les individus. Mais, quel est le découpage à choisir et pour quels objectifs incitatifs et de production? La réponse reste le fruit d'un consensus entre les opérateurs.

### **III. 3 Choix des dispositifs de paiement et de planification**

#### **III.3.1 Une décision politique...**

L'étude des cas des filières canne à sucre réunionnaise et sud-africaine confirment que l'on ne peut traiter les questions d'organisation de l'approvisionnement et du paiement de la matière première indépendamment : il est difficile de mettre en place une stratégie collective de croissance basée sur la valorisation de différentiels de qualité sans prendre en compte le problème des incitations à la qualité et du partage de la valeur. Le cas de la filière réunionnaise met en évidence qu'un mode de paiement à la qualité individuelle rend impossible la mise en place d'une stratégie de valorisation collective de cette qualité. Le cas de la filière sud-africaine montre qu'un système de rémunération, s'il allie rémunération collective et individuelle pose des problèmes de répartition de valeur au sein du groupe.

Le choix du système de paiement et du mode d'organisation renvoie dès lors au type de relations souhaitées entre industriel et planteurs. En effet, dans les cas que nous avons étudiés, le paiement individuel à la qualité ou le découplage du paiement par zones de



livraison permettent de rémunérer plus strictement les résultats individuels et n'induisent pas de transfert de valeur. Mais le transfert de valeur entre zones ou individus peut être accepté s'il répond à des objectifs de filière ou s'il en intègre certaines contraintes. Une rémunération plus stricte des résultats individuels peut réduire l'intérêt de la culture de la canne dans les zones de qualité moindre, avec un risque de diminution des surfaces. Dans ce cas, le choix du mode de paiement résulte d'un choix et d'un consensus au niveau de la filière.

Le choix du couple système de paiement et du mode d'organisation renvoie à un choix politique de la filière et à un compromis entre industriel et planteurs. Les outils mis en place dans le cadre de ces travaux permettent aux acteurs d'éclairer ce choix. Des éléments contextuels peuvent guider ou aiguiller ce choix.

### **III.3. 2 ... intégrant des éléments contextuels**

Dans le cas de filière agro-alimentaire comme la canne à sucre, la survie et l'efficacité de la filière dépend du maintien d'un volume de production. Les coûts de transports étant très élevés la production est conditionnée par des apports provenant de zones géographiques proches. Cela contraint les industriels et les fournisseurs sur une zone géographique étroite. De ce fait, des transferts de valeur depuis les zones plus favorisées vers des zones moins favorisées peuvent permettre de maintenir la production dans des zones moins concurrentielles et donc aider au maintien d'un volume total de production.

A La Réunion, les usines ont atteint leur seuil de rentabilité et la perte de surface en canne menace la survie de la filière. Une planification différenciée entre les Bas et les Hauts de l'île permettrait d'accroître le gain de production à l'échelle de la filière. Un paiement relatif découplé au mode d'organisation permettrait d'accroître la valeur distribuée dans les Hauts de l'île au dépend de zones situées dans les Bas (et inversement pour un paiement couplé à l'organisation). Le choix d'un système de paiement découplé de l'organisation permettrait ainsi d'effectuer des transferts de valeurs depuis les Bas de l'île, plus propices à la culture vers les régions d'altitude où la culture est plus difficile mais dont les volumes produits permettent aux usines d'atteindre leur seuil de rentabilité. Ce type d'organisation serait efficace et viable dans la mesure où le maintien de la filière dépend avant tout, compte tenu du contexte économique à La Réunion, du maintien des surfaces.

En Afrique du Sud, le système est plus libéral et la survie des usines n'est pas tributaire du maintien de la totalité des surfaces. Dans ce cas, l'acceptation de « transfert de valeur » entre différentes zones est moins vitale pour l'ensemble de la filière.

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons évalué des modes de paiement et des modes d'approvisionnements centrés sur la valorisation de la qualité à l'échelle du bassin d'approvisionnement et améliorant à priori la performance de la filière. Les gains réalisables en améliorant la planification de manière à valoriser la qualité à l'échelle du bassin ont été estimés et la manière dont ces gains se répartissent en fonction de différents modes de paiement a été analysée.

L'analyse des déterminants de la création et du partage de la valeur au sein de la filière montre que plus l'hétérogénéité de la qualité augmente sur le bassin, plus on a intérêt à découper le bassin pour valoriser les différentiels de qualité et accroître la production totale. Toutefois, si le découpage augmente, en fonction du mode de paiement et du % basculé, la répartition de la valeur devient complexe. Des modalités de paiement intégrant une moyenne collective à l'échelle du bassin ou de groupes permettent de redistribuer le revenu de manière positive entre tous, mais génère des transferts de valeur et des risques de *free riding*. Si l'hétérogénéité est plus faible, le nombre de groupes a intérêt à être plus faible. Le gain de production sera moindre. La répartition de ce gain est plus « juste » avec des modes de paiement qui se rapprochent de la production marginale et intègre un paiement à la moyenne du groupe. Le risque de *free riding* est alors limité en interne au groupe.

Les solutions permettant d'accroître à la fois le revenu individuel et la production collective sont des solutions intermédiaires, non optimales d'un point de vue du *supply chain management* comme des dispositifs incitatifs. ***Nous montrons ainsi que la conception concomitante de système d'approvisionnements et de paiement éliminent des solutions optimales au vu du supply chain management ou de la théorie des incitations au profit de solutions intermédiaires, qui auraient été écartés si les deux approches avaient été traités indépendamment ou successivement.***

Les propositions faites se heurtent au choix de la référence pour comparer les individus. Le choix de la référence détermine le poids que l'on donne à l'incitation individuelle et l'incitation collective. Quel est le bon équilibre entre ces deux types d'incitations pour limiter d'un côté l'opportunisme et de l'autre le *free riding* ? ***La modélisation nous apporte des éléments de réponse mais le choix du système d'approvisionnement et de paiement reste une décision politique étroitement dépendante d'éléments contextuels propres à chaque filière.***

---

## **Chapitre V**

### **Apports et limites des concepts et démarches utilisés**

---



## Introduction

**La dernière partie de cette thèse a trait aux apports et aux limites de la démarche d'intervention qui a été menée dans le cadre de la thèse.**

Dans cette thèse, les concepts utilisés pour l'intervention tiennent de la recherche intervention et de la recherche opérationnelle. Dans des travaux antérieurs, ils ont été appliqués dans le cadre de relations interentreprises et plus rarement dans le cas de filières agro-alimentaires. Nous avons, dans le cadre de notre intervention, enrichi les démarches antérieures en prenant notamment en compte la question des incitations, et nous avons appliqué ces démarches au cas des filières canne réunionnaise et sud-africaine. Nous revenons dans cette partie sur l'ensemble de la méthode et mettons en évidence son apport et ses limites dans le cas des filières étudiées.

Par ailleurs, les interventions que nous avons menées débouchent sur des questionnements nouveaux, que ce soit pour l'économie et le *supply chain* ou pour d'autres disciplines scientifiques. L'intervention nous a conduits à proposer des scénarios novateurs. L'étude de faisabilité de ces scénarios et les questions posées par les différents acteurs au cours de l'intervention nous renvoient à des questions dans différents champs disciplinaires. Nous présentons les questionnements scientifiques nouveaux que l'intervention soulève. Nous ne présentons pas la totalité de ces questions mais nous en détaillerons certaines, afin de montrer comment, via l'intervention, on en vient à tisser des liens précis entre différents champs disciplinaires.

## **I. Apports et limites de l'intervention dans les filières**

Dans cette partie, nous faisons une lecture transversale de la démarche d'intervention qui a été menée. Nous détaillons d'abord les résultats de notre intervention au sein des industries réunionnaise et sud-africaine puis nous présentons les limites des méthodes utilisées pour l'intervention au sein de filières.

### **I.1 Résultats locaux de l'intervention**

#### **1.1.1 Des évolutions plus que des mutations**

L'ensemble des résultats et propositions a été présenté aux partenaires de la filière, via les comités ad hoc. A La Réunion, les résultats ont été présentés en CPCS (Commission Paritaire de la Canne et du Sucre) et à des comités techniques locaux. Une partie a été diffusée via le rapport de commission et des rapports d'activités. En Afrique du Sud, les propositions ont été présentées en commission mixte d'usine et dans le cadre de colloques interprofessionnels.

Les résultats sont mitigés, dans la mesure où les propositions ont été partiellement implémentées.

A La Réunion, les dernières négociations septennales sur le prix d'achat des cannes ont eu lieu en 2006. Or, la même année, planteurs et industriels ont eu à gérer les impacts des réformes de l'OCM sucre. En effet, en 2006, une baisse de 36% du prix du sucre sur le marché européen a été annoncée. Cette baisse a finalement été compensée, pour les DOM, en totalité jusqu'en 2013, par des subventions nationales et européennes. Toutefois, planteurs et industriels ont eu lors des négociations de la dernière convention à réfléchir sur la redistribution des nouvelles subventions (Fusillier, 2007). L'intervention initiale et les propositions n'étaient donc pas la priorité.

En Afrique du Sud, l'intervention a porté ses fruits puisque de nouvelles modalités d'organisation ont été testées en 2007 sur l'usine de Sezela. Une nouvelle organisation des apports a été testée sur la base de nos propositions, mais les modalités de paiement n'ont pas été modifiées. Une des raisons simple tient au fait que les décisions liées à la modification des approvisionnements et celles liées à la modification du paiement ne dépendent pas des mêmes instances. Dans le premier cas, la décision est prise au niveau

de la commission mixte d'usine. Dans l'autre, la décision, qui est renégociée tous les 5 ans, dépend d'une instance supérieure, la SASA.

Comme le souligne Higgins (2007) dans sa revue sur les recherches en *supply chain* dans les filières canne, « **il n'y a pas de révolution dans les filières canne mais des évolutions** ». Les préconisations faites dans le cadre de cette thèse ont été perçues par les partenaires de la filière comme des propositions de changements majeurs nécessitant une réorganisation de fond. Ainsi, si notre intervention ne s'est pas traduite par un « accord interprofessionnel », elle a mis à jour un certain nombre de dysfonctionnements. Elle a également déclenché une réflexion sur l'intérêt que pourrait avoir une meilleure collaboration entre opérateurs et sur la nécessité de modifier ou d'adapter les systèmes de paiement de la canne. Les changements sont souvent longs à se mettre en place et se font dans le temps. Ainsi l'intervention a contribué à une évolution globale se traduisant aujourd'hui par une meilleure prise de conscience par les opérateurs des enjeux collectifs associés à la production sucrière. On peut noter également un certain « relâchement » des tensions entre opérateurs autour de questions initialement extrêmement difficiles à aborder dans un contexte interprofessionnel, comme l'hypothèse d'une réorganisation de l'approvisionnement des usines, ou bien sûr celle d'une modification des systèmes de paiement.

### **1.1.2 Intérêt des partenaires pour poursuivre la démarche**

La poursuite de notre démarche d'intervention fait l'objet d'une demande de la part des acteurs des filières canne, que ce soit à La Réunion ou en Afrique du Sud. Le champ d'application et les professionnels dont émanent les demandes sont toutefois un peu différents de ceux qui ont lancé et suscité l'intervention initiale. En effet, **si le projet a été initié (en 1998) à la demande des industriels sur des questions d'ordre logistique, la demande actuelle provient plus particulièrement des syndicats ou d'associations de planteurs (Canegrowers, Chambre d'Agriculture)**. Ces derniers recherchent en effet plus de transparence sur les modalités de paiement et la distribution de la valeur au sein de la filière. Par ailleurs, **si au départ la demande visait des questions d'ordre logistique sur une canne dédiée « sucre » (réduction des coûts de transports, localisation et définition du nombre de plateforme de stockage...), l'intérêt actuel des partenaires de la filière se porte sur le paiement et l'organisation des approvisionnements d'une filière intégrant les co-produits de la canne**. En effet, sur beaucoup d'usines, le sucre n'est plus l'unique débouché de la filière et des débouchés nouveaux apparaissent ou se développent, comme la chimie verte, l'électricité ou l'éthanol. Dans certaines industries, les gains résultant de la vente des co-produits peuvent être supérieurs à ceux résultant de la vente du sucre. La production des co-produits peut donc entrer en concurrence avec la



production de sucre, que ce soit en termes d'organisation de la campagne ou de qualité des cannes livrées.

Prenons l'exemple du furfural produit sur l'usine de Sezela et issu de la bagasse. Les planteurs sur cette usine sont rémunérés pour une canne « sucre », via une formule de paiement qui pénalise le taux de fibre. Ce même taux de fibre est valorisé par les industriels. Actuellement, la bagasse appartient aux industriels, les planteurs ne profitent donc pas directement des bénéfices liés à la vente du furfural. Les planteurs sont pénalisés sur la teneur en fibre, alors que cette même fibre est valorisée pour un co-produit plus rémunérateur que le sucre. De plus, les industriels ont intérêt à produire ce composé tout au long de l'année. Les campagnes de livraison pourraient donc avoir intérêt à s'allonger au détriment de la production de sucre et au profit de la production de ce co-produit. L'intégration de l'ensemble des produits issus de la canne dans notre intervention initiale nous amènerait alors à réfléchir conjointement à une nouvelle organisation des approvisionnements (durée de campagne notamment) et à de nouvelles modalités de paiement de la canne. La valeur totale dégagée par la filière canne (sucre + ensemble des co-produits) pourrait s'en trouver accrue.

A La Réunion, le même type de question se pose compte tenu de la production d'électricité faite à partir de la bagasse. La bagasse est vendue et fournit 22% de l'électricité de l'île. Une prime bagasse est calculée, relativement au tonnage livré, pour indemniser les planteurs. Toutefois, les planteurs même s'ils bénéficient de cette prime restent par ailleurs pénalisés sur le taux de fibre via la formule de paiement du sucre. Ainsi, une forte demande émane d'organisation de planteurs pour redéfinir des modes de paiement et des systèmes d'organisation des approvisionnements pour les filières canne multi-usages (sucre + autres produits). L'objectif dans ce cas serait d'atteindre une plus grande transparence de la répartition de la valeur globale générée par la transformation de la totalité de la matière première.

## **I.2. Des préconisations à l'implémentation : difficultés rencontrées**

L'intervention sur la filière canne a été menée en faisant l'hypothèse que l'implémentation des préconisations issues de l'amélioration de la coordination technique au sein de la chaîne serait facilitée si les dimensions incitatives et techniques étaient abordées ensemble.

Toutefois, l'intervention, on vient de le voir, a suscité des évolutions plus que des changements radicaux. On peut de ce fait se demander quels sont les points de blocages actuels. Nous présentons ici les quatre points qui nous semblent les plus pertinents.

### **I.2.1 Quelles marges de manœuvre pour s'adapter aux changements ?**

L'objectif initial des réorganisations n'est pas de définir de façon complète les échanges et les coordinations pouvant avoir lieu mais plutôt de se focaliser sur les interactions entre les différents acteurs de la filière. Chaque opérateur conserve ainsi un espace d'autonomie au sein duquel il peut réagir aux aléas et aux changements auxquels il est confronté. Toutefois, les acteurs n'ont pas toujours les moyens ni la connaissance nécessaires pour s'adapter aux changements.

Ainsi, dans le cas de la filière canne, la mise en œuvre des plans s'est heurtée à la difficulté d'évaluer les impacts agronomiques liés aux changements organisationnels et surtout à une méconnaissance des moyens techniques permettant de s'adapter aux changements proposés. Prenons deux exemples : l'impact sur les rendements et la gestion de la qualité au champ.

Le changement des dates de livraison modifie les dates de coupe et donc risque d'influer sur les rendements en canne des années suivantes. Le changement des périodes de récolte positionne différemment la période de croissance de la culture par rapport aux conditions climatiques (température et pluviosité). Ces changements ont potentiellement un impact sur le rendement de la canne, ce qui modifierait les gains en sucre espérés. L'évaluation des impacts sur le rendement est encore peu connue et difficile à faire compte tenu des connaissances actuelles (Martiné, 2003).

Un autre exemple concerne la gestion de la qualité. La mise en place de groupements ou une modification des plannings d'approvisionnement en fonction de la qualité incitent les planteurs à modifier leurs techniques culturales pour améliorer la teneur en sucre de leur canne et surtout ajuster le pic de richesse des cannes à la fenêtre de livraison imposée par la nouvelle planification. Or, les pratiques culturales permettant de gérer la qualité sont limitées ou incomplètement connues (Fillols, 2005). Les planteurs ont souvent l'impression de « subir » la qualité, ou du moins de ne pouvoir la maîtriser que très partiellement. Mettre en place un mode de planification et un système de paiement valorisant la qualité est plus difficile si les planteurs ne savent pas comment intervenir pour améliorer leurs propres résultats.

Ainsi, en pratique on se rend compte que les solutions proposées sont difficiles à mettre en place car les acteurs ont une connaissance trop partielle des techniques qui leur permettraient de s'y adapter.

## **I.2.2 Le problème de la délimitation du système d'acteurs.**

Si les grandes catégories d'opérateurs intervenant dans une filière sont généralement à peu près établies (planteurs/industriels dans la filière canne à sucre ; vignoble-négoce dans le cas du Champagne), elles deviennent rapidement insuffisantes quand on se place dans une perspective d'intervention et d'aide à la décision. En effet, il existe généralement une forte hétérogénéité dans les comportements individuels au sein de chaque catégorie, notamment au sein des producteurs agricoles. Ainsi, dans la filière canne, selon qu'ils livrent individuellement ou en groupement, ou encore selon la taille de leur exploitation, les planteurs ont des stratégies différentes. Cela rend indispensable, dans le cadre d'une démarche d'intervention, une catégorisation de ces derniers.

La difficulté réside alors dans la construction de catégories à la fois représentatives de la diversité des stratégies individuelles et pertinentes du point de vue des interactions conditionnant l'efficacité de la filière. Un des objets de l'intervention réside dans cette « structuration » du système d'acteur. Cette structuration est rendue d'autant plus délicate que le système d'acteurs peut évoluer au cours de l'intervention et à mesure qu'on identifie les interactions en jeu. La question qui se pose à chaque étape de l'intervention est finalement la suivante : quelles sont les délimitations des catégories, quel est le « système d'acteurs » avec lequel l'intervention se déroule ?

Le regroupement effectué sur les planteurs en fonction de leur courbe de richesse afin de valoriser leurs écarts de qualité (cf chap IV), illustre bien le problème lié à la définition d'un système d'acteurs pertinent pour l'intervention. Afin de valoriser la qualité au sein du bassin, les planteurs ont été d'abord regroupés en fonction de leur courbe de qualité. Ce regroupement répond à un objectif de valorisation de la qualité, il renvoie à des unités de gestion agronomique mais n'a pas de validité en termes d'intervention ou d'incitation dans la mesure où les planteurs regroupés ont des stratégies individuelles très différentes. Les modalités de paiement auront en effet des impacts très différents en fonction des stratégies individuelles. Ainsi, si on doit passer à une mise en œuvre effective des préconisations, la délimitation des catégories de planteurs devient extrêmement difficile.

### **I.2.3 Difficulté de quantifier les coûts/gains spécifiques individuels liés au changement**

L'intervention que nous avons menée a laissé de côté la question des coûts et gains spécifiques liés aux changements.

Nous avons fait l'hypothèse que les coûts étaient constants à l'échelle de la filière. Nous avons considéré, à l'échelle individuelle, que les coûts engendrés par nos scénarios n'étaient pas un obstacle au changement. Toutefois, du fait de la multitude et de la diversité des producteurs, les réorganisations ont des conséquences techniques (notamment logistiques et agronomiques) très différentes suivant les individus. Les impacts économiques varient en fonction des structures d'exploitations (diversifiées ou en monoculture), de l'équipement, de la main d'œuvre disponible...

Par ailleurs, si on pressent des avantages et gains potentiels liés à une modification de la planification, ils sont difficilement quantifiables car très différents en fonction non seulement du type d'exploitation mais aussi du nouveau plan individuel qui est proposé. Par exemple, un rétrécissement individuel des fenêtres de livraison sur une période spécifique incite le planteur à planter des variétés lui permettant d'atteindre un pic de richesse mieux adapté à cette nouvelle fenêtre. On pressent que la marge individuelle pourrait être accrue, mais ce nouveau gain, au niveau individuel est difficilement quantifiable puisqu'il dépend de la variété, de la localisation du planteur, de la structure d'exploitation.... Il induirait de plus des investissements de la part du planteur qu'il est difficile de quantifier à l'échelle individuelle.

Enfin, certaines propositions, même si elles génèrent un gain individuel, augmentent le risque individuel face aux aléas de production. Ce risque est difficilement quantifiable mais intervient dans la prise de décision. Par exemple, le regroupement de planteurs s'il génère un gain collectif certain, réduit les fenêtres individuelles de livraison et donc, accroît le risque individuel lié aux aléas sur cette fenêtre de livraison: un incendie, un retard de livraison sera d'autant plus pénalisant pour un planteur s'il ne livre qu'une seule fois, alors que s'il réalise plusieurs livraisons, les conséquences d'un aléa pourront être compensées sur les livraisons suivantes.

#### **I.2.4 La nécessité d'une instance représentative**

L'intervention doit non seulement prendre en compte les problèmes de coordination mais aussi faire émerger les moyens de limiter et de contrôler les comportements opportunistes susceptibles de remettre en cause l'implémentation d'une stratégie collective. Les réorganisations impliquent et imposent des modifications techniques lourdes. Les acteurs n'ont pas intérêt à adhérer au changement si chacun n'y adhère pas. En Champagne (Viet, 2004), ce problème a été en parti résolu par la création d'un dispositif de contrôle (observatoire économique) visant à assurer un suivi et une transparence sur les stratégies individuelles et les dérives qu'elles pourraient représenter par rapport aux décisions interprofessionnelles et pour la transition vers la cible de croissance identifiée. Ainsi, l'interprofession champenoise a pu piloter la mise en œuvre d'un plan collectif pluriannuel en apportant des garanties aux opérateurs contre d'éventuelles dérives liées aux stratégies individuelles. Le pari repose sur le fait que ces comportements peuvent être découragés dès lors que les opérateurs les savent observables par l'interprofession, celle-ci pouvant orienter ses décisions pour contrecarrer leurs effets.

Le problème posé par ces risques d'opportunisme est particulièrement fort dans le cas de la filière canne à sucre. Ainsi, l'absence, d'une part, d'une structure interprofessionnelle susceptible d'exercer un contrôle suffisant, d'autre part, de leader effectif au sein de la filière, freinent la mise en œuvre d'une stratégie de filière.

Enfin, on peut souligner que la mise en place de nouveaux modes d'organisation reste freinée par le fait que les décisions concernant le paiement et l'organisation des approvisionnements sont prises dans des instances différentes. A La Réunion, le problème est minoré par le fait que l'île ne comprend que deux usines et les participants aux commissions mixtes d'usines et aux commissions paritaires sont sensiblement les mêmes. En Afrique du Sud, les participants et les échelles de décision sont totalement différents, l'approvisionnement étant régi au niveau de l'usine et le paiement au niveau national. De ce fait, il est difficile de trouver un accord sur les modalités de paiement et d'organisation des approvisionnements, tant que les décisions ne peuvent être discutées au sein d'une même instance (Milford, 2008).

La mise en place de nouvelles modalités d'organisation et de paiement dépend ainsi également de l'existence d'une instance interprofessionnelle habilitée à favoriser les engagements et à traiter ensemble les questions liées à l'organisation des apports et au paiement des cannes. Une des questions qui restent en suspens est donc liée aux conditions sous lesquelles peuvent émerger d'une telle instance ?

### I.3. Retour sur le processus d'intervention

#### I.3.1 Un processus d'évolution par phases entre terrain et théories intermédiaires

Si l'on fait une lecture transversale de la démarche d'intervention qui a été menée, il est intéressant de revenir sur le parcours réalisé dans le cadre de cette intervention. **Notre intervention nous a conduits à parcourir, interroger et alimenter différents niveaux théoriques. Cette démarche illustre et alimente la description théorique des démarches d'intervention décrites par David** (cf chapitre II). Le passage par différents niveaux théoriques et le constant aller-retour entre le terrain et les théories ont suivi plus ou moins la chronologie de l'intervention.

Dans un premier temps, les demandes de terrain, centrées sur la logistique, nous ont amenés à faire appel à des méthodes d'intervention relevant de la gestion opérationnelle et du *supply chain*. Le parti pris de ces démarches d'intervention dans les entreprises est de laisser de côté, au moins dans un premier temps, le problème des incitations pour privilégier l'amélioration des modalités de coordination technique en vue d'un objectif global de filière. C'est l'angle d'attaque retenu pour l'intervention initiale dans la filière canne à sucre (Gaucher, 2002) ou dans le cas de la filière Champagne (Soler, 1998b). L'objectif était de traiter les difficultés liées au dimensionnement des équipements à travers des analyses de flux, de capacités, de débits... en considérant ceci comme un point de départ pour discuter ultérieurement la question des investissements et du partage des coûts liés à une éventuelle nouvelle stratégie. Mais si cette déconnexion entre engagement dans une stratégie globale, d'une part, et partage des coûts et rémunération des efforts individuels, d'autre part, est tenable dans le cas d'une firme (au moins provisoirement), l'exemple de la filière canne à sucre a montré que cela n'était plus le cas pour certaines filières agro-alimentaires. Il est dans ce cas difficile de tenir un discours portant uniquement sur la question de la cible globale à viser à l'échelle de la filière sans quantifier les investissements et les coûts spécifiques individuels liés au changement et sans discuter simultanément de la question de la répartition de la valeur entre les opérateurs. Ainsi, si chronologiquement nous avons débuté l'intervention par l'entrée *supply chain*, la confrontation entre les théories développées dans ces travaux antérieurs et le « terrain » a soulevé de nouvelles questions notamment liées aux mécanismes incitatifs.

Pour répondre à ces nouvelles questions, nous avons du, dans un second temps, revisiter les théories précédentes et faire appel à de nouveaux champs théoriques, notamment celui

des incitations. Dans le domaine du *supply chain management*, les travaux abordent la question des incitations sous l'angle des relations verticales entre producteurs et distributeurs. Or, la question posée sur le terrain concernait la distribution de cette valeur entre fournisseurs. Nous avons donc dû rechercher des éléments supplémentaires dans le champ de l'économie au sein de l'entreprise. Ces éléments viennent enrichir les démarches en *supply chain* dans la mesure où ils permettent de tenir compte et d'intégrer la dimension « horizontale » des relations entre fournisseurs, leur interdépendance. Ces éléments permettent d'apporter des réponses à la question du partage de la valeur au sein des filières, question souvent posée dans la littérature mais rarement abordée.

La démarche et les méthodes initiales ont été modifiées et enrichies pour tenir compte de ces nouveaux apports théoriques. Nous avons ainsi montré qu'intégrer la question des incitations permettait de franchir un pas dans l'implémentation des préconisations en *supply chain management*. Enfin, les fruits de la nouvelle démarche que nous avons mise en œuvre ont été à nouveau confrontés au « terrain ». Le retour sur le terrain, nous pose de nouvelles questions, que ce soit au niveau économique, logistique ou agronomique.

Ainsi, dans le cadre d'intervention de ce type, il est difficile d'établir et avant d'aller sur le terrain une revue de littérature entièrement pertinente. Les théories auxquelles il faut faire appel n'étant pas nécessairement connues ou prévisibles au début de l'intervention. Un constant aller retour de l'un à l'autre a été nécessaire, ainsi qu'une ouverture pluridisciplinaire.

### **I.3.2 Des outils et une méthode pour une approche intégrée de la coordination au sein de la chaîne d'approvisionnement**

Les méthodes et outils mis en place s'inscrivent dans le cadre des démarches visant à améliorer les conditions de fonctionnement d'une chaîne d'approvisionnement. Nous avons vu dans le chapitre II que l'on peut définir de grands modes de coordination au sein d'une chaîne, relevant de quatre grands types de recherche : la logistique, l'alignement des incitations, le partage de l'information et l'apprentissage collectif. Chacun de ces modes de coordination répond à des objectifs différents, liés à la création de valeur, à la motivation des acteurs, au partage de l'information et à l'acquisition de connaissance par les acteurs de la chaîne (Simatupang, 2002). Ils relèvent également de champs de recherche différents et sont souvent étudiés successivement.

Les approches et les outils que nous avons développés permettent, au final, de prendre en compte l'ensemble de ces quatre volets. Compte tenu de notre hypothèse de départ, la question des incitations et la question de la gestion opérationnelle (incluant la logistique) sont traitées ensemble. De plus, l'intervention met l'accent sur l'utilisation de modèles pour l'intervention non pas à des fins prescriptives mais en tant que supports de négociation et d'accompagnement de changement. Elle s'inscrit dans un processus d'apprentissage collectif favorisant la coopération de long terme (Moisdon, 1997). Enfin, compte tenu des données nécessaires et utilisées pour ce type de simulation, un partage d'information a lieu. Les bases de données utilisées pour faire fonctionner les modèles contiennent un grand nombre d'informations sur les exploitations et sur l'usine. Ces données ne sont bien sûr pas accessibles à chaque partenaire, toutefois les résultats intermédiaires et moyennés le sont et l'information peut être partagée.

***Les questions de partage de l'information et d'apprentissage collectif n'étaient pas au cœur de la thèse. La méthode utilisée, parce qu'elle donne une place importante aux outils de gestion, permet de prendre en compte ces deux derniers éléments de coordination au sein de la chaîne d'approvisionnement. La création progressive des modèles, en partenariat avec les acteurs, a fédéré un apprentissage autour de la gestion de la qualité, à l'échelle du bassin. Via les modèles et la diffusion des résultats, un partage de l'information a été initié.***

Il est intéressant de noter que ces quatre points sont généralement menés successivement par les recherches en *supply chain*. L'apport de la démarche de gestion mise en œuvre, intégrant les composantes liées au paiement et à l'organisation, autour d'une modélisation opérationnelle, permet de regrouper ces quatre volets de la coordination et d'aborder ces quatre thématiques comme un ensemble indissociable.



## **II. L'émergence de questionnements nouveaux**

La démarche d'intervention réalisée a fourni les cadres de représentation, les grilles d'analyse et les outils formalisés, permettant de traiter des problèmes concrets posés par les professionnels. En retour l'intervention et l'étude de terrain ont permis de mettre en évidence les limites de ces cadres de représentation puis de les enrichir. Le processus de modélisation ne peut ainsi pas s'arrêter à l'organisation des flux de canne vers les usines et aux systèmes d'incitations. Des prolongements sont envisageables et envisagés avec les sciences bio-techniques, touchant la modélisation de la production de sucre par la canne, la dynamique des populations de bio-agresseurs, ou la logistique.

Les discussions issues de la présentation des résultats ont fait émerger de nouvelles questions liées à l'organisation des flux et à la modélisation de la qualité des cannes, mais non directement traitées dans cette thèse. Dans cette partie, nous détaillons les nouvelles questions qui ont émergé suite à notre intervention. Elles relèvent des champs de l'agronomie, de l'économie et du *supply chain management* et ont permis de lancer de nouvelles recherches dans ces domaines.

### **II. 1 Pour l'économie et le supply chain**

#### **II.1.1 Couplage des modèles de gestion de production et des modèles logistiques**

L'intervention a soulevé de nouvelles questions d'ordre logistique. En effet, les simulations proposées ont des conséquences logistiques importantes, pour les planteurs comme pour les usiniers. Le modèle d'approvisionnement utilisé fonctionne au pas de temps hebdomadaire et ne prend pas en compte la gestion fine de la logistique, au pas de temps intra-journalier. Les planteurs et les industriels ont soulevé ce problème à deux niveaux : comment évaluer les capacités de récolte et de transport nécessaires pour réaliser un scénario donné ? Quels peuvent être les impacts d'une organisation donnée des approvisionnements sur le fonctionnement de la chaîne logistique ?

Ces deux questions ont donné lieu à des travaux spécifiques réalisés en parallèle de l'intervention sur les deux filières. Sur les deux sites, des études logistiques fines ont été conduites en articulation ou à la suite des simulations organisationnelles. Elles ont conduit à l'élaboration de deux modèles logistiques : un modèle de flux et un modèle cartographique.

Le modèle de flux (Loison, 1999) se focalise plus particulièrement sur des chaînes d'approvisionnement (chaînes logistiques) retraçant les flux de canne d'une seule unité de production jusqu'à l'usine. Ce modèle inclut le détail des variables logistiques susceptibles de jouer sur les délais d'acheminement des cannes et sur les temps de rotation du matériel de récolte, chargement et transport. Il travaille au pas de temps journalier. Il permet de calculer des variables de capacité, notamment de capacité de transport, de coupe, de chargement, au niveau des unités de production et des opérateurs intermédiaires. Conçu sur un logiciel de simulation industrielle, il reprend les différentes étapes de l'acheminement des cannes vers l'usine, des opérations effectuées sur les parcelles (récolte / chargement) aux opérations effectuées sur les centres de réception et à l'usine (transport, réception, stockage, reprise sur les centres etc.).

Le modèle cartographique (Teissier, 2002) donne une représentation des flux journaliers dans l'espace. Il est également associé à un module de calcul des coûts liés au transport. Il est conçu partir du système d'information géographique MAPINFO-CHRONOVIA. L'utilisation permet de calculer des itinéraires optimisant les temps de déplacement entre les groupes de parcelles et les centres de réception puis de définir des cartes de flux de tonnage, de vitesse et de coûts théoriques.

Les deux modèles logistiques et les modèles de gestion sont en relation via les données de capacités. Ces modèles journaliers alimentent le modèle d'approvisionnement et permettent de vérifier la faisabilité logistique des scénarios d'organisation que nous avons proposés.

La démarche a donc amené à proposer une architecture plus générale de modélisation, articulant des modèles logistiques fonctionnant au pas de temps journalier avec le modèle d'approvisionnement global (MAGI). Ces modèles logistiques et le modèle global s'articulent autour des variables de capacité. Les modèles logistiques mesurent l'impact de modifications d'équipement ou d'enchaînement d'opérations sur les capacités, dont les valeurs sont ensuite intégrées dans le modèle organisationnel. Ce dernier fournit les éléments à respecter en matière de droits à livrer et d'organisation des acheminements de la canne. L'ensemble fournit la production de sucre par campagne, éventuellement complétée par des calculs de coûts.

Quoiqu'il en soit, cette modélisation se limite à l'étude de l'interface entre exploitations et usine. Elle ne prend pas en compte les processus de production internes à ces entités et leurs articulations avec les modèles de flux. Or ces éléments ne sont pas indépendants, comme le souligne le concept de *supply chain*, et leurs relations soulèvent des questions spécifiques. Quels seraient, par exemple, les impacts d'une modification de la qualité de la canne sur l'extraction industrielle et par suite, sur les réglages du process industriel ?

Ces articulations sont encore peu traitées dans la littérature, au-delà de quelques règles simples mais non quantifiées (Shah, 2005) et renvoient à des questionnements sur les modèles utilisés : comment coupler des modèles de gestion de production (canne, process industriel) avec des modèles logistiques ? Quelles sont les complémentarités ou antagonismes entre optimisation et simulation itérative telle que développée dans notre démarche ? Ces interrogations ont motivé la conception d'un nouveau projet de coopération scientifique avec l'industrie sud-africaine et l'Université du Kwazulu-Natal, portant sur la modélisation intégrée de ces différents processus (Bezuidenhout, 2006).

### **II.2.1 Intégrer une analyse des coûts**

Nos simulations et propositions concernant les systèmes de paiement partent de l'hypothèse que les coûts liés aux réorganisations restent inchangés, notamment les coûts logistiques.

Si une telle hypothèse se tient à l'échelle du bassin d'approvisionnement, de groupements de planteurs ou d'unités de production dans la mesure où les scénarios proposés sont conçus en tenant compte d'un débit potentiel moyen estimable, elle est plus difficile à valider à l'échelle d'unités d'exploitations extrêmement diverses et nombreuses.

Dès lors, une suite à donner aux scénarios proposés serait d'estimer de manière plus fine les coûts liés aux réorganisations, en essayant d'appréhender la diversité des systèmes d'exploitation existants sur un bassin. Des typologies d'exploitation, permettant de catégoriser les exploitations en fonction des impacts éventuels des modifications proposées pourraient permettre cette évaluation des coûts. A La Réunion, une telle typologie existe et est couplée à une base de données exploitable (Masson, 2006). Les exploitations cannières ont été catégorisées en 17 types, les plus représentatifs sur l'île, définis en fonction de caractéristiques techniques (itinéraires techniques, modes d'exploitations, localisation, mode de coupe, matériel de transport...). Une base de données et un outil de simulation associé permettent de tester l'impact des changements économiques (prix et aides) et techniques sur le revenu moyen des exploitations. L'intérêt de ce référentiel est avant tout d'explicitier les coûts et les marges en culture de canne, d'en suivre les évolutions et de permettre d'évaluer l'impact de changements sur le revenu des exploitations. En couplant ce type d'outil à nos modèles, ou du moins en alimentant nos modèles par les sorties de ce type d'outil, une évaluation fine des coûts associés aux réorganisations serait envisageable.

Un autre axe de recherche concerne l'estimation des coûts de contrôle liés aux modalités d'échantillonnage de la qualité. Actuellement ces méthodes de contrôle sont destructives

dans la mesure où ce n'est qu'une fois la canne coupée que les livraisons peuvent être pesées et échantillonnées. C'est une contrainte forte pour la construction de nouvelles modalités de paiement, notamment si ces modalités incluent un paiement par rapport à une moyenne de zone ou de bassin. En effet, le calcul de qualités moyennes nécessite (i) soit que les livraisons aient lieu tout au long de l'année afin de disposer tout au long de la campagne de données sur les cannes livrées (ii) soit que l'on utilise des méthodes et formules pour estimer ces moyennes. La première méthode est très contraignante en termes de planning de livraisons, la deuxième méthode constitue une perte d'information sur les données réelles de livraisons.

Une nouvelle perspective de recherche concerne la définition de méthodes d'échantillonnage ou d'évaluation de la qualité au champ qui ne soient pas destructrices et qui permettraient de comparer les résultats individuels des planteurs.

## **II.2. Pour de nouveaux champs disciplinaires**

En éclairant les acteurs sur les conséquences des choix les impliquant conjointement, la modélisation et l'intervention ont facilité l'émergence de nouvelles questions touchant notamment à l'agronomie et l'écophysiologie. Suite à notre intervention, deux grandes questions ont en effet été soulevées par les acteurs de la filière :

(i) Quelles seront les conséquences de la réduction des périodes de livraison sur le rendement de la canne à sucre, dont le calage du cycle de croissance avec le climat dépend de la date de récolte ?

(ii) Quelles sont les réelles marges de manœuvre des agriculteurs en matière d'amélioration de la qualité des cannes livrées, sachant que les outils incitatifs utilisés (règles d'allocation des droits à livrer, système de rémunération) auront des impacts différents selon leurs conditions spécifiques de production ?

Nous ne prétendons pas couvrir ici l'ensemble des points à débattre, nous soulignons simplement deux grandes questions qui concernent d'autres champs disciplinaires que le *supply chain management* et l'économie.

### **II.2.1 Modélisation de la qualité**

L'intervention a ainsi relancé les questions concernant les déterminants de l'élaboration de la qualité de la canne au champ. Elle a montré l'intérêt de mieux connaître la dynamique de la

qualité des cannes dans le pas de temps court de la campagne de coupe (calage des récoltes sur les courbes de qualité) et le pas de temps long de la variabilité climatique (impact sur les gains en sucre espérés d'un schéma d'organisation des approvisionnements). Comprendre et déterminer les facteurs influençant la qualité passe par des méthodes classiques d'expérimentation aux champs (coûteuses, longues et difficiles sur la canne à sucre) et/ou par la modélisation. Cela nécessite de compléter les connaissances en écophysiologie, et ou de réaliser des diagnostics agronomiques.

L'intervention a ainsi ouvert de nouvelles voies en terme de modélisation, d'une part pour des modèles de croissance-plante, d'autre part pour des modèles plus statistiques. Les premiers intéressent les éco physiologistes, les seconds les biostatisticiens.

En effet, les modèles de croissance actuels, basés sur le fonctionnement de la plante (Martiné, 2007 ; Singels, 2002) sont mal adaptés à notre échelle de travail (le bassin). Ce sont des modèles déterministes qui ont du mal à prévoir la qualité de la canne à l'échelle du bassin dans la mesure où les processus d'élaboration de cette qualité sont mal connus. La conception de ces modèles nécessite des recherches supplémentaires pour comprendre les mécanismes physiologiques à l'origine de la production de sucre dans la plante.

Une autre voie de modélisation concerne les biostatisticiens et plus particulièrement le champ des modèles mixtes. Ces modèles linéaires sont dotés d'une structure de corrélation complexe, construits à partir de données historiques et prenant en compte les données météorologiques. Ce type de modèle a été développé dans le cadre d'une thèse en biostatistique (Laurent, 2007). Ils permettraient (i) de réaliser un zonage (une catégorisation) des acteurs, (ii) d'effectuer des prévisions d'évolution de qualité à des échelles comme le bassin, des zones climatiquement homogènes, ou des zones de collecte, (iii) d'analyser le poids des facteurs climatiques versus les facteurs cultureux dans l'élaboration de la qualité. Ces modèles statistiques devraient être complémentaires des modèles mécanistes développés par les éco-physiologistes.

Une des questions qui reste en suspens dans notre travail concerne le choix de la référence pour comparer les individus. Dans la mesure où il est difficile de définir un « potentiel agronomique », les modalités de paiement mixtes (avec une composante collective et une composante individuelle) nous renvoient, on l'a vu, directement aux méthodes de détermination d'une « référence » ou d'un standard de qualité, qui nous permettrait de comparer les individus entre eux. En approfondissant les processus biologiques et agronomiques contrôlant la qualité de la canne, il deviendrait possible d'en tirer des implications concrètes concernant le choix de systèmes incitatifs.

## **II.2.2 Incitations à la qualité et pratiques agricoles**

L'intervention et la mise en œuvre des plans se sont heurtées, on l'a vu, à une mauvaise connaissance par les acteurs de leurs marges d'action pour s'adapter au changement. Pour la filière canne, la question de la gestion de la qualité au champ a freiné la mise en place des propositions. En effet, les pratiques agricoles permettant d'améliorer la qualité au champ ne sont qu'incomplètement connues par les planteurs. Où sont les réelles marges de manœuvre des planteurs en matière de gestion de la qualité, et comment les inciter à les exploiter ?

Bien sûr, des pistes de réponse existent déjà, au niveau des variétés ou de la gestion de l'irrigation par exemple. Toutefois, si ces solutions sont connues à l'échelle de la gestion de l'exploitation, leur mise en œuvre à l'échelle du bassin n'est pas évidente.

Prenons l'exemple des variétés. Différentes variétés de canne existent, avec des pics de teneur en sucre précoces et permettraient d'étaler les pics de teneur en sucre au cours de la campagne sur l'ensemble du bassin. Les variétés de canne sont adaptées à des conditions spécifiques de milieu et présentent des courbes de qualité variant dans le temps. Ces variétés sont déjà utilisées à l'échelle des exploitations. Toutefois l'impact de plans variétaux organisés ou dessinés à l'échelle du bassin demanderait à être évalué. Il serait pour cela nécessaire (i) de mieux caractériser les variétés proposées en fonction des différents biotopes, (ii) de développer la mise en place des variétés à maturité précoce ce qui permettrait de mieux équilibrer l'approvisionnement de la sucrerie pendant la campagne, (iii) de prendre en compte l'échelle du bassin d'usine dans le conseil variétal aux planteurs.

## **II.3. Perspectives pour d'autres filières et d'autres terrains**

### **II.3.1 Pour une filière canne multi-usage ou dédiée à d'autres débouchés**

A la suite de cette thèse, un des axes de recherche important, on l'a déjà évoqué, serait d'appliquer ce type démarche à des filières canne multi-usages et à des filières non dédiées uniquement au sucre. Le développement de nouveaux débouchés pour les filières canne (éthanol, chimie verte, électricité..) constitue un champ d'application « neuf », dégagé des contraintes ou de négociations historiques parfois paralysantes.

La démarche, les outils et les méthodes mis en œuvre dans cette thèse pourraient être utilisés dans le cadre du développement de filières canne non dédiées à la production de sucre.

Un exemple allant en ce sens est celui de la production d'électricité à partir de cannes entières (et non à partir de la bagasse). C'est une solution envisagée actuellement en Guadeloupe (Pouzet, 2008). L'objectif est d'utiliser des sols pollués (en l'occurrence par le chlordécone) et impropres à la culture de plantes alimentaires afin d'y planter de la canne qui serait brûlée pour la production électrique. Dans ce cas, en terme d'organisation et de paiement, toutes les modalités restent à définir.

Un autre exemple est celui de la production d'éthanol comme carburant illustre le premier cas, puisque l'éthanol est fait actuellement avec le jus sucré issu de la canne. Pour le moment, l'éthanol de canne est quasi exclusivement produit au Brésil. L'organisation des approvisionnements et les systèmes de rémunération de la canne aux planteurs sont les mêmes que pour le sucre, et donc indépendants du débouché choisi.

Dans le cas du développement de co-produits de la canne (c'est-à-dire de filière sucre se diversifiant vers de nouveaux débouchés), nos outils ne peuvent être directement utilisés. Un ajustement est nécessaire pour pouvoir intégrer l'ensemble des débouchés. La conception de modalités de paiement intégrant la valorisation des co-produits semble être une piste à développer. Comment faire évoluer le paiement et les modes d'organisation des approvisionnements face à des nouveaux objectifs de la filière, à savoir non uniquement la production de sucre mais aussi celle de ses co-produits ? Il est nécessaire de concevoir des systèmes de paiement permettant de rémunérer le planteur en fonction de la valeur globale produite par la filière canne, non seulement en terme de production de sucre mais aussi en tenant compte des sous-produits et des co-produits.

### **II.3.2 Pour d'autres filières agro-alimentaires**

Une autre question reste en suspens : l'adaptation de ces méthodes à d'autres filières agro-alimentaires que la canne et/ ou la mise en place d'une modélisation générique. Nous avons réalisé notre démonstration à partir la filière canne à sucre. Cela nous a permis de mettre en évidence la nécessité de mener de front les questions d'incitations et d'organisation des approvisionnements puis de mettre au point une méthode et une démarche d'intervention allant dans ce sens. Toutefois, à ce stade une modélisation générique pouvant intégrer d'autres filières que la canne n'est pas encore achevée.

Quoiqu'il en soit, ces travaux devraient trouver un intérêt dans d'autres filières où les relations entre producteurs amont et opérateurs aval connaissent des évolutions, éventuellement conflictuelles. Parmi les filières à même d'adapter ce type de démarche à leurs propres objectifs, on peut citer le cas du palmier à huile ou du coton.

En sus des modes d'organisation des flux et des modes de paiement, les thèmes de recherche devront s'élargir aux différents dispositifs de coordination au sein des filières, tels que les systèmes d'information. Ces travaux auront également des prolongements sur la façon dont les agriculteurs font évoluer le fonctionnement de leurs exploitations en réponse aux nouvelles demandes de leurs clients.





## Conclusion

Les connaissances produites dans le cadre de la thèse touchent des domaines disciplinaires variés, partant de questions initiales relevant de la gestion, de l'économie et des interactions entre planteurs de canne et industriels. La dimension systémique du problème posé, ses relations intrinsèques avec le fonctionnement des systèmes de production canniers comme avec les dispositifs d'incitation et de rémunération des planteurs, facilitaient *a priori* ce questionnement pluridisciplinaire. Pour autant, le processus de production des connaissances n'allait pas de soi, s'agissant de systèmes complexes et d'accès difficile, faisant intervenir de nombreux acteurs qui ne se satisferaient pas d'une simple analyse descriptive de leur situation.

L'intervention a porté ses fruits, tant du point de vue des acteurs qui ont pu valider certaines de leurs hypothèses et évaluer la faisabilité des schémas d'organisation proposés, que des chercheurs qui ont produit de nouvelles connaissances sur le fonctionnement des relations clients-fournisseurs dans ce type de contexte. En ce sens la recherche-intervention fournit bien le cadre méthodologique nécessaire pour traiter de problèmes concrets de gestion, tout en développant une production de connaissances intéressant plusieurs disciplines.



## CONCLUSION GENERALE

Pour faire face à une concurrence accrue sur les marchés internationaux et à la libéralisation des marchés, les filières agroalimentaires, à la recherche de gains de production, évoluent vers de nouvelles stratégies de production. Les modalités de coordination tout au long des chaînes de production - transformation des produits constituent un potentiel de création de valeur pour chacune des entreprises et un des principaux lieux où se joue la rentabilité de la filière. Les objectifs poursuivis sont multiples : augmentation de la réactivité face à des demandes fluctuantes sur les marchés finaux, réduction des coûts de production, amélioration de la qualité des produits... La mise en œuvre de ces stratégies, souvent portées par les opérateurs en aval des filières, suppose de plus en plus une étroite collaboration entre ces derniers et leurs fournisseurs – ou entre les fournisseurs eux même.

En pratique, les questions qui se posent aux opérateurs de la filière concernent :

- la coordination technique entre chacun des maillons de la chaîne. L'enjeu majeur est l'amélioration de la planification industrielle, visant à réduire les stocks et les délais de livraison. Ces nouvelles modalités de gestion des flux de produits passent par la réorganisation des structures logistiques (transport, plates-formes) et une meilleure gestion de l'information entre l'amont et l'aval des filières.
- les incitations, qui visent à pousser chacun à accroître ses performances au regard d'un objectif collectif de croissance tout en faisant coïncider les intérêts individuels. L'incitation est créée pour chaque maillon de la chaîne en fonction de la contribution visée et permet d'assurer le partage des gains générés par la coordination.

D'un point de vue théorique, ces deux types de questions sont souvent traités séparément notamment parce qu'elles relèvent de cadres d'analyse différents, la première touchant principalement les travaux menés en *supply chain* et la seconde étant plus portée par les économistes.

Toutefois, le développement récent de stratégies de collaboration entre entreprises ou entre fournisseurs met en évidence la nécessité de mettre en relation ces deux types de travaux.

Dans les industries agroalimentaires comme la filière canne, fortement contraintes géographiquement, la productivité de la filière dépend de la mise en place de collaborations entre producteurs et industriels mais aussi entre producteurs. Si des démarches de collaborations basées sur des modes de planification et d'organisation raisonnées collectivement entre fournisseurs peuvent générer des gains à l'échelle des filières, l'implémentation de tels accords suppose évidemment que les fournisseurs « jouent le jeu » et aient intérêt à s'engager dans ce type de stratégie. Une part de la valeur créée collectivement doit donc être cédée aux fournisseurs pour les inciter à participer et à modifier leur mode de fonctionnement. Cette question du partage de la valeur apparaît en filigrane des recherches en *supply chain management*, dans le cadre notamment de la mise en place de partenariat de conception ou d'entreprise réseau. L'implémentation de stratégies globales, raisonnées à l'échelle de l'ensemble des fournisseurs, ne peut être effective que si la collaboration profite à chacun des fournisseurs engagés dans ce mode de gestion. La mise en place de ce type de collaboration entre fournisseurs implique une forte intégration des logiques économiques et techniques, des logiques individuelles et collectives.

***Comment intégrer les logiques techniques et incitatives et mettre en relation ces deux domaines de préoccupations? Quels outils fournir aux opérateurs dans une perspective d'aide à la décision et à la négociation au sein des filières ? Telles sont les interrogations qui ont inspiré notre travail de thèse et nous ont guidés pour la conduite de nos recherches.***

***Afin d'y répondre, nous avons associé trois types de démarches :***

- ***des études empiriques*** basées, d'une part, sur l'analyse des relations contractuelles au sein des filières canne réunionnaise et sud-africaine, d'autre part, sur une revue et une comparaison des modes d'organisation des approvisionnements et des modes de paiement existants dans 18 pays sucriers ;
- ***la conception et l'utilisation de modèles, dans le prolongement de l'étude empirique,*** visant à étudier plus précisément certaines des difficultés observées sur le terrain. Il

s'agissait ainsi d'analyser les dispositifs incitatifs et les modes d'organisation des approvisionnements entre les producteurs agricoles sur la base de représentations stylisées des organisations de filière et ce, en mobilisant plusieurs cadres d'analyse portant sur les relations contractuelles, les incitations et le *supply chain management* ;

- enfin, **des démarches d'intervention** visant à aider les opérateurs des filières à résoudre les problèmes mis en évidence, à leur proposer des solutions d'organisation alternatives et les conditions de mise en œuvre de ces solutions.

En mobilisant ces trois types d'éclairage, nous avons pu mettre en évidence l'intérêt de mettre en relation ces deux domaines de préoccupations, tout en développant à la fois des cadres d'analyse de ces questions (au travers de contributions de nature plus théorique) et des outils de simulation plus opérationnels visant à guider les opérateurs dans une démarche de résolution des difficultés sur ces deux domaines. Ces méthodes et ces outils ont effectivement testées puis mis en œuvre sur trois usines, deux à La Réunion et une en Afrique du Sud.

Nous résumons dans ce qui suit les principaux enseignements et les résultats de notre travail et présentons quelques perspectives pour la recherche et pour l'intervention.

### ***Principaux résultats de la thèse***

#### *Conception et évaluation de nouveaux modes de gestion de la qualité*

Dans le cadre de la thèse, nous avons (i) proposé de nouveaux modes de planification des livraisons, permettant d'accroître la valeur globale, conjointement à des modalités de paiement, permettant de redistribuer la valeur produite (ii) mesuré l'efficacité des dispositifs proposés.

Dans un premier temps, nous avons conçu et évalué des modes d'organisation des approvisionnements et de rémunération centrés sur une meilleure gestion de qualité de la matière première. Basés sur une gestion de la qualité raisonnée collectivement, ces modes d'approvisionnement permettent d'accroître la production de sucre à l'échelle du bassin. Nous avons estimé les gains réalisables (i) en améliorant la planification de manière à valoriser la qualité à l'échelle du bassin (ii) en adaptant les incitations à la qualité aux modes de planification existants.

Dans un second temps, nous nous sommes focalisés sur des modes de planification valorisant les différentiels de qualité entre fournisseurs, à l'échelle du bassin. A l'aide d'un

modèle stylisé, nous avons analysé les déterminants de la création et du partage de la valeur au sein de la filière. On montre ainsi que l'efficacité des dispositifs que ce soit d'approvisionnement ou de paiement dépend directement de l'hétérogénéité de la qualité sur le bassin. Plus l'hétérogénéité de la qualité augmente sur le bassin, plus on a intérêt à découper le bassin pour valoriser les différentiels de qualité et accroître la production totale. Toutefois, plus le découpage augmente et plus on valorise de manière individuelle les différentiels de qualité, plus la répartition de la valeur devient complexe. Des modalités de paiement couplant une composante collective (moyenne d'un groupe) et une composante individuelle (production marginale) permettent de redistribuer le revenu de manière positive entre tous, mais génère des transferts de valeur entre groupes et des risques de *free riding*. La mise en œuvre de ces nouveaux modes de paiement se heurte ainsi au problème de la référence choisie pour comparer les fournisseurs.

Enfin, l'implémentation des propositions est dépendante d'un facteur lié à la répartition de la valeur. Cette variable est subjective et dépend d'éléments contextuels propres à chaque filière. La perception de la répartition de valeur sera différente suivant le contexte économique et les objectifs de la filière. A La Réunion par exemple, certaines propositions favorisent une répartition de la valeur en faveur d'un petit nombre de fournisseurs. Ce sont essentiellement les fournisseurs des Hauts de l'île. Ils apportent 18% de la production, mais permettent à l'usine d'atteindre son seuil de rentabilité. Ces fournisseurs, en difficulté, tendent à se reconvertir. Une répartition de la valeur en leur faveur permettrait de les inciter à poursuivre leur activité, vitale pour la survie de la filière. En Afrique du Sud, dans un contexte économique plus libéral, les acteurs misent plus sur la capacité d'adaptation des fournisseurs à des nouvelles conditions d'organisation, les notions « d'équité » de la répartition du surplus généré par de nouvelles formes de coordination passant en second plan.

Ainsi, les dispositifs adéquats sont très dépendants du contexte économique, notamment de la disponibilité des fournisseurs, de leur capacité à se reconvertir et des difficultés rencontrées par les filières.

#### Mise en évidence de solutions « intermédiaires »

Les solutions permettant d'accroître à la fois le revenu individuel et la production collective sont des solutions intermédiaires, non optimales d'un point de vue du *supply chain management* comme des systèmes incitatifs. En effet, on peut considérer que (i) d'un point

de vue du *supply chain*, un système d'organisation des approvisionnements améliore la performance de la *supply chain* s'il permet de se rapprocher du modèle intégré (ii) d'un point de vue des systèmes incitatifs, le mode de paiement à la productivité marginale est le plus efficace pour inciter l'individu à l'effort de production. Toutefois, l'association de ces deux dispositifs, considérés comme « optimaux » d'un point de vue théorique, peut générer des inefficiences ou des dysfonctionnements au sein des filières. C'est ce que montre l'analyse des systèmes de paiement et d'organisation existant dans les principaux pays sucriers.

Les modes de paiement et des modes d'approvisionnements que nous avons conçus sont des solutions « intermédiaires ». Ils permettent d'améliorer la production globale de la filière et le revenu individuel des fournisseurs. Ces solutions n'auraient sans doute pas pu être mises en évidence par des démarches axées uniquement sur les incitations ou sur les chaînes d'approvisionnement. Nous montrons ainsi que la conception concomitante de système d'approvisionnements et de paiement éliminent des solutions optimales au vu du *supply chain management* ou de la théorie des incitations au profit de solutions intermédiaires, qui auraient été écartées si les deux approches avaient été traitées indépendamment ou successivement.

#### *Une démarche originale et des outils d'aide à la décision*

Dans le cadre de cette thèse, nous avons mis en place une démarche d'intervention pour mener conjointement les questions liées à la coordination technique et celles liées aux incitations.

L'intervention a été réalisée sur trois usines et suivies par des comités *ad hoc*, tant d'un point de vue scientifique que technique et local. Elle s'est basée sur des modèles et des outils de simulation que nous avons développés spécifiquement pour les filières canne. La méthode d'intervention a abouti à la construction de deux modèles et deux outils informatiques. Un premier module, MAGI, est dédié à l'organisation des approvisionnements et calcule la production de sucre. Un second module est dédié à l'évaluation de systèmes de paiement et leurs impacts sur le revenu des planteurs. Chacun de ces modules peut être utilisé indépendamment. Un modèle intégrant ces deux modules, PEMPA (Programme d'Evaluation des modalités de paiement et d'Organisation) permet d'évaluer des systèmes couplés. Ces outils sont maintenant en accès libre sur internet et en partie téléchargeable sur le site <http://agri-logistique.cirad.fr>. Ils ont été déposés à l'AFPP (Association Française des Programmes). Ils sont destinés aux chercheurs et aux professionnels de la filière.

Ainsi, les modélisations effectuées fournissent une représentation générique des interactions entre acteurs autour des flux de canne et du partage de la valeur, en faisant émerger les



paramètres clés du fonctionnement du bassin d'approvisionnement et leurs impacts sur ses performances globales et individuelles. Les modèles et les outils qui en sont dérivés demeurent facilement compréhensibles et d'un usage aisé pour un utilisateur au fait de ces questions, tout en conservant le degré de complexité nécessaire à la représentation des processus. Cette double caractéristique (représentation basée sur les paramètres clés et facilité d'usage) permet de multiplier et diversifier les scénarios et d'alimenter la discussion entre planteurs et industriels.

### ***Résultats et perspectives pour les filières canne***

L'ensemble de ces résultats a été soumis aux acteurs des filières, pour les trois usines sur lesquelles nous avons travaillé, via les comités *ad hoc*. Les résultats sont mitigés. L'intervention n'a pas totalement porté ses fruits, dans la mesure où les propositions n'ont pas complètement été adoptées. Mais, comme le souligne Higgins (2007), les changements dans les filières canne sont souvent longs à se mettre en place et se font dans le temps. Ainsi l'intervention a, nous l'espérons, contribué à une évolution globale se traduisant aujourd'hui par une meilleure prise de conscience par les opérateurs des enjeux collectifs associés à la production sucrière et par un certain « relâchement » des tensions entre opérateurs autour de questions initialement extrêmement difficiles à aborder dans un contexte interprofessionnel (comme l'hypothèse d'une réorganisation de l'approvisionnement des usines, celle du regroupement des planteurs ou bien sûr celle d'une modification des méthodes de paiement).

Concrètement, à La Réunion, les résultats ont permis d'alimenter les débats sur les modes de paiement dans le cadre des négociations septennales entre planteurs et industriels. Toutefois, aucun changement effectif n'a eu lieu, en grande partie parce que planteurs et industriels ont eu, à la même période, à gérer les impacts des réformes de l'OCM sucre. En effet, en 2006, une baisse de 36% du prix du sucre sur le marché européen a été annoncée. Cette baisse a finalement été compensée, pour les DOM, en totalité jusqu'en 2013 par des subventions nationales et européennes. Ainsi, planteurs et industriels ont eu lors de la négociation de la dernière convention (négociée tous les sept ans), négocier le maintien des prix du sucre et réfléchir à la redistribution des nouvelles subventions (Masson, 2005, Fusillier, 2007). L'intervention initiale et les propositions n'étaient donc plus la priorité.

En Afrique du Sud, l'intervention a porté ses fruits puisque de nouvelles modalités d'organisation ont été testées en 2006. Sur Sezela, une nouvelle organisation des apports a été testée. Les modalités de paiement n'ont pas été modifiées, notamment parce que les décisions liées à la modification des approvisionnements et celles liées à la modification du

paiement ne dépendent pas des mêmes instances. Dans le premier cas, la décision est prise au niveau de la commission mixte d'usine, dans l'autre, la décision dépend d'une instance supérieure, la SASA et est renégocié tous les 5 ans.

Ainsi, si notre intervention ne s'est pas traduite par un « accord interprofessionnel », elle a mis à jour un certain nombre de dysfonctionnements et déclenché une réflexion sur l'intérêt que pourrait avoir une meilleure collaboration entre opérateurs pour la croissance de la valeur dégagée par la filière et sur la nécessité de modifier ou d'adapter les systèmes de paiement de la canne.

La poursuite de notre démarche d'intervention fait l'objet d'une forte demande de la part des acteurs des filières canne, particulièrement dans le cadre du développement des co-produits de la canne ou de filière dédiée à d'autres produits que le sucre. La priorité actuelle est d'appliquer cette démarche à des filières canne multi-usages ou des filières non dédiées au sucre. Le développement de nouveaux débouchés pour ces filières (éthanol, chimie verte, électricité..) constitue un champ d'application « neuf », dégagée des contraintes ou de négociations historiques parfois paralysantes. Une forte demande émane également d'organisations de planteurs (comme *Canegrowers* en Afrique du Sud) pour redéfinir des modes de paiement et des systèmes d'organisation des approvisionnements pour les filières cannes multi-usages (sucre + autres produits). C'est le cas de Sezela par exemple, valorisant le jus de canne pour le sucre et la bagasse pour le furfural (molécule entrant dans la composition des polystyrènes).

### ***Apports et limites de l'intervention***

Si l'on fait une lecture transversale de la démarche d'intervention qui a été menée, il est intéressant de revenir sur le parcours réalisé dans le cadre de cette intervention. Celle-ci nous a conduits à parcourir, interroger et alimenter différents niveaux théoriques. Le passage par différents niveaux théoriques et le constant aller-retour entre le terrain et les théories ont suivi plus ou moins la chronologie de l'intervention. Dans un premier temps, les questions d'organisation nous ont amenés à faire appel à des méthodes d'intervention relevant de la gestion opérationnelle et du *supply chain management*. Les premiers résultats et les tentatives de mise en œuvre sur le terrain ont buté sur les questions des incitations. Si chronologiquement nous avons débuté l'intervention par l'entrée « *supply chain* », le matériel empirique et les questions posées par le terrain nous ont amenés à faire appel aux théories sur les incitations, relevant de l'économie et dans beaucoup de cas, directement de la rémunération dans l'entreprise. Enfin, le retour sur le terrain, nous pose de nouvelles questions, que ce soit au niveau économique, logistique ou agronomique. Dans le cadre

d'interventions de ce type, il est difficile d'établir avant d'aller sur le terrain une revue de littérature complète et entièrement pertinente. Un constant aller retour de l'un à l'autre a été nécessaire, ainsi qu'une ouverture pluridisciplinaire.

La démarche d'intervention réalisée a fourni les cadres de représentation, les grilles d'analyse et les outils formalisés, permettant de traiter des problèmes concrets posés par les professionnels. En retour l'intervention et l'étude de terrain a permis de mettre en évidence les limites de ces cadres de représentation, puis d'enrichir les cadres de représentation et les outils, tout en soulevant de nouvelles questions, elles-mêmes porteuses de nouveaux travaux et interactions interdisciplinaires. Le processus de modélisation ne peut ainsi pas s'arrêter à l'organisation des flux de canne vers les usines et aux systèmes d'incitations. Des prolongements sont envisageables avec les sciences bio-techniques, touchant la modélisation de la production de sucre par la canne, la dynamique des populations de bio-agresseurs, ou la logistique.

### ***Perspectives de recherche***

Le choix méthodologique qui a présidé à la réalisation du travail et qui visait à confronter plusieurs types d'éclairage sur les problèmes d'organisation de filière, n'a pas permis d'approfondir certains aspects des problèmes identifiés. La démarche de travail adoptée dans cette thèse laisse ouverte, à ce stade, plusieurs interrogations.

Trois points mériteraient à cet égard des approfondissements ultérieurs :

- Nous avons plutôt mis l'accent, dans les différentes parties de cette thèse, sur les dimensions contractuelles des relations entre producteurs agricoles et opérateurs en aval des filières. Or la difficulté rencontrée dans la filière canne à sucre tient pour une part, nous l'avons souligné plus haut, à l'absence d'instances interprofessionnelles de « bon » niveau, légitimes et habilitées à élaborer et à suivre une éventuelle stratégie de filière. Il y a là, nous semble-t-il, un axe de recherche important qui examinerait ***d'une part, les conditions sous lesquelles peuvent émerger de telles instances interprofessionnelles, d'autre part les outils au moyen desquels de telles instances pourraient efficacement construire et piloter des stratégies de filières.*** C'est au croisement d'une analyse institutionnelle des structures de type interprofessionnel et d'une ingénierie de l'aide à la décision et la négociation que pourrait se situer cet axe de recherche.
- Si nous avons mis en évidence l'existence de solutions intermédiaires et analysé les paramètres influençant la performance des dispositifs, nous n'avons pas calculé ni déterminé d'optimums secondaires. Nos modèles itératifs n'ont pas vocation à trouver des solutions

optimisées. ***Une des voies de recherche pourrait être la mise en place d'outils et de modèles d'optimisation, qui prendraient en compte l'hétérogénéité de la qualité.***

- Enfin, une autre question reste en suspens : ***l'adaptation de ces méthodes à d'autres filières agro-alimentaires que la canne et/ ou la mise en place d'une modélisation générique.*** Nous avons réalisé notre démonstration à partir d'une filière spécifique. Cela nous a permis de mettre en évidence la nécessité de mener de front les questions d'incitations et de planification et de mettre au point une méthode et une démarche d'intervention allant en ce sens. Toutefois, à ce stade une modélisation générique pouvant intégrer d'autres filières que la canne n'est pas encore achevée.



## BIBLIOGRAPHIE

Akerlof G.A, 1970, The market of « Lemons »: Quality, uncertainty and the market mechanism, Quaterly Journal of Economics, vol 84, p 488-500

Akerlof, G.A, 1984, Labor Contract as a Partial Gift Exchange, in Akerlof An economist's theorist book of tales, Cambridge University Press, p145-174

Alchian, Demetz, 1972, Production, Information Costs and Economic organisation, American economics Review, vol 62, p 777-795

Aoki M.,1986,, « Horizontal vs. Vertical Information Structure of the Firm », American Economie Review, décembre, 76 (5), p. 971-983.

Aoki, 1988, Information, Incentives and Bargaining in the Japan Economy, Cambridge, Mass. Cambridge University Press.

Aoki M.,1990,, « Toward an Economie Model of the Japanese Firm », Journal of Economic Literature, mars, 27, p. 1-27.

Aoki M.,1996, « The Japanese Firm as a System of Attributes : A Survey and Research Agenda », p. 11-40, dans M. aoki et R. dore, The Japanese Firm-Sources of Competitive Strength, Oxford, Oxford University Press.

Australian Government Publishing Service, 1992, The Australian Sugar Industry. Rapport, 238p

Auzoux., S., Le Gal, P.-Y. & Lejars, C. ,2005,. MAGI : modelling tool for sugarcane supply from field to sugar mill. PARIS: APP, IDDN.FR.001.480035.000.S.P.2005.000.30100, Registered 25 November 2005.

Auzoux S, Lejars C, Lombard M, 2008, PEMPA Programme d'évaluation des modalités de paiement et d'approvisionnement de la canne à sucre, PARIS: APP, IDDN FR 001.490012.000.S.C 2008 000.31235, registered 4 december 2008

Argyris C., Schon D.A. [1978], Organizational Learning : a Theory of Action Perspective, Reading (Mass.), Addison-Wesley

Baron J.N, Kreps D.M, 1999, Strategic human ressources – Frame works for general managers, John Wiley and Sons ed.

Baudry, 2004, La question des frontières de la firme- Incitation et coordination dans la firme réseau, revue économique vol 55 p 247 à 273

- Beamon B., 1998 Supply chain design and analysis: models and methods. *International Journal of Production Economics*, 55 : 281-294.
- Bégué A., Lebourgeois V., E. Bappel, P. Todoroff, A. Pellegrino, F. Baillarin and B. Siegmund, 2008. Spatio-temporal variability of sugarcane fields and recommendations for yield forecast using NDVI. *International Journal of remote Sensing*, 21p. En révision.
- Bezuidenhout C, Le Gal PY, 2006 Integrated Supply Chain Modelling and Application in SugarCane, Launching Workshop Report, Montpellier – 4-6 July 2006, rapport, 12p
- Berg Alexis, 2004, Facteurs explicatifs de l'écart technique ; etude statistique, rapport de stage de césure, 50p
- Berntein F et Federgruen A, 2005 , Decentralized Supply Chains with Competing Retailers Under Demand Uncertainty - *Management Science* 51(1), pp. 18–29,
- Blatherwick, A., 1998, .Vendor Managed Inventory : Fashion Fad Or Important Supply Chain Strategy, *Supply Chain Management*, 3 (1), pp.10-11.
- Bouche R, Attonaty JM 1999, First experiences with a negotiation decision support system contributing to milk price elaboration *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 22, Issues 2-3, Pages 141-155
- Bouyssou, D. et Roy, B.1993 .Aide Multicritère à la Décision : Méthodes et Cas., *Economica*, Paris, 695p
- Brouillac N., 2002, Modélisation spatiale des flux de transport de la canne entre le champ et le centre de réception, *Mémoire de DESS*, 60p.
- Brousseau E, 1993, Les théories des contrats : une revue, *Revue d'économie politique*, vol 103, p1-82
- Brousseau E., Glachant, J.M. ,2002, *The Economics of Contracts*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Buchanan C.,1974, The introduction of a relative cane payment system in the south african sugar industry, *South African Cane growers' Association*: 4p.
- Cachon, G., & Fisher, M. ,2000. Supply chain inventory management and the value of shared information. *Management Science*, 46(8), 1032-1048.
- Cachon, G., & Lariviere, M. A, 2001. Contracting to assure supply: How to share demand forecasts in a supply chain. *Management Science*, 47(5), 629-646.
- Cachon, G. 2002. Supply chain coordination with contracts. Forthcoming in “Handbooks in Operations Research and Management Science: Supply Chain management”, S. Graves and T. de Kok, editors.
- Cachon GP, Lariviere A 2005, Supply Chain Coordination with Revenue-Sharing Contracts: Strengths and Limitations ? *Management Science* Vol. 51, No. 1, , pp. 30–44
- Cadilhon J.-J., Fearne A.P., Moustier P. and Poole N.D., 2003. Modelling vegetable marketing systems in South East Asia: phenomenological insights from Vietnam. *Supply Chain Management: An International Journal*, 8 : 427-441.

Calvinho O., 2003, Pertinence et faisabilité d'une réorganisation des approvisionnements d'une sucrerie de canne : application d'une démarche de simulation au bassin de collecte de Sezela (Afrique du Sud). Mémoire de DAA, INA P-G, 57 p + annexes.

Chen I.J., Paulraj A., 2004. Towards a theory of supply chain management: the construct and measurements. *Journal of Operations Management* 22 : 119-150.

Chastel, J., 1991, Historique des modalités de paiement de la canne à sucre à La Réunion. Première rencontre internationale en langue française sur la canne à sucre, AFCAS, Montpellier.

Cooper et al., 1997 M.C. Cooper, D.M. Douglas and J.D. Pagh, Supply chain management: more than a new name for logistics, *The International Journal for Logistics Management* 8 (1) (1997), pp. 1–14

Coran S, 1999, Gestion d'une exploitation agricole par SIG, rapport de stage, 113 p  
Cox, A. (1999) , .Power, Value and Supply Chain Management. *Supply Chain Management*, 4 (4), pp.167-175.

Croom S., Romano P., Giannakis M., 2000. Supply chain management: an analytical framework for critical review. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6 : 67-83.

CTICS, 2007, Protocole de campagne, rapport de synthèse, 21p.  
[http://www.ctics.fr/index\\_fichiers/protocole2007.pdf](http://www.ctics.fr/index_fichiers/protocole2007.pdf)

D'Aspremont C. et Gerard-Valet L.A., 1979, Incentive and Incomplete Information, *Journal of Public Economics*, vol 11, p 25

David, A. 1996, « Structure et dynamique des innovations managériales », cahiers du Centre de Gestion Scientifique de l'École des Mines de Paris, n° 12, juillet.

David A., 2001. La recherche-intervention, cadre général pour la recherche en management ? In David A., Hatchuel A., Laufer R. eds. *Les nouvelles fondations des sciences de gestion*. Paris, Vuibert-Fnege, : 193-213.

David A, 2002, Décision, conception et recherche en sciences de gestion, *Revue française de gestion* -4 - n°139 pages 173 à 185

Davis SB, Achary M, 2007, Eighty-First Annual Review of the Milling Season in Southern Africa (2005-2006), *Proc S Afr Sug Technol Ass* 80: 10-15

Eliashberg J and Steinberg R., 1987, Marketing-production decisions in an industrial channel of distribution. *Management Science* 33 : 981-1000.

Fauconnier R, 1991, La canne à sucre. Le technicien d'agriculture tropicale, éditions Maisonneuve et Larose.

Favereau O. 1995 "Apprentissage collectif et coordination par les règles: application à la théorie des salaires", in ,Lazaric N., Monnier J. M. (eds), *Coordination économique et apprentissage des firmes* *Economica*, Paris, 23-38.

Fillols E, 2005, L'amélioration de la richesse au champ, synthèse bibliographique, 98p, rapport CTICS



- Fitzroy F R and Kraft K, 1987, Cooperation, productivity and profit sharing, *Quarterly Journal of Economics* 102, 23-36
- FitzRoy F R, 1995, On the choice of incentives in firms, *Journal of economic behaviour and organization*, vol 26, 145-160
- Folkerts H., and Koehorst H. 1997, Challenges in International Food Supply Chains; Vertical Co-Ordination in European agribusiness and Food Industries. *Supply Chain Management*, 2 (1) 11-14.
- Fusillier JL and Pariente P, 2002, Une filière aidée qui redistribue largement. *Economie de la Réunion*, 4<sup>e</sup> trimestre 2002, pp 18-20.
- Fusillier JL, Choisis JP, Lejars C, 2007, Les nouvelles aides à l'agriculture : L'impact de la réforme *Economie de La Réunion- Revue de l'INSEE*, p. 23-33
- Garel G., Kessler A., Midler C. ,1997, « Le co-développement, définition, enjeux et problèmes : le cas de l'industrie automobile », contribution à l'École de printemps en Économie et gestion, École polytechnique - ESSEC - École des Mines, Paris, 5-6 juin.
- Gaucher S., 2002. Organisation de filière et politiques d'approvisionnement. Analyse appliquée au cas des filières agroalimentaires. *Ecole des Mines de Paris*, 343 p.
- Gaucher S., Le Gal P.-Y., Soler L.-G., 2004. Modelling supply chain management in the sugar industry. *Sugar Cane International*, 22(2) : 8-16.
- Gaullier C, Jarrige F, Touzard JM, 1997, Politique de la qualité et rémunération des apports de raisin dans les coopératives viticoles , *Atelier d'économie viti-vinicole*, Dijon (France), 27-28 Nov
- Giles R, Bezuidenout C. N., Lyne P.W.L., 2005. A simulation study on cane transport improvements in the Sezela mill area. *Proc S Afr Sug Technol Ass*, 79: 402-408..
- Grimsdell, K. (1996). "The Supply Chain for Fresh Vegetables: What it Takes to Make it Work." *Supply Chain Management* 1 (1): 11-14.
- Guilleman E., Le Gal P.Y., Meyer E., Schmidt E., 2003. Assessing the potential for improving mill area profitability by modifying cane supply and harvest scheduling: A South African study. *Proc S Afr Sug Technol Ass*, 77: 566-579.
- Hamprecht J., Corsten D., Noll M., Meier E., 2005. Controlling the sustainability of food supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10 : 7 – 10.
- Hatchuel, A., et Molet, H. ,1986, .Rational Modelling in Understanding and Aiding Decision Making: About Two Case Studies., *European Journal of Operational Research*, 24, pp. 178-186
- Hatchuel A, Moisdon JC, 1993, Modèles et apprentissage organisationnel, *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, n°28, pp. 17-32
- Hatchuel, A., 1994. Apprentissages collectifs et activités de conception. *Revue Française de Gestion*, pp. 109–120 June–July

- Higgins AJ, Muchow RC, Rudd AV, Ford AW, 1998, Optimising harvest date in sugar production : A case study for Mossman mill region in Australia. Development of operations research model and solutions, *Field Crops Research* 57, p 153-162
- Higgins AJ, 1999. Optimising cane supply decisions within a sugar mill region. *Journal of Scheduling* 2: 229-244.
- Higgins A.J., Muchow R.C., 2003. Assessing the potential benefits of alternative cane supply arrangements in the Australian sugar industry. *Agricultural Systems*, 76: 623-638.
- Higgins A.J and Laredo L., 2006. Improving harvesting and transport planning within a sugar value chain, *Journal of the Operational Research Society* 57 (4) (2006), pp. 367–376.
- Higgins AJ; Thorburn P, Archer A , Jakku E, 2007, Opportunities for value chain research in sugar industries *Agricultural Systems* Volume 94, Issue 3, P 611-621
- Hoek R, 1998 Measuring the unmeasurable and improving performance in the supply chain, *Supply Chain Management* 3 (4) (1998), pp. 187–192.
- Holmstrom, B. 1979, Moral Hazard and Observability, *Bell Journal of economics*, 10, 74-91
- Holmstrom B, 82, Moral Hazard in teams, *Bell Journal of Economics*, 10, 74-91
- Holmstrom, B. et P. Milgrom. 1991. "Multitask Principal Agent Analysis : Incentives Contracts, Asset Ownership and Job Design." *Journal of Economics and Organization*, 7, Special issue, pp. 24-52.
- Holmstrom B. et Milgrom P, 1994, "The Firm as an Incentive System", *American Economic Review*, 84 (4), pp. 972-91.
- Itoh I. [1991] « Incentives to help in multi-agent situations" *Econométrica*, Vol.59, n°3, p.611-636
- Jeuland, A.P., et Shugan, S.M., 1983, .Managing Channel Profits. *Marketing Science*, 2, pp. 239-272.
- Johnston R., Lawrence P.R.,. 1988. Beyond vertical integration – The rise of value adding partnership. *Harvard Business Review* 88 : 94-101.
- Kandel, E. and Lazear, E. (1992), " Peer Pressures and Partenrship ",*Journal of Political Economy*, vol. 100 no 4: pp. 801–817.
- Kidd J., Richter F.-J., Li X., 2003. Learning and trust in supply chain management. *Management Decision*, 41 : 603-612.
- Kroes S., Fadden JM, 2004, A proposed cane payment formula for Fidji, *Proc Aust Soc Sugar Cane Technol*, vol 26,
- Laffont J.J. et Martimort D,2002, *The Theory of Incentives*, Princeton University Press.
- Larson D, Borell B., 1999, *Sugar Policy and Reform*, World Bank Report. 45p
- Laurent S, 2003, Analyse statistique des courbes de richesse en sucre de la canne pour la gestion de l'approvisionnement d'une usine sur l'île de La Réunion DEA : Bio-statistiques. Option méthodes et outils du bio-statisticien , Université Montpellier 2

Laurent S, 2007, Impact d'une mauvaise spécification de la variance sur la statistique du test F d'un modèle linéaire : étude de séries temporelles de richesse en sucre de canne Thèse de docteur de l'université : Biostatistique. Information, structures et système : Université Montpellier II, 150p

Lazear E, Rosen S, 1981, Rank-Order Tournaments as Optimum Labor Contracts The Journal of Political Economy, Vol. 89, No. 5, pp. 841-864.

Lazear E, 1989, Pay Equality and Industrial Politics, Journal of Political Economy, 97, 561-580

Lazear E, 1998, Personnel Economics for Managers, John Wiley and sons, Inc

Lal, R., Staelin, R. (1984) .An Approach for Developing an Optimal Discount Pricing Policy., Management Science, 30, pp. 720-726.

Le Gal P.Y., Lejars C., Auzoux S., 2003. Magi: a simulation tool to address cane supply chain management Proceedings of the South African Sugar Technologists' Association, vol.77, p. 553-565.

Le Gal P.-Y., Lejars C., Lyne P., Meyer E., 2004. De la diversité spatiale aux performances des bassins d'approvisionnement : cas des sucreries de canne. Cahiers Agriculture, 13(6) : 554-562.

Le Gal PY, Lyne PWL, Meyer E, Soler LG, 2008, Impact of sugarcane supply scheduling on mill sugar production: A South African case study, Agricultural systems Volume 96, Issues 1-3, March 2008, Pages 64-74

Lejars C, Auzoux S, PY Le Gal, 2002, Organisation de l'approvisionnement des sucreries en cannes : Fonctionnement et intérêt du modèle global informatisé MAGI, Actes de colloque, In Perspectives de développement de la canne à sucre en milieu insulaire , Stella Matutina, la Réunion 10p

Lejars C., Letourmy P., Laurent S. 2003 Building and assessing scenarios based on cane quality variations: example of La Réunion Island. Proc S Afr Sug Technol Ass 77: 580-591.

Lejars C., Siegmund B., 2004, Overview of Réunion sugar industry. Proceedings of the South African Sugar Technologists' Association, vol.78, p. 29-37. . Annual Congress Of The South African Sugar Technologists' Association (SASTA). 78, 2004/07/27-30, Mount Edgecombe, Afrique du Sud. .

Lejars C., Le Gal P.-Y., Meyer E., Lyne P., Auzoux S., Siegmund B., 2005. Improved profitability by re-organising mill supply; a decision support approach. Proceedings of ISSCT, 25(2) : 20-24.

Lejars C., 2006a. Evaluation des systèmes de paiement de la canne à sucre: impact du mode de paiement sur la qualité des cannes et sur l'organisation des approvisionnements dans quelques industries sélectionnées Montpellier, France, CIRAD-CA, 53 p + annexes

Lejars C, 2006b, Etude de faisabilité pour de nouveaux scénarios d'approvisionnements valorisant la qualité sur les usines de Beauchamp, de Constance et de Fuel. Rapport de mission, 15p+annexes

Lejars C, Auzoux A, 2008a, Evaluer des systèmes de paiement pour le développement de nouveaux débouchés de la filière, Congrès Afcas Guadeloupe, Gosier mars 2008, T1p20-[www.afcas.info](http://www.afcas.info)

Lejars C., Le Gal P.Y., Auzoux S 2008b. A decision support approach for cane supply management within a sugar mill area. *Computers and electronics in agriculture*, 60 (2) : 239-249.

Lejars C, Auzoux A, à paraître, First experience on implementing sugarcane quality-based payment systems using a decision support system, *Decision Support System*.

Lemistre P, Tahar G, 2004, Salaire incitatif et rémunération des compétences, Les Notes du LIRHE, Note 404, 27p.

Lewin K, 1951, *Field theory in Social Science*, Harper and Row

LMC Int.Ltd, 1997, An evaluation of cane payment systems in selected sugar industries worldwide. Report SS5131 prepared for the World Bank, Washington, USA

Loison S., 1999. Analyse et modélisation de la logistique d'approvisionnement des sucreries de canne à La Réunion et à l'île Maurice. INA-PG - CIRAD - INRA, 53 p. + annexes.

Martiné JF., 2003. Modélisation de la production potentielle de la canne à sucre en zone tropicale, sous conditions thermiques et hydriques contrastées. Applications du modèle. Thèse de doctorat. Paris : Institut national agronomique, 131 p.

Martiné J.F. 2007 Analysis and forecasting of the sucrose content of sugarcane crops during the harvest period in Reunion Island In : ISSCT 2007 : 26th Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists Congress, 29 juillet - 2 août 2007, Durban, South Africa. [Cd-Rom]. Réduit : ISSCT, p. 607-612.

Masclet D, 2003, L'analyse de l'influence de la pression des pairs dans les équipes de travail, Montreal, Cyrano

Masson JM, 2006, Elaboration d'un référentiel technico-économique des exploitations cannières de la Réunion, rapport CIRAD 48p + annexes

Mazoyer J, Berger A, 2003, Comité permanent de coordination des inspections, Révision du protocole de détermination de la richesse saccharine et du prix de la tonne de canne en Guadeloupe, rapport de mission, 28 p + annexes

Masuku Micah Behki, 2004, The role of contractual relationships in the performance of supply chain : the case of the sugar industry in Swaziland, 2003, PhD, faculty of Natural and Agricultural Sciences, Pretoria, 224p+ annexes

Mdivalaydon,1999, Paiement de la canne à l'île Maurice, Control board, rapport, 12p

Minegishi S. et Thiel D., 2000. System dynamics modeling and simulation of a particular food supply chain, *Simulation Practice and Theory*, n°8.

Melo M.T., Nickel S., Saldanha da Gama F., 2005. Dynamic multi-commodity capacitated facility location: a mathematical modeling framework for strategic supply chain planning. *Computers & Operations Research* 33(1): 181-208.

Mentzer, J-T, deWitt W, Keebler JS, Min S, Nix N.W, Smith CD, Zacharia, ZG, 2001, "What is supply chain management? " in Mentzer JT (Ed), Supply Chain Management, Sage Publications, Thousand Oaks, CA, pp 5-24

Midler, C., 1993. L'auto qui n'existait pas. Interéditions, Paris.

Milgrom P., Roberts J., 1992, Economies, Organization and Management, Prentice Hall (N.J.), Englewood Cliffs, p. 88-119.

Milford B, 2008, "Advancing sugarcane: leading and managing change", 2nd ISSCT MANAGEMENT WORKSHOP, Session 2, Townsville, AUSTRALIA, 27 April - 2 May 2008

Min H. and Zhou G., 2002. Supply chain modelling: past, present and future. Computers and Industrial Engineering 43(1-2): 231-249.

Monahan, J.P. 1984 .A Quantity Discount Pricing Model to Increase Vendor Profits., Management Science, 30, pp. 720-726.

Montginoul M. 1997. Une approche économique de la gestion de l'eau d'irrigation : des instruments, de l'information et des acteurs. Thèse doctorale, Université de Montpellier I. 296p.

Moisdon J.-C., 1984. Recherches en gestion et intervention. Revue Française de Gestion, sept.-oct. : 61-72.

Moisdon J.-C., 1997. Introduction générale. In Moisdon J.-C. dir. Du mode d'existence des outils de gestion. Paris, Seli Arslan, : 7-44.

Moor G, 2002. Enhancing Cane Quality Incentives in the South African Sugar Industry- the recoverable value (RV) cane payment system. Farming for RV workshop, Proceedings of the 76th Annual Congress of the South African Sugar Technologists' Association, August 2002.

Moorthy KS, 1987, "Managing channel profits : comment" marketing science, 6,4, page 375-379

Mottis N. and Ponssard J.-P., 1998, "Incitations et création de valeur dans l'entreprise: faut-il réinventer Taylor?", Sociétal, February, p.37-40.

Mottis N, 1999 Des modèles types contextualisés pour une approche intégrée de la firme, Le cas de l'informatique bancaire Revue économique, Vol. 50, No. 1 (Jan., 1999), pp. 127-150

Munson CL , Rosenblatt MJ, 2001 Coordinating a three-level supply chain with quantity discounts - IIE Transactions Volume 33, Number 5

Murray T, 2002. Derivation of the RV formula. Farming for RV workshop, Proceedings of the 76th Annual Congress of the South African Sugar Technologists' Association, August 2002.

Nakhla, M., et Soler, L.G. 1996 .Gestion de Projet et Contrats Dans la Firme., Revue Française de Gestion, sept-oct 96, pp. 17-29.

Nakhla, 2006, L'essentiel du management industriel, ouvrage, édition Dunod, 395p

Neiro S.M.S., Pinto J.M., 2004. A general modelling framework for the operational planning of petroleum supply chains. Computers & Chemical Engineering 28(6-7): 871-896.

- Papaiconomou, 2004, Evaluation de différents systèmes de paiement dans le cadre d'une réorganisation des approvisionnements d'une sucrerie : application d'une démarche de simulation au bassin de collecte de Sezela, Afrique du Sud, Mémoire de DAA Agro Paris Tech, 2004
- Parriaud, J. ,2005, Les ZECAS : Zones d'Études de la Canne À Sucre. Rapport d'avancement travaux. Cirad/CA.
- Petrovic D., 2001. Simulation of supply chain behaviour and performance in an uncertain environment. *International Journal of Production Economics* 71(1-3): 429-438.
- Pluvinage J., de Sainte Maris Ch., Bellon S., Chazoule C., Dubuisson-Quellier S., Fauriel J., Navarrete M., PLenet D., 2005. Valoriser par la qualité les fruits frais en Rhône-Alpes :
- Ponssard, J.P., et Tanguy, H., 1993, .Planning in Firms as an Interactive Process., *Theory and Decision*, 34, pp. 139-159.
- Ponssard J P, 1997, Formalisation des connaissances, apprentissage organisationnel et rationalité interactive, in Dupuy JP et Livet P. *Les limites de la rationalité, La découverte*, Tome 1.
- Pouzet D., Lejars C. 2008, Etude de faisabilité d'une unité pilote de valorisation énergétique de la biomasse cannière en Guadeloupe. 253p, rapport ODEADOM.
- Rademakers, M.F.L., McKnight, P. (1998) .Concentration and Interfirm Cooperation within the Dutch Potato Supply Chain. *Supply Chain Management*, 3 (4), pp.203-213.
- Richard, S , 2002 Le partage du profit comme outil de régulation des comportements d'effort des salariés, XIèmes Journées du SÉSAME, 27p
- Requis E., 1998. La récolte de la canne à sucre chez les petits planteurs sud-africains : organisation générale et rôle des petites entreprises de travaux agricoles. Mémoire de fin d'études INA-PG-CIRAD-INR, 51 p. + annexes.
- Ronnqvist M., 2003. Optimisation in forestry. *Mathematical Programming Journal* 97: 267-284.
- Roy B. 1992. Science de la décision ou science de l'aide à la décision ? *Revue Internationale de Systémique*, 6(5) : 497-529.
- Sachan A., Datta S., 2005. Review of supply chain and logistics research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35 : 664-705.
- Schary, P.B., Skjott-Larsen, T., 1995. *Managing the Global Supply Chain*. Copenhagen Business School.
- Schawell S. 1979, "Risk sharing and incentives in the principal and agent relationship", *Bell Journal of Economics*, 10, pp. 55-73.
- Schmid A.A, Soroko D, 1997, Interest groups, selective incentives, cleverness, history and emotion : The case of the American Soybean Association, *Journal of Economic behaviour and organisation*, vol 32, 267-285
- Simon H. A. (1969) *The Sciences of the Artificial*. Cambridge MA: MIT Press.

- Simatupang, T.M., Wright, A.C., Sridharan, R., 2002. The knowledge of coordination for supply chain integration. *Business Process Management Journal* 8 (3), 289–308.
- Shah N., 2005. Process industry supply chains: advances and challenges. *Computers and Chemical Engineering*, 29 : 1225-1235.
- Shimizu K, 1991, Le modèle industriel et la culture industrielle du toyotisme, mimeo, IRIS Travail et Société, Université de Paris Dauphine, 15p.
- Singels A. and Bezuidenhout C.N., 2002. A new method of simulating dry matter partitioning in the Canegro sugarcane model. *Field Crop Research*, 78 : 151-164.
- Soler, L.G., et Tanguy, H. (1996) .Contrats, Planification et Systèmes de Gestion au Sein de la Firme., *Sociologie du Travail*, 4, pp. 509-526.
- Soler, L.G., et Tanguy, H. (1998a) .Coordination Between Production and Commercial Planning : Organisational and Modelling Issues., *International Transactions in Operational Research*, 5(3) pp. 171-188.
- Soler, L.G., et Tanguy, H. (1998b) .Contrats et Négociations dans le Secteur des Vins de Champagne., *Gérer et Comprendre*, mars 1998, pp. 74-86.
- Spekman RE, Kamauff JW, Myhr N, 1998, An empirical investigation into supply chain management: A perspective on partnerships, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol 28- 8 pp 630 - 650
- Teissier P., Dagallier J.C., Lejars C., Rondeau P, 2002. Modélisation spatiale des flux de transport de la canne entre le champ et le centre de réception, In : Perspectives de développement de la canne à sucre en milieu insulaire, actes du colloque, Stella Matutina, Réunion, du 2 au 5 octobre 2002. Ile de la Réunion, 13 p.
- Thepot J. 1995. La modélisation en sciences de gestion ou l'irruption du tiers. *Revue Française de Gestion*, 102 : 66-70.
- Thomé 2003, Recherche des facteurs cultureux et post-cultureux influençant la richesse en sucre des cannes à sucre produites à la Réunion, mémoire de DAA Agro Rennes, 47p
- Thorburn et al., 2006 P.J. Thorburn, A.A. Archer and P.A. Hobson et al., Value chain analysis of whole crop harvesting to maximise co-generation, *Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologist* 28 (2006), pp. 37–48
- Tirole J., 1995, Théorie de l'organisation industrielle, livre, tome 1 et tome 2, Editeur : Economica Collection : Economie & Statistiques Avancées
- Touraine, 1965, Sociologie de l'action, Seuil.
- Touzard JM, Jarrige F, Gaullier C, 2001, Qualité des vins et prix du raisin : trios lectures du changement dans les cooperatives vinicoles du Languedoc. Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le Développement, INRA-SAD, 20p.
- Tsay A, 1999 , Modeling Supply Chain Contrats, a review In Quantitative models for supply chain management. Edited by Sridhar Tayur, Ram Ganeshan, Michael Magazine Kluwer's International series

Valeschini et Capillon, 1993, La coordination entre exploitations agricoles et entreprises agro-alimentaires. Un exemple dans le secteur des légumes transformés. *Etud. Perch. Syt. Agraires, Dev*, 1998, 31, 259-275

Valeschini E, 1996, Contracts between growers and Processors in the European Vegetable Processing industry, OECD, Directorate for Food Agriculture and Fisheries Committee for Agriculture, Group on Fruit and Vegetables, 25p.

Van der Vorst J.G.A.J, Beulens A.J.M., van Beek P., 2000. Modelling and simulating multi-echelon food systems. *European Journal of Operational Research* 122(2): 354-366.

Viet, N 2004, Mise en place d'outils d'aide à la décision adaptés à la régulation interprofessionnelle des vins de champagne, Thèse pour le doctorat en Sciences économiques, université Champagne Ardennes, 326 p

Weng, Z.K., 1995, Channel Coordination and Quantity Discounts., *Management Science*, 41, pp. 1509-1522.

Williamson O, 1975, *Markets and hierarchies: Analysis and antitrust Implications*, New York, The free press.

Williamson O, 1994 "Transaction cost economics and organization theory," *Handbook of Economic Sociology*, N. Smelser and R. Swedberg (eds.), Princeton University Press, Princeton, N. J., pp. 77-107,

Williamson O, 1996, *The mechanism of Gouvernance*. Oxford University Press

Wynne, A.T. 2007 Cane quality payment incentives to optimise the production of sugar, ethanol and cogeneration, *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.*, Vol. 26,

Ziggers G.W., Trienekens J., 1999. Quality assurance in food and agribusiness supply chains: developing successful partnerships. *International Journal of Production Economics*, 60-61 : 271-279.

Zhou H, Benton WC, 2007, Supply chain practice and information sharing. *Journal of Operations Management*, 2007 Volume 25, Issue 6, Pages 1348-1365





# **ANNEXES**



## ANNEXE I :

### LA QUALITE DES CANNES : DEFINITION ET FACTEURS DE VARIABILITE

#### 1. Définition de la qualité de la canne, de la parcelle à l'usine.

##### a) Qualité « perçue » et qualité mesurée.

La notion de « qualité de la canne » est délicate à définir. Elle dépend du point de vue que l'on considère (planteurs ou industriels), des méthodes de quantification de la qualité (différentes dans chaque pays producteurs), et de l'étape de production où elle mesurée.

Au niveau industriel, par qualité de la canne, on entend qualité technologique, c'est à dire la teneur en saccharose et la facilité d'extraction de ce saccharose. La facilité d'extraction du saccharose dépend en grande partie de la teneur en fibre et en autres sucres (notamment en glucose et fructose) de la canne traitée. En effet, la présence de fibres gêne mécaniquement l'extraction du jus sucré, tandis que la présence d'autres sucres gêne l'extraction du saccharose lors du processus de cristallisation du sirop.

La qualité mesurée est celle qui intéresse directement les planteurs, puisqu'elle intervient dans les modalités de paiement de la canne.

Les méthodes d'évaluation de la qualité peuvent être différentes dans chaque pays producteurs. Les indicateurs de qualité utilisés sont globalement calculés à partir des mesures de teneur en saccharose, en fibre et en non sucre, toutefois les coefficients et les paramètres utilisés dans les formules de calcul diffèrent suivant les pays. De plus, les mesures ne sont pas nécessairement effectuées aux mêmes étapes de production (elles peuvent être faites à la livraison ou à l'usine après broyage). Par exemple, à la Réunion, l'indicateur de qualité utilisé est la richesse. Elle est mesurée à partir d'échantillons prélevés à la livraison et évalue la teneur en saccharose extractible de la canne. En Afrique du sud, l'indicateur est le « Recoverable Value ». Il est mesuré après broyage de la canne à l'usine, et évalue la valeur sucre et mélasse.

Ces indicateurs permettent de quantifier la qualité et constituent ainsi une source importante de données. Ils sont le fruit d'un compromis entre les planteurs et les industriels et sont ainsi une définition partagée de la qualité.

##### b) Qualité de la canne au champ et qualité de la canne livrée.

L'élaboration de la qualité et de la teneur en sucre résultent d'une série de processus qui interviennent et interfèrent non seulement au champ lors de la maturation de la canne, mais aussi, lors de la récolte et du transport, puis à l'usine, au cours des premières étapes du traitement industriel.

- **Qualité de la canne produite au champ.**

D'après Fauconnier (1991), on peut décomposer le cycle de la canne en une période de croissance, pendant laquelle s'élabore le rendement en canne (t/ha) et une période de maturation, pendant laquelle s'élabore le rendement sucre. Schématiquement, cela revient à dire que lorsque la canne ne croît plus, sa richesse en sucre augmente : la disparition des

conditions favorables à la croissance entraînerait donc le passage à la phase de maturation. Une phase de surmaturation peut suivre (notamment après la floraison lorsqu'elle se produit), au cours de laquelle la richesse de la canne diminue.

La teneur en sucre de la canne à la récolte dépend donc de :

- La situation climatique (stress hydrique et stress thermique).

La teneur en sucre de la canne à la récolte dépend essentiellement des conditions d'humidité et de température observées pendant les mois précédents la coupe. Ainsi, un léger stress hydrique et des températures moyennes faibles favorisent l'accumulation de saccharose dans les tiges, au détriment des fibres et autres sucres.

- L'itinéraire technique

Le calendrier de coupe conditionne l'état de maturité de la canne à la récolte.

Le choix variétal est essentiel dans la mesure où il influe notamment sur la teneur en saccharose potentielle et la date éventuelle de floraison.

L'utilisation de maturateurs, la longueur de l'intervalle entre deux coupes, la fertilisation azotée (dates d'apports), l'irrigation (sevrage) influencent également la teneur en saccharose des cannes récoltées.

- **Qualité des cannes livrées**

La canne se dégrade très vite après la récolte. Après 24 heures, on peut observer une diminution du saccharose cristallisable par fermentation et une production par des microorganismes de composés rendant l'extraction plus difficile.

Ainsi, la qualité de la canne produite au champ évolue entre la récolte et la livraison. Plusieurs facteurs interviennent :

- Les délais d'acheminements.

Ils contribuent à une perte qualitative, et s'accroissent après 24h. La vitesse de dégradation dépend des conditions de température et d'humidité. L'impact du délai d'acheminement varie suivant les conditions climatiques (une forte humidité accroît la vitesse de dégradation de la canne), mais aussi suivant l'état de la canne récoltée.

- Les techniques de coupe

Toutes blessures de la tige augmentent la vitesse de dégradation : selon les modes de récolte, la vitesse est donc plus ou moins importante. Ainsi des cannes tronçonnées et/ou brûlées vont être extrêmement instables et doivent être traitées immédiatement. La coupe mécanique et les méthodes de chargement qui impliquent des manipulations de la canne par des griffes rendent les cannes sensibles à la dégradation. Enfin, les techniques de coupe (dépaillée ou non) influe également sur la richesse finale.

**Conclusion : Si la qualité de la canne au champ résulte de facteurs climatiques et agronomiques, la qualité mesurée à l'usine est fortement dépendante de l'organisation de la récolte, du transport et du système d'approvisionnement à l'usine.**

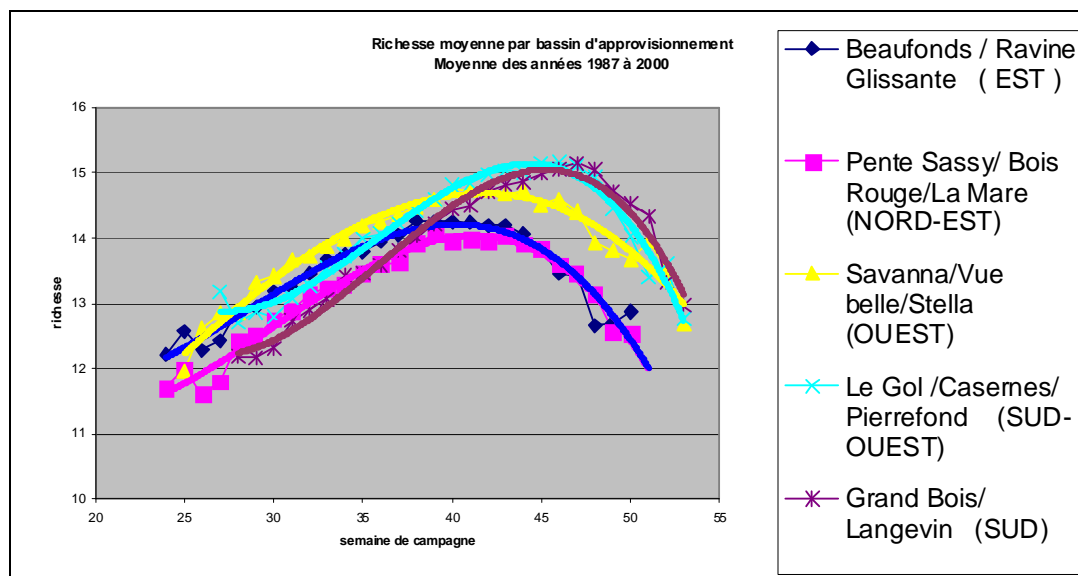
## **2. Une forte variabilité qualitative des cannes livrées au cours de la campagne**

Globalement, l'évolution de la qualité des cannes livrées au cours de la campagne suit une même tendance pour l'ensemble des chargements : en moyenne, la richesse en sucre croît jusqu'au 3/4 de la campagne où elle atteint un maximum, puis diminue à la fin de la campagne. A la Réunion, la richesse augmente jusqu'en septembre, est optimale en octobre-novembre, et diminue en fin de campagne.

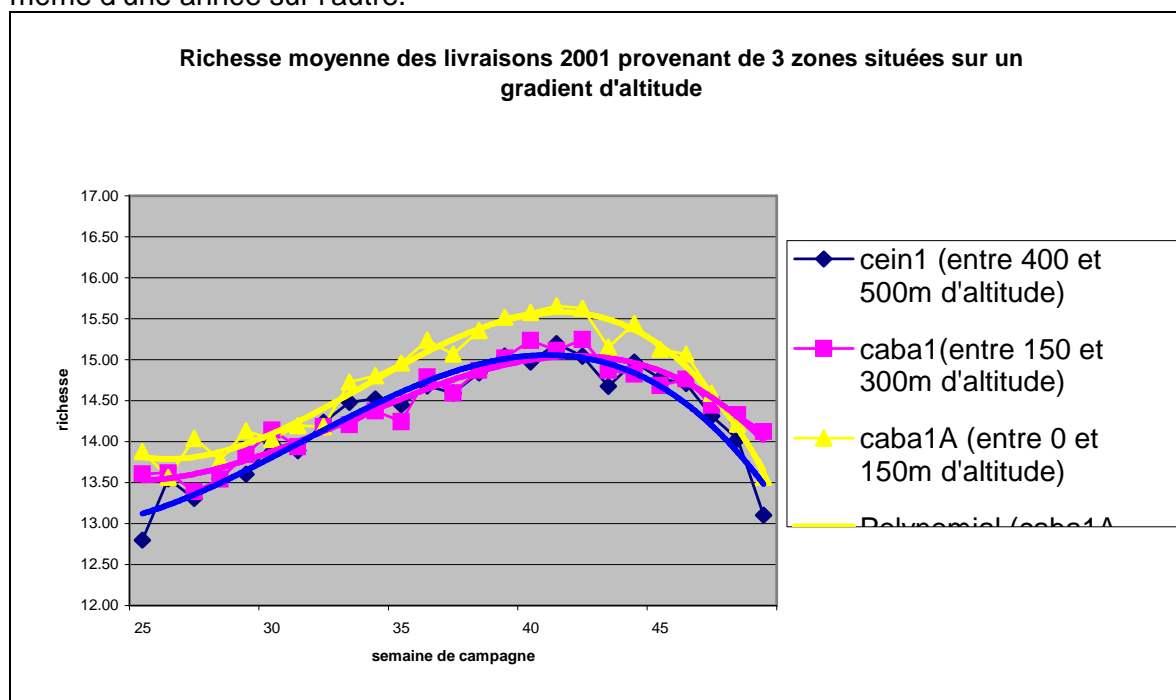
Toutefois, il existe aussi une forte variabilité qualitative, d'une part entre zones de provenance et d'autre part entre exploitations.

- **Des variations qualitatives entre zones de provenance**

Les graphes ci-après, réalisés à partir de données réunionnaises illustrent les différences tendancielle entre différentes zones de provenance. Le premier graphe montre les différences de richesse existant entre le nord et le sud de l'île, puis l'est et l'ouest. Le second montre des variations liées à l'altitude.



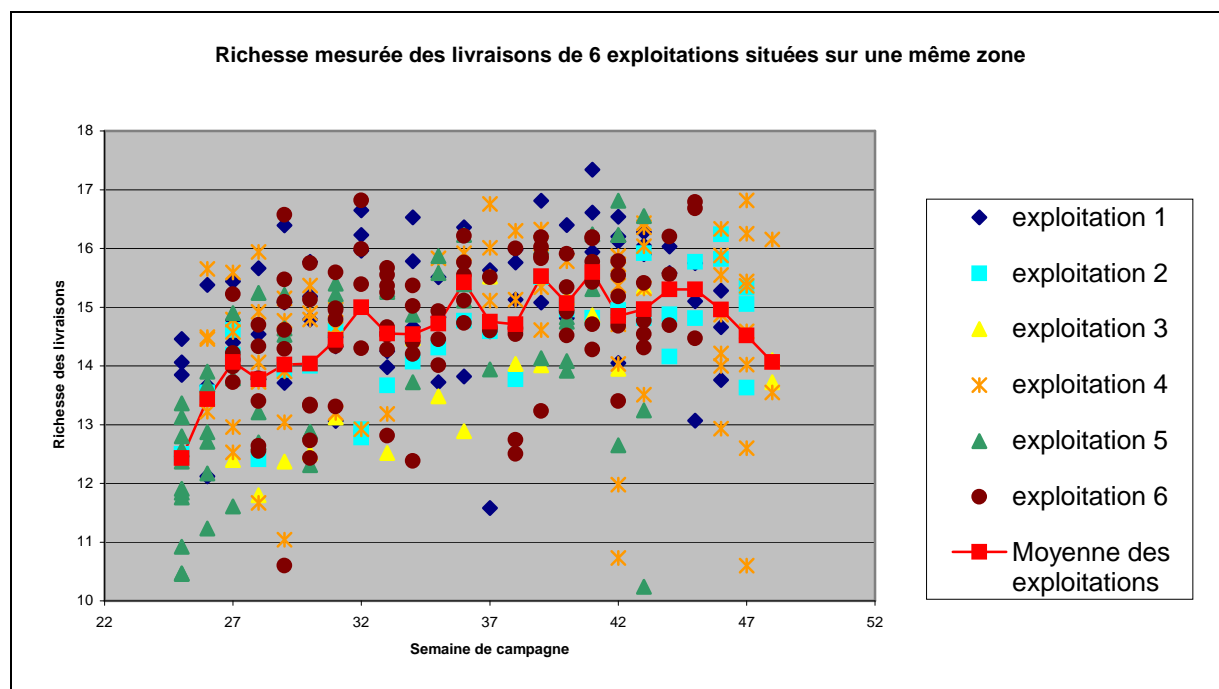
*figure1 : Evolution de la richesse moyenne sur des bassins de collecte à la Réunion.*  
Remarque : Ces données sont moyennées sur plusieurs années, mais la tendance est la même d'une année sur l'autre.



*Figure 2 : Evolution de la richesse de cannes livrées provenant de 3 zones situées sur un gradient d'altitude, au sein d'un même bassin de collecte.*  
Remarque : On obtient des courbes similaires avec les données 2000 et 1999.

- Des variations qualitatives entre exploitations

Enfin, le graphe ci-dessous montre la forte variabilité de qualité entre livraisons provenant d'exploitations différentes. (Les exploitations choisies ici proviennent du même bassin de collecte et sont à une même altitude).



*Figure 3 : Richesse de toutes les livraisons provenant de 6 exploitations différentes situées sur un même îlot (même altitude, même bassin de collecte, toutes variétés confondues)*

**Conclusion :**

Au vu de ces graphes, la variabilité qualitative des livraisons peut provenir :

- de différences de pratiques culturelles, de mode de gestion, de délais d'acheminements entre exploitations
- d'une diversité structurelle, liée plus particulièrement à des différences pédologiques et climatiques.

Ces 2 sources de variabilités ne sont pas indépendantes et il existe très certainement une **interaction forte entre pratiques culturelles et climat.**

## ANNEXE II

### LE DISPOSITIF D'AIDES ET DE SOUTIEN A LA FILIERE CANNE A SUCRE MIS EN PLACE EN 2006, SUITE AUX ACCORDS DE L'OCM SUCRE

(Fusillier, Choisis, Lejars, 2007)

L'agriculture réunionnaise a franchit en 2005-2006, une étape déterminante pour son avenir avec la renégociation des dispositifs de soutiens publics intégrant l'application des réformes de la politique agricole européenne (essentiellement l'Organisation Commune du Marché du sucre) et le renouvellement des mesures nationales et européennes (Poseidom) spécifiques au secteur agricole des régions d'outre-mer. Dans la plupart des pays industrialisés, les aides publiques jouent un rôle décisif dans le développement ou le maintien de l'agriculture. A la Réunion ces aides sont d'autant plus importantes qu'elles visent à compenser les handicaps structurels à la compétitivité du secteur agricole induits par un contexte physique (insularité, isolement, climat, relief..) et social (pression foncière, coût des facteurs de production, petites structures d'exploitation...) particulièrement contraignant. Quelques chiffres donnent la mesure de leur importance. Les aides publiques directes à l'agriculture réunionnaise (il existe également des aides indirectes tels que l'intervention sur les marchés pour soutenir le prix au producteur, moins faciles à évaluer) représentent en 2005, 18% de la valeur marchande de la production (soit 53 M€ pour une valeur de la production nette de subvention d'environ 300 M€). Ces aides directes assurent 40% du revenu global des agriculteurs en 2005, soit un taux de soutien qui est comparable à celui qui prévaut en métropole. Ce taux est appelé à croître fortement avec le nouveau dispositif d'aides mis en place à partir de 2006 et notamment du fait de la compensation par des aides directes, de la baisse du prix garanti du sucre sur le marché européen. Le transfert des soutiens indirects par les prix garantis vers des aides directes aux agriculteurs, en train de s'opérer suite à la réforme de l'OCM sucre, va rendre les soutiens plus transparents.

#### *Objectifs de la filière : maintenir et pérenniser la production*

En canne à sucre, la production a connu un déclin dans les années 1990, suivi d'une stagnation depuis 1999, essentiellement en raison des pertes de surfaces passées à l'urbanisation et d'une adhésion encore limitée des producteurs aux techniques les plus intensives. Ainsi, le quota qui assure un débouché garanti au sucre réunionnais sur le marché européen, confirmé par la récente réforme de l'OCM sucre, est loin d'être satisfait. L'objectif stratégique de la profession est d'amorcer une reprise et de tendre vers un niveau de production de 2,5 millions de tonnes de canne en stabilisant la surface cultivée et en augmentant les rendements. Le maintien d'un volume de production suffisant est en effet le point critique pour la pérennité de la filière sucre, tributaire d'un outil industriel peu flexible avec un seuil élevé de rentabilité. Un objectif connexe est d'assurer un revenu attractif aux planteurs et d'améliorer leur compétitivité par la mécanisation, l'irrigation, et plus généralement l'innovation technique.

#### *L'évolution du dispositif de soutien*

Suite aux réformes de l'OCM Sucre en 2006, le prix garanti du sucre sur le marché européen est en baisse de près de 40%. Cette baisse sera progressive et le prix de la canne à La Réunion serait passé de 39,09 euros par tonne (pour l'année 2005) à 17,04 euros pour la campagne 2009-2010, si une enveloppe compensatoire n'avait été allouée aux filières canne dans les DOM, afin de maintenir le prix de la canne aux planteurs et stabiliser la production de canne. Ainsi, pour la Réunion, une aide communautaire d'adaptation de l'industrie sucrière évoluant de 31,5 M€ en 2006 (année campagne cannière) à 44,1 millions d'euros dès 2009, complétée par une aide nationale de 25 millions seront attribuées en totalité dès



2009. Par ailleurs, les aides à la production et aux investissements seront maintenues. Le détail des aides et des modifications est donné dans le tableau ci-après.

	Avant 2006	Après 2006
Prix de la tonne de canne	39,09 €/t	39,09 €/t par compensation – cf. ci-dessus
Aide à la production	<u>Aide à la production</u> 34,72 M€  <u>Aide au transport</u> : 3,20 euros/t	<u>Aide à la production</u> : 34,72 M€  Aide forfaitaire d'adaptation de l'industrie sucrière à la compensation de la baisse du prix du sucre (31,496 M€ en 2006, 44,1 M€ à compter de 2009)  <u>Aide au transport</u> : 6,97 M€ / an
Aide zones difficiles	<u>ICHN</u> : 3,378 M€	<u>ICHN</u> : 4,489 M€  <u>Prime de soutien aux zones difficiles</u> : 1M€ / campagne
Aides conditionnées à des pratiques environnementales	<u>CAD</u> concerne 2230 hectares, 4800 € par an et par exploitation pour 5 ans	<u>M.A.E.</u> est prévue destinée directement aux planteurs, liée à la surface.
Aides aux investissements	<u>Aide à la replantation</u> (financement DOCUP) : 1664 €/ha (prime base + prime correction sol + BETEL)  Aides aux améliorations foncières sur DOCUP jusqu'en 2006-2007 : environ 3M€/campagne	<u>Aide à la replantation</u> (financement DOCUP) : 1664 €/ha jusqu'en 2006-07 ; puis financement FEADER = 2000 €/ha  <u>Soutien à la replantation</u> (fin. Industries)= soutien en trésorerie dont 20% en subvention : Prêt 1000 €/ha dont prime 200 €/ha pour plantation canne sur canne Prêt 2000 €/ha dont prime 400 €/ha pour plantation nouvelle  Aides aux améliorations foncières sur FEADER à compter de 2007-2008

Tableau 1 : Evolution des aides à la production de canne à sucre

L'ensemble de ces fonds doit servir non seulement à maintenir le prix de la tonne de canne, mais également à soutenir les investissements, à favoriser la replantation et l'aménagement des parcelles pour la mécanisation, ainsi qu'à maintenir la production de canne en zones difficiles.

L'aide forfaitaire d'adaptation de l'industrie sucrière devra couvrir :

- la compensation de la baisse du prix de sucre pour maintenir le prix de la canne à 39,09 €/t
- les frais d'écoulement du sucre,
- la prime de soutien aux zones difficiles,

- le complément de financement de la prime bagasse-production,
- le dispositif de soutien à la replantation (avance en trésorerie dont 20% non remboursé)
- les actions de développement agricole, notamment les pôles canne qui constituent des services de proximité aux planteurs en regroupant par bassin de production, l'ensemble des structures d'appui

L'aide à la production se traduit par un acompte découplé calculé sur la surface déclarée et un solde calculé sur une base couplée au tonnage total livré. Sa redistribution se fait suivant un nouveau barème dégressif, simplifié par rapport à celui de la convention précédente dans la mesure où le nombre de tranches de tonnages pris en compte est diminué de moitié. A coûts de production fixes, ce différentiel a un effet globalement positif en terme de revenu de l'exploitation pour l'ensemble des exploitations (comme le montre la figure 2). Seuls les pluriactifs (avec l'agriculture comme activité secondaire), pour lesquels l'aide à la tonne est diminuée à 1€, seront pénalisés par le nouveau dispositif (mais leur effectif est réduit).

Deux nouvelles conditionnalités d'aides apparaissent ainsi dans la convention 2006-2015 :

- Afin de maintenir les surfaces en canne, une pénalité est appliquée sur l'aide à la production (source Etat), pour les exploitations supérieures à 10 hectares, si une baisse de plus de 10 % de la surface en canne est constatée par rapport à la campagne précédente. Cette conditionnalité n'est pas appliquée aux exploitations de moins de 10 hectares. La diversification des cultures leur est indispensable ainsi qu'aux autres filières agricoles.
- Afin de maintenir la productivité, les exploitations ayant un rendement inférieur à 50 % de la moyenne de la zone où elles se trouvent ne bénéficieront de l'acompte qu'à hauteur de 180 €/ha.

Compte tenu de la baisse alarmante des surfaces replantées en canne, un dispositif spécifique a été mis en place sur les campagnes 2007 à 2010 avec un objectif de replantation de 8000 ha. Outre les soutiens habituels, une aide exceptionnelle comprenant une avance remboursable (de 4/5 du montant total) et une prime (1/5 du montant) est versée par les industriels, d'un montant de 1000 € /ha pour les replantations canne sur canne et 2000 €/ha pour les replantations nécessitant des travaux fonciers.

Enfin, les nouvelles aides sont peu conditionnées à des pratiques environnementales. Seule une mesure agri-environnementale est prévue dans le cadre du programme de développement rural 2007-2013. Destinée aux planteurs, cette aide sera découplée de la production et liée à la surface.



### ANNEXE III

#### MODES DE PAIEMENT DE LA CANNE DANS QUELQUES INDUSTRIES SELECTIONNEES : TABLEAU RECAPITULATIF.

(Inspiré de LMC Int.Ltd,1997)

PAYS	Partage planteurs/Industriels	Base du paiement	Paiement relatif	Echantillonnage		Analyse des cannes			Co-produits	
				Individuel	Moyenne planteurs	Directe	Indirecte	Matiere etrangere	Propriété usinie	Allocation planteurs
Argentine	TRS négocié	TRS	non		*		*	*		
Australie	Partage variable	CCS	oui	*(b)			*	*	*	
Brésil										
Colombie	Base fixe	TRS	non	*(c)					*	
Fidji	Base fixe, négociée tous les 3 ans	Tonnage	non				*			
France - Guadeloupe	Base variable	Richesse	non	*		*(d)				*
France-Reunion	Base variable	Richesse	non	*		*(d)				*
Inde	Fixed price for sugarcane	tonnage	non					*		
Jamaïque	Base variable	TRS	oui	*		*(d)				
Maurice	Base fixe	TRS	oui	*(e)		*(d)				*
Mexique	Base fixe	TRS	non		*					*
Philippines	Base fixe (dépendant de la production totale)	TRS		*(b)			*	*		
Afrique du Sud (avt00)	Base fixe	SC	oui	*		*(f)			*	
Afrique du Sud (depuis 2000)	Base fixe	RV	oui	*		*(f)			*	
USA Floride	Base fixe	SC	non	*			*	*		
USA Louisiana	Base fixe	TRS	non	*		*(d)				
Swaziland	Base fixe (quota de saccharose)	SC	non	*						
Thaïlande	Base fixe	CCS	non	*(b)			*	*		

- (a) TRS : Theoretically recoverable sugar ; CCS : commercial Cane Sugar; RV: Recoverable Value
  - (b) Echantillonnage individuel du premier jus, fibre moyenne de l'usine
  - (c) Echantillonnage individuel du premier jus, dans plusieurs usines, mais pas pour la totalité
  - (d) Analyse de carotte prélevé sur le chargement, puis du jus pressé.
  - (e) Test réalisé sur des groupes de planteur si leur livraison individuelle est inférieure 500 000t
- Echantillon prélevé sur le tapis, à l'usine, sur après broyage du chargement.

**Articles :**

- Australian Government Publishing Service, (1992), The Australian Sugar Industry. Rapport, 238p
- Control board/ Mdivalaydon (1999), Paiement de la canne à l'île Maurice, rapport, 12p
- Buchanan C. (1974). The introduction of a relative cane payment system in the south african sugar industry, South African Cane growers' Association: 4p.
- Chastel, J. (1991). Historique des modalités de paiement de la canne à sucre à la Réunion. Première rencontre international en langue française sur la canne à sucre, AFCAS, Montpellier.
- Donald F.Larson, Borell.B. (1999), Sugar Policy and Reform, World Bank Report. 45p
- Kroes S., Fadden JM (2004), A proposed cane payment formula for Fidji, Proc Aust Soc Sugar Cane Technol, vol 26,
- LMC Int.Ltd (1997), An evaluation of cane payment systems in selected sugar industries worldwide. Report SS5131 prepared for the World Bank, Washington, USA
- Matibiri, B. (1997). The influence of drought on cane quality and yield, and its effect on the current cane payment system in Zimbabwe. South African Sugar Technologists' Association
- Mazoyer J, Berger A, (2003), Comité permanent de coordination des inspections, Révision du protocole de détermination de la richesse saccharine et du prix de la tonne de canne en Guadeloupe, rapport de mission, 28 p + annexes
- Micah Behki Masuku, 2004, The role of contractual relationships in the performance of supply chains : the case of the sugar industry in Swaziland, 2003, PhD, faculty of Natural and Agricultural Sciences, Pretoria, 224p+ annex
- Moore, G. (2002). Enhancing cane quality incentives in the SA sugar Industry-The recoverable Value (RV) cane payment system. Farming for RV workshop. Annu Sug techn Ass.
- Murray, T. (2002). The derivation of the RV formula for cane payment. Ann Con south african techn ass.

**Site internet de référence :**

[www.procana.org](http://www.procana.org)

[www.alcobar.org.br](http://www.alcobar.org.br)

[www.unica.com.br](http://www.unica.com.br)

[www.copersucar.com.br](http://www.copersucar.com.br)

<http://ifap.org>

[www.prosi.net.mu](http://www.prosi.net.mu)

## **ANNEXE IV : LE LOGICIEL MAGI**

(Auzoux S, Lejars C, Le Gal PY, 2005)

Centré sur la gestion hebdomadaire des flux de cannes d'une unité de production à l'usine, MAGI donne une représentation du déroulement de l'approvisionnement d'une usine sur une campagne sucrière.

MAGI s'appuie sur une représentation spatiale des flux de canne jusqu'à l'usine. Il se fonde, d'une part, sur un découpage du bassin cannier sur 3 niveaux : Usine, Opérateurs Intermédiaires (OI) et Unités de Production (UP), d'autre part, sur la caractérisation des acheminements de chaque unité de production vers l'usine.

Une unité de production (UP) est une entité élémentaire postulée ou traitée comme étant homogène du point de vue de la qualité des cannes livrées et des règles qui leur sont appliquées par l'usine dans la gestion des processus de planification et de pilotage de l'approvisionnement. Les Opérateurs Intermédiaires (OI) sont des entités agrégeant les apports de différentes unités de production. Elles sont caractérisées par leur Capacité de transfert, de transport ou de charge suivant leur type. L'usine est le troisième niveau de la représentation de l'organisation structurelle du bassin de collecte. Elle représente une demande quantifiée par une capacité de transformation des cannes.

Les acheminements représentent les itinéraires de la canne de la parcelle à l'usine. Ils sont caractérisés par des éléments de dimensionnement des équipements de transport et de réception.

Une structure pyramidale a été adoptée, constituée de n entités par lesquelles transitent les flux de canne. A la base de la pyramide se trouvent les unités de production qui livrent aux opérateurs intermédiaires. Il peut y avoir plusieurs niveaux d'opérateurs mais chaque entité ne peut livrer qu'à une et une seule entité de rang supérieur.

Un scénario regroupe l'ensemble des hypothèses concernant le déroulement d'une campagne pour un bassin d'approvisionnement en cannes à sucre. Il est construit autour d'une seule usine. Une bibliothèque de scénarios est constituée pour chaque usine étudiée. MAGI permet ainsi de tester différents scénarios d'approvisionnement dans le but d'augmenter la production en sucre à la sortie usine, d'exploiter au mieux les pics de richesse et de minimiser les pertes pour avoir une meilleure qualité, mais aussi de prévoir des marges de manœuvre suffisantes dans le cas d'aléas (arrêt usine, panne transporteurs, intempéries...)

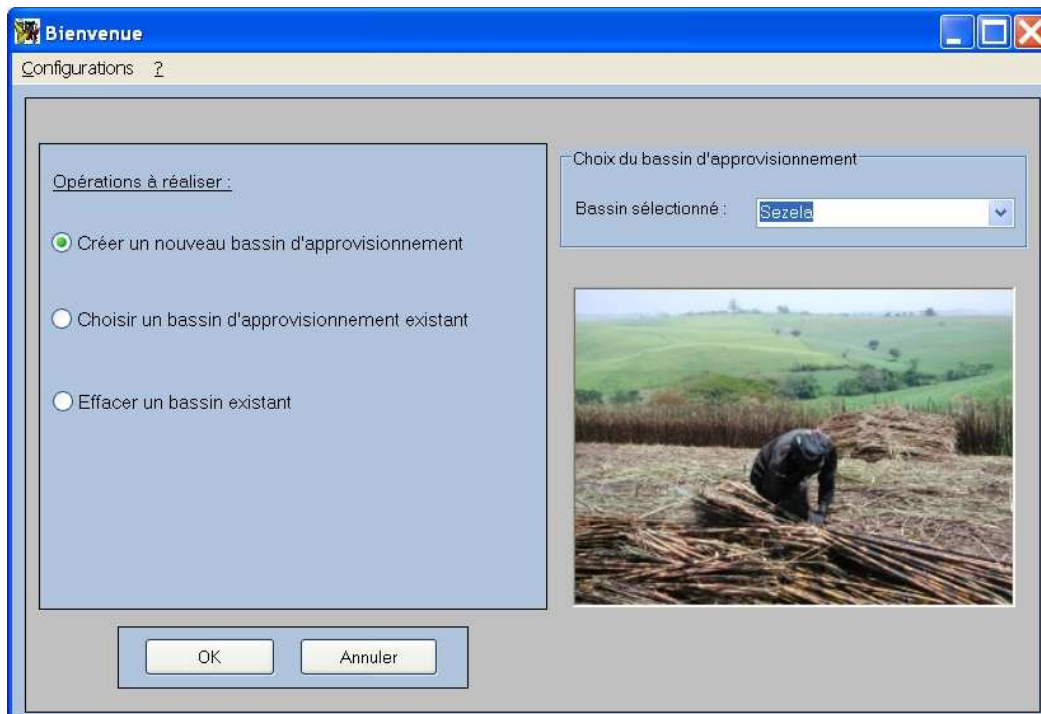
La première étape consiste donc à créer une usine à laquelle on y associera un ou plusieurs scénarios. Ensuite on caractérisera les UP et les OI, puis on définira les acheminements, enfin on quantifiera les tonnages de cannes livrées. Des calculs intermédiaires sont réalisés par le modèle au niveau de l'usine (Durée de fonctionnement effective, capacités horaire de broyage, durée de campagne), au niveau des opérateurs intermédiaires concernant les flux de cannes entrant et sortant, et au niveau de l'unité de production concernant les droits à livrer.

Le modèle permet également de réaliser des simulations fondées sur des hypothèses différentes d'attribution des droits à livrer aux planteurs. Par exemple, les calendriers d'apports (date et tonnage) peuvent être modulés de manière à exploiter au mieux la variabilité spatio-temporelle de la richesse de la canne sur un bassin de collecte. Si des richesses maximales sont atteintes à des périodes différentes d'une unité de production à l'autre, le modèle peut calculer les gains induits par une affectation différenciée des droits à livrer en fonction de celle-ci. A l'échelle du bassin d'approvisionnement, cela implique de

déterminer des zones homogènes de maturité de la canne, de définir des calendriers d'apport des livraisons par zone, de manière à mieux exploiter les variabilités de richesse durant la campagne et ainsi d'évaluer l'intérêt de cette nouvelle organisation en terme de gain de sucre produit in fine. Enfin, il est possible de tester si chaque nouvelle attribution des droits à livrer entraîne un redimensionnement des équipements de récolte, de transport, de stockage et de transformation. MAGI donne en sortie sous forme de tableaux, les livraisons hebdomadaires de chaque unité de production, et de chaque opérateur intermédiaire, les capacités hebdomadaires de broyage de l'usine et les capacités hebdomadaires liées aux trois variables de qualité, les valeurs hebdomadaires des variables de qualité pour chaque unité de production, des taux de charges à tous les niveaux du bassin, et évidemment, la production en sucre hebdomadaire de chaque unité de production et à la sortie Usine.

## Accueil

La page d'accueil du logiciel est la suivante. Elle donne la possibilité de créer un nouveau bassin ou choisir de travailler sur un bassin existant.



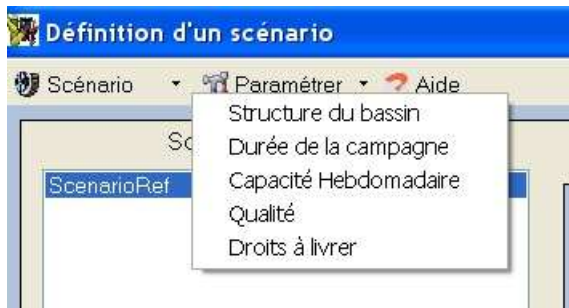
## Créer et paramétrer un scénario

Une fois le bassin créé, les scénarios sont définis, à partir de la fenêtre de définition d'un scénario.



Il est possible d'importer l'ensemble des données ou d'en sélectionner uniquement une partie.

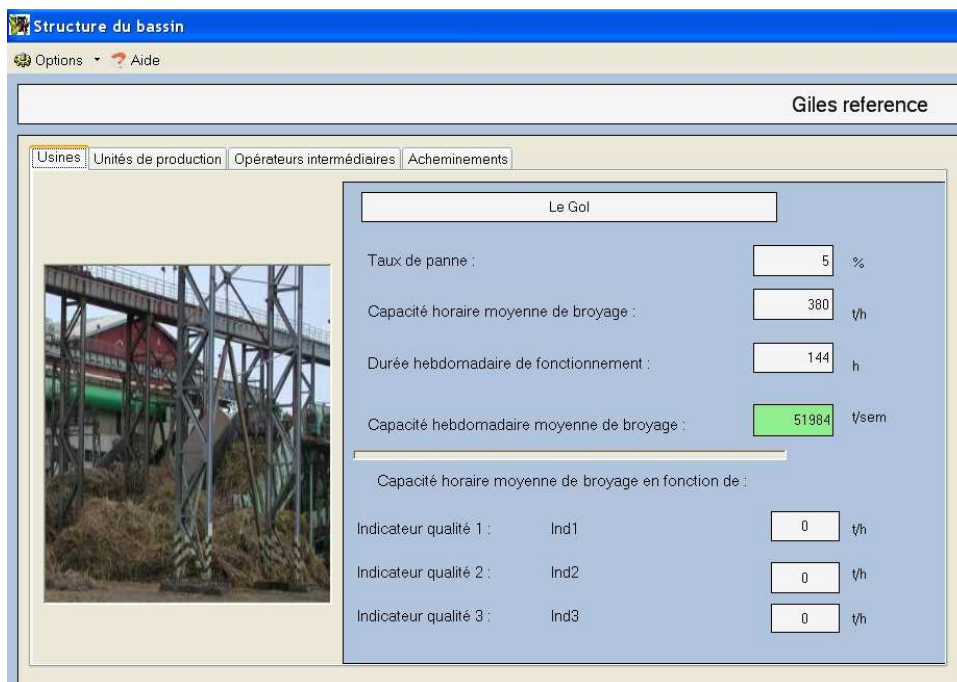
Chaque scénario est ensuite paramétré. Il dépend de la structure du bassin, de la durée de campagne, et des données de qualité, capacités et droits à livrer.



### **Paramétrer la structure du bassin**

Les caractéristiques des usines, UP et OI sont entrées successivement. On définit ensuite les acheminements c'est-à-dire les flux depuis l'UP jusqu'à l'usine

Ex : Caractéristiques "Usine"





### **Paramétrer la durée de campagne**

La détermination de la durée de la campagne  $D_c$  (exprimée en semaines) prend en compte le tonnage global de cannes à traiter dans la saison, estimé par les planteurs, et la capacité hebdomadaire moyenne de traitement de la sucrerie, estimée par les industriels :

$$D_c \cong \frac{\sum_{i=1}^n Tg_i}{Cbhm}$$

Où,

$Tg$  : tonnage global livré de l'UP  $i$

$Cbhm$  : Capacité de broyage hebdomadaire moyenne

$n$  : nombre d'UP

La durée de campagne  $D_c$  est arrondie à la valeur supérieure pour avoir un nombre entier de semaines. La date d'ouverture de la campagne est calculée à partir de la durée de campagne et de la date de fin de campagne saisie.

Magi prend en compte le premier champ "Durée de la campagne" pour les calculs des flux hebdomadaires. Sa valeur par défaut correspond à la valeur calculée. Mais, il est possible de modifier sa valeur théorique pour caler la campagne dans le temps.

### **Paramétrer les capacités hebdomadaires**

La capacité hebdomadaire réelle de broyage est calculée à partir de la durée de fonctionnement effective ( $D_{fe}$ ). On calcule tout d'abord une durée de fonctionnement hebdomadaire  $D_{fh}$  (hors panne) selon la formule suivante :

$$D_{fh} = 168h - D_e - D_{ap}$$

Où  $D_e$  : durée entretien

$D_{ap}$  : durée autres arrêts planifiés (fermeture usine, grève,...)

On calcule ensuite la durée de fonctionnement effective  $D_{fe}$  après intégration d'un taux moyen de panne :

$$D_{fe} = D_{fh} * (1 - T_{xp})$$

Où

$D_{fe}$  : durée de fonctionnement effective

$D_{fh}$  : durée de fonctionnement hebdomadaire

$T_{xp}$  : taux de pannes

Pour chaque semaine, la capacité hebdomadaire de l'usine est donnée par la formule suivante :

$$Cbhm = (168 - de_h) * (1 - T_{xp}) * C_{aphor}$$

Où

$Cbhm$  : Capacité de broyage moyenne hebdomadaire de l'usine

$de_h$  : Durée d'entretien hebdomadaire

$T_{xp}$  = Taux de panne

Rappelons que la capacité horaire de l'usine est calculée à partir d'un taux d'extraction objectif et de la qualité de la canne qui entre dans l'usine, d'après une formule qui ne nous est pas connue à l'heure actuelle.

Une valeur de Dfe par défaut peut être saisie et sera affectée pour chaque semaine de la campagne en cliquant sur le bouton "OK". De même, il est possible de modifier les valeurs de Dfe individuellement pour chaque semaine.

### **Paramétrer la qualité des unités et les pertes usines.**

Le premier onglet "Usine" concerne les pertes en sucre hebdomadaires.

A la Réunion, les "Pertes 1" concernent l'écart technique entre l'échantillonnage réalisé sur la balance et celui effectué à l'entrée de l'usine. Les "Pertes 2" représentent les pertes dues au processus de transformation. Les pertes totales sont calculées automatiquement comme la somme des "Pertes 1" et des "Pertes 2" pour une semaine donnée en cliquant sur le bouton "Calcul".

En Afrique du sud, il n'y a pas d'échantillonnage effectué en dehors de l'usine, de ce fait, il est possible de rentrer directement les pertes totales, soit en saisissant une valeur par défaut si les pertes ne varient pas tout au long de la campagne, soit en rentrant manuellement des valeurs pour chaque semaine.

Le deuxième onglet "Unités de production" concerne les variables de qualité de la canne. Les colonnes "Ind1", "Ind2", "Ind3" correspondent aux valeurs hebdomadaires des indices de qualité saisies dans l'onglet "Usine", au niveau de la définition de la structure du bassin. L'indicateur synthétique correspond à la richesse de la canne. Une valeur par défaut peut être saisie comme une valeur spécifique pour une semaine donnée.

### **Paramétrer les droits à livrer**

MAGI propose diverses méthodes de calculs des droits à livrer.

#### Saisie manuelle

Les droits à livrer sont rentrés individuellement pour chaque semaine de la campagne. Une procédure de contrôle vérifie que les débits potentiels des maillons successifs de la chaîne d'approvisionnement ne sont pas dépassés.

#### Valeur par défaut

On peut également choisir d'entrer une valeur par défaut. Cette valeur sera affectée à toutes les semaines de la campagne.

#### Uniforme tout au long de la campagne

Le choix de "Uniforme / campagne" permet d'obtenir une valeur maximum identique pour chaque semaine de la campagne.

$$Dl_{ij} = \frac{Tg_i}{Dc}$$

Où,

Dlij : droit à livrer de l'UP i pour la semaine j

Tgj : tonnage global livré de l'UP i

Dc : durée de campagne (exprimée en nombre de semaines)

Les deux contraintes "Livraison totale du tonnage total UP" et "Capacité hebdomadaire Usine non dépassée" sont automatiquement validées.

### Uniforme par période

On peut également déterminer des périodes de livraison sur la campagne où les droits à livrer sont constants :

L'objectif est de demander à chaque UP de livrer sur une certaine période, selon un DL hebdomadaire uniforme. Pour chaque UP, il faut donc définir la semaine de début et la semaine de fin de livraison et calculer le DL hebdomadaire selon la formule suivante :

$$Dl_{ij} = \frac{Tg_i}{Dp}$$

Où,

Dlij : droit à livrer de l'UP i pour la semaine j

Tgj : tonnage global livré de l'UP i

Dp : durée de la période de livraison (exprimée en nombre de semaines)

Dp = Sf – Sd + 1 où Sf : semaine de fin de livraison, Sd : semaine de début de livraison

Deux contraintes interviennent dans cette méthode:

La contrainte "Livraison totale du tonnage total UP" est automatiquement prise en compte. Magi émet un message d'erreur si c'est le DL calculé excède la capacité de récolte de l'UP considérée. L'utilisateur doit alors rallonger sa période de livraison jusqu'à passer en dessous de la capacité de récolte.

La contrainte "Capacité hebdomadaire Usine non dépassée" est vérifiée une fois tous les DL définis. Il se peut en effet que certaines semaines, le cumul des livraisons des UP dépassent cette capacité.

Il a donc été prévu en sortie de scénario un listing des semaines en question, avec un calcul du pourcentage de dépassement selon la formule :

$$Dh_j = 100 \times \sum_{i=1}^n \frac{L_{ij}}{Cbh_j}$$

Où,

Dlij : droit à livrer de l'UP i pour la semaine j

Cbhj : Capacité de broyage hebdomadaire de l'usine pour la semaine j

## Résultats

A partir de la fenêtre de définition d'un scénario, sélectionnez "Résultats de la simulation" dans le menu "Scénario".

La fenêtre est composée de 5 onglets, correspondant aux 5 fenêtres de résultats

Livraisons									
<b>UP -&gt; Usine</b>									
UP	Total	25	26	27	28	29	30	31	32
UP Casernes	245299,8789	8760,71	8760,71	8760,71	8760,71	8760,71	8760,71	8760,71	876
UP Grand Boi	201476,8027	7195,6	7195,6	7195,6	7195,6	7195,6	7195,6	7195,6	719
UP Lannevi	182112	6504	6504	6504	6504	6504	6504	6504	650
UP Le Gol	170335,1972	6083,4	6083,4	6083,4	6083,4	6083,4	6083,4	6083,4	608
UP Pierrefon	83720	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990	299
UP Stella	101967,5986	3641,7	3641,7	3641,7	3641,7	3641,7	3641,7	3641,7	364
<b>OI -&gt; Usine</b>									
OI	Total	25	26	27	28	29	30	31	32
Casernes	245299,8789	8760,71	8760,71	8760,71	8760,71	8760,71	8760,71	8760,71	876
Grand Bois	201476,8027	7195,6	7195,6	7195,6	7195,6	7195,6	7195,6	7195,6	719
Langevin	182112	6504	6504	6504	6504	6504	6504	6504	650
Le Gol	170335,1972	6083,4	6083,4	6083,4	6083,4	6083,4	6083,4	6083,4	608
Pierrefonds	83720	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990	299
Stella	101967,5986	3641,7	3641,7	3641,7	3641,7	3641,7	3641,7	3641,7	364
Vue Bella	84364	3013	3013	3013	3013	3013	3013	3013	301

### Les livraisons

Le premier tableau (UP -> Usine) représente les livraisons de canne hebdomadaires de chaque unité de production avec, en deuxième et dernière colonne, le total et le reste à livrer (calculé en soustrayant le total livré au total produit). Le dernier rang représente le total pour l'ensemble des unités. Le second (OI -> Usine) représente les flux de canne hebdomadaires de chaque opérateur intermédiaire avec le total en deuxième colonne et en dernier rang, le total pour l'ensemble des opérateurs.

### Les capacités

Cet onglet représente les capacités hebdomadaires de l'usine. Le premier tableau représente la capacité de broyage, les trois suivants, le calcul des capacités hebdomadaires liées aux trois variables de qualité et le dernier, le minimum des trois précédents. Chaque tableau possède en première colonne une valeur moyenne.

Les capacités hebdomadaires liées aux indices 1, 2 et 3 sont calculées de la façon suivante :

1ère étape : calcul des moyennes pondérées hebdomadaires de qualité au niveau du bassin d'usine pour la semaine j et l'indice k ( $Qu_{kj}$ )

$$Qu_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^m Q_{kij} \times L_{ij}}{\sum_{i=1}^m L_{ij}}$$

Où,

k = 1, 2, 3

m est le nombre d'UP

$Qu_{kj}$  : moyenne pondérée de la qualité d'indice k pour la semaine j

$Q_{kij}$  : valeur de la qualité d'indice k pour l'UP i la semaine j

$L_{ij}$  : Livraison de l'UP i pour la semaine j

(les  $Q_{kij}$  ont été saisis dans le module Qualité)

2nde étape : calcul de la capacité hebdomadaire pour la semaine j et l'indice k ( $Che_{kj}$ ) liées aux trois variables de qualité (et correspondant aux trois lignes du tableau : Indice 1, 2 et 3)

$$Che_{kj} = \frac{Dfe_j \times (100 - Txp) \times Cho_k}{Qu_{kj}}$$

Où,

$Dfe_j$  : durée de fonctionnement de l'usine pour la semaine j (valeur tirée du module « Capacité hebdomadaire Usine »)

$Txp$  : taux de panne exprimée en % (ex : 3,6%) (valeur tirée du module « Usine »)

$Cho_k$  : capacité horaire pour la variable de qualité d'indice k (t/h) (valeur tirée du module « Usine »)

$Qu_{kj}$  : moyenne pondérée de la variable de qualité d'indice k pour la semaine j

3ème étape : minimum des capacités hebdomadaires pour la semaine j

$$Che_j = \min(Che_{1j}, Che_{2j}, Che_{3j}) \quad \text{ou} \quad Che_j = \min_{k=1,2,3}(Che_{kj})$$

## La qualité

Qualité de la canne										
<b>Indicateur Synthétique</b>										
UP	25	26	27	28	29	30	31	32	33	▲
UP Casernes	0	0	0	12,6	12,9	12,8	13,1	13,4	13,5	▼
◀   ▶										
<b>Indice1</b>										
UP	25	26	27	28	29	30	31	32	33	▲
UP Casernes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	▼
◀   ▶										
<b>Indice2</b>										
UP	25	26	27	28	29	30	31	32	33	▲
UP Casernes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	▼
◀   ▶										
<b>Indice3</b>										
UP	25	26	27	28	29	30	31	32	33	▲
UP Casernes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	▼
◀   ▶										
<b>Usine</b>										
Indicateur	Moyenne	25	26	27	28	29	30	31	32	▲
Indicateur Sy	3,571106335	0	0	0	3,672825519	3,753726074	4,352949630	3,848136031	8,01	▼
◀   ▶										

Les quatre premiers tableaux de cet onglet sont un récapitulatif hebdomadaire des variables de qualité pour chaque unité de production. On retrouve en dernière colonne la moyenne pondérée sur la campagne. Le cinquième tableau représente la qualité du bassin d'approvisionnement.

Les qualités par UP et par semaine reprennent les données saisies dans le module qualité, sans autre calcul. La moyenne sur la campagne par UP est calculée en pondérant les valeurs de qualité par semaines par leurs livraisons effectives

$$Q_i = \frac{\sum_{j=1}^n Q_{ij} \times L_{ij}}{\sum_{j=1}^n L_{ij}}$$

Où,

$Q_i$  : moyenne pondérée de la qualité de l'UP  $i$  pour la campagne

$Q_{ij}$  : qualité de l'UP  $i$  pour la semaine  $j$

$L_{ij}$  : livraison de l'UP  $i$  pour la semaine  $j$

La moyenne des qualités pondérée par les livraisons, du bassin d'usine pour la semaine  $j$  ( $Qu_j$ ), est calculée avec la formule ci-dessous :

$$Qu_j = \frac{\sum_{i=1}^m Q_{ij} \times L_{ij}}{\sum_{i=1}^m L_{ij}}$$

Où,

$Q_{ij}$  : qualité de l'UP  $i$  pour la semaine  $j$

$L_{ij}$  : Livraison de L'UP  $i$  pour la semaine  $j$

Et de même on obtient la moyenne des qualités pondérée par les livraisons pour le bassin d'usine et sur toute la campagne ( $Qu$ ).

$$Qu = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ij} \times L_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{ij}}$$

Où,

$Q_{ij}$  : qualité de l'UP  $i$  pour la semaine  $j$

$L_{ij}$  : Livraison de L'UP  $i$  pour la semaine  $j$

$n$  : nombre de semaine

$m$  : nombre d'UP

## Les taux de charge

UP	Moyenne	25	26	27	28	29	30	31	32
UP Casernes	3,504283984	3,504283984	3,504283984	3,504283984	3,504283984	3,504283984	3,504283984	3,504283984	3,504283984
UP Grand Boi	3,997555609	3,997555609	3,997555609	3,997555609	3,997555609	3,997555609	3,997555609	3,997555609	3,997555609
UP Lanngevi	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336
UP Le Gol	4,345285644	4,345285644	4,345285644	4,345285644	4,345285644	4,345285644	4,345285644	4,345285644	4,345285644
UP Pierrefon	4,271428571	4,271428571	4,271428571	4,271428571	4,271428571	4,271428571	4,271428571	4,271428571	4,271428571
UP	Moyenne	25	26	27	28	29	30	31	32
Caseines	29,20236653	29,20236653	29,20236653	29,20236653	29,20236653	29,20236653	29,20236653	29,20236653	29,20236653
Grand Bois	35,97800048	35,97800048	35,97800048	35,97800048	35,97800048	35,97800048	35,97800048	35,97800048	35,97800048
Langevin	32,52	32,52	32,52	32,52	32,52	32,52	32,52	32,52	32,52
Le Gol	40,55599934	40,55599934	40,55599934	40,55599934	40,55599934	40,55599934	40,55599934	40,55599934	40,55599934
Pierrefonds	42,71428571	42,71428571	42,71428571	42,71428571	42,71428571	42,71428571	42,71428571	42,71428571	42,71428571
Broyage	Moyenne	25	26	27	28	29	30	31	32
Le Gol	66,01496326	66,11566855	64,11216344	65,29942573	66,11566855	66,11566855	66,11566855	66,11566855	66,11566855
Qualité	Moyenne	25	26	27	28	29	30	31	32
Le Gol	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Le premier tableau représente les taux de charges des unités de production en pourcentage avec en deuxième colonne une moyenne arithmétique sur la campagne. Le deuxième représente les taux de charges des opérateurs intermédiaires. Le troisième tableau représente le taux de charge de la capacité de broyage de l'usine, et le dernier celui de la qualité.

Les taux de charge sont calculés en divisant les quantités récoltées, transférées ou transformées par les capacités saisies ou calculées par type d'opérateur. Ils sont exprimés en % (ex : 95%) :

$$\tau_{up_{ij}} = \frac{100 \times L_{ij}}{Cr_i}$$

$L_{ij}$  : livraison de l'UP  $i$  pour la semaine  $j$   
 $Cr_i$  : capacité de récolte de l'UP  $i$

$$\tau_{oi_{ij}} = \frac{100 \times T_{ij}}{Ct_i}$$

$T_{pj}$  : quantité de cannes transférées de l'OI  $p$  pour la semaine  $j$   
 $Ctp$  : capacité de transfert de l'OI  $p$

$$\tau_{u_j} = \frac{100 \times Lu_j}{Cbh_j}$$

$Lu_j$  : quantité de cannes livrées à l'usine pour la semaine  $j$   
 $Cbh_j$  : capacité de broyage de l'usine pour la semaine  $j$

$$\tau_{q_j} = \frac{100 \times Lu_j}{Che_j}$$

Lu<sub>j</sub> : quantité de cannes livrées à l'usine pour la semaine j  
 Che<sub>j</sub> : capacité de broyage de l'usine liée à la qualité pour la semaine j

### La production en sucre

Production de sucre									
UP	Total	25	26	27	28	29	30	31	32
UP Casernes	28752,65007	0	0	0	1103,849453	1130,131562	1121,370859	1147,653046	1173,9
UP Grand Boi	23284,96171	0	0	0	877,8632031	870,6676562	877,8632031	921,0367968	935,42
UP Lanngevi	28142,80796	0	0	0	786,9840625	799,9920312	806,4959375	826,0079687	8325,1
UP Le Gol	19637,215	0	0	0	772,5917968	778,6752343	760,425	784,7585937	796,92
UP Pierrefon	9810,19	0	0	0	382,72	385,71	388,7	394,68	400,66
UP Stella	11890,15027	0	0	0	469,7792968	480,704375	487,9877734	495,2712109	495,27
UP Vue Bele	10192,97878	0	0	0	367,5859765	397,7159765	903,9	406,755	406,75
Total	131710,9538	0	0	0	4761,373789	4843,596835	5346,742773	4976,162617	12534,0

Choix de la méthode de calcul de la production usine Réunion									
Usine	Total	25	26	27	28	29	30	31	32
Le Gol	105097,4508	0	0	0	3325,489511	3407,712421	4174,358808	4002,357988	11541,0

Cet onglet est divisé en deux tableaux. Le premier représente la production de sucre hebdomadaire de chaque unité de production avec en deuxième colonne, le total sur la campagne. Le dernier rang affiche le total pour l'ensemble des unités de production.

Le second représente la production de l'usine avec, comme pour le premier, le total en deuxième colonne. Un menu déroulant permet de sélectionner la méthode de calcul de cette production, celle-ci étant différente pour la Réunion et pour l'Afrique du Sud.

Calcul de la production de sucre :

Dans le cas réunionnais, la richesse correspond à la quantité totale de sucre contenue dans la canne et l'écart technique traduit à la fois les pertes dues à la qualité de la canne et les pertes dues à l'efficacité du processus d'extraction, d'où la formule de calcul de la production en sucre suivante:

$$\text{ProdTot} = \sum_{s=1}^S \left[ \sum_{i=1}^m D_{i,s} \times (Q_{i,s} - P_{u_s}) \right]$$

Où,

s = 1, ..., S les semaines de campagne

P<sub>u<sub>s</sub></sub> : Perte totale usine de la semaine s

D<sub>i,s</sub> : Droit à livrer pour l'UP i et la semaine s

Q<sub>i,s</sub> : Qualité pour l'UP i et la semaine s

Dans le cas sud africain, l'écart technique renvoie seulement aux pertes dues à l'efficacité du processus d'extraction. La richesse correspond à la quantité de sucre potentiellement



extractible pour une qualité de canne donnée (%RV). La production hebdomadaire en sucre est calculée selon la formule suivant:

$$\text{ProdTot} = \sum_{s=1}^S \left[ (1 - Pu_s) \sum_{i=1}^m Dl_{is} \times Q_{is} \right]$$

Où,

s = 1, ..., S les semaines de campagne

Pu<sub>s</sub> : Perte totale usine

Dl<sub>is</sub> : Droit à livrer pour l'UP i et la semaine s

Q<sub>is</sub> : Qualité pour l'UP i et la semaine s

## ANNEXE V : LE LOGICIEL PEMPA

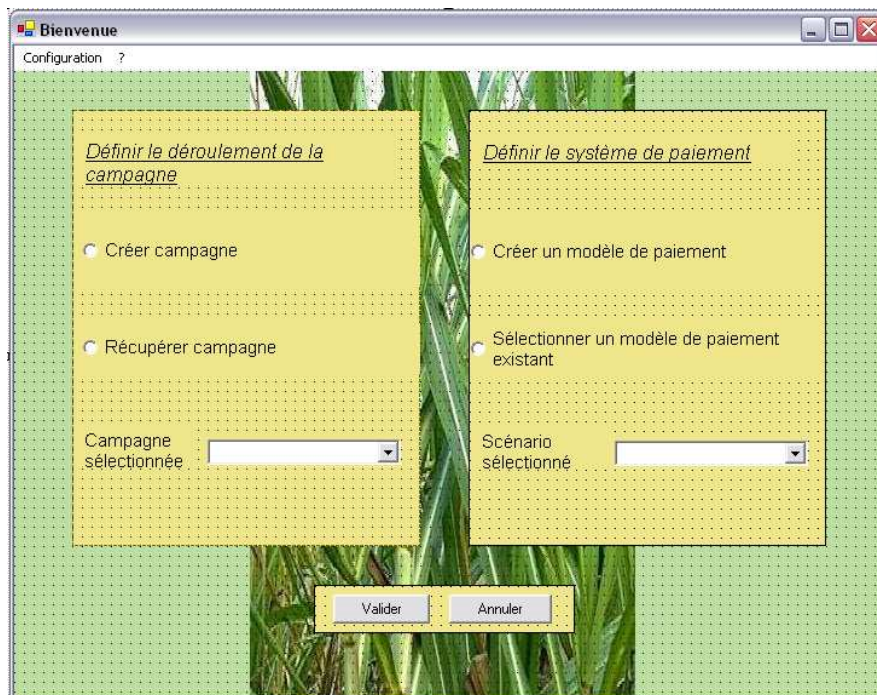
(Auzoux, Lejars, Lombard, 2008)

PEMPA est un outil d'évaluation des modalités de paiement et d'approvisionnement. Il calcule la production totale de sucre ainsi que le partage des revenus issus de la vente du sucre, au sein de la filière, en fonction de la qualité des cannes.

Il permet de simuler de nouveaux systèmes de paiement conçus sous forme de scénarios d'apports qui prennent en compte les valeurs hebdomadaires de tonnage et de qualité, la production en sucre et le prix de référence d'une tonne de canne. Les paramètres de qualité sont définis en fonction d'un indicateur synthétique, calculé à partir de données de qualité élémentaire (fibre, sucrose...).

PEMPA est issu du couplage d'un modèle économique avec un modèle d'approvisionnement dans le but de traiter conjointement la question des approvisionnements et des incitations, c'est-à-dire d'appréhender à la fois l'impact de nouveaux modes d'organisation et de paiement au sein de la filière. MAGI est un outil de simulation de l'approvisionnement d'une usine, centré sur une gestion hebdomadaire des flux de cannes, complètement intégré à PEMPA. Il permet d'étudier les impacts sur la production de sucre, de la restructuration d'un bassin de collecte, des modifications des règles de planification des livraisons, de la variation de la capacité et de la qualité de la chaîne d'approvisionnement.

### Accueil



Avant toute action, l'utilisateur sélectionne la langue de l'application dans le menu configuration.

Dans l'écran d'accueil, deux rubriques interagissent l'une avec l'autre :

La première rubrique consiste à « Définir le déroulement de la campagne ».

- Il est possible de « créer une campagne ». Ce qui aura pour action d'ouvrir le logiciel MAGI pour y créer un scénario d'approvisionnement.
- D'autre part, il est possible de « sélectionner une campagne existante ». L'utilisateur choisira un scénario d'approvisionnement dans une liste issue de MAGI.

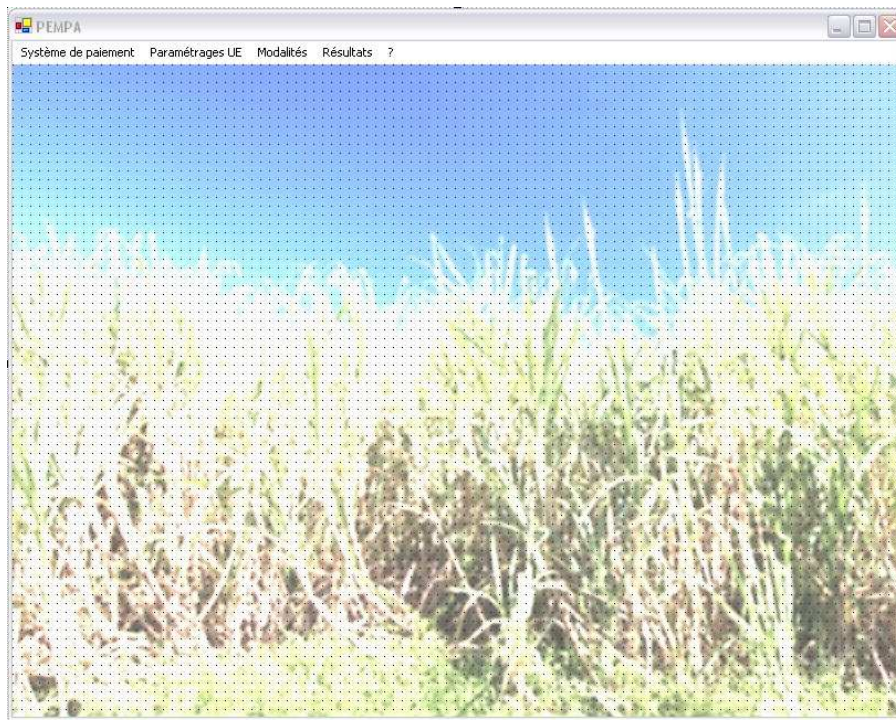
MAGI est utilisé comme une « boîte noire ». C'est par les deux actions décrites ci-dessus que les résultats sont récupérés dans le module de paiement comme entrées et comme champs calculés.

La deuxième rubrique consiste à « Définir le système de paiement ».

- Soit l'utilisateur crée un nouveau système de paiement. Dans une fenêtre prévue à cet effet, il devra rentrer un nouveau nom, une date et donner quelques commentaires si nécessaire.
- Soit l'utilisateur sélectionne un système de paiement dans une liste issue de « Pempa ».

Le bouton « valider » permet d'enregistrer la campagne et le modèle de paiement sélectionnés, et ouvrira la fenêtre principale de « Pempa ».

### Ecran principal



L'écran principal est constitué d'un menu général divisé en 4 sous-menus :

- Système de paiement
- Paramétrage des UE
- Modalités
- Résultats

Le sous-menu « Système de paiement » comprend les options suivantes :

- Créer
- Modifier
- Supprimer
- Dupliquer
- Importer

L'option « dupliquer » est intéressante pour récupérer des modèles existants dont on veut changer peu de paramètres. Cela permet de ne pas tout ressaisir et offre un gain de temps considérable à l'utilisateur

De même, l'option « importer » consiste à importer des scénarios conçus sous Excel.

Le sous-menu « Paramétrage des UE » comprend les options suivantes :

- Données générales
- Liens UE-UP
- Tonnages Hebdomadaires
- Qualités hebdomadaires mesurées

L'option « données générales » permet de définir les caractéristiques de UE, non hebdomadaires, que l'on rentre une seule fois (tonnage totale, qualité moyenne, surface, rendement...)

L'option « liens UE-UP » permet de définir les groupes d'appartenances de UE.

Le sous-menu « Définition du système de paiement » comprend les options suivantes :

- Indice synthétique calculé
- Formules de paiement

La première option consiste à calculer l'indice synthétique (richesse, RV...) à partir de données mesurées, selon une formule de calcul existante ou à partir d'une nouvelle formule créée.

La deuxième option permet de sélectionner ou de créer une formule de calcul du revenu hebdomadaire.

Le sous-menu « Résultats » comprend les options suivantes :

- Calcul du revenu
- Qualité
- Tonnages
- Comparaison des scénarios

Les résultats du calcul du revenu sont représentés sous formes de 4 tableaux de données hebdomadaires : UE, UP, tous les UEs, filière.

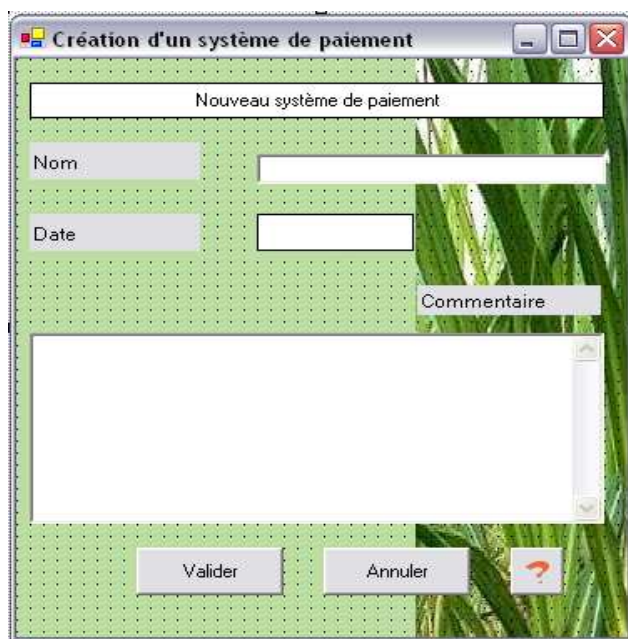
Les résultats de la qualité sont représentés sous formes de 5 tableaux de valeurs moyennes hebdomadaires des UE, des UP, du bassin, de la filière. Le 5<sup>ème</sup> tableau concerne les calculs des indices de qualités hebdomadaires dont le calcul de l'indice synthétique.

Les résultats de tonnages sont représentés sous formes de 3 tableaux de valeurs hebdomadaires pour les UE, UP, le bassin et la filière.

L'option comparaison donne les écarts de revenus pour les UE, UP et toutes les UE entre 2 scénarios sélectionnés.

Une aide en ligne est accessible par le ? situé à droite du menu. Elle est présente tout au long de l'application et peut être de ce fait interrogée à tout moment.

## Système de paiement



La fenêtre de création est accessible soit par l'option « créer » du menu « système de paiement », soit par l'option de l'écran d'accueil.

L'utilisateur identifie le nouveau système de paiement en renseignant son nom, sa date de création et un commentaire spécifique.

Pour la modification du système de paiement, la fenêtre est identique.

La suppression passe par une boîte de dialogue qui demandera à l'utilisateur de valider la suppression du système en cliquant sur le bouton « OK ».

Idem pour la duplication.

L'importation d'un système de paiement se fait au travers de fichiers Excel à un format prédéfini. Une fenêtre de parcours s'ouvrira et l'utilisateur devra donner le chemin d'accès des fichiers Excel. Les données importées concernent essentiellement les UE, les qualités et les tonnages hebdomadaires.

## Paramétrage des UE

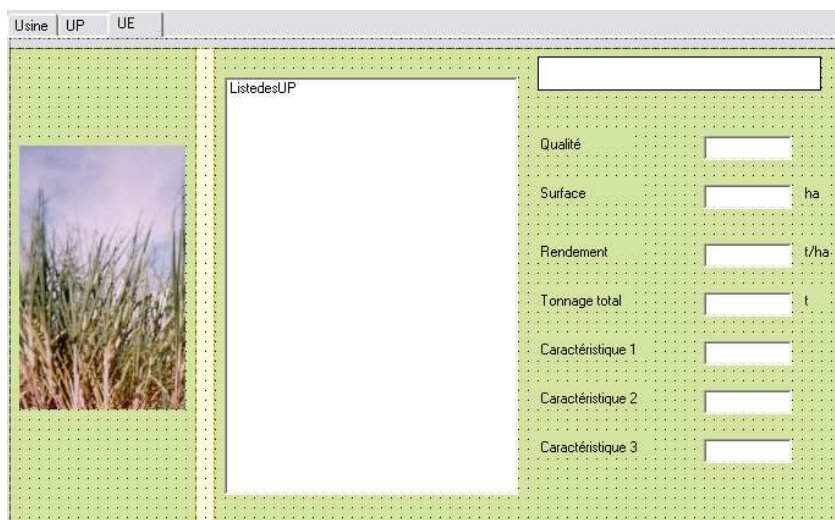
### Données générales

L'écran « données générales » des UE se divise en 3 onglets : Usine, Up et UE.

Les données des onglets Usine et UP sont issus de MAGI.

Seul le prix par tonne de sucre est renseigné par l'utilisateur.

Dans l'onglet UE, toutes les données sont à saisir.  
 Des champs « caractéristique 1, 2 et 3 » sont des champs supplémentaires que l'utilisateur pourra utiliser pour décrire plus précisément les UE.  
 Chaque UE validée, est rajoutée à la liste située à gauche des caractéristiques des UE.



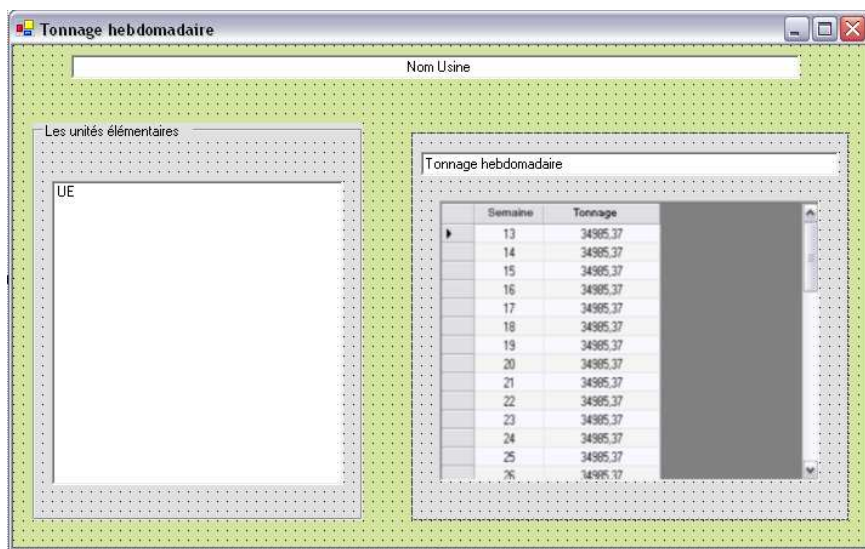
### Liens UE-UP

C'est à partir du sous-menu « options » que l'utilisateur peut créer, modifier et supprimer les liens entre les UEs et les UPs. L'usine est automatiquement renseignée. Pour créer un lien, l'utilisateur doit sélectionner les UPs et les UEs dans les listes existantes. Après validation, la liste des liens est automatiquement mise à jour.

### Tonnages hebdomadaires

Dans l'écran des tonnages hebdomadaires, les UE sont listés sur l'écran de gauche et les tonnages sont représentés à droite, sous forme d'un tableau dont le nombre de lignes correspondra au nombre de semaines de la campagne.

Les valeurs de tonnages peuvent être rentrées manuellement ou être importées à partir de l'option « importer » du sous menu « système de paiement ».



## Les modalités de paiement

L'utilisateur a la possibilité de définir les modalités de paiement qu'il souhaite tester, soit :

- une formule de calcul de l'indicateur synthétique utilisé pour évaluer la « qualité »

La formule de calcul de l'indicateur synthétique est construite à partir des 4 indices de qualités définis auparavant dans la configuration des UE (richesse, fibre, saccharose...)

- une formule de calcul de la qualité hebdomadaire effectivement rémunérée

La formule de calcul des qualités hebdomadaires rémunérées est basée sur la formule de l'indicateur synthétique défini précédemment.

La liste des membres utilisée pour la création de la formule propose des variables par défaut tel que :

- l'indicateur synthétique, IS
- qualité moyenne pondérée hebdomadaire de l'UP

$$Qhup_j = \frac{\sum_{k=1}^n Que_{kj} \times Tue_{kj}}{\sum_{k=1}^n Tue_{kj}}$$

Où,

$UE_k$  : l'ensemble des UEs appartenant à la même UP

$Que_{kj}$  : Qualité l' $UE_k$  pour la semaine j

$Tue_{kj}$  : tonnage de l' $UE_k$  pour la semaine j

- qualité moyenne pondérée annuelle de l'UP

$$Qaup = \sum_{j=1}^n \left( \frac{\sum_{k=1}^n Que_{kj} \times Tue_{kj}}{\sum_{k=1}^n Tue_{kj}} \right) = \sum_{j=1}^n Qhup_j$$

- Qualité  
moyenne  
pondérée  
hebdomadaire

du bassin,  $Qhbas_j$

$$Qhbas_j = \frac{\sum_{b=1}^n Que_{bj} \times Tue_{bj}}{\sum_{b=1}^n Tue_{bj}}$$

Où,

$UE_b$  : l'ensemble des UEs du bassin

$Que_{bj}$  : Qualité l' $UE_b$  pour la semaine j

$Tue_{bj}$  : tonnage de l' $UE_b$  pour la semaine

- Moyenne pondérée annuelle de l'indicateur synthétique sur le bassin,  $Qabas$

$$Q_{abas} = \sum_{j=1}^n \left( \frac{\sum_{b=1}^n Que_{bj} \times Tue_{bj}}{\sum_{b=1}^n Tue_{bj}} \right) = \sum_{j=1}^n Q_{hbas_j}$$

- une formule de calcul du paiement hebdomadaire par tonne de cannes

La formule de calcul du paiement hebdomadaire est fonction de la formule des qualités hebdomadaires rémunérées.

- une formule de calcul du revenu hebdomadaire de la canne

La formule de calcul du revenu est composée de l'indice synthétique, des qualités hebdomadaires rémunérées et du paiement hebdomadaires par tonne de cannes mais aussi du prix du sucre par tonne de cannes et du tonnage hebdomadaire.

L'écran de paramétrage du système de paiement est divisé en 3 onglets : formule de calcul de l'indice synthétique, formule de calcul des qualités hebdomadaires rémunérées, formule de calcul du prix de la canne.

Les 3 onglets sont organisés de façon identique.

2 options au choix :

1. L'utilisateur peut choisir d'appliquer une formule existante qu'il a sélectionnée auparavant dans une liste. De même, il peut la supprimer ou la modifier.
2. L'utilisateur peut créer une formule de calcul à partir des données disponibles dans PEMPA et d'opérateurs simples.

Prenons l'exemple du calcul de l'indicateur synthétique :

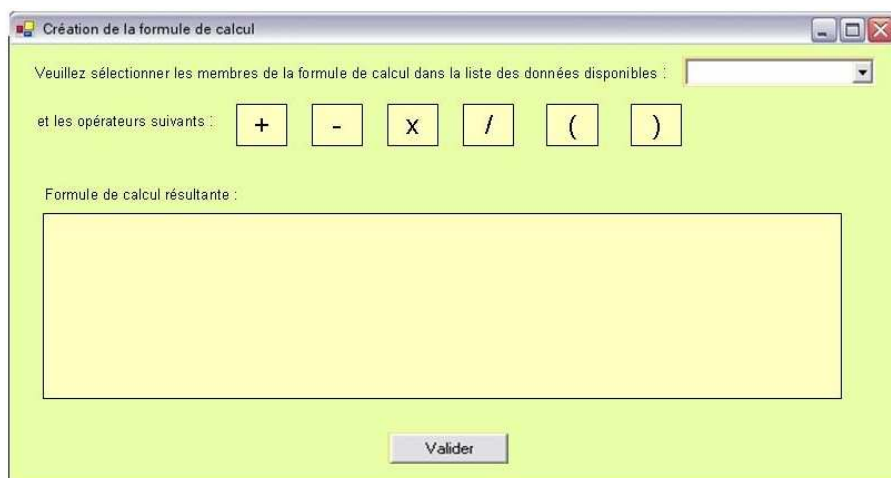


Soit l'utilisateur veut appliquer une formule existante. Il la choisit dans la liste des formules de PEMPA.

3 actions possibles sur la formule sélectionnée :

- Validation : le calcul de l'indicateur synthétique sera effectué à partir de la formule choisie.
- Suppression : Une boîte de dialogue de validation de la suppression de la formule s'affichera à l'écran pour demander à l'utilisateur de confirmer son action.
- Modifier : Un écran identique à la création avec la formule s'affichera avec la formule de calcul à modifier.

Soit l'utilisateur veut créer un nouvel indicateur synthétique. Pour cela, il devra cliquer sur le bouton « créer » qui ouvrira la boîte de dialogue suivante :



Création de la formule de calcul

Veuillez sélectionner les membres de la formule de calcul dans la liste des données disponibles :

et les opérateurs suivants : + - x / ( )

Formule de calcul résultante :

Valider

La formule à créer est assez facile car il s'agit d'utiliser des opérateurs simples et les indices de qualités définis dans PEMPA.

Les variables représentées par les 2 derniers onglets sont nécessaires au calcul du revenu hebdomadaire, qui est de la forme suivante :

## Résultats

Une fois définie les modalités de paiement, PEMPA calcule :

- Les tonnages hebdomadaires et annuels au niveau des UE, UP et usine
- Les qualités hebdomadaires et annuelles au niveau des UE, UP et usine
- Le revenu hebdomadaire et annuel pour les UE, UP et usine
- Le revenu global filière (qui peut inclure les co-produits)

Les tableaux de résultats concernant les qualités sont enrichis d'une colonne « Moyenne » qui correspond à la formule générale suivante :

$$Q_i = \frac{\sum_{j=1}^n Q_{ij} x T_{ij}}{\sum_{j=1}^n T_{ij}}$$

Où,

Qi : valeur de l'indice de qualité (mesurée/rémunérée) pour une UEi donnée, ou une UPi donnée ou pour l'usine, pour la semaine j

Tij : tonnage de l'UEi, de l'UPi ou de l'usine pour la semaine j

**Exemple** : Si une UE a une durée de campagne qui s'étale sur 2 semaines, qui aura comme valeur d'indicateur synthétique 10 et 1000 tonnes pour la semaine 1, et 12 pour l'indicateur synthétique et 1500 tonnes pour la semaine 2, Le calcul de la moyenne sera donc :

$$\text{Qualité} = ((10 \cdot 1000) + (12 \cdot 1500)) / (1000 + 1500)$$

Pour les résultats de revenus et tonnages, nous n'avons pas de moyenne mais des totaux.

La comparaison des systèmes de paiement est un résultat important de PEMPA. Elle s'effectue sur deux systèmes de paiement sélectionnés par l'utilisateur. Elle concerne essentiellement les écarts de revenu entre UP, UE, et sur tous les UE. Dans un deuxième temps, la comparaison peut être réalisée sur les écarts de qualités rémunérées.

Ainsi, le logiciel PEMPA peut être utilisé pour tester différents scénarios :

- (1) Il permet tout d'abord de calculer le revenu des planteurs (pris individuellement ou en groupe) pour différentes formules de paiement et pour différents modes de planification des apports.
- (2) En comparant les résultats des différents scénarios, il est possible de calculer l'impact de différentes formules de paiement sur le partage de la valeur entre le collectif de planteurs et l'industriel.
- (3) En analysant les résultats de plusieurs planteurs ou de différentes unités de production, il est possible d'analyser la manière dont la valeur créée par la filière est redistribuée entre ces derniers, c'est-à-dire au sein du collectif de planteur.
- (4) Pour une formule de paiement donnée, il est possible de tester l'impact sur le revenu planteur d'une modification des quotas.



## ANNEXE VI

### SCENARIOS D'APPROVISIONNEMENT VALORISANT LES DIFFERENTIELS DE QUALITE

#### ETUDE DES CAS REUNIONNAIS ET SUD AFRICAIN

### Cas de la filière réunionnaise, usine du Gol

#### Zonage de la richesse

Dans le cas du bassin du Gol, les basculements de quotas ont été faits à 2 niveaux : (i) entre bassins de collecte, (ii) entre les sous groupes résultants de l'analyse statistique au sein de chaque bassin. En effet, dans la mesure où, d'après l'analyse statistique de la richesse, les différences d'évolution de richesse sont les plus marquées, d'une part du nord au sud entre les bassins de collecte et d'autre part en fonction de l'altitude, il semblait pertinent d'utiliser ces 2 niveaux de zonage.

Les résultats de la classification hiérarchique ont été cartographiés sur la carte ci-dessous et permettent de définir des zones homogènes de richesse :

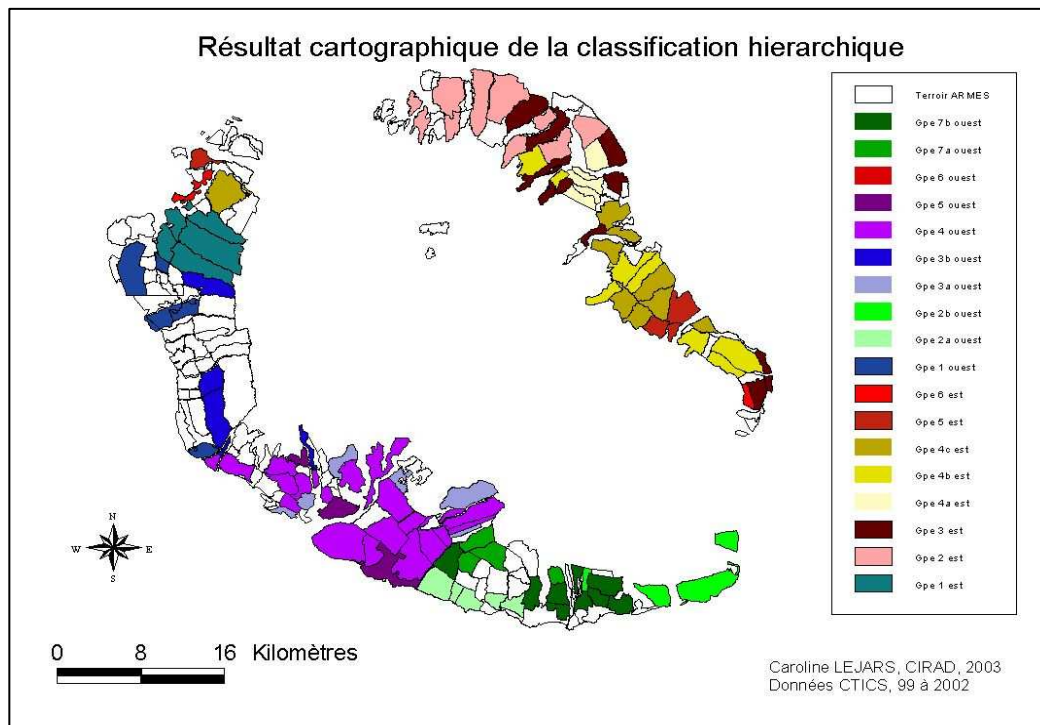


Figure a : Carte effectuée à partir de la classification hiérarchique.  
Regroupement des terroirs ayant des évolutions de richesse similaires.

Cette carte met en évidence :

- des différences d'évolution de richesse Nord-Sud. Les limites des groupes de terroirs correspondent à peu près aux limites des bassins canniers des anciennes usines.
- Des différences liées à l'altitude. Ces différences sont surtout marquées sur le bassin du Gol, moins sur Bois Rouge.

Ces 2 « gradients » de richesse sont utilisées dans les simulations présentées dans la partie 3 et 4. Dans la partie 3, seules les différences entre bassins canniers (et bassins de collecte) ont été exploitées. Dans la partie 4 les simulations effectuées exploitent les variations internes à chaque bassin (entre sous-groupes résultant de l'analyse statistique).

### Données d'entrée :

Les données d'entrée du modèle utilisées pour les simulations sont les suivantes :

- Paramètres de fonctionnement de l'usine : 6j/7j
- La capacité de broyage de l'usine est le seul facteur limitant. Elle est de 380T/h soit 50000t/sem.
- Les capacités de transport et de réception au niveau des balances n'ont pas été prises en compte, ainsi que les capacités de coupe, chargement et transport au niveau des UP.
- Taux de panne : 5%
- L'écart technique est variable au cours de la semaine. Les données utilisées sont les données moyennes hebdomadaires des 3 dernières années (2000, 2001, 2002)
- Les données de richesse utilisées sont les moyennes des richesses des 3 dernières années (2000, 2001, 2002) sur chacune des UP
- Les données de tonnages sont les moyennes des tonnages livrés par chaque zone sur les 3 années précédentes (2000, 2001, 2002), sauf Vue Belle où le tonnage total affecté est 70000t. Il a volontairement été surestimé pour tenir des augmentations de tonnage prévus liées à l'irrigation. (cf tableau en annexe III).

### Scénario de référence

Le scénario de référence est présenté par le graphe ci-dessous. La campagne dure 23 semaines (de la semaine 28 à 50) et les quotas affectés à chaque bassin au cours de la campagne sont constants.

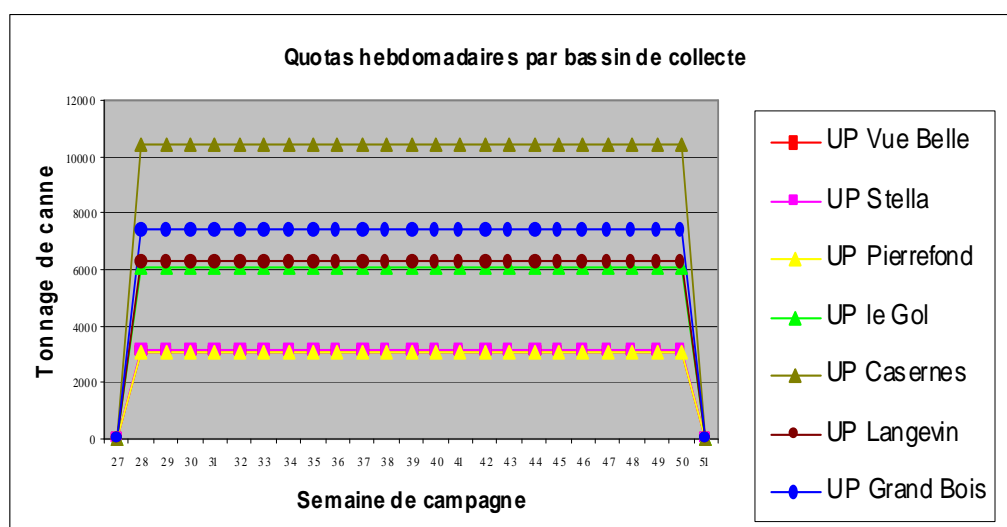


Figure b : Scénario de référence.

Ce scénario de référence n'est pas un scénario réel. Les « semaines de transition » en début et fin de campagne et les jours fériés au cours de la campagne ne sont pas pris en compte. Les marges de manœuvre à partir de ce scénario de référence sont sans doute plus importantes que dans la réalité.

Les résultats suivants donnent des ordres de grandeurs.

### Scénario 1

Dans les simulations suivantes, les livraisons hebdomadaires totales sont maintenues constantes pour toute la durée de la campagne. Ainsi, l'usine fonctionne à sa capacité de broyage optimale tout au long de la campagne.

Le principe d'affectation des quotas consiste à accroître les quotas des bassins lorsque leur richesse est la meilleure. Afin de travailler au maximum de capacité de broyage sur toute la campagne, les quotas sont diminués d'autant sur les bassins où la richesse est plus faible.

Concrètement, les bassins de Stella et Vue Belle ont une richesse supérieure à celle de Langevin et Grand Bois les 10 premières semaines de campagne (cf figure c) et vice versa en fin de campagne. Aussi, pour valoriser la richesse de début de campagne de Stella et Vue Belle, leurs quotas ont été augmentés de 20% en début de campagne. Afin de travailler à capacité-usine constante, les quotas de Grand Bois et Langevin ont été diminués d'autant ces mêmes semaines. Inversement, les 10 dernières semaines de campagne, les quotas de Grand Bois/Langevin ont été augmentés et ceux de Stella/Vue Belle diminués. Le même type de basculement a été fait entre Le Gol/Pierrefonds et Casernes de manière à valoriser la richesse du Gol/Pierrefonds en début de campagne .

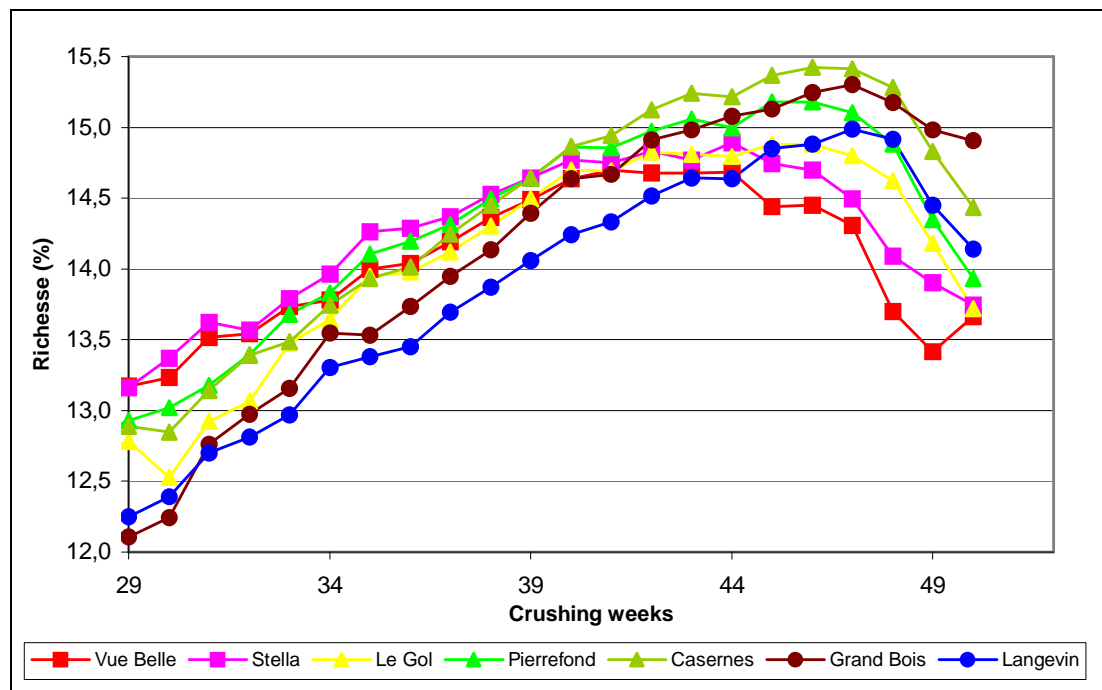
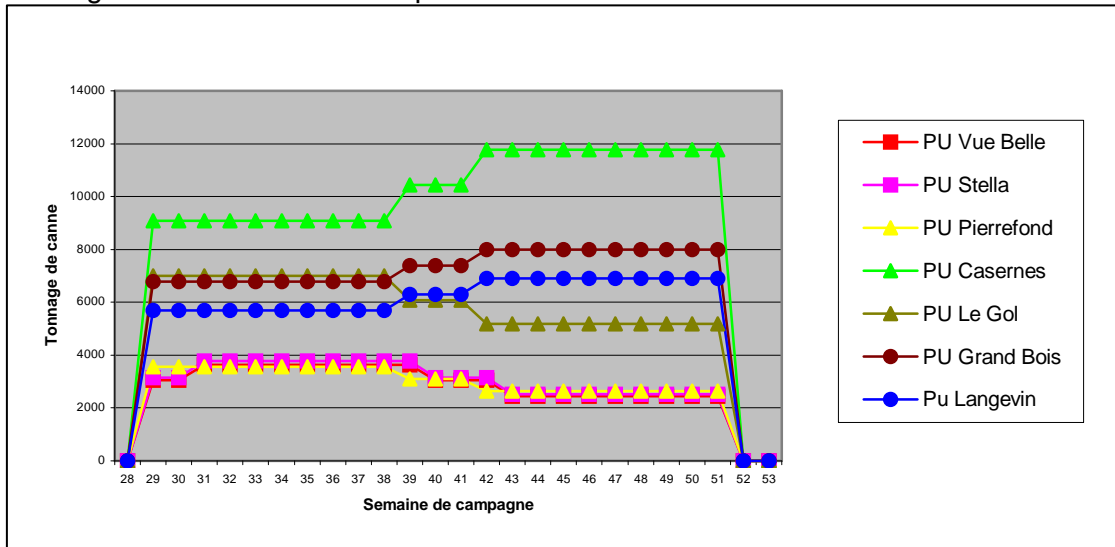


Figure c: Courbe d'évolution de richesse sur les 7 bassins de collecte du Gol

La figure d montre les basculements qui ont été effectués dans le cas de 20% de basculement

Figure d: Basculement de quotas entre bassins de collecte



Dans le **scénario 2**, les basculements de quotas ont été effectués entre les sous-groupes de chaque bassin de collecte. Le quota global du bassin de collecte reste constant tout au long de la campagne, et égal à celui du scénario de référence. Plus précisément, ces basculements ont été faits entre les sous-groupes des bassins de Langevin, Grand Bois, Casernes et Le Gol. Faute de données suffisantes, cela n'a pas été fait sur Stella et Vue Belle (dans l'étude statistique, seul une dizaine de terroirs ont pu être étudiés sur ces 2 zones).

La figure e ci-dessous illustre les basculements qui ont été effectués sur le bassin de Langevin :

2 groupes ont été dissociés sur Langevin. L'écart de richesse entre les 2 groupes s'accroît à partir de la 40<sup>ème</sup> semaine. Aussi, les quotas du groupe ayant la plus forte richesse en fin de campagne (G2b) ont été accrus de 20% à partir de la 40<sup>ème</sup> semaine. Ceux de l'autre groupe (Gp 6b) ont été diminués d'autant en fin de campagne, de manière à travailler à capacité de broyage constante. Pour que la totalité des tonnages soit livrée sur la campagne, des réajustements de quotas ont été faits en début de campagne. Les terroirs sur lesquels nous n'avions pas de données (terroirs hors étude statistique) ne subissent pas de modifications.

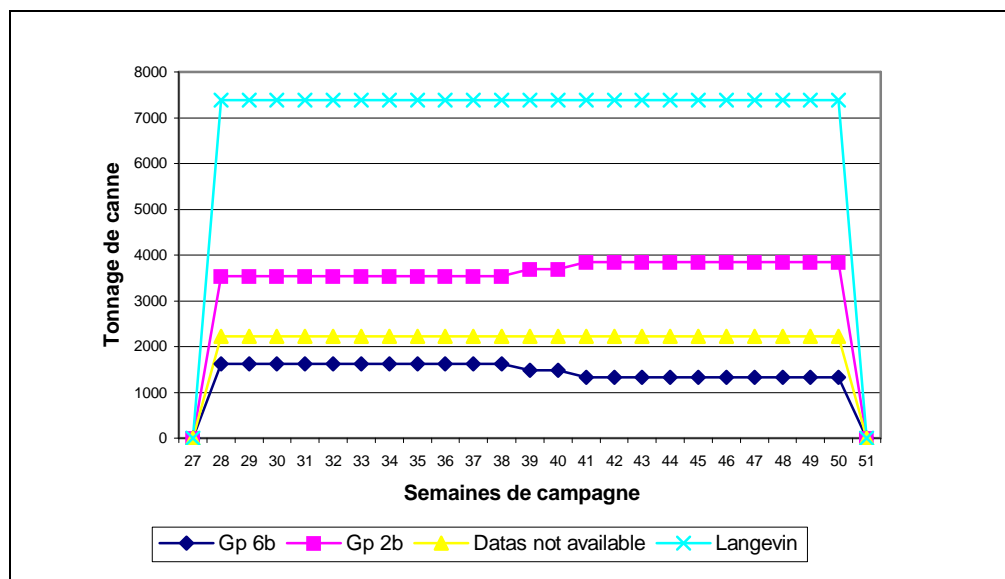


Figure e : scénario 2, exemple de Langevin.

**Le scénario 3** est un mélange des 2 précédents. D'une part des basculements de quotas ont été faits entre bassins de collecte et d'autre part entre les sous groupes des bassins de collecte.

Le graphe suivant (figure f) illustre le principe des basculements dans le cas du bassin de Langevin.

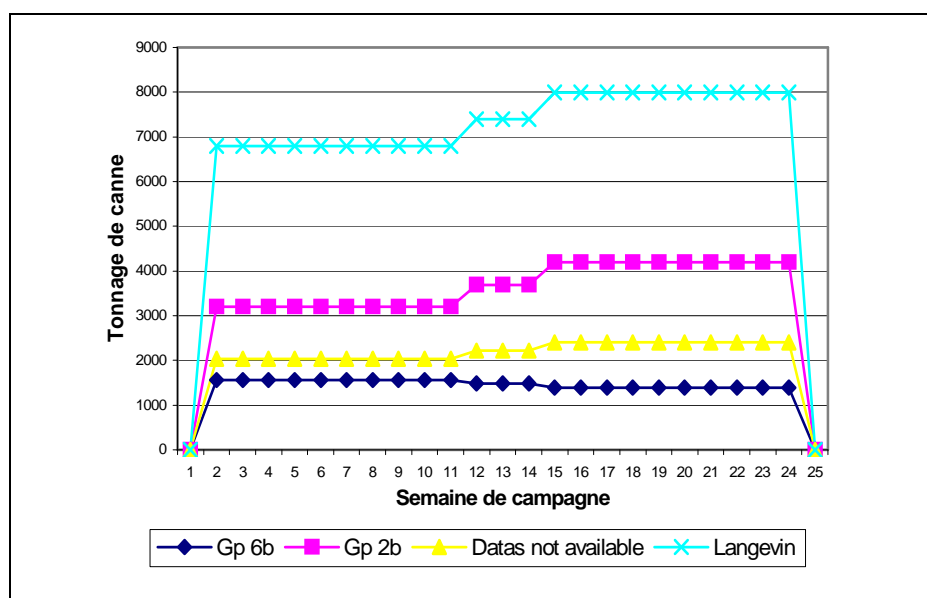


Figure f: scénario 3, exemple du bassin de Langevin

**Dans le scénario 4**, les quotas des bassins de collecte sont constants au cours de la campagne, mais les fenêtres de livraisons ont été décalées comme dans le cas du scénario présenté dans le paragraphe 3.4. Des basculements de quotas ont ensuite été effectués entre les sous-groupes des bassins de collecte.



## Cas de la filière sud-africaine –usine de Sezela

L'intervention en Afrique du Sud a été menée en collaboration avec des chercheurs de la Sasri (*South African Sugarcane Research Institute*). Les premières discussions entre l'équipe de chercheurs et l'industriel sont parties d'un double constat: (i) les droits à livrer des planteurs sont uniformes tout au long de la campagne (chaque planteur livre chaque semaine une part égale de sa production totale estimée) (ii) l'évolution de la qualité de la canne diffère sur le bassin en fonction des conditions de sol et de climat. Ce constat a orienté l'intervention sur la question suivante : sachant que le bassin de Sezela présente une diversité de courbes de qualité de la canne, comment valoriser cette diversité, actuellement non exploitée par l'organisation des approvisionnements, pour augmenter la quantité de sucre produite sans investissement agricole ou industriel supplémentaire ?

L'étude s'est déroulée en plusieurs étapes. Dans un premier temps des zones homogènes du point de vue de la qualité de la canne ont été définies, à partir de variables topographiques (altitude), climatiques (pluviosité et température) et économiques (type d'exploitation) (Guilleman *et al.*, 2003 ; Le Gal *et al.*, 2004a). Deux zones dépendent de critères climatiques, à savoir la zone côtière (*Coastal*) caractérisée par une pluviosité et des températures plus élevées que la zone de plateau (*Inland*), où la baisse plus rapide des températures à l'automne et des précipitations plus faibles permettent une maturation plus précoce de la canne. La troisième zone (SSG pour *Small scale growers*) comprend les petits planteurs de canne, cultivant 1 à 2 ha par comparaison aux grandes exploitations de 50 à 300 ha. Leurs modalités de gestion de la récolte tiennent peu compte de la qualité de la canne.

Dans un second temps chaque exploitation a été affectée à une zone et les courbes de qualité ont été reconstituées pour chaque zone et chaque campagne de 2000 à 2003. Une fois ces courbes reconstituées, leur stabilité interannuelle au sein d'une zone et la stabilité des différences entre zones d'une année à l'autre ont été analysées (figure g). L'analyse a confirmé les hypothèses faites par l'industriel, à savoir qu'*Inland* présente des cannes plus riches que *Coastal* en début de campagne. Ce différentiel varie selon les saisons, mais demeure globalement positif durant la première partie de la campagne.

Sur la base de ce constat et après discussion avec l'industriel, trois scénarios ont été simulés à l'aide du modèle MAGI (figure h). Chaque zone a été assimilée à une unité de production à laquelle ont été rattachées une quantité de canne et une courbe annuelle de qualité conforme aux données observées. De même la durée de campagne et la capacité de broyage de l'usine reproduisent les valeurs effectivement rencontrées chaque année. Les scénarios diffèrent par les règles d'allocation des droits à livrer définies pour chacune des deux zones *Coastal* et *Inland*, SSG restant à l'identique pour ne pas augmenter son niveau de contrainte (figure). Le principe consiste à jouer sur le positionnement et la durée des périodes de livraison par zone, tout en conservant un droit à livrer hebdomadaire constant dans ces périodes. Chaque scénario a été simulé pour les années 2000 à 2003 afin d'évaluer la stabilité interannuelle des résultats et le respect des contraintes de capacité. Les résultats ont été comparés à un scénario de référence correspondant à la situation actuelle. Les gains obtenus varient, selon l'année, de 0,1 à 2,5 % de la production totale d'équivalent sucre (RV pour *Recoverable value*), soit 400 à 6 000 tonnes RV par saison représentant jusqu'à 1 million d'euros (figure i)

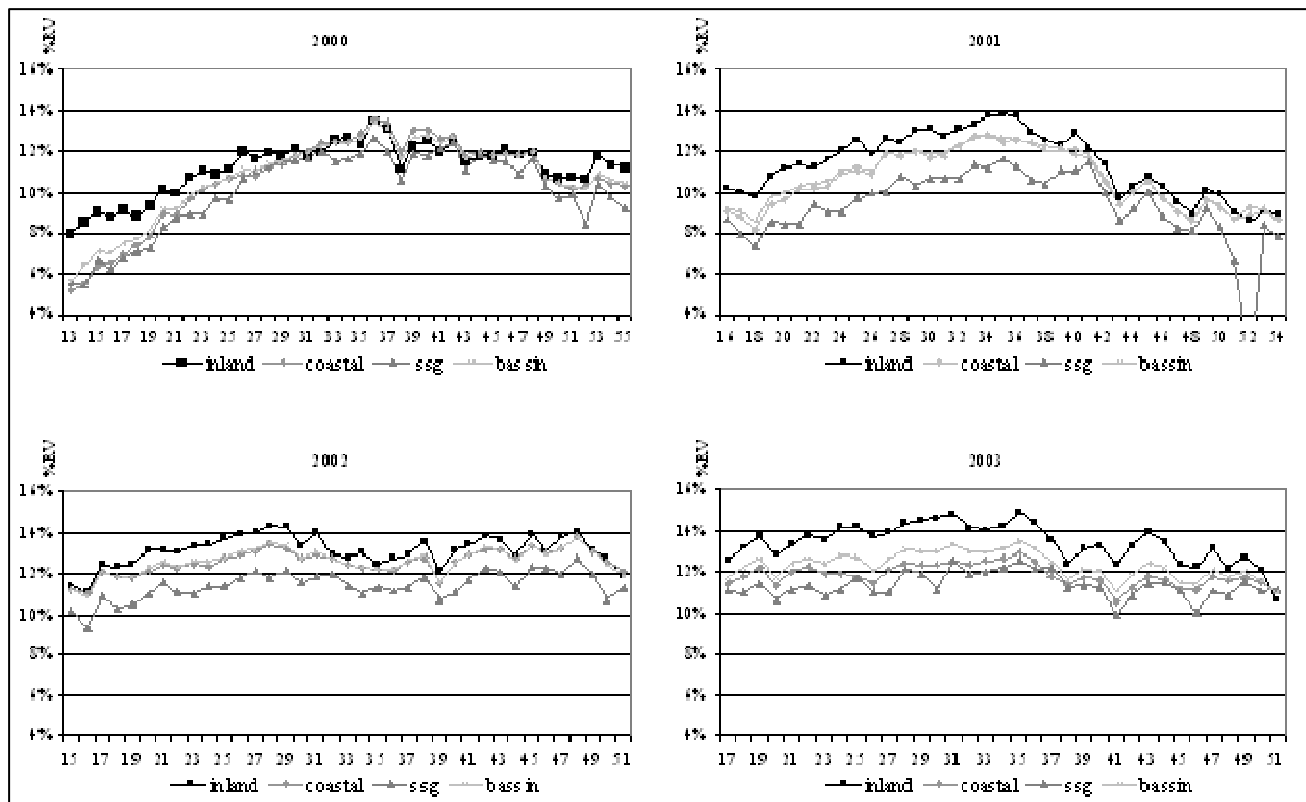


Figure g : Courbes de qualité de la canne par zone géographique (2000-2003)

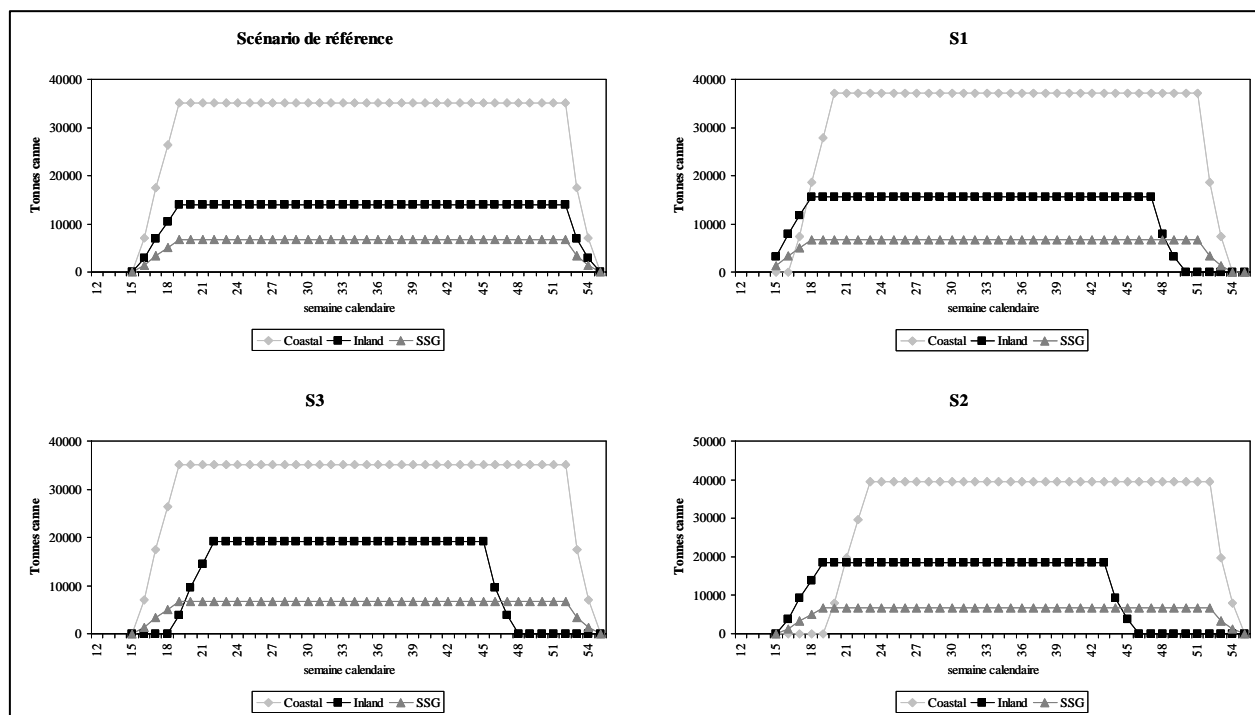


Figure h : Courbes des droits à livrer par scénario

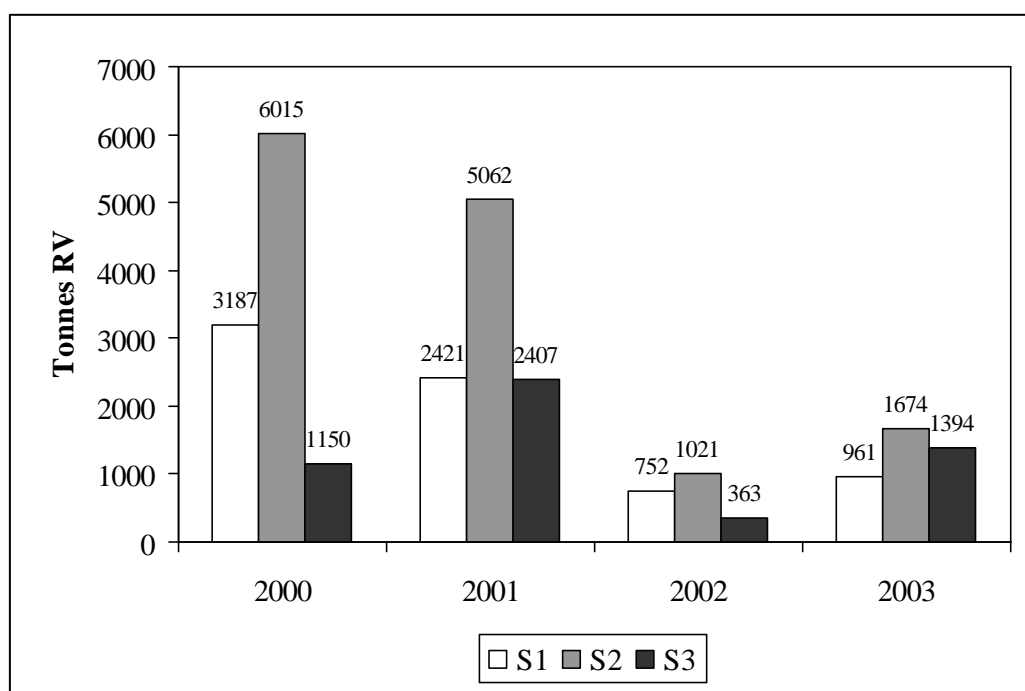
## Définition des scénarios

. **Référence** : toutes les zones livrent uniformément pendant toute la campagne.

. **S1** : les livraisons de *Coastal* sont retardées de 2 semaines et celles d'*Inland* stoppent 4 semaines avant la fin de la campagne. L'objectif est de réduire l'influence de la mauvaise qualité des cannes de *Coastal* en début de campagne, tout en rapprochant les livraisons d'*Inland* de leur pic de richesse.

. **S2** : Les livraisons de *Coastal* sont retardées de 4 semaines et celles d'*Inland* stoppent 9 semaines avant la fin de la campagne. Les objectifs sont identiques à S1 mais les capacités sont utilisées au maximum.

. **S3** : *Coastal* livre toute la campagne, alors que les livraisons d'*Inland* sont retardées de 2 semaines en début de campagne et stoppées 6 semaines avant la fin de la campagne. Ce scénario tient compte de la nécessité de couper rapidement les cannes âgées sur *Coastal* (risque d'infestation du foreur) tout en améliorant la synchronisation des livraisons d'*Inland* sur son pic de richesse



**Figure i** : Gains de production d'équivalent sucre par rapport au scénario de référence (tonnes RV et %) en fonction du scénario d'allocation des droits à livrer et de l'année





## RESUME

Comme dans de nombreux autres secteurs industriels, la maîtrise des relations inter-entreprises constituent un enjeu stratégique majeur pour les filières agroalimentaires. Pour améliorer les modalités de coordination inter-entreprises, deux types d'action sont classiquement envisagés : (i) une première voie consiste à améliorer la coordination « technique » entre les différentes entreprises (c'est la voie d'intervention qui s'appuie sur les concepts et méthodes développés en *supply chain management*) (ii) une deuxième voie consiste à agir sur les incitations et les modes de paiement de façon à atteindre un objectif global de filière, tout en faisant coïncider cet objectif et les intérêts de chacun (théorie des contrats et théorie des incitations).

Si la littérature met en avant la nécessité de mettre en relation ces deux types d'approches, il existe peu de passerelles entre elles, tant d'un point de vue pratique que théorique. Comment intégrer les logiques techniques et incitatives et mettre en relation ces deux domaines de préoccupations? Quels outils fournir aux opérateurs dans une perspective d'aide à la décision et à la négociation au sein des filières ? Afin de répondre à ces questions, nous avons associé trois types de démarches :

- des études empiriques basées, d'une part, sur l'analyse des relations contractuelles au sein des filières canne à sucre réunionnaise et sud-africaine, d'autre part, sur une revue et une comparaison des modes d'organisation des approvisionnements et des modes de paiement existants dans 18 pays sucriers ;

- la conception et l'utilisation de modèles, dans le prolongement de l'étude empirique, visant à étudier plus précisément certaines des difficultés observées sur le terrain. Il s'agissait ainsi d'analyser les dispositifs incitatifs et les modes d'organisation des approvisionnements sur la base de représentations stylisées des organisations de filière et ce, en mobilisant plusieurs cadres d'analyse portant sur les relations contractuelles, les incitations et le *supply chain management* ;

- enfin, une démarche d'intervention visant à aider les opérateurs des filières à résoudre les problèmes mis en évidence, à leur proposer des solutions d'organisation alternatives et les conditions de mise en œuvre de ces solutions. L'intervention a été réalisée sur trois usines à La Réunion et en Afrique du Sud. Elle a été suivie par des comités ad hoc, tant d'un point de vue scientifique que technique et local.

Ces démarches ont abouti à la construction de deux modèles et deux logiciels déposés (MAGI et PEMPA). Elles ont permis de proposer de nouveaux modes de planification des livraisons permettant d'accroître la valeur globale des filières étudiées, conjointement à des modalités de paiement permettant de redistribuer la valeur produite. L'efficacité des dispositifs proposés a été évaluée. Nous montrons ainsi que la conception concomitante de système d'approvisionnements et de paiement éliminent des solutions optimales au vu du *supply chain management* ou de la théorie des incitations, au profit de solutions intermédiaires, qui auraient été écartées si les deux approches avaient été traitées séparément.

L'intervention et l'étude de terrain soulèvent de nouvelles questions porteuses de nouveaux travaux et interactions interdisciplinaires. Des prolongements sont envisageables avec l'économie, les sciences bio-techniques ou la logistique. Des applications sont possibles pour des filières canne multi-usages ou pour d'autres filières agro-alimentaires.