

**INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE PARIS-GRIGNON
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE**

THESE

**pour obtenir le grade de
DOCTEUR DE L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE PARIS-GRIGNON**

**Présentée et soutenue publiquement par
JAIME AIRTON WÜNSCH, MSc. en Agronomie,**

le 7 juillet 2004

**INTEGRATION DES CONTRAINTES DU MARCHE
DANS LA CONDUITE DES CULTURES :
EFFET DE LA DIFFERENCIATION DES PRODUITS SUR LA CONDUITE
DE LA CULTURE DE POMME DE TERRE DE CONSERVATION
DANS LES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE PICARDIE**

Directeur de thèse : M. François PAPY

devant le jury composé de :

M. Thierry DORE, Professeur à l'INA-PG	Président
M. Jean-Marc MEYNARD, Directeur de Recherches à l'INRA	Rapporteur
M. Louis-Georges SOLER, Directeur de recherches à l'INRA	Rapporteur
Mme Christine AUBRY, Ingénieur de recherches à l'INRA	Examineur
Mme Marianne LE BAIL, Maître de conférences à l'INA P-G	Examineur
M. Sylvain PLANTUREUX, Professeur à l'ENSAIA	Examineur
M. Aymard de MONTIGNY, Chef du Service Qualité du CNIPT	Examineur

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je veux exprimer mes plus sincères remerciements à François Papy et à Christine Aubry, car c'est grâce à eux que j'ai pu aboutir à ce mémoire de thèse.

François Papy, comme directeur de thèse, a su poser des questions pertinentes qui m'ont encouragé à exploiter des pistes et domaines de connaissances nouveaux pour moi. Il m'a aidé souvent, avec son proverbial humour, à surmonter mes limites personnelles et professionnelles.

Christine Aubry, la co-directrice de cette thèse, a apporté, tout au long du travail de recherche, sa capacité à traduire des concepts et méthodes complexes en langage accessible et opérationnel, ainsi que son expérience d'analyse de la gestion technique d'une culture. Si ce mémoire présente un texte en français correct et clair, cela est pour beaucoup grâce à elle, qui a repris plusieurs fois avec patience le texte que j'avais rédigé.

Je tiens aussi à remercier vivement :

- Alain Capillon, qui a accepté de m'accueillir comme thésard à l'INA-PG et pour sa participation au Comité de Pilotage de la thèse ;

- Thierry Duchenne, de la Section Agro-Transfert de la région picarde, pour ses contributions au Comité de Pilotage et sa disponibilité pour m'apprendre les aspects physiologiques de la culture de pomme de terre, nécessaires à la compréhension des pratiques des agriculteurs ;

- Anne Biarnès, pour sa contribution à l'éclaircissement des cahiers de charges des produits ;

- Catherine Pasquier, qui m'a apporté son aide efficace pour effectuer les premières enquêtes chez les agriculteurs et m'a aidé à traiter les données recueillies.

- Geneviève Baudran, qui a été toujours prête à résoudre les démarches administratives diverses lorsqu'elle assurait le secrétariat de l'Unité SAD, et dernièrement a assuré avec la compétence et le goût qu'on lui connaît la mise en page et la dernière lecture de ce mémoire,

Je suis reconnaissant aux membres du jury :

- Thierry. Doré, professeur responsable auprès de l'école doctorale ABIES et président du jury ;

- Jean Marc Meynard et Louis George Soler qui ont accepté d'être rapporteurs de ce mémoire malgré leur emploi du temps chargé,

- Christine Aubry, Marianne le Bail, Sylvain Planteureux et Aymard de Montigny, qui ont bien voulu faire partie du jury.

Je dois beaucoup aux agriculteurs que j'ai retenus pour réaliser ce travail de recherche. La gentillesse de leur accueil, la patience avec laquelle ils ont supporté mes multiples visites et questions et l'intérêt montré par le sujet de recherche ont été pour moi des aspects très stimulants.

Je remercie mes amis Olivier, Celina, Nadji et Nana, par leur appui moral et matériel, manifesté à maintes reprises tant vis-à-vis de moi que de ma famille.

Ce travail de thèse a été mené dans le cadre du programme de formation des enseignants/chercheurs de l'Université d'Ijuí du Brésil, qui a soutenu financièrement mon séjour en France, ce dont je lui suis profondément reconnaissant.

Sommaire

	Pages
INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE I – PROBLEMATIQUE	5
1. Segmentation des Marchés, Qualité des Produits	7
<i>1.1. Définition de la qualité</i>	7
<i>1.2. Gestion de la qualité dans les filières</i>	9
<i>1.3. La pomme de terre de conservation : un exemple particulièrement pertinent de segmentation du marché par la qualité</i>	11
<i>1.3.1. Evolution récente du marché de la pomme de terre de conservation : diversification des produits et segmentation du marché</i>	12
<i>1.3.2. Diversité des profils et multiplicité des critères de qualité</i>	16
<i>1.3.3. Des coordinations variées entre producteurs et aval</i>	17
<i>1.4. Synthèse partielle</i>	17
2. Contraintes exogènes et gestion technique des cultures dans l'exploitation agricole	17
<i>2.1. Concepts généraux en gestion de production</i>	17
<i>2.2. La constitution de systèmes de culture dans l'exploitation</i>	20
<i>2.2.1. Les décisions de constitution des successions de cultures et des blocs de culture</i>	21
<i>2.2.2. Les décisions de conduite technique des cultures : constitution des itinéraires techniques et de lots de culture</i>	23
<i>2.2.3. Constitution des systèmes de culture : un jeu de contraintes hiérarchisées</i>	25
<i>2.3. Evaluation des systèmes de culture dans l'exploitation</i>	25
3. Intérêt de l'étude de la pomme de terre de conservation en Picardie	26
<i>3.1. La pomme de terre de conservation en Picardie et dans le Santerre</i>	28
<i>3.2. Diversité des exploitations productrices de pommes de terre dans le Santerre</i>	30

PARTIE II – RESULTATS	33
CHAPITRE 1.	
DEFINITIONS DES TYPES DE PRODUITS : ELABORATION DES CRITERES DE QUALITE EN POMME DE TERRE, CONSEQUENCES SUR LA COORDINATION TECHNIQUE ENTRE AGRICULTEURS ET STRUCTURES D'AVAL	35
1. Elaboration de la qualité des pommes de terre de conservation	37
1.1. Les critères de qualité technologique et culinaire	39
1.1.1. Calibre des tubercules	40
1.1.2. Teneur en matière sèche des tubercules	44
1.1.3. Teneur en sucres réducteurs	45
1.1.4. La saveur	47
1.2. Les critères de qualité de présentation	48
1.2.1. Le verdissement	48
1.2.2. Défauts de croissance	49
1.2.3. Les endommagements mécaniques	49
1.2.4. Défauts internes d'origine physiologique	50
1.3. Les critères de qualité hygiénique	51
1.3.1. Les résidus de nitrates	51
1.3.2. Résidus de pesticides et d'inhibiteurs de germination	52
1.4. Synthèse partielle	52
2. Coordination technique entre acteurs et gestion de la qualité	55
2.1. Typologie des pommes de terre selon le degré d'élaboration de la qualité dans l'exploitation agricole	55
2.2. Catégories de pommes de terre et niveaux d'exigences exogènes sur la conduite technique	57
2.3. Gestion de la qualité dans la filière et coordination technique	60
CHAPITRE 2.	
INTEGRATION DES CONTRAINTES DE QUALITE DES POMMES DE TERRE DANS LA GESTION DE LA SOLE AU SEIN DES EXPLOITATIONS AGRICOLES	67
A. METHODOLOGIE ET MODES DE PRESENTATION DES RESULTATS	69
1. Constitution d'un échantillon d'exploitations	70
2. Protocole d'enquête en exploitation	73
3. Mode de présentation des résultats	74

B. GESTION TECHNIQUE DE LA SOLE DE POMME DE TERRE DANS L'EXPLOITATION AGRICOLE : ETUDE DE CAS	75
1. Fonctionnement de l'exploitation et place de la pomme de terre	76
1.1. Caractéristiques structurales de l'exploitation	76
1.1.1. <i>Parcellaire et assolement</i>	76
1.1.2. <i>Main-d'œuvre et équipement</i>	77
1.2. La place de la pomme de terre : historique	79
1.3. La composition du portefeuille d'activités et les cahiers des charges	79
1.3.1. <i>Les produits destinés à l'industrie</i>	80
1.3.2. <i>Produit semi-fini : les pommes de terre aptes au lavage</i>	83
1.3.3. <i>Produit fini : la pomme de terre standard</i>	84
2. Les décisions d'assolement et de localisation de la sole de pommes de terre	84
2.1. Les zones cultivables	85
2.2. Place des types de pommes de terre dans les successions de cultures	86
2.3. Détermination de la surface pour chaque type de pomme de terre	86
3. Les décisions de conduite technique de la culture	89
3.1. L'implantation de la culture au printemps	90
3.1.1. <i>Préparation des plants et implantation des pommes de terre</i>	90
3.1.2. <i>Les modalités d'intrants lors de l'implantation</i>	95
3.1.3. <i>Le déroulement réel de l'implantation lors des deux campagnes</i>	97
3.2. Les interventions en cours de végétation	99
3.2.1. <i>Les traitements fongicides et insecticides prévus</i>	99
3.2.2. <i>L'irrigation</i>	102
3.2.3. <i>Les opérations en cours de végétation face aux cahiers des charges</i>	104
3.2.4. <i>Le déroulement réel des interventions en cours de végétation lors des deux campagnes</i>	107
3.3. La récolte et le stockage	109
3.3.1. <i>La récolte</i>	110
3.3.2. <i>Le défanage</i>	112
3.3.3. <i>Réception et conditionnement</i>	113
4. Les règles d'intégration des contraintes des produits sur la gestion technique de la sole de pommes de terre	115

C. LA GESTION TECHNIQUE DE LA POMME DE TERRE DANS LES EXPLOITATIONS DE PICARDIE	121
1. Les décisions d'assolement et la définition des zones cultivables dans les exploitations	122
1.1. <i>L'affectation des types de pommes de terre aux terrains</i>	122
1.2. <i>L'irrigation, un aménagement nécessaire ?</i>	123
1.3. <i>La zone cultivable</i>	126
2. L'insertion des pommes de terre dans les successions de cultures	126
2.1. <i>Délai de retour et taille de la sole</i>	126
2.2. <i>Les précédents culturaux</i>	129
3. La conduite technique de la pomme de terre dans les exploitations	130
3.1. <i>Les allotements d'opérations culturales dans les exploitations</i>	130
3.1.1. <i>Les opérations dites "indifférentes"</i>	130
3.1.2. <i>Les opérations dites "obligatoires" ou "recommandées"</i>	133
3.2. <i>Les principes de gestion technique sur la sole</i>	140
3.2.1. <i>Le principe de respect d'une obligation</i>	140
3.2.2. <i>Le principe de simplification</i>	140
3.2.3. <i>L'effet d'entraînement</i>	140
3.2.4. <i>Conséquences : les lots de parcelles et les lots de culture</i>	141
PARTIE III – DISCUSSION ET PERSPECTIVES	145
1. Les apports du mémoire	147
2. Les limites du mémoire	148
3. Perspectives pour le développement de dispositifs d'assurances qualité	149
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	151
ANNEXES	Tome II

INTRODUCTION GENERALE

Depuis une vingtaine d'années, de nombreux secteurs du domaine agro-alimentaire en Europe et singulièrement en France sont confrontés à de fortes évolutions. La saturation des marchés (du fait notamment des gains considérables de productivité agricole), l'industrialisation croissante, entraînant la création de nouveaux produits transformés¹ et impliquant la standardisation des matières premières agricoles pour chaque transformation, l'évolution de la demande des consommateurs, passant d'une consommation de masse à des exigences accrues de diversité et de qualité des produits, sont autant de phénomènes qui entraînent pour les filières la nécessité de développer de nouvelles stratégies de concurrence et de conquête des marchés (Valceschini & Nicolas, 1995).

La différenciation des produits et la segmentation de la clientèle sont des stratégies concurrentielles 'hors prix', fortement développées depuis plusieurs années par les industriels et les distributeurs de produits alimentaires (Yon, 1983). Ces stratégies s'appuient sur de nouveaux besoins des consommateurs, liés à l'évolution des modes de vie et des comportements alimentaires. Industriels et distributeurs trouvent dans l'hétérogénéité des préférences des consommateurs et dans l'inégalité des pouvoirs d'achat de nouvelles sources de croissance (Valceschini & Nicolas, *op. cit.*). Du point de vue de l'offre, la différenciation consiste à la fois à élargir la gamme des produits proposés et à ménager, au sein d'une catégorie de produits, des niveaux qualitatifs distincts.

Mais élaborer une ou des qualités d'un produit au sein d'une filière ne va pas de soi : il faut identifier des segments de marchés et les critères de qualité leur correspondant, déterminer le ou les modes d'obtention de ces critères, diminuer les coûts de non-qualité tout au long de la filière, etc. Ceci implique souvent, pour les entreprises, de modifier leurs schémas d'organisation interne et, toujours, de réviser les modes de relation entre les divers intervenants de la filière (Aubry *et al.*, 1994). La qualité des produits devient alors un enjeu central des relations entre producteurs et consommateurs (Sylvander, 1994).

Pour l'agronome, segmentation des marchés et qualité des produits posent des questions nouvelles : en effet, les acteurs d'aval des filières (firmes industrielles, collecteurs, distributeurs, etc.) cherchent le plus souvent à s'assurer de la part de l'agriculteur la fourniture d'un produit remplissant pour le moins certains des critères de qualité requis pour le produit final. Dès lors que la différenciation des produits ne se fait pas par le seul tri final d'une production de masse indifférenciée, mais s'exprime dès l'obtention de la matière première, l'agronome est interrogé sur les façons dont cette différenciation oriente et contraint les conduites techniques des productions dans les exploitations agricoles, et plus largement le fonctionnement de ces exploitations agricoles (Aubry *et al.*, 1994, *op. cit.*). Le niveau "exploitation agricole" n'est d'ailleurs pas nécessairement le seul sur lequel l'agronome peut intervenir : en céréales, où la fabrication de la qualité se joue du champ au silo, on a proposé des procédures de gestion de la qualité concernant non seulement les processus agronomiques à la parcelle, mais aussi l'organisation de la concentration progressive des récoltes d'un bassin de production, jusqu'au lot marchand (Le Bail, 1997).

Cependant, les partenaires de l'agriculteur s'intéressent de plus en plus aux manières même de produire des agriculteurs au sein des exploitations et cherchent à garantir le respect, par l'agriculteur, de certains procédés de production. La recherche de qualité est l'un des plus forts exemples de pilotage par l'aval de la production agricole (Sebillotte, 1996).

¹ Développement des produits dits de "quatrième gamme" notamment

Les interventions croissantes de cet aval dans les activités de l'agriculteur ont toutes les chances de se traduire, pour lui, par l'imposition de contraintes nouvelles sur ses décisions techniques. Comme l'agriculteur, du moins en exploitations de grande culture², est rarement mono-producteur mais s'inscrit dans différentes filières, il peut être confronté à une diversité d'exigences sur ses modes de production. Or, pour décider des productions qu'il fait et de leurs modes de conduite, l'agriculteur raisonne dans le cadre du fonctionnement global de l'exploitation, notamment en fonction des ressources rares (terre, travail, équipement, capital, trésorerie, etc.) dont il dispose sur l'exploitation (Capillon, 1993). Dès lors, segmentation des marchés et différenciation des produits posent à l'agronome une question centrale :

Comment l'agriculteur intègre-t-il des contraintes de marché dans ses actions techniques ? Autrement dit, comment combine-t-il les actions en tenant compte à la fois des contraintes internes de fonctionnement d'exploitation et des exigences exogènes de plus en plus nombreuses et précises ?

Pour traiter cette question, nous avons choisi un exemple, celui de la pomme de terre de conservation, compte tenu de la récente et forte segmentation du marché. Nous avons situé notre étude en Picardie, et notamment dans le Santerre, zone traditionnelle de production de la pomme de terre, dans des exploitations concernées à divers degrés par la segmentation du marché de cette production.

Notre étude a pour objectif de décrire et de comprendre les modalités d'intégration des contraintes du marché de ces pommes de terre dans les décisions techniques des agriculteurs, dans une optique de modélisation conceptuelle de ses décisions. Il s'agit d'évaluer les problèmes posés par ces contraintes exogènes de qualité des produits et les réponses apportées par les agriculteurs.

Dans la PARTIE I - **PROBLEMATIQUE** -, nous analyserons la notion de qualité liée à la segmentation des marchés et ses répercussions pour notre propos. Nous présenterons les concepts utiles pour la compréhension des modes d'insertion des contraintes du marché dans l'exploitation et pour l'évaluation de leurs conséquences organisationnelles et agronomiques. Nous justifierons plus concrètement dans ce chapitre les choix faits de la production et de la région d'étude.

Nos **RESULTATS** (PARTIE II) seront présentés comme suit :

- Dans un premier temps – CHAPITRE 1 : **Définition de types de produits : élaboration des critères de qualité en pommes de terre de conservation, conséquences sur la coordination technique entre agriculteurs et structures d'aval** –, nous analyserons les relations entre critères de qualité des différents segments de marché et exigences techniques de conduite des cultures ; nous proposerons une typologie opérationnelle des pommes de terre ayant sens par rapport aux débouchés et par rapport aux exigences techniques.

² Ce sont des exploitations dont le territoire est intégralement ou très majoritairement constitué de terres labourables utilisées pour des cultures annuelles.

- Dans une deuxième étape, centrale pour notre thèse – CHAPITRE 2 : ***Intégration des contraintes de qualité des pommes de terre dans la gestion de la sole au sein des exploitations agricoles*** – nous analyserons en **A, les modalités d'intégration des contraintes exogènes de qualité dans un échantillon d'exploitations** que nous aurons préalablement décrit et justifié. Nous nous interrogerons sur la diversité de ces modalités d'insertion et les évaluerons en termes de management technique dans l'exploitation, en comparaison avec les attentes des acteurs d'aval. Nous étudierons alors en **B : Gestion technique de la pomme de terre dans l'exploitation agricole/étude de cas** - le cas d'une exploitation, dans laquelle nous allons analyser en détail les modalités d'insertion des contraintes exogènes dans les systèmes de culture de la pomme de terre. A partir de cette étude de cas, nous tirerons l'expression de règles caractérisant, selon nous, les mécanismes d'insertion de ces contraintes exogènes dans les décisions techniques de cet agriculteur. Nous testerons ensuite en **C : Gestion technique de la sole de pomme de terre dans les exploitations en Picardie** - dans l'ensemble des exploitations d'enquête, la généralité des règles précédemment émises. L'objectif est de dégager des régularités dans les mécanismes d'intégration de ces contraintes exogènes. Nous pourrons dès lors évaluer en termes de management ce que représentent ces mécanismes d'insertion et disposer d'une base pour analyser *a priori* les problèmes posés dans une exploitation par l'inscription dans un nouveau segment de marché.

Enfin, le dernier volet de ce mémoire - PARTIE III : **DISCUSSION ET PERSPECTIVES** - sera consacré aux conclusions que l'on peut tirer, à leur portée et à leurs limites ainsi qu'à l'examen de perspectives pour la poursuite et l'extrapolation de ce travail.

PARTIE I - PROBLEMATIQUE

Pour traiter des modalités d'intégration des contraintes du marché dans les décisions techniques des agriculteurs, il nous faut disposer de connaissances préalables et d'outils conceptuels pour repérer ces contraintes, analyser les décisions techniques des agriculteurs et mettre les deux volets en relation.

Dans cette problématique, nous allons proposer :

1. Segmentation des marchés, qualité des produits - des définitions de la qualité, analyser ce que signifie la segmentation des marchés en termes de gestion de la qualité dans les filières de production et justifier le choix de la production de pomme de terre comme exemple pertinent d'étude de la segmentation d'un marché par la qualité.

Ensuite, nous présenterons :

2. Contraintes exogènes et gestion technique des cultures dans l'exploitation - les concepts nous permettant d'étudier les répercussions de la segmentation du marché d'une production sur les décisions techniques de l'agriculteur concernant la place de cette production dans les systèmes de culture de l'exploitation.

Enfin nous justifierons :

3. Intérêts de l'étude de la pomme de terre de conservation en Picardie - la pertinence de choisir, pour notre thème d'étude, la production de pommes de terre de conservation en Picardie, et notamment dans le Santerre.

1. Segmentation des marchés, qualité des produits

Dans le domaine de la production agricole et alimentaire, la qualité des produits est une préoccupation ancienne, liée d'abord à des enjeux nutritionnels et sanitaires ; mais l'industrialisation croissante (formulation de nouvelles spécificités, exigences de régularité) et la segmentation des marchés mobilisent des dimensions de la qualité de plus en plus diverses et imbriquées les unes dans les autres (Sylvander, 1994). On passe ainsi en agriculture d'une logique essentiellement productiviste à une logique fondée sur la qualité, avec la prise en compte d'une demande diversifiée (Allaire, 1995) : "*on fait ce qui se vend*" prend le pas sur la traditionnelle vision du "*on vend ce que l'on fait*". Cette évolution pose en filigrane le problème de la définition même de ce qu'est la qualité.

1.1. Définitions de la qualité

Le terme qualité est polysémique et tout particulièrement dans le domaine agro-alimentaire (Valscechini & Nicolas, 1995) : traditionnellement synonyme de rareté, de luxe, il correspond au plan commercial à de petites séries, à des créneaux de prestige marqués par des signes de qualité (appellations, marques, labels...) désignant pour le consommateur le haut de gamme. D'une façon plus neutre, ce terme indique les propriétés intrinsèques d'un produit, caractéristiques permettant de l'identifier et qui, le plus souvent, correspondent à des critères technologiques importants vis-à-vis de sa transformation industrielle.

Enfin, plus récemment, la qualité est définie comme "*l'aptitude d'un produit (ou d'un service) à satisfaire des besoins (exprimés ou potentiels) des utilisateurs*" (AFNOR, 1996).

Cette définition correspond bien à l'objectif que nous nous fixons en nous demandant comment les exploitations intègrent les contraintes externes. Il en découle trois points importants :

- la qualité d'un produit ou d'un service n'existe pas dans l'absolu, mais exclusivement à travers une relation, en l'occurrence celle existant entre un fournisseur (le producteur) et un usager (l'acheteur) ;
- l'usager a, en théorie, une position centrale et prépondérante dans la relation, puisque c'est autour de lui et de ses exigences (ses "*besoins*") que va se définir la qualité et se construire l'échange ;
- la qualité est associée à la fonction que le produit doit exercer du point de vue de l'usager et non au produit dans l'absolu.

Ainsi, avant même d'être source d'une éventuelle valeur ajoutée supplémentaire pour un fabricant (par exemple, pour un agriculteur), la qualité d'un produit est la condition même pour que ce fabricant ait accès à un segment de marché donné. Mais il découle de cette définition que, dans un marché différencié, les fonctions attendues d'un produit sont multiples : les composantes de qualité à rechercher vont donc dépendre du débouché visé et peuvent aller bien au-delà des caractéristiques intrinsèques du produit.

Pour rendre compte de cette complexité, on parle pour un produit donné de profil de qualité (François, 1971). Parmi les critères d'un profil de qualité, on distingue ceux qui relèvent strictement des caractéristiques intrinsèques du produit et d'autres relatifs à son environnement.

Selon François (*op. cit.*), on peut distinguer divers éléments dans les caractéristiques intrinsèques d'un produit : la qualité *hygiénique*, la plus ancienne notion de qualité, est la non-toxicité du produit pour l'alimentation humaine ; la qualité *nutritionnelle* est l'aptitude du produit à nourrir de manière équilibrée, selon les connaissances nutritionnelles du moment ; la qualité *organoleptique* se réfère aux sensations éprouvées lors du contact alimentaire avec le produit ; la qualité *d'usage* est l'aptitude du produit à l'usage qu'en fait l'utilisateur, et la qualité *symbolique* renvoie à l'image que l'utilisateur se fait du produit.

Par cette seule énumération, on voit déjà le caractère pluridimensionnel de la notion de qualité. Soulignons de plus que, depuis la catégorisation proposée par François (1971), chaque élément caractérisant la qualité intrinsèque du produit s'est complexifié.

- **La qualité hygiénique** intègre classiquement la sécurité du produit sur le plan bactériologique mais aussi de plus en plus une non-toxicité chimique (teneurs réglementées en résidus d'intrants chimiques, exigences d'innocuité sur les éventuels additifs alimentaires, etc.). Les consommateurs ont accru leurs exigences sur les aspects de sécurité alimentaire, particulièrement depuis la crise de la vache folle de 1996 (Dufour *et al.*, 1997).

- **Les qualités nutritionnelles** sont de plus en plus segmentées en fonction des catégories de consommateurs : produits pour enfants, adultes, femmes enceintes, nourrissons, personnes âgées ; produits diététiques, allégés, compléments de l'effort, etc.

- **Les qualités d'usage** ont pris une importance considérable avec la croissance de l'industrialisation : les critères technologiques sont très employés pour segmenter les marchés en fonction des types de transformations que subit le produit initial. Un exemple

parlant est le marché des céréales, fortement segmenté selon le critère "*teneur en protéines des grains*"³. Le plus souvent, une transformation donnée demande que le produit initial satisfasse à plusieurs critères technologiques simultanément. Dans les produits peu ou pas soumis à transformation industrielle, on voit aussi se multiplier les qualités d'usage : nous verrons que la pomme de terre destinée au marché du frais en est un bon exemple;

- **Les qualités organoleptique et symbolique** des produits agro-alimentaires ont fortement évolué et se sont différenciées avec l'évolution des goûts et des représentations des consommateurs autour des aliments (Lahlou, 1995).

Mais la qualité d'un produit comprend aussi d'autres facettes que celles relatives aux caractéristiques intrinsèques : elle intègre notamment la notion de **qualité de service**, service rendu au consommateur directement ou service rendu par l'agriculteur au partenaire de première mise en marché.

Du côté des consommateurs, les nouvelles formes de conservation alimentaire sont fondées sur l'augmentation forte de la restauration collective ainsi que, sur le plan domestique, la réduction du temps consacré à la préparation des repas et la réduction du rythme des achats alimentaires (généralisation des achats en Grande ou Moyenne Surface, généralisation des congélateurs et des micro-ondes, etc.). L'expression "*d'aliment-service*" désigne des produits qui permettent aux ménages d'économiser du temps et/ou de faciliter les tâches liées à l'alimentation, en transférant vers l'industrie ou le commerce de fonctions traditionnellement prises en charge au sein du foyer (Sylvander, 1994) : produits surgelés, pré-cuisinés, conditionnements variés....

Les collecteurs, transformateurs ou autres instances de première mise en marché, exigent aussi de plus en plus souvent de l'agriculteur qu'il remplisse certains services autour du produit objet de la transaction. C'est particulièrement net dans les filières maraîchères, avec de fortes répercussions sur l'organisation de la production dans l'exploitation (Navarrete *et al.*, 1999). Le plus fréquent de ces services est le stockage temporaire des produits à la ferme, permettant au partenaire d'aval de limiter sa propre gestion des stocks, voire de travailler en flux tendus avec ses propres clients. Le stockage à la ferme s'est considérablement développé en céréales et en pommes de terre. Mais on trouve aussi, fréquemment, des tris, des conditionnements ou préparations variés réalisés à la ferme.

1.2. Gestion de la qualité dans les filières

La gestion de la qualité dans une filière consiste à développer des actions pour obtenir un produit conforme à un profil donné de qualité, dans de bonnes conditions de rentabilité. La maîtrise de la qualité est alors un problème de coopération entre les intervenants de la filière, dont chacun ne possède qu'une partie des informations, des compétences ou des capacités d'action nécessaires sur le produit (Eymard-Duvernay, 1995). Cette coopération peut s'établir selon plusieurs formes de coordination entre les intervenants, dont Sylvander (1994) propose une typologie (*Encadré 1.1*).

³ en fonction duquel le produit sortant du champ est ou non apte à la panification, à la biscuiterie, à la malterie etc. Ce critère "*teneur en protéines*" résulte lui-même de l'intégration, après négociation au sein de la filière, de plusieurs critères analytiques correspondant spécifiquement à tel ou tel segment de marché (W, viscosité, etc.) (Le Bail, 1997).

Encadré I.1 – Quatre modes de définition de la qualité des produits

S'appuyant sur les travaux des conventionnalistes, notamment Bolstanski et Thévenot (1987) et Eymard-Duvernay (1987), Sylvander (1994) considère que la qualité est une convention, produit de l'interaction entre des acteurs, et qu'elle est un domaine d'incertitude. Dès lors, la question du mode de définition de la qualité auquel se réfèrent les acteurs est posée de manière aiguë. Il propose de retenir quatre modes de définition de la qualité, selon la forme de coordination entre ces acteurs :

- ♦ *La coordination industrielle, par laquelle: la qualité est référée à des standards et définie par des règles objectivées, des normes extérieures auxquelles les acteurs se réfèrent et se conforment.*
- ♦ *La coordination domestique (ou "de réputation"), où les relations entre les acteurs sont fondées sur des liens durables, des relations marquées par la confiance établie entre les acteurs : la qualité est ainsi établie en référence aux transactions passées.*
- ♦ *La coordination civique : la qualité est définie du fait de l'adhésion de l'ensemble d'acteurs à un corps de principes sociétaux, du fait notamment de l'appartenance à un même organisme (une coopérative, par exemple).*
- ♦ *Enfin, la qualité peut résulter du simple fonctionnement du marché, lorsque les acteurs sont en mesure d'évaluer directement la qualité d'un produit échangé et de l'exprimer, essentiellement, sous forme d'un prix : on parle alors de coordination marchande.*

Ces conventions de qualité visent à diminuer l'incertitude sur la définition des produits à échanger entre les acteurs. Sylvander (1995) a pu montrer que, pour certains produits dits "de qualité spécifique" (labels ou produits d'agriculture biologique, par exemple), ces modes de définition de la qualité peuvent jouer simultanément.

Les méthodes de gestion de la qualité dans une filière de production se répartissent très succinctement en deux catégories : contrôle à la fin du processus de production et durant l'élaboration même du produit.

- Les premières, les plus classiques, consistent à vérifier *in fine* la conformité des produits obtenus aux spécifications techniques souhaitées, donc à opérer un contrôle *a posteriori*, systématique ou aléatoire, en fin de processus productif. Ces méthodes sont efficaces, quoique souvent coûteuses, pour garantir la qualité du produit final fourni à l'acheteur ; elles sont par contre d'une efficacité restreinte pour connaître et réduire les erreurs commises en cours de processus de production, donc pour faire évoluer la qualité de l'approvisionnement initial. En agriculture, jusqu'à récemment, la gestion de la qualité passait uniquement par de tels contrôles *a posteriori*, de plus longtemps résumés à de simples inspections sur le caractère "*sain, loyal et marchand*" du produit de masse mis sur le marché (Valceschini & Nicolas, 1995).

- Les secondes méthodes consistent à élaborer des consignes sur les actions à réaliser au cours du processus de production lui-même, l'obtention de la qualité voulue pour le produit final étant liée au respect de ces manières de faire. Ce sont les démarches de type

assurance-qualité⁴, où le problème du contrôle est théoriquement déplacé du produit vers les manières de produire (Cersan, 1997). Dans les faits, les contrôles *a posteriori* restent souvent présents dans ce type de démarche, car les relations entre une manière de faire et un résultat sur le produit ne sont pas toujours très strictes et les contrôles sur ces manières de faire pas toujours très simples à pratiquer. Cependant, les contrôles *a posteriori* sont moins systématiques et/ou moins coûteux que précédemment. De plus, si ces méthodes nécessitent une connaissance importante des modes de production, elles permettent en retour d'agir sur eux de façon efficace, donc de pouvoir améliorer la qualité de l'approvisionnement initial, dans le cadre d'une "boucle de la qualité" (AFNOR, 1996).

Le choix entre ces deux grandes modalités de gestion de la qualité est notamment fonction du type de produit et de la position des intervenants dans la filière : en effet, quand la transaction porte sur la fourniture d'un produit intermédiaire, entre un agriculteur et un transformateur par exemple, le problème pour l'industriel est d'attester la sécurité et la constance de la matière première grâce à une garantie portant sur la fiabilité des processus de production agricole et des procédures d'approvisionnement. En revanche, lorsque l'échange implique le vendeur et le consommateur d'un produit final, la question pour le vendeur est de délivrer au consommateur les informations nécessaires et suffisantes à l'identification du produit final par rapport à d'autres : les contrôles *a posteriori* sont alors les plus pratiqués pour fournir cette information (Valceschini & Nicolas, 1995). Ces cas concernent les relations entre collecteurs/distributeurs et consommateurs, en aval de l'agriculteur, mais peuvent aussi concerner directement l'agriculteur lorsqu'il est producteur-vendeur, ce qui reste fréquent.

Les modes de gestion de la qualité sont en pleine évolution dans le domaine agro-alimentaire, avec une forte tendance à mettre en place des démarches d'assurance qualité au sein des industries et de la distribution mais aussi, de plus en plus, en "remontant" le long des filières jusqu'à l'exploitation agricole (Capillon & Valceschini, 1998). Cette nouvelle tendance cherche à répondre chez le consommateur final à une inquiétude croissante sur les risques que feraient courir les façons de produire dans l'exploitation agricole, risques sur la sécurité alimentaire des produits et sur l'environnement (UFC Que Choisir, 1997).

1.3. La pomme de terre de conservation : un exemple particulièrement pertinent de segmentation du marché par la qualité

Pour illustrer ce que peut être la segmentation d'un marché et ses conséquences sur la définition de la qualité des produits et la gestion de cette qualité, la pomme de terre de conservation est un exemple particulièrement pertinent, comme nous allons le montrer ci-dessous. Rappelons auparavant que la pomme de terre dite "de conservation" est un tubercule ayant atteint la maturité (naturellement ou après défanage) et qui, grâce à sa peau épaissie, peut être conservé après récolte (laquelle survient entre août et octobre) jusqu'aux mois de juin ou juillet de l'année suivante, à condition de maintenir une température basse (de l'ordre de 5°C) dans un lieu de stockage : cette pomme de terre est destinée à de multiples usages, dans la consommation en frais ou dans la transformation industrielle

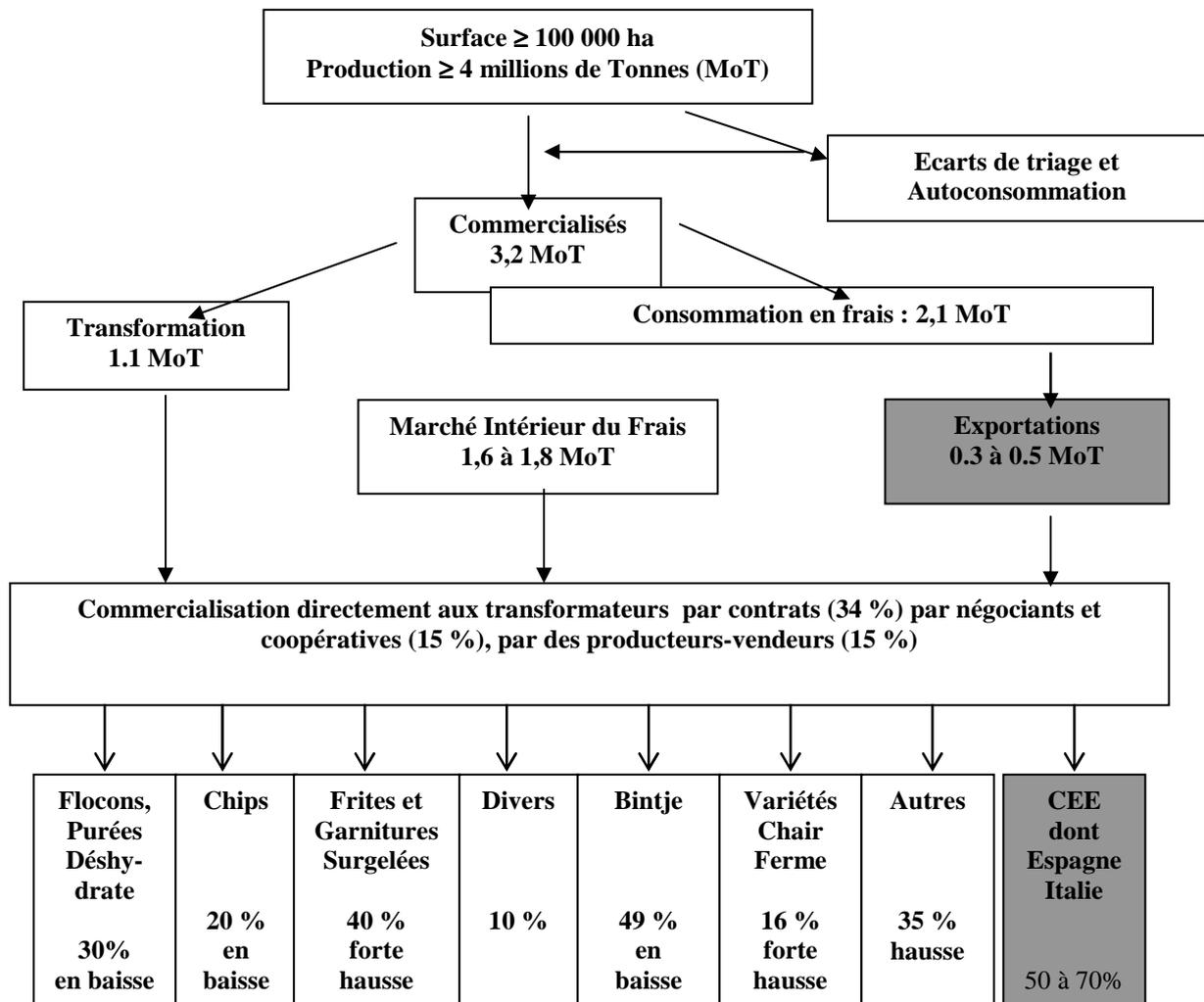
⁴ L'assurance qualité est, selon l'AFNOR, "l'ensemble des actions pré-établies et systématiques nécessaires pour donner la confiance en l'obtention régulière de la qualité requise".

alimentaire. Elle s'oppose notamment à la pomme de terre féculière, uniquement destinée à la production industrielle de fécule, ainsi qu'aux autres pommes de terre de consommation (pommes de terre primeurs et nouvelles).

1.3.1. Evolution récente du marché de la pomme de terre de conservation : diversification des produits et segmentation du marché

En 1994, les superficies plantées en pomme de terre de conservation étaient de l'ordre de 107 000 hectares, avec une production totale d'environ 4,28 millions de tonnes. Une fois déduites les pertes au triage et l'autoconsommation (soit près de 0,8 million de tonnes), la production restante se répartit (*Figure I.1*) entre la transformation industrielle, qui utilise environ 1,1 million de tonnes (34 %), et la commercialisation en frais (3,2 million de tonnes soit 66 %). Cette dernière comprend le marché intérieur (1,6 million de tonnes, soit 50% de la production totale) et l'exportation (0,495 million de tonnes, soit 15 % de la production totale). Ainsi les deux débouchés, transformation et exportation, en progression régulière depuis quelques années, ont compensé la baisse de la conservation intérieure en frais.

Figure I.1 - Marché de la pomme de terre de conservation en France (Source : SECODIP, 1994)



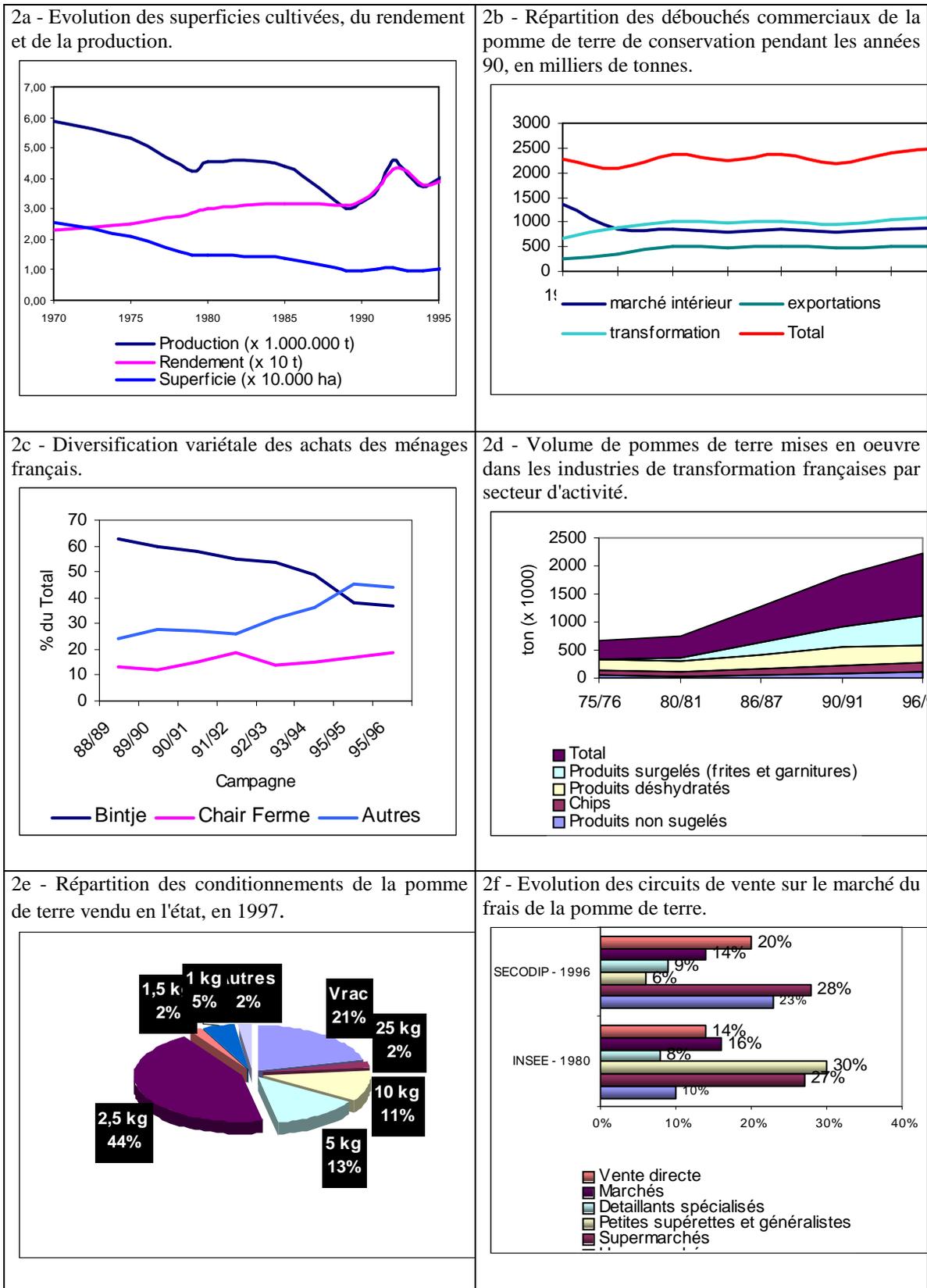
Le marché et la production des pommes de terre de conservation en France ont connu de profonds changements ces dernières années. Pendant les années 80, la production n'a pas cessé de chuter, du fait d'une diminution moyenne de 4,2 % par an des surfaces cultivées et du fait de la stagnation, voire de la baisse, des rendements moyens (qui atteignent en 1989 leur plus bas niveau de la décennie). Depuis le début des années 90 cependant, on assiste à une relative stabilisation de la production à un niveau plus élevé, grâce à une légère augmentation des surfaces (effet secondaire de la politique agricole commune - PAC - de 1992), et grâce à l'augmentation des rendements moyens d'environ 25 % par rapport à la décade précédente (*Figure 1.2.a et Figure 1.2.b*).

En effet, si la quantité totale de pommes de terre consommées par habitant n'a pas changé depuis les années 80, les habitudes de consommation, elles, ont été fortement modifiées. Il y a 20 ans, l'INSEE évaluait la consommation totale de pommes de terre à 61 kg/habitant/an et celle de produit transformé à 6 kg/habitant/an : aujourd'hui, cette dernière consommation a fortement progressé et représente 25 kg/habitant/an. Dans le même temps, la consommation de pommes de terre en frais a diminué de 55 à 35 kg/habitant/an. La pomme de terre reste cependant le légume plus consommé en France

Les quantités de pommes de terre destinées à la transformation industrielle n'ont pas cessé d'augmenter, grâce à la forte diversification des produits finaux (*Figure 1.2.d*). A l'origine, dans les années 1960, cette transformation pour l'alimentation humaine concernait principalement la déshydratation et la confection de chips. A partir de 1970, elle se diversifie (*Figure 1.2.c*) et augmente en volume, tant pour les produits déshydratés que pour les chips. Dans les années 1980, la progression et la diversification sont encore plus marquées grâce à l'implantation, dans la région Nord-Pas-de-Calais, de deux usines de fabrication de frites surgelées. A ces catégories viennent maintenant s'ajouter les produits plus élaborés, dits de "quatrième gamme", comme les gratins surgelés, les galettes, les pommes dauphine, noisette, etc.

Dans le marché du frais, les changements ont aussi été importants. Tout d'abord, la grande distribution (Grandes et Moyennes Surfaces, GMS) a gagné du terrain au détriment du commerce traditionnel, notamment généraliste : 51 % de la pomme de terre sont commercialisés aujourd'hui par les GMS, les hypermarchés ayant progressé de 13 points en 16 ans (*Figure 1.2.f*). Les détaillants spécialisés, quant à eux, ont maintenu leur position et les producteurs-vendeurs continuent à occuper une place assez importante avec 20 % des pommes de terre commercialisées. La centralisation de la distribution a permis d'accélérer dans le marché du frais le mouvement de diversification des produits et d'élévation du niveau qualitatif des pommes de terre. Ce mouvement a permis au marché du frais de faire évoluer un produit auparavant considéré comme basique, pour une consommation de masse, vers une gamme de produits correspondant à des consommations diversifiées (*Figure 1.2.e*).

Figure I.2 – Les évolutions dans la production et du marché de la pomme de terre de conservation (Source : CNIPT, SECODIP)



La diversification des produits pour l'industrie comme pour la vente en frais est essentiellement associée à la **multiplication du nombre de variétés disponibles** (Tableau I.1a et Tableau I.1b) et à celle des **modes de conditionnement**. Dans le marché du frais, les nouvelles variétés apparues ont permis d'étoffer notamment le marché des "chair ferme" : la Bintje, qui représentait 60 % des ventes de frais en 1989/90, n'atteint plus que 37 % des achats des ménages : son utilisation s'est trouvée limitée par le développement du lavage des tubercules, car cette variété est plus exposée que les variétés nouvelles aux défauts de présentation et d'aspect du tubercule. Quant au conditionnement, on a montré que le consommateur conserve de moins en moins les pommes de terre chez lui, mais les achète quand il a besoin (Guyau, 1995) : les petits conditionnements, type 2,5 kg et moins souvent 1 kg et 5 kg, remplacent alors les traditionnels sacs de 10 ou 25 kg.

Tableau I.1 - Diversification variétale et usages des pommes de terre de consommation
(Source : ITPT-ITCF)

a) à usage industriel

Usages	Caractéristiques du produit final	Caractéristiques de la matière première	Variétés utilisées
Chips	Mince lamelles frites (1-1.5 mm) [eau] : 2-3% [huile] : 30-40%	Calibre : 35-50 mm [MS] > 21% [Sucres R] < 0.5% MF	Saturna, Bintje, Première, Ostara
Frites surgelées	Bâtonnets (6*6 –allumettes- à 12*12mm -frites), blanchis et pré-frits	Calibre > 50mm, forme oblongue [MS] 20 à 23% [Sucres R] < 0.4 % MF	Russet Burbank, Bintje, Agria, Marujke
Flocons	Purée déshydratée et floconnée	Calibre > 35 mm [MS] 20 à 24% [Sucres R] 0.6 à 1% MF	Bintje
Appertisée	Cubes ou lamelles en bocaux ou sachets, sous vide	Calibre < 45 mm [MS] < 20% [Sucres R] < 1%MF	Variable mais plutôt chair ferme (Cf. ci-dessous)

b) pour la consommation en frais

Types	Caractéristiques	Usages	Variétés
A	Chair fine, peu farineuse, ne se délitant pas à la cuisson	-Salades, pommes vapeur, sautées -rissolées, gratins -NON : frites, purées, soupes, au four	Charlotte, Nicola, Francine, BF15, Belle de Fontenay, Roseval, Ratte etc.
B	Chair assez fine, un peu farineuse, faible délitement à la cuisson	-Rissolées -vapeur, sautées, gratins, soupes -frites, purées, au four	Ondine, Ostara, Première, Estima, MonaLisa, Samba, Urgenta, Mondial (Bintje)
C	Chair farineuse, peu aqueuse, délitement prononcé à la cuisson	-Frites ménagères, soupes, au four -gratins -NON : vapeur, sautées, salades	Bintje, Russet Burbank Estima, Caesar, Agria

Légende : [eau] = Teneur en eau [huile] = Teneur en huile ; [MS] = Teneur en matière sèche ; [Sucres R] = Teneur en sucres réducteurs ; MF = Matière Fraîche.

1.3.2 – Diversité des profils et multiplicité des critères de qualité

Ainsi, la pomme de terre de conservation est-elle concernée très directement par la diversité des profils de qualité et la multiplicité des notions de qualité intervenant dans ces profils.

- Les qualités *hygiéniques des produits* et notamment celles portant sur les quantités admissibles de résidus d'intrants, sont l'objet d'attentions croissantes de la part du législateur, à l'échelle européenne : les teneurs en nitrates, par exemple, pourraient être objet de réglementations, notamment de la part des autorités sanitaires (Gravouelle & Grollier, 1996). Dans certains segments de marchés, notamment la fabrication d'aliments pour bébés, de fortes restrictions concernent les teneurs maximales en nitrates et résidus pesticides.
- Les qualités d'usage segmentent fortement le marché, tant dans le domaine industriel (critériologie complexe et variée pour les différentes transformations industrielles) que dans le marché du frais, où les usages culinaires conseillés des tubercules sont une nouvelle forme de segmentation, fortement corrélée à la diversification variétale constatée.
- Les critères de *qualité organoleptique et symbolique* ne sont pas en reste : là encore, en pommes de terre, le marketing réalisé depuis quelques années par les instances professionnelles tendent à changer l'image de cet aliment de base soupçonné de "*faire grossir*", en légume au goût varié et à l'intérêt diététique avéré.

Enfin, la pomme de terre de conservation fournit des exemples particulièrement nets de l'importance de la qualité de service, sur les deux volets que nous avons vus : en effet, la pomme de terre est un exemple-type du développement de multiples "*aliments-services*" : produits de 4^{ème} gamme tels que frites, plats cuisinés, surgelés de différentes formes immédiatement consommables. Par ailleurs les clients directs des agriculteurs (industriels, négociants, distribution, etc.) ont de nombreuses exigences de service auprès de l'agriculteur autour des pommes de terre qui leur sont destinées : exigences sur les formes de conditionnement (en sacs ou en filets de différentes contenances), sur les tris des tubercules (segmentation forte des marchés selon les calibres, pour beaucoup triés à la ferme, sur les variétés, résumé fréquent d'informations sur les usages culinaires, là aussi triées à la ferme), exigences sur la préparation des tubercules (déterrage, voire broyage, voire même lavage à la ferme dans certains créneaux), exigences aussi sur les dates de livraison des produits, avec la généralisation du stockage à la ferme, avec des degrés variés de sophistication des équipements de stockage (ventilation, chambres frigorifiques, etc.).

1.3.3 - Des coordinations variées entre producteurs et aval

Cette diversification des produits et des exigences de qualité se combine à une diversification des conventions entre acteurs : en pommes de terre de conservation, on rencontre aujourd'hui toutes les formes de coordination mentionnées par Sylvander (*Cf. Encadré 1.1*). Coordination industrielle dans la plupart des produits transformés, mais aussi dans certains secteurs du marché du frais, lorsqu'il y a relation de l'agriculteur avec la grande distribution : fréquemment des contrats lient alors agriculteur et aval, spécifiant les caractéristiques des produits et les services afférents attendus ; coordination domestique, fondée sur la connaissance et la confiance réciproques, le plus souvent à l'œuvre dans les

relations entre agriculteur et négociant, surtout lorsque celui-ci est de petite taille et anciennement implanté dans la région ; coordination civique, notamment dans les structures de type coopératif, et marchande, pour les produits vendus directement sur le marché, interne ou à l'exportation, par l'agriculteur.

De même coexistent dans la filière des pommes de terre de conservation différentes méthodes de gestion de la qualité : les contrôles *a posteriori* sont pratiqués dans de nombreux segments de marché. Cependant, les démarches de type assurance qualité prennent de l'ampleur : initiées dans les marchés des pommes de terre destinées à la transformation industrielle, elles commencent aujourd'hui à se rencontrer de façon plus fréquente dans le marché du frais, via le secteur de la grande distribution en particulier.

1.4. Synthèse partielle

En pommes de terre de conservation, c'est moins la saturation des marchés que l'évolution du comportement des consommateurs qui a entraîné une nécessaire segmentation des marchés par la qualité : l'augmentation des types de produits transformés et la diversification, variétale et de conditionnement, en produits frais témoignent de ce mouvement. **Les critères caractérisant les profils de qualité sont fort variables**, tant dans les caractéristiques intrinsèques du produit que dans les services afférents, selon qu'on produit des pommes de terre pour la fabrication industrielle de chips, de frites, de purées en flocons, de petits pots pour bébés ou autres produits de 4^{ème} gamme, qu'on vise tel ou tel segment du marché du frais (haut de gamme, chairs fermes, lavables, brossées, etc.), qu'on s'insère plutôt dans un créneau basique, qu'on vise l'exportation, etc.

Les stratégies de différenciation des produits et de segmentation de la clientèle renouvellent ainsi la problématique de la qualité de la pomme de terre, qui s'avère ainsi un exemple pertinent pour illustrer la segmentation des marchés et la diversité des critères de qualité : nous verrons plus loin comment ces différents profils de qualité impliquent des exigences sur sa conduite technique dans les exploitations. Pour l'heure, nous pensons avoir montré la pertinence du choix de cet exemple.

2. Contraintes exogènes et gestion technique des cultures dans l'exploitation agricole

Pour comprendre comment la segmentation d'un marché contraint les décisions techniques des exploitants, il nous faut analyser les façons dont les agriculteurs prennent ces décisions ; des travaux récents ont éclairé ce point en proposant des modèles de représentation des décisions de conduite des cultures et d'utilisation des ressources productives au sein de l'exploitation. Nous utiliserons ces travaux comme base pour notre étude de l'insertion des contraintes exogènes du marché sur la conduite de la pomme de terre.

Dans l'exploitation agricole, la segmentation des marchés et les exigences de qualité mettent cependant en cause des décisions variées, portant sur des pas de temps différents : décisions stratégiques impliquant le long terme, comme le choix des productions elles-mêmes, le niveau des ressources productives (surface, matériel, main-d'œuvre, etc.), la nature, l'importance et le rythme des investissements, la politique commerciale, etc. ;

décisions plus "*tactiques*" de mobilisation des ressources productives pour la conduite technique des productions, à l'échelle des cycles productifs (cycle annuel dans notre cas).

Nous n'étudierons pas ici les décisions d'ordre stratégique, pour lesquelles des cadres de représentation, du pilotage stratégique notamment, ont été proposés (Hémidy & Soler, 1994 ; Hémidy *et al.*, 1993). En effet, ceci implique selon nous une étude spécifique et poussée, faisant appel à des compétences que nous ne possédons pas dans différents domaines de l'économie et de la gestion stratégique d'entreprise. De plus, des études ont montré que, dans l'exploitation agricole, l'agriculteur établit des hiérarchies entre ses niveaux de décision, en ne remettant pas en permanence en question ses choix sur le long terme : une fois les choix stratégiques faits pour un pas de temps pluriannuel, les décisions de conduite technique s'effectuent dans le cadre de ces décisions d'amont (Sebillotte, 1990 b ; Sebillotte & Soler, 1990 ; Chatelin *et al.*, 1993 ; Papy, 1994, 1996, 2001 ; Aubry, 2000).

Nous considérerons donc, dans ce qui suit, les décisions stratégiques de l'exploitant comme des données d'entrée, sur les déterminants desquelles nous ne nous interrogerons pas. Concrètement, le choix du ou des segments de marchés de la pomme de terre que vise l'agriculteur, de son ou de ses partenaires commerciaux, du ou des types de coordination mises en place avec eux, l'investissement ou non dans l'irrigation ou dans des bâtiments de stockage pour la pomme de terre, la présence ou non de tel matériel de culture, le choix de la main-d'œuvre, etc. seront ici constatés⁵ mais non analysés. Par contre, nous analyserons en quoi ces décisions stratégiques conditionnent les décisions de conduite de la culture de pomme de terre.

2.1. Concepts généraux en gestion de production

Les décisions qui vont donc nous occuper relèvent du domaine de la gestion de production dans l'entreprise : celle-ci a pour objet la transformation des ressources productives en biens ou en services (Giard, 1988), via notamment, des décisions d'attribution de ces ressources aux ateliers de production et l'établissement de procédures de fabrication des produits.

Les modèles récemment développés pour représenter les décisions techniques de l'exploitant agricole sont inspirés de ceux utilisés en gestion de production dans l'industrie, adaptés toutefois aux spécificités de la production agricole (*Encadré 1.2*). On emprunte en particulier à ce domaine une représentation des décisions de production sous la double forme de la planification et de pilotage des actions techniques : la planification est la conception anticipée des décisions sous forme de plans d'action (Besson & Bouquin, 1991) ; le pilotage est la prise de décision en temps réel, pouvant être la simple déclinaison des plans d'action dans un contexte précis grâce à la mobilisation d'indicateurs et/ou des formes plus innovantes d'adaptation à la spécificité des contextes rencontrés.

⁵ Ils serviront, nous le verrons, à constituer l'échantillon d'exploitations étudiées

Encadre I.2 - Spécificités de la gestion de production dans l'exploitation agricole

On entend par gestion de la production dans l'exploitation agricole, l'organisation temporelle et spatiale des ressources productives ainsi que la conception et la mise en oeuvre des activités de production. Cette gestion de production présente certaines spécificités par rapport à la gestion de production dans l'industrie.

1/ Spécificités du gestionnaire

Dans l'entreprise industrielle, la gestion de la production est généralement élaborée en plusieurs étapes, à travers une structuration en centres de décision individualisés. Activités de planification et activités de pilotage de la production correspondent, dans l'entreprise industrielle, à des niveaux de compétences hiérarchisés. En particulier la planification explicite des activités de production (règles écrites, procédures formelles de fabrication...) est une condition nécessaire du fonctionnement de l'entreprise (de Terssac, 1993). Dans l'exploitation agricole, l'agriculteur explicite peu, voire pas du tout, les processus et raisonnements qui conduisent à ses décisions techniques. Deux raisons majeures expliquent ces faits (i) dans la majorité des systèmes de production qui reposent sur une main-d'oeuvre en très petit nombre, l'agriculteur est à la fois concepteur et exécutant des activités de production (ou très proche de l'exécution) : il n'a pas ou peu à communiquer pour la réalisation des tâches (ii) ses processus et raisonnements menant aux décisions concrètes sont rarement objets d'intérêt et d'interrogation de la part des conseillers qui interviennent dans l'exploitation : il s'agit, d'une "unspoken knowledge (...) rarely put down on the paper" (Jacobsen, 1994).

2/ Spécificités de l'activité de fabrication

Les cycles de production agricole sont longs (plusieurs mois, parfois plusieurs années) et mettent en oeuvre des opérations techniques nombreuses et diverses. L'influence de ces actes techniques sur le processus de production agricole n'est pas entièrement prévisible. En effet le résultat d'un acte technique dépend, notamment en culture, de l'action aléatoire du climat, dans tous les systèmes de production où ce facteur n'est pas contrôlé. En outre, le plus souvent, les techniques n'influent qu'indirectement sur la production, à travers un ou plusieurs éléments du milieu : les engrais par exemple sont fournis au sol, à partir duquel ils sont absorbés par la culture via le système racinaire, de façon très variable selon l'état du sol, son humidité, l'état du système racinaire, etc. Enfin les effets des actes techniques sont fréquemment différés dans le temps : plusieurs semaines s'écoulent par exemple entre la date d'implantation d'une culture dans une parcelle et celle où l'on peut juger, à travers la levée, de la réussite ou non de cette implantation. Ceci rend difficile la correction d'une situation défavorable en cours de production.

Dans le domaine des décisions techniques agricoles, des auteurs ont adapté ces notions en proposant le concept de "modèle d'action de l'agriculteur pour la conduite des cultures" (Encadré I.3), dans le cadre des décisions à caractère cyclique dans l'exploitation agricole (Duru et al., 1988, Sebillotte & Soler, 1988, 1990).

Encadré I.3 – Le concept de modèle d'action

Le modèle de l'agriculteur pour la conduite des cultures ou modèle d'action est un cadre de représentation des décisions techniques de l'agriculteur. Il comporte (Sebillotte & Soler, 1988, 1990 ; Duru et al., 1988 ; Papy, 1994) :

(i) un ou plusieurs objectifs généraux qui définissent le terme vers lequel convergent les décisions de l'agriculteur ; (ii) un programme prévisionnel et des états-objectifs intermédiaires qui définissent des points de passage obligés et des moments où l'agriculteur pourra faire des bilans pour mesurer où il en est de la réalisation de ses objectifs généraux ; se trouvent ainsi fixés des indicateurs qui serviront aux décisions ; (iii) un corps de règles de décision qui, en vertu d'un champ d'événements perçus comme possibles par l'agriculteur, définit pour chaque étape du programme la nature des décisions à prendre pour parvenir au déroulement souhaité des opérations et la nature des solutions de rechange à mettre en œuvre si, à certains moments, ce déroulement souhaité n'est pas réalisable.

Dans les exploitations de grande culture, ces notions ont été mises en œuvre pour plusieurs types de décisions techniques, notamment les décisions de conduite technique de la sole d'une culture (Aubry, 1995 ; Aubry et al., 1998 b) et les décisions d'attribution entre cultures de ressources productives : ressources en terre (Maxime et al., 1995, 1997), en équipement et en main-d'œuvre à travers la notion d'organisation du travail (Papy et al., 1988 ; Attonaty et al., 1993 ; Le Gal, 1995 ; Chatelin & Mousset, 1997), ressources en eau lorsque l'accès à celle-ci s'avère limitant (Chatelin et al., 1993 ; Leroy et al., 1996), etc.

2.2. La constitution de systèmes de culture dans l'exploitation

En reliant ces différentes décisions techniques dans le cadre de modèles intégrés, on rejoint, avec un point de vue renouvelé, le concept de système de culture conçu par les agronomes (*Encadré I.4*) : liaisons entre conduite des cultures et organisation du travail (Aubry & Chatelin, 1997 ; Dounias, 1998) entre décisions d'attribution de la ressource en terre entre cultures au cours du temps et décisions de conduite technique des cultures. On peut alors représenter comment l'agriculteur constitue, au sein de son exploitation, des systèmes de culture, comme résultante de processus décisionnels emboîtés (Aubry et al., 1998 a ; Papy, 2001).

Encadré I.4 - Le concept de système de culture

Un système de culture est défini (Sebillotte, 1990 a), pour un ensemble de parcelles traitées de manière identique, par les modalités techniques mises en œuvre à savoir (i) le choix des cultures et de leur ordre de succession (ii) le choix des itinéraires techniques pour chaque culture.

Un itinéraire technique est une combinaison logique et ordonnée de techniques culturales qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée (Sebillotte, 1974, 1978).

Le concept de système de culture vise ainsi explicitement les manières de conduire la production. Dans un territoire agricole, on distingue autant de systèmes de culture qu'il y a de surfaces traitées de manière homogène quant au choix des successions de cultures et de leurs itinéraires techniques.

Pour notre propos, il est important de comprendre **comment les contraintes**

exogènes déterminent la place des pommes de terre dans les systèmes de culture des exploitations. Il nous revient donc d'explicitier ici les différents modèles conceptuels dont nous allons nous servir pour ce faire. Ces modèles représentent les décisions sous forme de variables à décider et de règles de décision pour définir leurs valeurs.

2.2.1. Les décisions de constitution des successions de cultures et des blocs de culture

Constituer des successions de cultures consiste pour l'agriculteur à mobiliser la ressource en terre au cours du temps en décidant des surfaces des différentes cultures, de leur localisation dans l'espace et de leur ordre de succession dans le temps.

On peut représenter ce processus comme un **processus de décision itératif** aboutissant à la partition de l'espace cultivé de l'exploitation en **blocs de culture** (Maxime et al., 1995, 1997). Un bloc de culture est "un ensemble de parcelles de l'exploitation sur lesquelles est pratiquée une même rotation cadre, c'est-à-dire un ensemble de successions de cultures très proches les unes des autres, car construites autour des mêmes cultures-pivots" (Maxime et al., 1997 ; Aubry et al., 1998 a). La construction de ces blocs de culture suppose pour chaque culture de définir certaines variables et de mettre en relation ces variables pour les différentes cultures retenues par l'agriculteur.

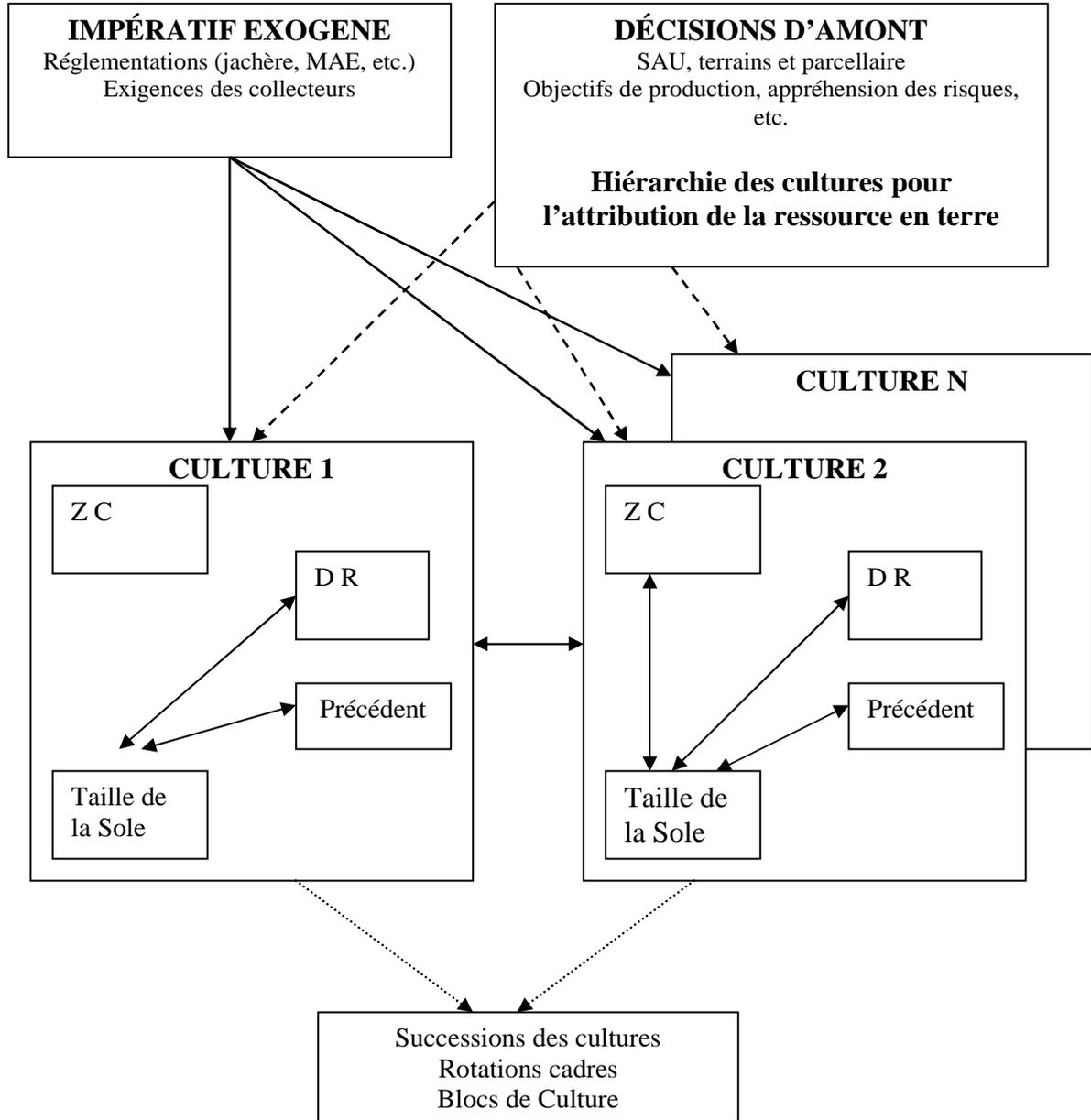
Délai de retour et *précédents culturaux* pour une culture traduisent la façon dont l'agriculteur prend en compte les notions agronomiques d'effet précédent et de sensibilité du suivant dans la construction de ses systèmes de culture⁶. Pour chacune de ces variables, l'agriculteur décide en fonction de ses propres perceptions, connaissances et contraintes internes de fonctionnement: il a une certaine perception des besoins de la culture et une connaissance des contraintes s'exerçant dans certaines de ses parcelles vis-à-vis de cette culture compte tenu de ses moyens de production (risque de sécheresse en sols superficiels s'il n'a pas d'irrigation par exemple), perception et connaissance qui contribuent à déterminer la zone cultivable ; connaissance des risques phytosanitaires encourus ou des risques de dégradation de l'état structural si le délai de retour est trop court ou si l'on met accepte tel précédent qui se récolte tard, etc. Mais ces variables sont aussi fréquemment contraintes par l'extérieur de l'exploitation : quotas de production déterminant par exemple des tailles de soles, exclusion obligatoire de certaines parcelles d'une zone cultivable du fait de leur difficulté d'accès pour des intervenants extérieurs par exemple.

Les valeurs que prennent ces variables dans une exploitation dépendent donc, pour chaque culture, de la prise en compte d'une combinaison de déterminants. La mise en relation de ces variables pour toutes les cultures de l'exploitation (*Figure 1.3*) permet de constituer des blocs de culture, par raisonnement itératif d'un ensemble de contraintes grâce à l'établissement d'une hiérarchie entre les cultures pour l'attribution de la ressource en terre (Papy, 2001). Ces hiérarchies prennent fréquemment en compte la rentabilité économique de chaque culture dans l'exploitation ainsi que l'importance des contraintes exogènes pesant sur chacune. Les rotations-cadres sont fondées sur les cultures prioritaires, d'autres pouvant être interchangeables dans la succession, et ces rotations sont situées dans l'espace en

⁶ L'effet précédent représente les variations des états d'une parcelle entre le début et la fin d'un cycle cultural d'une culture ; la sensibilité du suivant représente la nature et l'ampleur des réactions d'une culture à la diversité des états laissés par la culture précédente (d'après Sebillotte, 1990 a)

fonction des zones cultivables des cultures constitutives.

Figure 1.3 - Constitution des blocs de culture dans l'exploitation (d'après Aubry et al., 1998 a)



Légende

- > Contraintes Exogènes
 - - - - -> Contraintes Endogènes
 - ====><==== Contraintes Internes
 -> Résultats
- ZC** : zone cultivable ; **DR** : délai de retour

2.2.2. Les décisions de conduite technique des cultures : constitution des itinéraires techniques et de lots de culture

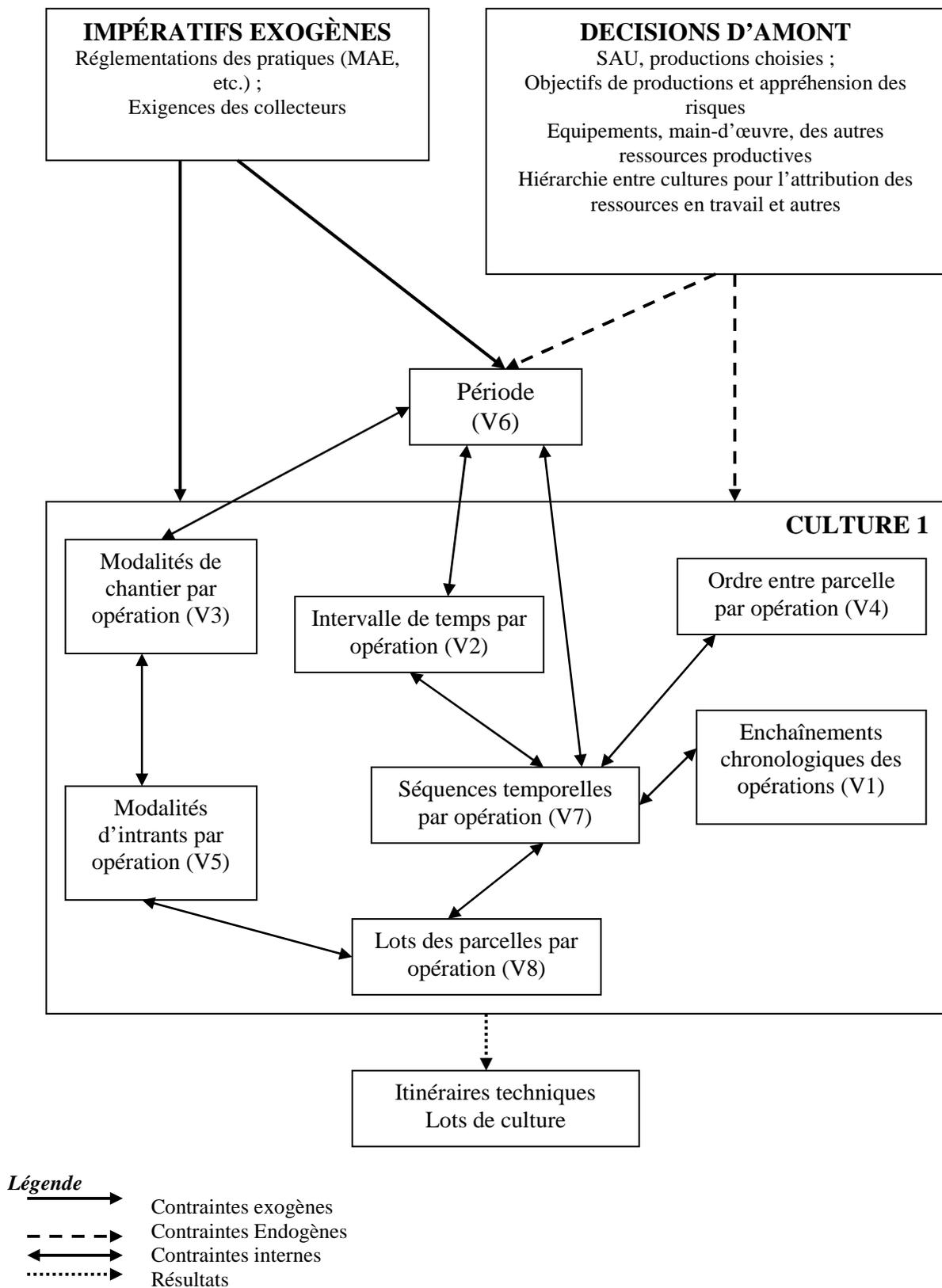
Les études menées sur la conduite technique des cultures montrent que les agriculteurs planifient ces décisions à l'échelle des soles des cultures. On peut les représenter (Aubry *et al.*, 1998 b) par un ensemble de variables décisionnelles et de règles de décision qui concernent, d'une part le positionnement temporel des opérations culturales, d'autre part le nombre et les caractéristiques des modalités d'intervention ainsi que leur attribution aux différentes parcelles (*Figure 1.4*). La détermination de ces variables permet de définir, à l'échelle d'une sole, différents itinéraires techniques et des lots de culture correspondants. On appelle "*lot de culture*" l'ensemble des parcelles d'une sole redevables du même itinéraire technique, c'est-à-dire des mêmes opérations culturales, aux mêmes dates et dans le même ordre de succession.

Le positionnement dans le temps des opérations dépend de la détermination (i) d'un **intervalle de temps** souhaité pour chaque opération (avec une date de début et une date de fin), compte tenu des objectifs de l'agriculteur et de la place supposée de l'opération dans l'atteinte de ces objectifs (ii) de l'éventuelle **détermination de séquences temporelles** pour l'opération, lorsque celle-ci ne peut avoir lieu de façon continue au sein de l'intervalle précédent (iii) **d'enchaînements chronologiques**, entre opérations au cours du cycle cultural et pour chaque opération, entre parcelles de la sole. Des règles de déclenchement, d'enchaînement et d'arbitrage entre opérations et entre parcelles régulent les valeurs prises par ces variables. Les modalités des opérations comprennent la détermination des types de chantiers constitués pour exécuter chaque opération, et celle des natures d'intrants et de leurs doses. Elles sont très généralement en nombre inférieur au nombre de parcelles de la sole et attribuées à ces parcelles en fonction de critères variés. Une caractéristique forte des planifications de conduite technique par les exploitants est qu'elles se font rarement à l'échelle de la parcelle individuelle : les agriculteurs constituent des lots de parcelles redevables d'une même modalité et/ou d'un même positionnement temporel d'opération culturale. Les règles d'allotement varient selon les opérations culturales : cependant, les positionnements et modalités d'opérations culturales ne donnent lieu qu'à un nombre limité de combinaisons sur l'ensemble du cycle cultural, qui sont les itinéraires techniques constitués par l'agriculteur. Chaque itinéraire technique est appliqué sur un ensemble de parcelles que nous appelons "*lot de culture*".

Les opérations techniques décidées sur les différentes cultures présentes sur une exploitation ne sont pas définies indépendamment les unes des autres. En effet, toutes mettent en cause les ressources en travail sur l'exploitation: lorsque les intervalles de temps choisis pour ces opérations se recoupent, et que les chantiers constitués pour les mener font appel à une même ressource (un même équipement, une même personne), il y a concurrence effective de travail entre les cultures pour ces opérations. Il faut alors organiser, par des règles d'arbitrage entre cultures, l'allocation des ressources en travail entre ces cultures en fonction de certaines priorités (Aubry & Chatelin, 1997).

Les opérations culturales des cultures non prioritaires sont pour partie déterminées par ces règles d'arbitrage. De même, d'autres ressources rares doivent être partagées entre cultures (irrigation, trésorerie dans certaines agricultures, etc.) et déterminent positionnement et/ou modalités des opérations techniques.

Figure I.4 - Constitution des itinéraires techniques et des lots de culture dans l'exploitation (d'après Aubry et al., 1998 a)



Comme pour les décisions de successions de cultures, les décisions d'itinéraires techniques sont fonction des objectifs de production de l'agriculteur, de sa perception de ses contraintes internes, des hiérarchies qu'il décide lui-même entre ses productions. Mais elles peuvent aussi dépendre de contraintes imposées par l'extérieur de l'exploitation : dates réglementées d'apport d'intrants ou d'effluents dans les zones vulnérables à la pollution, dates imposées de récolte de betteraves par les sucreries, utilisation obligatoire ou interdite de certains intrants, doses maximales réglementées ou conseillées de pesticides ou d'engrais, etc. Nous verrons qu'en pomme de terre de conservation, ces contraintes exogènes jouent de façon variée sur la détermination des variables décisionnelles à l'échelle de la sole.

2.2.3. Constitution des systèmes de culture : un jeu de contraintes hiérarchisées

La constitution de systèmes de culture dans l'exploitation apparaît bien ainsi comme résultant de processus de décision complexes, prenant en compte des contraintes de différentes natures : contraintes endogènes, liées aux caractéristiques structurales et de fonctionnement de l'exploitation ; contraintes exogènes, liées notamment aux exigences des acteurs de l'aval (Aubry *et al.*, 1998 a). Ces processus de décision mettent aussi en jeu des hiérarchies entre les productions de l'exploitation pour l'utilisation des ressources productives : les cultures prioritaires pour l'attribution de la ressource en terre, de la ressource en travail ou d'une autre ressource productive ne sont pas nécessairement les mêmes. Cependant, une culture qui présente un fort intérêt économique et de fortes contraintes exogènes a toutes chances d'être prioritaire au long du processus décisionnel, tant dans les successions de cultures que dans les itinéraires techniques.

2.3. Evaluation des systèmes de culture dans l'exploitation

La connaissance des processus décisionnels aboutissant à la constitution de systèmes de culture dans l'exploitation permet de mener une évaluation de ces systèmes sous un double point de vue.

- D'une part, il s'agit d'évaluer si l'agriculteur peut atteindre les objectifs qu'il affiche, sur la production étudiée plus particulièrement et sur les autres productions de l'exploitation, du fait de l'organisation de ses décisions. Ces décisions sont-elles cohérentes avec l'importance relative qu'il accorde aux différentes productions, aux différents débouchés pour la pomme de terre par exemple ? Ce type d'évaluation en référence au fonctionnement de l'exploitation et aux objectifs de l'agriculteur est appelé dans la littérature "*diagnostic interne*" (Sebillotte, 1990 b), "*diagnostic internalisé*" (Aubry, 1995), "*effectivité*" ou plutôt "*opportunité*" des pratiques constatées (Landais & Deffontaines, 1988 ; Landais & Balent, 1993). Pour nous, il s'agira ici de discuter la cohérence des décisions prises par l'agriculteur sur la place de la pomme de terre dans les blocs de culture et la constitution des itinéraires techniques, par rapport aux contraintes de fonctionnement rencontrées, tant endogènes qu'exogène.
- D'autre part, il s'agit d'évaluer l'efficacité (Landais & Deffontaines, Landais & Balent,

op. cit.) des décisions et des pratiques de l'agriculteur pour l'obtention de rendements quantitatifs et/ou qualitatifs visés et leurs conséquences sur les processus biophysiques en cause. En lui donnant le nom de diagnostic "*externe*", Sebillotte (*op. cit.*) considère qu'il est réalisé en faisant appel aux connaissances agronomiques sur le fonctionnement des peuplements cultivés. On utilise pour ce faire des méthodes élaborées de diagnostic agronomique qui reposent sur des comparaisons organisées d'états du peuplement et du milieu au sein d'un réseau construit de parcelles, ainsi que sur l'utilisation de modèles de référence de l'élaboration du rendement (Meynard & David, 1992 ; Doré *et al.*, 1997).

Ces concepts et modes d'évaluation seront mis en œuvre sur notre exemple de la pomme de terre de conservation, dans des exploitations où cette production occupe une place variable. Nous ne réaliserons pas toutefois de "*diagnostic externe*" (sauf de façon très ponctuelle) faute d'avoir pu disposer des références techniques nécessaires pour ce faire. Il reste, dans l'immédiat à justifier le choix de travailler sur la pomme de terre de conservation en Picardie et notamment dans la petite région du Santerre.

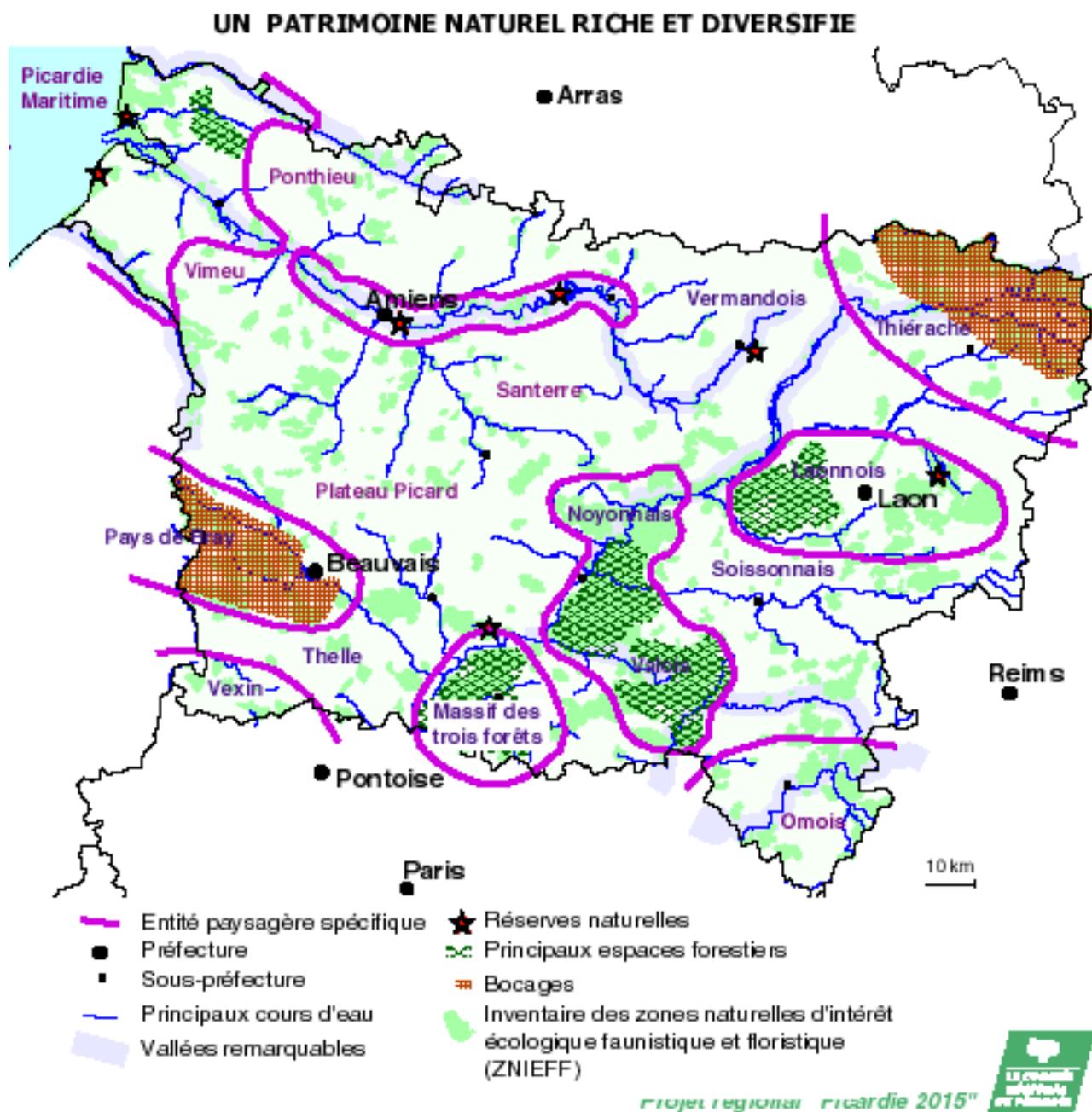
3. Intérêts de l'étude de la pomme de terre de conservation en Picardie

La pomme de terre de conservation est une culture où les contraintes exogènes sont très importantes et ont fortement évolué au cours de cette dernière décennie, comme nous l'avons montré précédemment. De plus, cette production n'est jamais l'objet d'une monoculture dans les exploitations, elle est toujours associée à d'autres activités, cultures ou ateliers animaux ; la question du partage des ressources productives entre activités au sein de l'exploitation et, notamment, la question de la place de la pomme de terre dans les successions de cultures est donc pertinente à poser. Etudier la gestion technique de cette production dans les exploitations est ainsi adapté pour analyser le rôle respectif de contraintes endogènes et exogènes sur les décisions techniques.

Nous avons choisi d'étudier cette production dans une région donnée, la Picardie, et notamment dans une petite région naturelle, le Santerre (*Figure 1.5*). Si la pomme de terre de conservation n'y occupe que 3 % de la SAU totale, la Picardie n'en pas moins la seconde productrice à l'échelle nationale derrière le Nord-Pas de Calais⁷ ; 20 % des surfaces françaises en pommes de terre de conservation sont situés dans cette région, même si les superficies picardes ont eu tendance à diminuer au cours des vingt dernières années (AGRESTE, 1994). Au sein de la Picardie, le département de la Somme fournit à lui seul, avec environ 18 000 ha en pommes de terre de conservation, 18 % de la production française, en provenance essentiellement de la petite région du Santerre.

⁷ et la première pour la production de pommes de terre féculières

Figure 1.5 – Le bassin de production de pomme de terre dans la région de Picardie



Source MNHN/IEGB/SPN Ministère de l'environnement - DIREN - Conseil régional de Picardie
Cartographie SIEGE - Mission régionale de cartographie

3.1. La pomme de terre de conservation en Picardie et dans le Santerre

En Picardie, le Santerre est la zone traditionnelle de culture de la pomme de terre : elle présente en effet l'avantage d'offrir un milieu physique relativement homogène, en grande majorité favorable à la culture de pommes de terre (limons profonds dominants, limons argileux, faible proportion de terres argileuses ou caillouteuses moins favorables). C'est pourquoi, sans nous y limiter exclusivement, notre étude portera de façon forte sur cette région. Le Santerre dispose en outre d'une infrastructure d'industries agro-alimentaires et de circuits de distribution et de négoce très fournis (Collectif, 1995) :

- pour les industries : Usine McCain (produits surgelés dont frites) collectant sur la Picardie et le Nord-Pas de Calais (90 000 tonnes achetées par an sur le Santerre) ; Usine SITPA (groupe Nestlé), fabriquant notamment des petits pots pour bébé et des purées en flocons ; Groupe Unichips (marque Flodor) fabriquant des chips ; Groupe UNICA, spécialisé dans les pommes de terre lavées sous vide ; Groupe Bonduelle (légumes de conserve), récupérant pour certains de ses produits des pommes de terre de petit calibre.
- pour les négociants et les coopératives, plutôt présents sur le marché du frais : une trentaine de négociants, de taille variable, sont en relation avec des agriculteurs du Santerre ; deux coopératives, dont la SCA Parmentier, sont des acteurs importants, y compris sur le marché industriel.
- enfin, plusieurs grandes surfaces (Carrefour, Auchan notamment) sont en relations commerciales directes ou via des intermédiaires avec des agriculteurs.

Une étude menée dans le Santerre (Le Bail & Lepage-Carlotti, 1996) a permis de préciser les volumes traités par les principaux opérateurs de l'aval, les grandes caractéristiques variétales des pommes de terre mises sur le marché et les types de transactions entre ces opérateurs et les agriculteurs. Au total, en 1996, 36 % des quatre types de transactions ont été rencontrés (*Encadré 1.5*) dans l'étude mentionnée, qui pour beaucoup dépendent des opérateurs : ainsi (*Tableau 1.2*) le contrat de type T1 est l'apanage quasi exclusif des industries, alors que l'achat-vente sur le marché libre est le plus répandu dans les filières du marché du frais.

**Encadré I.5. Les formes de transaction agriculteur-aval dans le Santerre
(Le Bail & Lepage-Carlotti, 1996).**

T1 : Un contrat, signé avant implantation (ou juste après) précise les caractéristiques du produit objet de la transaction (volume, calibre, variété, autres critères, conditionnement, etc.), les dates et conditions de livraison, les éventuelles conditions et durées de stockage, ainsi que le système de prix, avec un mode de calcul de primes et de réfections éventuelles et les conditions de refus des lots.

T2 : C'est une offre d'achat anticipé, contrat signé en cours de campagne, quand les résultats de cette campagne et le niveau des prix sont relativement bien prévisibles. Ce contrat prévoit généralement un calendrier de livraison et un prix ferme relié à un cahier des charges sur le produit.

T3 : L'engagement coopératif est lié au système coopératif, avec répartition de la valeur ajoutée entre agriculteurs-adhérents et, réciproquement, fréquent engagement à livrer toute la production à la coopérative ; celle-ci peut transmettre à l'agriculteur un cahier des charges si un segment de marché est clairement identifié. Mais le prix final n'est généralement connu qu'après la vente, ainsi que les péréquations ente adhérents.

T4 : L'achat-vente sur le marché libre : il se cale sur la référence qu'est la cotation d'Arras pour le marché du frais. Il se négocie cependant au cas par cas en fonction des segments de marchés et des caractéristiques des lots.

Tableau I.2 - Diversité des transactions agriculteur-aval et des variété de pommes de terre de consommation dans le Santerre (d'après Le Bail & Lepage-Carlotti, 1996)

Type de transaction	Industriels				Négociants (5 négociants rencontrés)			
	Bintje	Spéc. Ind	Autres	Total Industrie (% Industrie)	Bintje	Spé Frais	Autres	Total et % négociants
T1	105 000	4000	3000	112 000 (64 %)				
T2	-							
T3	1000		5600	6600 (4 %)	6000	50 000	4000	60 000 (79 %)
T4	38 300		18 200	56.500 (32 %)	5600	10.400		16 000 (21 %)
Total groupes de variétés	144 300 (82 %)	4000 (2 %)	26 800 (16 %)	175.100 (100 %)	11 600 (15 %)	60 400 (80 %)	4000 (5 %)	76 000 (100 %)

Légende : (données en tonnes de tubercules) Bintje = Variétés Bintje et assimilées ; Spé Ind = Variétés spécifiques à usage industriel ; Spé Frais = Variétés spécifiques pour le marché du frais ; T1, T2, T3, T4 = Type de transaction agriculteur-aval (Cf. texte)

Cependant, (i) l'étude n'a pas porté sur l'intégralité des opérateurs⁸ (ii) les formes de transactions peuvent évoluer : par exemple le type T1 peut être envisagé dans des transactions liant directement agriculteurs et GMS de la distribution (iii) enfin, certaines transactions présentent une forte variabilité interne : le "marché libre" recouvre aussi bien des transactions seulement régulées par la cotation d'Arras, que de transactions entre un négociant et un agriculteur, se référant certes à cette cotation mais fondées aussi sur des relations de fidélité réciproques (des "conventions domestiques" selon la terminologie proposée plus haut), où les engagements peuvent être assortis de cahiers des charges plus ou moins explicites entre les parties.

3.2. Diversité des exploitations productrices de pommes de terre dans le Santerre

Les surfaces en pommes de terre et la proportion d'exploitations productrices sont nettement plus importantes dans le Santerre que dans le reste du département (*Tableau I.3*), ainsi que le montrent les enquêtes effectuées lors de la réalisation de la typologie picarde (Cerf *et al.*, 1995), de son adaptation à la Somme (Chambre d'Agriculture de la Somme, 1997). Parmi les exploitations produisant de la pomme de terre, la typologie identifie **trois types axés principalement sur cette production**, c'est-à-dire dont au moins 20 % de la SAU, ou au moins 20 ha, sont consacrés à la culture de pomme de terre.

Tableau I.3. Importance de la pomme de terre de consommation et diversité des exploitations productrices dans le département de la Somme et dans le Santerre
(Source : *Typologie de Exploitations de la Somme, 1997*)

Zone	Nombre d'exploitations	SAU (ha)	PdT conso en ha (% SAU)	Types d'exploitations axées sur la pomme de terre nombre d'exploitations (% du total)			
				P1	P2	P3	Total
Somme	5251	454 600	18 700 (4 %)	171	199	192	562 (11 %)
Santerre*	781	75 059	9509 (13 %)	98	107	25	230 (30 %)

Légende : P1 = Producteur de pommes de terre pour l'industrie ; P2 = Producteur de pommes de terre pour le marché du Frais ; P3 = Producteur de pommes de terre Féculé

* ont été retenus ici les seuls cantons de Chaulnes, Rosières, Nesle, Roye, Ham, et Péronne

- Le type P1 est composé des producteurs produisant principalement des pommes de terre destinées à l'industrie : il s'agit souvent, historiquement, de producteurs de légumes de conserve et de pommes de terre traditionnelles, qui, se voyant imposer l'irrigation à la fin des années 80 par les conserveries, se sont orientés vers des contrats industriels nécessitant aussi cet équipement afin de mieux le valoriser.
- Le type P2 rassemble les producteurs de pommes de terre pour le frais :

⁸ Les 4 négociants les plus importants et la plus grosse coopérative ont été visités au cours de cette étude.

traditionnellement orientées vers ce marché, ces exploitations ont souvent évolué récemment : diversification variétale, stockage fréquent, parfois investissements importants dans des installations de conditionnement ou de l'irrigation. Certains exploitants sont devenus producteurs-vendeurs et développent une fonction commerciale sur l'exploitation.

- Le type P3 concerne les producteurs de pommes de terre majoritairement féculé : il s'agit souvent de céréaliers ou de betteraviers qui ont introduit une petite activité pomme de terre uniquement féculière lors du développement local des féculeries (fin des années 70). Ces exploitations comportent généralement une sole plus faible en pommes de terre que les précédentes, et ne disposent très généralement pas d'irrigation ni de bâtiments de stockage.

Le Santerre compte ainsi près d'un tiers des exploitations axées principalement sur la pomme de terre, contre seulement 11% à l'échelle du département : il s'agit essentiellement d'exploitations de type P1 et P2. Au sein de ces unités de production, la sole de pomme de terre dépasse le plus souvent 22 % de la SAU. La production de fécule n'est pas absente du Santerre mais se concentre beaucoup plus dans d'autres zones du département (Amiennois par exemple).

De plus, au sein d'un type, il y a généralement plusieurs catégories de pommes de terre produites : les exploitations de type P1 s'inscrivent fréquemment dans plusieurs créneaux industriels, mais produisent souvent aussi pour le frais ; les exploitations de type P2 sont très généralement orientées vers plusieurs segments de marché du frais, mais ont aussi une proportion de leur sole en contrats avec l'industrie : ces diversifications se sont produites parfois récemment (au cours des dix dernières années), dans un souci de sécuriser leur revenu, notamment face à la considérable fluctuation des cours des pommes de terre en frais de type courant, sur la cotation d'Arras⁹.

On parlera dès lors de "**portefeuille d'activités en pommes de terre**" dans une exploitation, par analogie avec les actions boursières, pour désigner l'inscription de l'exploitation dans les différents débouchés possibles pour cette production. Les travaux précédemment mentionnés sur le Santerre (Le Bail & Lepage-Carlotti, 1996) ont identifié six catégories de portefeuilles d'activités, fondés sur la combinaison du débouché dominant (frais ou industrie), des formes de transaction (T1 à T4) et des variétés dominantes dans la sole (Bintje, spécifique frais, spécifiques industries). Si cette catégorisation permet de bien comprendre les logiques d'approvisionnement des opérateurs d'aval et les échanges avec les agriculteurs, nous en proposerons, plus loin, une autre mieux adaptée à la compréhension des logiques internes de production dans l'exploitation (**Partie II : Résultats**) : nous retiendrons cependant cette notion de portefeuilles d'activité.

⁹ La cotation d'Arras représente le cours de référence d'une pomme de terre de variété Bintje, non lavée, de calibre au moins 45 mm, en sacs de 25 kg. Un problème est que la représentativité de ce produit est discutable au vu de la segmentation récente du marché.

Ainsi, du fait conjugué de la relative homogénéité du milieu physique dans le Santerre, de l'importance et de la diversité des "portefeuilles d'activités" en pommes de terre dans les exploitations de cette région, on peut faire *l'hypothèse que les contraintes exogènes pesant sur la pomme de terre de conservation vont s'exprimer directement et fortement sur la gestion technique de cette production dans les exploitations* : un agriculteur du Santerre peut être confronté simultanément à plusieurs profils de qualité en pommes de terre, être engagé dans des coordinations différentes avec plusieurs interlocuteurs sur cette production. Il doit donc faire face à une combinaison de contraintes exogènes, qu'il doit intégrer dans ses processus décisionnels.

Dans les parties suivantes, nous étudierons, dans des exploitations du Santerre et dans quelques autres régions de Picardie, en justifiant nos choix, les façons dont les agriculteurs décident de la place des pommes de terre de conservation dans les systèmes de culture qu'ils mettent en oeuvre (place dans les successions de cultures et localisation, décisions de conduite technique). Nous évaluerons ces processus d'intégration en termes de management dans l'exploitation (diagnostic interne, effectivité) puis en référence aux critères de qualité attendus par l'aval (diagnostic agronomique en parcelles, efficacité). Nous discuterons alors, d'une part des liens entre diversification des débouchés dans l'exploitation et satisfaction des profils de qualité des différents segments de marchés en pommes de terre, d'autre part des limites et perspectives possibles de cette étude. Auparavant, dans une première partie, nous allons analyser comment les critères de qualité mettent en cause les décisions techniques de l'agriculteur et quelles conséquences on peut en tirer pour la coordination technique entre agriculteurs et aval.

PARTIE II – RESULTATS

L'objet principal de notre recherche porte sur les modalités d'insertion de contraintes exogènes dans la gestion technique d'une culture dans l'exploitation. C'est ce que nous allons traiter dans la **PARTIE II - RESULTATS**.

Toutefois, un préalable consiste à comprendre, dans le cas de la pomme de terre, comment sont générées ces contraintes exogènes, provenant de la segmentation des marchés et de la multiplication des critères de qualité. C'est ce que nous allons analyser dans le

Chapitre 1 : Définition des types de produits : élaboration des critères de qualité en pommes de terre, conséquences sur la coordination technique entre agriculteurs et structures d'aval.

Nous analyserons ensuite les modalités d'insertion des contraintes exogènes de qualité –

Chapitre 2 : Intégration des contraintes de qualité des pommes de terre dans la gestion de la sole au sein des exploitations agricoles - en nous interrogeant sur la diversité de ces modalités d'insertion et les évaluerons en termes de management technique dans l'exploitation, en comparaison avec les attentes des acteurs d'aval.

**CHAPITRE 1 –
DÉFINITIONS DES TYPES DE PRODUITS :
ÉLABORATION DES CRITÈRES DE QUALITÉ EN POMME DE
TERRE, CONSÉQUENCES SUR LA COORDINATION TECHNIQUE
ENTRE AGRICULTEURS ET STRUCTURES D'AVAL**

Nous allons tout d'abord, dans le paragraphe **1. Elaboration de la qualité et contraintes pour la conduite technique**, analyser le rôle des facteurs agronomiques (physiologie, variétés, climat, techniques culturales, conditions de conservation) sur l'élaboration des composantes intrinsèques de qualité des tubercules, et interpréter ainsi sur un plan agronomique les différents cahiers des charges.

Puis nous examinerons en **2. Coordination technique entre acteurs et gestion de la qualité**, les répercussions des exigences diversifiées de qualité sur les modes de coordination technique entre acteurs au sein de la filière : nous construirons une **typologie opératoire des catégories de pommes de terre**, fondée sur la nature des relations entre caractéristiques de qualité demandées et opérations culturales et permettant ainsi de qualifier les coordinations techniques en jeu et le rôle des différents cahiers des charges.

1. Elaboration de la qualité des pommes de terre de conservation

Dans le marché différencié de la pomme de terre de conservation, les critères de qualité sont donc très variés. Pour comprendre comment les cahiers des charges des différents débouchés contraignent les processus techniques dans les exploitations agricoles, il nous faut au préalable connaître les déterminants de l'élaboration de ces critères.

L'analyse des cahiers des charges permet de constater certaines régularités sur les critères qualitatifs d'acceptation des lots par l'acheteur, communs aux filières du frais et de la transformation :

- Quel que soit le type d'utilisation, les tubercules doivent *être de forme régulière, de calibre et de maturité homogène dans un lot*, les tailles recherchées ou les degrés de maturité variant eux selon le débouché visé.
- Ces tubercules doivent remplir des *critères minimaux d'aspect* : indemnes de verdissements, de crevasses, d'endommagements mécaniques, exempts de défauts internes, avec peu ou pas de terre. L'accroissement du lavage dans les filières du frais a amplifié l'importance de la qualité de présentation (les altérations même superficielles des tubercules les excluent du circuit des lavables), dans l'ensemble de la filière du frais.
- Les pommes de terre doivent respecter les réglementations concernant les résidus de pesticides, de nitrates ou autres matières étrangères, qui rentrent dans la qualité hygiénique du produit. Toutefois, là encore, les niveaux maximaux tolérés sur ces critères varient d'un type de produit à l'autre, ainsi qu'entre opérateurs. Certains débouchés industriels (pommes de terre destinées à l'alimentation des bébés dites "*baby food*") sont particulièrement stricts sur ces critères.
- Certains critères relevant de la qualité de service doivent très généralement être remplis. Ils concernent au minimum le déterrage des pommes de terre après récolte et le dégrenailage, c'est-à-dire la mise à l'écart sélectif des tubercules de petit et très petit calibre (inférieur à 35 mm le plus souvent).

Au-delà de ces aspects communs, la différenciation des débouchés porte sur la spécification particulière d'un ou plusieurs de ces critères, voire sur l'introduction de critères entièrement spécifiques.

- Critère commun, **le calibre demandé des tubercules varie largement selon le débouché**. Les industries sont surtout demandeuses de gros calibres (> 50, voire 75 mm) qui permettent de meilleurs rendements du process industriel ; seuls les créneaux des pommes de terre entières sous vide (appertisées), de certaines conserves et de la purée déshydratée en flocons (où des tubercules de plus de 35 mm sont toutefois souhaitables) permettent aux agriculteurs de valoriser des "sous-calibres", voire de la grenaille (35 mm et moins). La forme des tubercules importe aussi : la fabrication de frites industrielles demande des tubercules de forme longue et régulière (dite oblongue) ; pour les chips ce sont des tubercules gros et ronds qui conviennent. Dans le marché du frais, le calibre contribue aussi à segmenter la clientèle : en particulier, les marchés du frais à l'exportation vers les pays de l'Europe du Sud (Italie, Espagne surtout) visent spécifiquement de gros ou très gros calibres (supérieurs à 50, voire 75 mm). Liés à certaines techniques culturales au champ, comme nous le verrons plus loin, calibre et forme sont aussi, pour beaucoup, des caractéristiques variétales.
- En frais, un facteur important de différenciation est **l'usage culinaire** (purées, soupes, gratins, pommes de terre au four, salades, etc.) qui dépend du comportement des tubercules à la cuisson. Ce comportement est lui-même très corrélé à la texture des tubercules¹⁰, caractère là encore essentiellement variétal : c'est ainsi que la différenciation commerciale des pommes de terre en frais quant à leur usage culinaire se traduit en grande partie par la variété, comme nous l'avons vu précédemment (Cf. *Tableau I.1*, Problématique).
- La **teneur en matière sèche** (constituée essentiellement d'amidon) influence fortement l'efficacité du processus de transformation industrielle comme l'aptitude aux usages culinaires. Les tubercules à forte teneur en matière sèche (MS) ont besoin d'une moindre quantité d'énergie par unité de poids frais pour la friture ou la déshydratation (moindre quantité d'eau à enlever) ; en friture, ils absorbent moins d'huile et donnent des frites ou des chips plus croustillantes. *A contrario*, les usages culinaires tels que les pommes vapeur ou au four nécessitent une teneur en MS inférieure à 20 %.
- La **teneur en sucres réducteurs** (glucose et fructose) conditionne dans une large mesure la couleur des produits transformés et des frites ménagères : en excès, ils réagissent avec les acides aminés lors de la déshydratation, de la stérilisation ou de la friture, ce qui aboutit à la formation de mélanoidines, pigments bruns à noirs (réaction de Maillard ou brunissement non enzymatique) : ces pigments altèrent l'odeur et la saveur des produits finis. La limitation des sucres réducteurs est particulièrement importante pour la fabrication des chips et des frites et, dans une moindre mesure, pour les flocons et les produits appertisés ou stérilisés.
- **L'endommagement mécanique des tubercules**, importante cause de perte de qualité, peut apparaître à différentes étapes du processus de production, mais surtout pendant la récolte et les opérations de calibrage. Les conséquences

¹⁰ L'Association Européenne pour la Recherche sur la Pomme de Terre (EAPR) retient quatre critères constitutifs de la texture : la **consistance**, la **consistance farineuse**, la **siccité** (sécheresse) et le **grain**. L'appréciation de ces quatre critères permet de classer les pommes de terre en catégories destinées à des utilisations culinaires différentes.

directes des endommagements sont (i) l'augmentation des pertes de poids en conservation, par augmentation de transpiration (ii) des pertes d'amidon par augmentation de la respiration (iii) des pertes par pourriture, au pelage, par dépréciation de l'aspect extérieur des tubercules et/ou par augmentation du noircissement interne et de l'élévation de la concentration en solanine, facteur essentiel de la saveur des tubercules.

Ainsi, les éléments constitutifs de la qualité sont souvent liés à *la morphologie, à la structure et à la composition chimique des tubercules*. Nous nous attacherons ici à analyser l'élaboration de ces critères de qualité intrinsèque du tubercule. Les facteurs et conditions d'élaboration de ces qualités et, en leur sein, le rôle des techniques culturales, sont souvent difficiles à analyser du fait (i) du nombre et de l'interdépendance des facteurs contrôlant la qualité¹¹ (ii) de la difficulté à tester et évaluer certains critères (iii) de l'interaction entre opérations techniques, facteurs climatiques et édaphiques sur l'élaboration du rendement quantitatif et qualitatif de la plante (iv) de l'importance du stockage et des services post récolte, qui peuvent minimiser les effets d'une qualité médiocre ou au contraire causer des dégâts considérables à la qualité d'un lot. Pour toutes ces raisons, les résultats d'expérimentation au champ ne sont pas toujours cohérents (Hughes, 1974).

Nous examinons ci-dessous les déterminants des critères de qualité culinaire et technologique, de qualité de présentation et de qualité hygiénique des tubercules. La qualité nutritionnelle ne sera pas abordée, car elle fait pour le moment rarement partie des cahiers des charges, malgré son utilisation fréquente comme argument de vente.

1.1. Les critères de qualité technologique et culinaire

La qualité culinaire et technologique des pommes de terre comprend essentiellement le calibre des tubercules, la teneur en matière sèche, la teneur en sucres réducteurs et la saveur¹².

1.1.1. Calibre des tubercules

On a représenté un schéma des phases de développement et de l'élaboration du rendement de la pomme de terre (*Figure II.1*) pour comprendre l'élaboration du calibre final (Duchenne, 1995). Pour un rendement donné, la répartition des calibres à la récolte est un facteur variétal, que l'on peut estimer par une note de proportion de gros calibres allant de 1 (très faible) à 9 (très forte), mais elle dépend aussi des conditions d'élaboration du rendement. Le calibre moyen des tubercules à la récolte est ainsi fonction du nombre de tubercules par unité de surface à la récolte et du poids moyen d'un tubercule.

¹¹ : par exemple, la teneur en matière sèche est associée à la sensibilité à l'endommagement mécanique et conditionne la tenue à la cuisson, et elle est elle-même dépendante pour partie du calibre et de la variété.

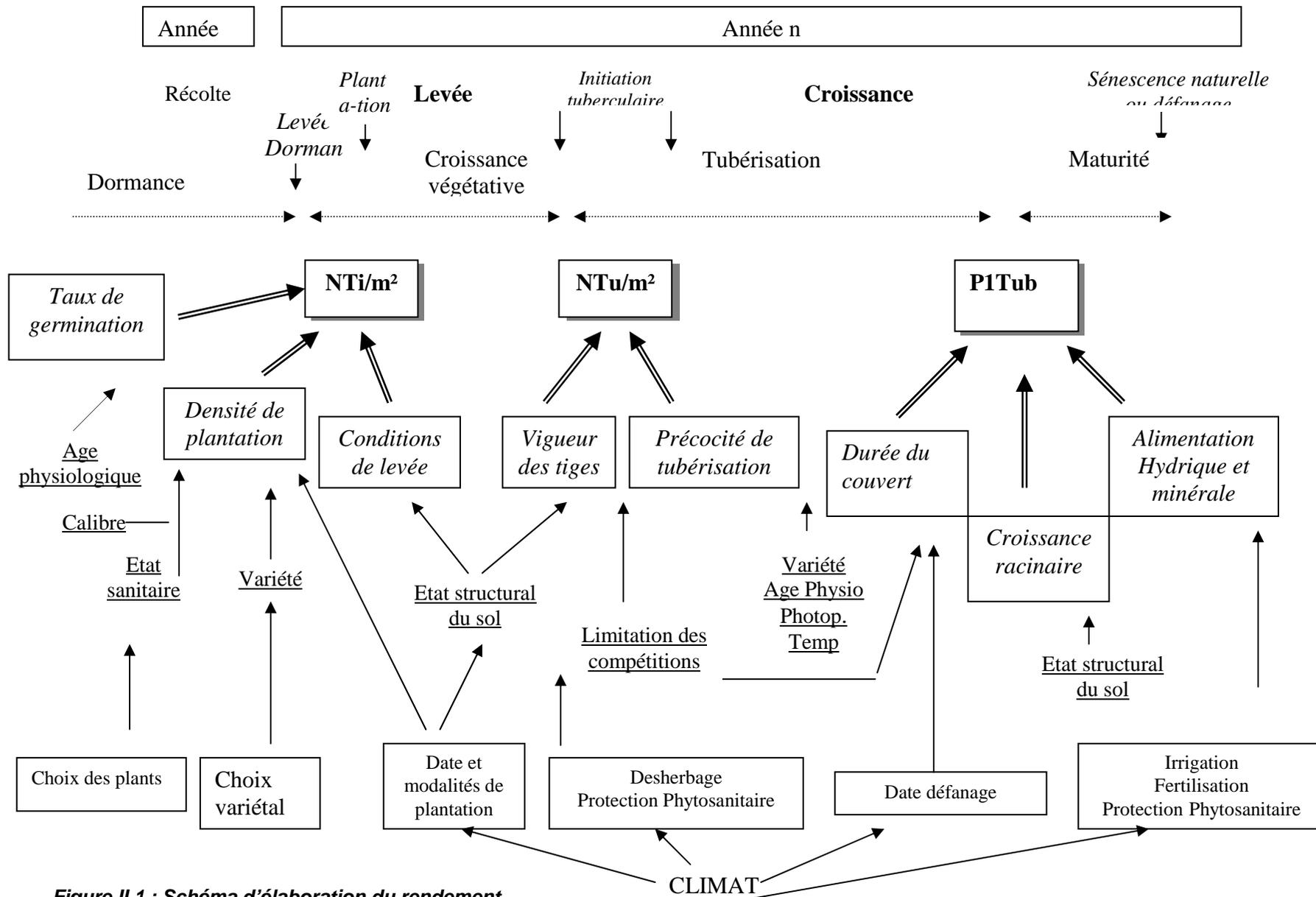


Figure II.1 : Schéma d'élaboration du rendement de la pomme de terre

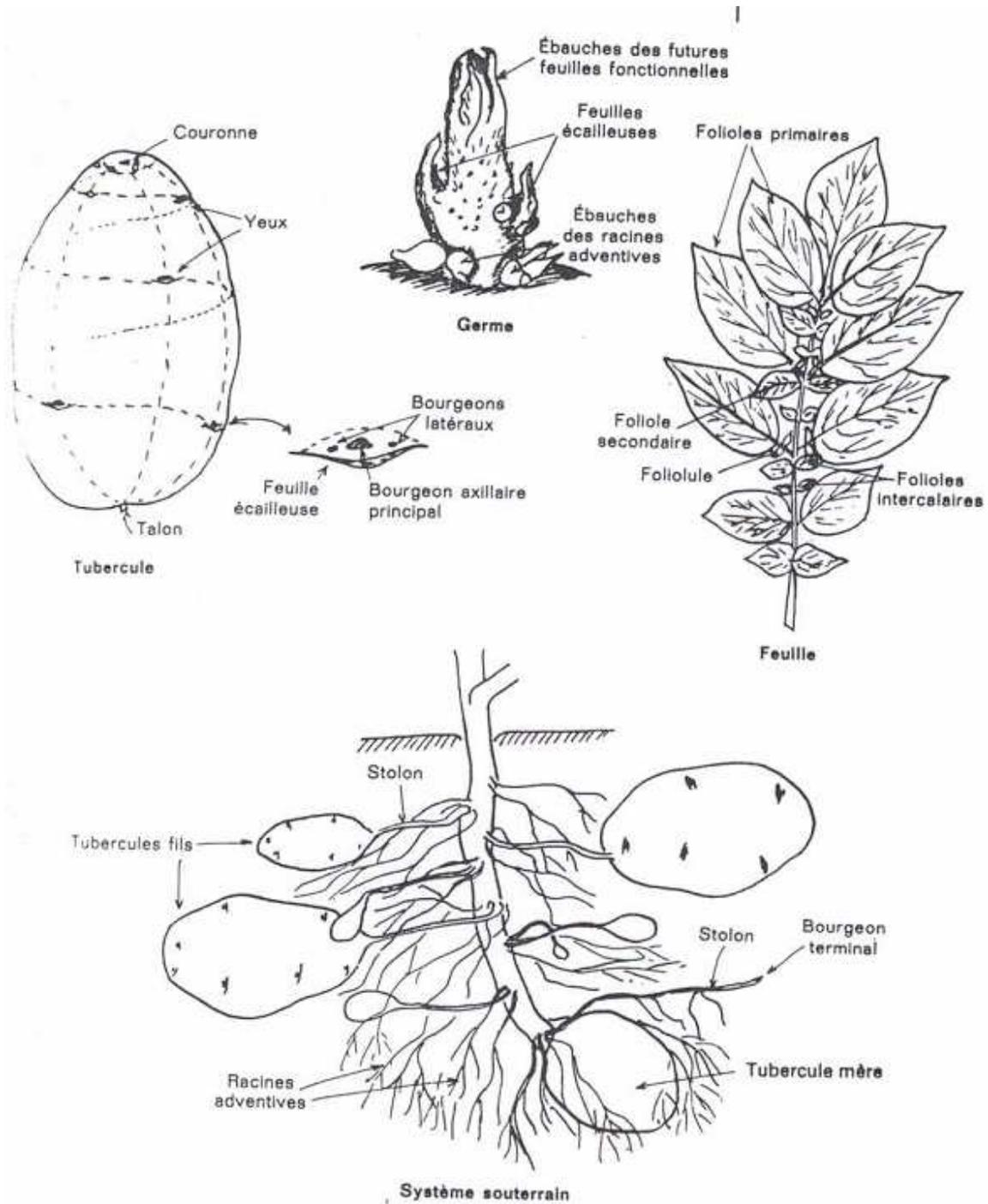
Le nombre de tubercules par unité de surface (NTub/m²) est fixé à la fin de la période d'initiation tuberculaire. Il dépend du nombre de tiges par unité de surface (Nti/m²), car chaque tige émise par le plant va être une unité à l'origine de tubercules-fils (*Figure II.2*). Le nombre de tiges par m² est fixé à la fin de la levée ; il dépend à son tour du taux de germination des plants (tubercules-pères), de la densité de plantation, et des conditions de levée (Engels & Marschner, 1987).

- ✓ *Les conditions de levée* sont fonction de l'interaction entre l'état du sol et le climat. On recommande la création d'un état du sol affiné sur une grande profondeur et un buttage pour faciliter la levée des plants et limiter le verdissement. Dates et modalités de plantation sont donc des décisions culturelles importantes pour assurer de bonnes conditions de levée. *Le taux de germination* des plants dépend de leurs *caractéristiques intrinsèques* : âge physiologique, variété, état sanitaire, mais aussi calibre des tubercules-pères.
- ✓ *La densité de plantation (Nombre de plants par m²)* est une décision culturelle souvent prise en interaction avec le calibre des plants.

Pour une densité de plantation donnée, le nombre de tiges/m² dépend du nombre de germes présents sur chaque plant, fonction de la variété et du calibre. Un gros plant, du fait d'un nombre de germes importants, donne une plante portant un grand nombre de tiges, de stolons et de tubercules-fils : ceux-ci restent, dès lors, de taille limitée (compétition intra-plante pour l'accumulation de réserves dans les tubercules) et, en général, le rendement à l'hectare est élevé, avec une grande proportion de petits et moyens calibres. A densité identique, les plants de petit calibre, qui ont un nombre plus faible de germes et donc de tiges, stolons et tubercules-fils, donnent un rendement à l'hectare moins élevé, mais avec des tubercules plus gros. Toutefois, disposant de réserves moindres au départ, ces plants de petit calibre sont moins vigoureux et plus sensibles aux conditions pédoclimatiques en début de cycle. L'âge physiologique des plants recouvre le stade de développement des germes : on vise généralement des germes apparus mais peu développés afin d'éviter tout risque de casse lors de la plantation (stade "*point blanc*"). Le stade de développement des germes est fonction de la date de levée de dormance des plants, induite par l'élévation de température : pour planter à une date donnée, il faut donc avoir anticipé en préparant les plants, c'est-à-dire les avoir réchauffé pendant une quinzaine de jours à température ambiante pour qu'ils atteignent l'âge physiologique adéquat à la date voulue.

Une fois fixé le nombre de tiges par m², le nombre de tubercules par m² dépend du nombre de tubercules par tige, donc des conditions d'initiation tuberculaire. Celles-ci sont notamment fonction de la précocité à tubérisation (facteur pour beaucoup variétal mais aussi dépendant de la température et de la photopériode, par conséquent de la date de plantation), de la vigueur des tiges (fonction de la croissance aérienne, donc de la limitation des compétitions) et des conditions du sol (notamment température et aération du sol).

Figure II.2. Morphologie et développement de la pomme de terre



Le poids d'un tubercule est fonction des conditions de croissance des tubercules et fixé à la sénescence du couvert foliaire. En effet, la croissance des tubercules initiés est une phase de forte demande en eau et en éléments nutritifs (accumulation de réserves) qui implique un fonctionnement actif du couvert foliaire. Le poids des tubercules dépend donc en premier lieu de la durée de fonctionnement du couvert foliaire (Haverkort *et al.*, 1990 a), mais aussi des conditions de ce fonctionnement ainsi que des conditions de croissance racinaire.

- ✓ *Durée de fonctionnement du couvert* : une relation linéaire existe entre la production totale de matière sèche et celle des tubercules, elle-même directement liée à l'interception du rayonnement solaire cumulée sur une base journalière (Allen & Scott, 1980 ; Van den Zaag & Doombos, 1987). On constate que la relation Matière sèche-Rayonnement intercepté est constante, pour une variété donnée, sur une large gamme de variation de lieux et de techniques culturales. Plus précisément, la durée de fonctionnement actif du couvert foliaire se situe entre le moment où le LAI n'est plus limitant pour l'interception du rayonnement (LAI > 3), soit à peu près à la fin de l'initiation tuberculaire) et la sénescence du couvert. Cette dernière peut être naturelle ou artificielle : dans la pratique, pour obtenir des tubercules d'un calibre donné, on arrête artificiellement le fonctionnement du couvert foliaire à date voulue en défanant, c'est-à-dire en détruisant ce couvert, par voie chimique le plus souvent. Le poids d'un tubercule est ainsi fonction (i) de la précocité à tubérisation, caractère essentiellement variétal et (ii) de la date de défanage, décision de conduite technique de grande importance.
- ✓ *Les conditions de fonctionnement du couvert* renvoient aux conditions d'alimentation hydrique et minérale de la culture et au contrôle des parasites et compétiteurs (Haverkort *et al.*, 1991). Les besoins en eau de la pomme de terre sont élevés, d'où son exclusion fréquente de terres à faible réserve utile, et d'où la recommandation forte, voire l'obligation, d'irriguer pour satisfaire des débouchés où le critère de calibres gros et/ou réguliers est une exigence forte. Les besoins en éléments minéraux (potassium surtout, mais aussi azote) sont bien connus et ils dépendent pour partie de la variété : il existe pour répondre à ces besoins des méthodes fiables de raisonnement de la fertilisation (méthode du bilan prévisionnel en azote). La pomme de terre est très sensible aux maladies fongiques, notamment au mildiou, d'où l'importance des traitements anti-mildiou dans l'itinéraire technique¹³. L'espèce est aussi très sensible aux parasites telluriques, notamment à la gale commune, contre laquelle il n'existe pas de traitement curatif : c'est essentiellement à travers *un délai de retour suffisamment grand de la pomme de terre sur une même parcelle* que l'on prévient ce risque : 4 ans est un délai de retour qui permet la limitation correcte des risques de gale dans la plupart des situations culturales.

¹³ les variétés ne sont pas toutes également sensibles, mais il n'existe pas de variété disponible réellement résistante au mildiou

- ✓ *Les conditions de croissance racinaire* dépendent essentiellement de *l'état structural de la couche arable*, car l'enracinement est relativement superficiel. Un sol meuble et sans zones de compactage est nécessaire pour cette croissance, qui renvoie donc *aux conditions de préparation du sol et à l'état structural initial* : la succession de cultures joue un rôle à travers les états physiques hérités.

La majeure partie des tubercules qui atteignent un calibre récoltable est élaborée en moins de deux semaines. Cependant, les stolons suivants continuent leur croissance et leur ramification, si bien qu'à partir de l'initiation tuberculaire, de nouveaux tubercules sont continuellement formés et d'autres peuvent disparaître par réabsorption de leurs réserves par la plante, notamment en cas de stress de fonctionnement du couvert (Morby & Milthorpe, 1975 ; Haverkort *et al.*, 1990 b). Signalons enfin que le calibre moyen des tubercules commercialisables peut différer de celui des tubercules récoltés en sortie de champ, par la proportion de tubercules endommagés ou non présentables : ce fait et l'émission continue de nouveaux tubercules rendent indispensables un tri minimum des tubercules après récolte.

1.1.2. Teneur en Matière Sèche des tubercules

La teneur en matière sèche (MS) des tubercules est contrôlée génétiquement ; pour les variétés destinées à l'alimentation humaine, la teneur en MS à maturité varie de 16 à 27 %. Le classement relatif des variétés sur ce critère est stable entre années (Jefferies & MacKerron, 1986). Cependant, la teneur en MS d'une variété est aussi influencée par des facteurs environnementaux et techniques, ainsi que par la structure et le stade du peuplement.

La teneur en MS des tubercules augmente, mais de façon non linéaire, au cours du cycle cultural, car elle résulte du rapport entre le taux d'accumulation d'amidon (et de matériel cellulaire) dans le tubercule et l'absorption de l'eau. Aux premiers stades du développement, l'accumulation d'amidon est rapide mais diminue au fur et à mesure que la plante se développe (Gray & Hughes, 1978). La teneur finale en MS est maximale à la maturité physiologique du couvert, et, en fin de saison, on a pu observer une légère baisse que l'on explique par l'augmentation de pertes par respiration et par la modification du bilan entre absorption d'eau et accumulation de glucides. De même (et probablement pour les mêmes raisons), on observe une baisse relative de la teneur en MS (qui peut atteindre 1 à 3 % du poids frais) lorsqu'on maintient les tubercules dans le sol après le défanage (Münster, 1971 ; Grison & Besson, 1973).

L'allongement du cycle à partir de l'initiation tuberculaire favorise l'accumulation de MS : ainsi, pour une date donnée de défanage, les plants pré-germés ont des tubercules plus riches en MS que les plants non germés, la pré-germination allongeant la durée de l'accumulation active en accélérant le processus de tubérisation. L'écart est d'autant plus marqué que la date de défanage est précoce et donc que la durée de végétation est courte.

- ✓ *Les facteurs environnementaux* qui favorisent le développement des parties aériennes réduisent la teneur en MS des tubercules : ainsi, sur le plan climatique, les étés froids et humides, favorables au développement de l'appareil foliaire, réduisent la production de MS, alors que les étés secs et chauds favorisent l'obtention des tubercules riches en MS. Toutefois, de fortes précipitations intervenant à une période où les conditions de température et d'éclairement sont

favorables à la photosynthèse peuvent, à l'inverse, provoquer une augmentation de la teneur en matière sèche dans les tubercules par augmentation de production totale d'assimilats. En conditions climatiques analogues, il est généralement reconnu, mais mal expliqué, que les pommes de terre cultivées en sols argileux ou limono-argileux sont plus riches en MS que celles sur sols sablonneux (Münster, 1971).

- ✓ *La structure du peuplement* influence aussi la teneur en MS : l'augmentation du nombre de tiges par unité de surface, qu'elle provienne de l'augmentation du calibre des plants ou de celle de la densité de plantation, conduit généralement à une élévation de la teneur en matière sèche (Ifenkwe *et al.*, 1974). La teneur en matière sèche peut varier de façon plus ou moins importante entre les tubercules d'un même lot, et augmente généralement avec leur calibre. La relation entre calibre et teneur de MS n'est cependant pas linéaire (Ifenkwe *et al.*, *op. cit.*) : la teneur maximale en MS est atteinte dans les tubercules de calibre moyen, de l'ordre de 50 mm (Wurr & Allen, 1974) et décline pour les gros calibres (Wurr *et al.*, 1978 ; Nelson *et al.*, 1988). Cette caractéristique n'est influencée ni par les techniques culturales, ni par les conditions climatiques de l'année. Cependant, les différences de teneur en MS entre classes de calibre sont d'autant plus fortes, et les taux maximaux d'autant plus élevés, que la récolte est tardive (Nelson *et al.*, 1988, *op. cit.*).
- ✓ *Les techniques culturales* qui retardent la maturité, en favorisant le développement foliaire, conduisent à réduire la teneur en MS des tubercules. Ainsi :
 - les **doses élevées d'azote** réduisent généralement la MS des tubercules en retardant la croissance initiale des tubercules et la maturité des plantes : il est admis (Hughes, 1974) que l'azote agit en favorisant l'absorption d'eau par les cellules, car on observe que l'abaissement du taux de MS correspond à une augmentation de la proportion de gros calibres (Bedin *et al.*, 1993). Une fumure potassique élevée diminue également la teneur en MS ; le potassium contribue à accentuer l'effet de l'azote.
 - **L'irrigation** peut provoquer une baisse plus ou moins importante de la teneur en MS des tubercules mais son effet dépend, comme celui de la pluviosité, des conditions de température et d'ensoleillement. En début du cycle, irriguer augmente généralement la teneur en MS, car la production d'amidon est stimulée, mais les arrosages répétés ou en fin du cycle peuvent la réduire (Jefferies & MacKerron, 1989). L'excès temporaire d'humidité peut aussi réduire le taux de MS ; inversement, un déficit hydrique sévère survenant entre la tubérisation et le défanage peut augmenter le taux de MS. Cependant, un stress hydrique trop précoce, à l'initiation tuberculaire, réduit la tubérisation et limite le calibre moyen, d'où la diminution du taux moyen de MS (Jefferies & MacKerron, 1986).

1.1.3. Teneur en sucres réducteurs

Dans le tubercule existe, tout au long de la période de végétation et pendant la

conservation, un équilibre dynamique entre les diverses composantes glucidiques (amidon – saccharose – sucres réducteurs) de la matière sèche, cet équilibre étant gouverné par des réactions biochimiques complexes. On rappelle qu'une forte concentration en sucres réducteurs (fructose et glucose) est déconseillée pour certaines transformations des produits (déshydratation, friture, chips). La teneur en sucres réducteurs s'établit en cours de végétation et au cours du stockage, essentiellement par transformation du saccharose et de l'amidon. On la nomme communément le "sucrage".

En **cours de végétation**, la concentration en sucres solubles (saccharose + sucres réducteurs) et en amidon à la récolte dépend principalement du degré de maturité et de la variété (Van Es & Hartmans, 1987).

- Les variétés à faible teneur en MS sont généralement plus riches en sucres réducteurs à la récolte que celles à teneur élevée. Certaines variétés sont naturellement pauvres en sucres réducteurs, comme la Bintje et surtout la Saturna : d'où l'utilisation quasi exclusive de la seconde pour les chips, et l'utilisation fréquente de la première pour les frites.

Au cours du cycle, la teneur en sucres réducteurs diminue au fur et à mesure que la teneur en MS (très corrélée à la teneur en amidon) s'élève quand on approche de la maturité (Iritani & Weller, 1977). Pendant la phase de tubérisation, le saccharose est continuellement fourni par le feuillage mais sa concentration dans le tubercule diminue à l'approche de la maturité¹⁴, de même que les teneurs en glucose et fructose, qui baissent encore plus rapidement. Les conditions climatiques et techniques qui retardent la maturation des tubercules produisent généralement un abaissement de la teneur en MS (Cf. *supra*) et l'augmentation du taux de sucres réducteurs dans les tubercules. Des températures basses dans le sol après défanage augmentent la teneur en sucres réducteurs à la récolte.

Après défanage, l'occurrence de fortes températures combinée à des disponibilités en azote importantes dans le sol peuvent induire l'accident physiologique de repousse, se traduisant par la transformation de l'amidon en sucres réducteurs qui donnent à la chair un aspect partiellement ou totalement translucide (vitrosité). Les tubercules atteints sont les plus anciennement formés ou les plus superficiels (cas fréquent des variétés Bintje et Russet Burbank) : ils sont alors inaptes à toute utilisation en produits finis

Au **cours du stockage**, les transformations du saccharose et de l'amidon en sucres réducteurs dépendent des conditions de stockage, température surtout, teneur initiale en saccharose (Sowokinos, 1978) ainsi que du vieillissement physiologique des tubercules, fonction de la durée de conservation.

- En stockage, la formation de sucres réducteurs à partir de l'amidon est liée aux basses températures (en-dessous de 6-8°C). Le comportement des variétés diffère à cet égard : la variété Bintje, par exemple, accumule plus de sucres réducteurs à basses températures que Saturna, alors qu'à température plus élevée, les écarts sont plus faibles (Gravouelle & Gehanne, 1990). Le sucrage à basse température est partiellement réversible, par réchauffage des tubercules à 15-20°C, une fraction des sucres formés étant reconvertie en saccharose ou

¹⁴ la teneur en saccharose passe ainsi, en moyenne, de plus de 1.5 % du poids frais en tout début de croissance tuberculaire à moins de 0,2 % à maturité

consommée par la respiration.

- Le vieillissement physiologique du tubercule provoque l'augmentation de la teneur en sucres solubles. Ce "*sucrage de sénescence*" se manifeste différemment selon les variétés : tôt en conservation sur des variétés à repos végétatif court et incubation rapide (Première, Urgenta), plus tard (au-delà du mois d'avril) chez d'autres (Felsina, Bintje) ou sensibilité très faible (Saturna). Il est dû à des modifications importantes des membranes entourant les grains d'amidon (Isherwood & Burton, 1975) par démarrage des processus de germination : l'utilisation d'inhibiteurs de germination ne l'empêche pas, mais une mauvaise efficacité du traitement peut l'activer. Le "*sucrage de sénescence*" apparaît d'autant plus rapidement que la température de stockage est élevée. Certains travaux (Schouten, 1992) ont montré aussi qu'une ventilation insuffisante lui est favorable, en provoquant une stimulation de la germination par accumulation d'anhydride de carbone.

Ainsi le "*sucrage*" des pommes de terre résulte de trois mécanismes distincts : (a) l'état de maturité des tubercules à la récolte; (b) le stockage à températures basses ; (c) le vieillissement physiologique. Dans ces trois mécanismes, le facteur variétal est d'une importance considérable.

1.1.4. La saveur

La saveur, pour beaucoup déterminée par la teneur en solanine des tubercules, est d'autant meilleure que cette teneur est faible¹⁵. Celle-ci est influencée par la variété, l'exposition des germes à la lumière, la présence d'endommagements des tubercules (Sinden & Webb, 1972) ou de maladies et par certaines conditions techniques et environnementales. En conditions normales de culture et de stockage, les tubercules ne contiennent qu'une quantité négligeable de solanine après épluchage. Toutefois sous l'effet de certains facteurs (lumière, excès de fumure d'azote, défanage précoce), cette teneur peut augmenter de façon importante (Grison, 1987). La solanine n'est détruite ni par la cuisson ni par la friture (Ponnampalam & Mondy, 1983).

La teneur en solanine des variétés cultivées se situe entre 2 et 15 mg pour 100 g de tubercules frais entiers, dont 80 % pour la peau (Gravouelle, 1993). En général, on reconnaît un goût agréable aux variétés à chair ferme (BF 15, Belle de Fontenay, Ratte, etc.), un goût neutre à Bintje, médiocre pour Ackersegen et même désagréable pour les variétés destinées à la féculé. Les variétés à fort taux initial en solanine sont plus susceptibles de produire une quantité excessive de cette substance lors d'un stress.

La teneur peut être affectée par des facteurs d'environnement (Sinden & Webb, 1972), comme le froid ou les dégâts du feuillage par la grêle. Certaines pratiques culturales comme la fertilisation azotée, la date de récolte (Verbist & Monnet, 1979), la durée de certains stress, l'application de pesticides semblent aussi affecter la teneur en solanine (Cronk *et al.*, 1974 ; Mondy *et al.*, 1978 ; Mondy & Munshi, 1990). Cependant, les cultivars réagissent de façon propre aux techniques culturales, et l'interaction cultivar x technique

¹⁵ L'arôme particulier des pommes de terre cuites à l'eau est dû aux réactions entre acides aminés, sucres et pectines dont la composition peut être influencée par les conditions de croissance et de stockage des tubercules

culturelle explique pour une large part les résultats contradictoires rencontrés dans la bibliographie.

Durant le stockage, la teneur en solanine croît (Cronk *et al.*, 1974), les températures basses (2-6°C) semblant favoriser son accumulation. L'exposition à la lumière augmente la teneur en solanine, ce phénomène étant indépendant de la formation de la chlorophylle et du verdissement des tubercules (Grisson, 1987) : l'intensité lumineuse, la durée d'exposition et la nature des radiations émises influent. Les radiations favorables à sa formation se situent dans le bleu et l'ultraviolet, alors que la lumière verte la minimise.

1.2. Les critères de qualité de présentation

Les défauts des tubercules pouvant déprécier leur qualité et la valeur commerciale du lot sont de diverses origines (stress divers, exposition indue à la lumière, chocs des tubercules, altérations internes et externes provoquées par des ravageurs et maladies). Nous traiterons ici du verdissement des tubercules, des défauts de croissance et des endommagements mécaniques lors des récoltes et des calibrages

1.2.1. Le verdissement

Le verdissement du tubercule constitue un défaut de présentation, ainsi qu'un indicateur de la présence anormale de solanine. Le mécanisme est l'apparition de chlorophylle dans les cellules sous-épidermiques sous l'effet de l'exposition à la lumière. Cette exposition peut survenir au champ, en stockage, voire sur les étals des lieux de vente. Le taux de chlorophylle augmente quasi proportionnellement à la durée d'éclairement et d'autant plus rapidement que la variété est sensible au verdissement (Grisson, 1987). La dynamique d'accumulation dépend de l'intensité lumineuse, de la durée d'exposition et de la nature des radiations émises. Une très faible intensité de 55 lux suffit à induire la formation de chlorophylle dans l'épiderme des tubercules (Larsen, 1949). Cependant des durées d'exposition courtes sont indispensables pour garantir la qualité de présentation et la qualité gustative de la pomme de terre. Son conditionnement en sacs papier ou en boîtes carton est ainsi nécessaire pour éviter ces dommages.

Au champ, la principale cause du verdissement est l'insuffisance de couverture des tubercules par le buttage (Lewis & Rowberry, 1973) ou leur exposition à la lumière, lorsqu'en sols légers des pluies fortes ont défait les buttes. Le verdissement est aussi un caractère variétal¹⁶.

En stockage, les tubercules peuvent être soumis à verdissement si les locaux ne sont pas totalement obscurs, ou si le produit est exposé sans protection à l'étalage des magasins. Le verdissement est ainsi favorisé par des températures de plus de 20°C (Larsen, 1949 ; Harkett, 1975) et par de faibles concentrations en dioxyde de carbone dans l'atmosphère du lieu de stockage, une concentration d'au moins 15 % de dioxyde de carbone étant efficace pour l'empêcher. De plus, la chlorophylle se synthétisant de préférence dans les longueurs

¹⁶ sur les tubercules des variétés plus sensibles, le verdissement peut être perçu moins de 24 heures après le début d'exposition

d'onde du jaune-rouge, le type d'éclairage du lieu de stockage¹⁷ est donc important pour déterminer l'accroissement relatif de la solanine et de la chlorophylle. De même, des études réalisées sur la couleur des emballages montrent que la cellophane orange-jaune est efficace pour limiter le verdissement (Jeppsen *et al.*, 1973).

1.2.2. Défauts de croissance

Les raisons des déformations affectant les tubercules de certaines variétés pendant la croissance ne sont pas bien connues. Les variations d'alimentation hydrique au champ induisant de fortes variations du taux de croissance des tubercules (Gray & Hughes, 1978), sont soupçonnées d'être à l'origine des crevasses (Iritani, 1981 ; Van Loon, 1981) mais sans qu'il y ait accord absolu sur ce point (MacKerron & Jefferies, 1985) : en effet, la variété semble jouer un rôle important, tant dans les conditions d'humidité critiques que dans la géométrie des déformations (Jefferies & Mackerron, 1987). Cependant, les vitesses élevées de croissance des tubercules, avec ou sans déficit en eau, peuvent produire des craquelures assez marquées, résultant d'une pression hydrostatique excessive dans les tubercules concernés ; de même, l'augmentation rapide de la teneur en eau des tubercules par réhumectation du sol après une sécheresse prolongée provoque des craquelures de croissance (Jefferies & Mackerron, *op. cit.*).

1.2.3. Les endommagements mécaniques

Ils apparaissent surtout pendant la récolte et les opérations de calibrage du fait, soit d'une collision avec des corps étrangers plus ou moins durs (cailloux, mottes, parties anguleuses ou rugueuses des matériels), soit d'une chute au cours des manipulations. L'importance et l'aspect de l'endommagement sont déterminés par les propriétés mécaniques et rhéologiques du tubercule et par les forces extérieures qui se sont exercées sur lui¹⁸ (Hughes, 1974). Les endommagements mécaniques comportent les fractures, les éraflures et le noircissement interne : les défauts externes conduisent à l'élimination des tubercules atteints ; pour le noircissement interne, aucun tri manuel n'est possible et il faut donc prendre des mesures préventives pour diminuer le risque.

- *Les éraflures* sont dues à des frictions entraînant la disparition partielle de la peau : elles favorisent l'apparition de zones superficielles brunes (brunissement enzymatique), qui causent des pertes de poids en stockage et des risques accrus de brûlures par les inhibiteurs de germination. Les éraflures sont fréquentes dans les tubercules dont le liège épidermique est insuffisant, l'épaisseur du liège étant limitée lorsque le défanage est trop précoce, le temps de maintien du tubercule dans le sol après défanage trop court, ou la fertilisation azotée excessive (Van Kempen *et al.*, 1996).
- *Les fractures* proviennent d'une rupture massive des parois cellulaires suite à des chocs d'énergie élevée. La sensibilité des tubercules aux fractures dépend

¹⁷ Avec des lampes à incandescence ou à vapeur de sodium, les tubercules peuvent verdir sans accroissement net de solanine ; avec des lampes à iode ou à vapeur de mercure, il peut y avoir accumulation de solanine sans verdissement (*com. pers.*, 1996).

¹⁸ vitesse et énergie cinétique de l'impact; hauteur de chute et masse du tubercule; forme du tubercule et surface de contact; vitesse des éléments du matériel de récolte et de conditionnement

principalement de la variété, le classement relatif des variétés étant peu modifié par les facteurs de production (Gravouelle, 1996 b). Par contre, des facteurs environnementaux interfèrent, notamment ceux modifiant la structure des parois cellulaires et/ou favorisant une forte pression de turgescence¹⁹. Comme facteurs techniques interviennent le manque de maturité à la récolte, le maintien insuffisant dans le sol après défanage, les basses températures lors des manipulations.

- *Le noircissement interne* se présente sous forme de taches circulaires gris-bleuté (taches cendrées) juste sous la peau. Elles résultent de la formation de mélanine qui s'accumule au niveau des tissus lésés, un à huit jours après la lésion. Des chocs de faible énergie ou même la simple pression à la base d'un tas, après stockage prolongé, suffisent à provoquer du noircissement interne. La sensibilité des tubercules est liée à la variété et à leur teneur en MS : plus celle-ci est élevée, plus les tubercules sont sensibles, particulièrement lorsqu'ils présentent un taux élevé de tyrosine (Dean *et al.*, 1993). Les carences en potassium et les basses températures lors des manipulations (inférieures à 10°C) sont les principales causes de sensibilisation²⁰.

1.2.4. Défauts internes d'origine physiologique

Ils regroupent des déformations d'origine variée altérant fortement la qualité des tubercules, se traduisant généralement par l'élimination des organes atteints de toute forme de commercialisation.

1.2.4.1. Cœur Creux, Cœur Brun, Cœur Noir

Il s'agit d'altérations du parenchyme médullaire (respectivement : trous de dimensions variées au centre du tubercule, apparition de petites nécroses au centre, stries noires sur le tissu). Le cœur noir se développe fréquemment lors des transports sur de longues distances sans ventilation, les tubercules étant alors en anaérobiose. Cœurs bruns et creux seraient plutôt des accidents de croissance. Le cœur creux pourrait avoir pour origine un dérèglement de l'activité enzymatique en début de tubérisation et se rencontre surtout chez les gros tubercules et/ou ceux qui ont subi un grossissement rapide (Nelson & Thoreson, 1986) : une croissance normale et régulière sans stress réduit l'incidence de la maladie (Watts & Russel, 1985), alors que des températures élevées du sol, des fluctuations de l'alimentation hydrique ou de fortes doses d'azote²¹, surtout en début de tubérisation, la favoriseraient (Rex & Mazza, 1989). Cependant, de fortes différences de sensibilité existent entre variétés et il semble aujourd'hui impossible de garantir l'absence de cœur creux par les seules pratiques culturales (Rex & Mazza, *op. cit.*). Le cœur brun est généralement considéré comme précurseur du cœur creux, mais ce n'est pas toujours le cas (Hiller *et al.*, 1985) : favorisé par les températures basses (10-15°C) lors de l'initiation tuberculaire et par l'humidité excessive du sol, ce défaut se manifeste autant dans les petits tubercules que dans les gros : là encore, la résistance variétale semble le seul moyen fiable pour l'éviter.

¹⁹ Des tubercules fraîchement récoltés sont plus sensibles que ceux déjà stockés, du fait de leur turgescence.

²⁰ L'excès de gaz carbonique dans le sol ou en conservation, ainsi que la perte de turgescence des tubercules, peuvent également augmenter cette sensibilité.

²¹ Les doses élevées de potasse modèrent au contraire l'incidence de l'accident physiologique

1.2.4.2. Taches de rouille

Ce défaut se traduit par des lésions couleur rouille, de diverses tailles, dans les tissus pérимédullaires. Des facteurs environnementaux défavorables à la croissance tuberculaire, dont les déficits hydriques et les températures élevées (Hooker, 1981), induisent ce défaut, ainsi qu'une alimentation déficitaire en calcium (Collier *et al.*, 1978). Son contrôle passe par la résistance variétale et par des pratiques limitant les fluctuations du taux de croissance des tubercules (Hiller *et al.*, *op. cit.* ; Collier *et al.*, 1980).

1.2.4.3. Décoloration d'anneau vasculaire

C'est l'apparition d'une pigmentation violet-rouge par synthèse d'anthocyanines chez des variétés normalement indemnes de ces substances (Cromack, 1981). La décoloration semble favorisée par une proximité des tubercules avec la surface (buttage peu efficace) ainsi que par des fumures minérales ou organiques importantes. L'irrigation peut réduire l'incidence, à l'inverse des températures inférieures à 10°C, particulièrement la nuit (Storey & Davies, 1992).

1.2.4.4. Tubercules vitreux

La vitrosité est l'aspect translucide de la chair dans la zone interne de l'anneau vasculaire. Elle résulte du phénomène de repousse, c'est-à-dire d'un redémarrage de tubérisation, d'où apparition d'une deuxième génération de tubercules. C'est lors de la disparition des fanes, par sénescence ou par défanage, que l'on constate une augmentation rapide du taux de vitrosité chez les tubercules de la première génération. Les températures élevées influent fortement pour induire une deuxième croissance (Gravouelle, 1994)²² L'irrigation, en limitant les augmentations de températures, réduit généralement l'occurrence d'une deuxième tubérisation.

1.3. Les critères de qualité hygiénique

1.3.1. Les résidus de nitrates

En France, la teneur maximale tolérée pour l'alimentation solide du nourrisson de moins de trois mois est fixée à 50 mg de nitrate par kg²³. Cependant, il n'existe pas de norme nationale ou européenne précisant les tolérances en pommes de terre, qu'il s'agisse de l'alimentation infantile ou adulte. Sur plus de 250 échantillons de pommes de terre de consommation récoltés de 1991 à 1993 dans des principales régions de production, l'ITCF constate une forte variabilité des teneurs en nitrates des tubercules : 97 % sont comprises entre 25 et 300 mg/kg, 25 % étant inférieures à 100 mg/kg, 50 % entre 100 et 200 mg/kg.

A l'utilisation, la perte en nitrates est particulièrement importante dans les procédés incluant une cuisson ou un blanchissement à l'eau après pelage et découpage du tubercule. Compte tenu de la consommation alimentaire journalière, on considère que la pomme de terre contribue pour moins de 10 % à l'apport moyen de nitrates: sa composition ne constitue pas un risque aigu sur le plan de la santé humaine.

²² Gravouelle constate une forte augmentation du taux de vitrosité lorsque la température augmente : de 2 à 46 % des tubercules en passant de 16 à 27°C.

²³ Arrêté modifié du 1^{er} juillet 1975 sur les aliments diététiques et de régime destinés aux enfants.

Selon l'évolution probable des législations dans un proche avenir, il faut néanmoins signaler les facteurs jouant sur la teneur en nitrates des tubercules à la récolte : (i) Il existe de fortes différences variétales, mais aussi entre sites et entre années pour une même variété ; (ii) la fertilisation azotée est la technique culturale qui joue le rôle le plus net, les doses élevées d'azote entraînant des teneurs fortes, même en l'absence d'augmentation de rendement²⁴ ; (iii) tout stress hydrique favorise une teneur en nitrates élevée, d'où l'importance de l'irrigation pour limiter et régulariser ces teneurs ; (iv) enfin, la teneur en nitrates décroît naturellement tout au long du cycle (Augustin *et al.*, 1977). Les cultures nécessitant un défanage précoce (recherche de faibles teneurs en MS ou date de livraison très précoce par exemple) doivent donc se pratiquer avec une fertilisation azotée limitée pour ne pas aboutir à de trop fortes teneurs.

1.3.2 - Résidus de pesticides et d'inhibiteurs de germination

La virulence de l'un de ses ennemis, le mildiou, fait que la pomme de terre est une culture sur laquelle on utilise de grandes quantités de produits phytosanitaires, notamment de fongicides. D'autre part pour maintenir la qualité en cours de conservation, il est nécessaire d'appliquer pendant le stockage des inhibiteurs de germination (Burton, 1989). Ainsi, résidus de fongicides et d'inhibiteurs de germination²⁵ peuvent être retrouvés dans les tubercules consommés. A l'heure actuelle, la législation impose des Limites Maximales de Résidus (LMR) pour chaque matière active homologuée²⁶ et il semble que l'on s'oriente vers une harmonisation européenne de ces LMR. De plus, certains débouchés commencent à utiliser l'exigence de limitation de l'utilisation des fongicides (plus encore que de teneurs dans le tubercule) comme un argument important de vente et donc comme critère de qualité (Dufour *et al.*, 1997).

1.4. Synthèse partielle

La multiplicité des critères de qualité intrinsèque des tubercules s'accompagne donc d'une multiplicité des facteurs environnementaux et techniques les déterminant. On repère cependant des choix techniques qui reviennent souvent, dans l'élaboration du rendement quantitatif et qualitatif de la pomme de terre (*Tableau II.1*).

- *La variété* joue de façon importante sur pratiquement tous les critères que nous venons de voir. Le facteur génétique est même parfois prépondérant dans l'élaboration du critère de qualité au point que l'on ne connaît pas d'autre choix technique à prescrire. D'une façon compréhensible, la variété est un choix technique souvent recommandé, voire exigé, dans les cahiers des charges. A l'inverse, les variétés sont plus ou moins souples pour l'adaptation à un débouché ou à un autre : pour prendre deux cas extrêmes, la variété Saturna n'est cultivée que pour faire des chips, et ne peut servir à rien d'autre ; la variété Bintje offre elle tout un panel

²⁴ On a pu noter des teneurs dépassant 400 mg/kg en conditions de fortes disponibilités en azote – engrais et fournitures du sol

²⁵ Deux types d'application existent pendant le stockage, selon la forme de l'inhibiteur (solide ou liquide) : le poudrage lors de la mise en tas et la thermo-nébulisation (en liquide) suivie de brassage par la ventilation du bâtiment de stockage. Cette seconde méthode permet notamment le fractionnement des apports : facilitant l'adaptation de la dose à la durée réelle de conservation, elle permet plus facilement de respecter la teneur-seuil tout en assurant une bonne protection du tubercule.

²⁶ par exemple, LMR de 0.03 mg/kg de tubercule en manèbe - fongicide très utilisé - et de 0.002 en Diquat, un défanant.

d'utilisations possibles et peut donc, dans une exploitation, être choisie pour plusieurs débouchés.

- *La longueur du cycle*, régulée principalement par la date de défanage, joue de façon importante, directement ou non, sur de nombreux critères : là encore, c'est un élément clé de la culture de pommes de terre. Date de défanage et date de récolte sont souvent liées dans les exploitations et dans les exigences, car la durée de maintien du tubercule dans le sol après défanage joue aussi sur certains critères de qualité. La décision de date de défanage est donc, aussi, une anticipation de la date de récolte et raisonnée dans l'exploitation en fonction des contraintes pouvant peser sur cette date de récolte.
- *Les apports d'intrants* (eau, azote, phytosanitaires, etc.) sont d'importance considérable, à travers les calibres, les teneurs en MS et en sucres réducteurs, la qualité de présentation, la qualité hygiénique : celle-ci renvoie à des aspects de *sécurité alimentaire* d'importance croissante pour qualifier un produit.

Enfin, si les critères de qualité s'élaborent pour beaucoup au champ (ils dépendent alors des choix techniques de localisation et de conduite de la culture, et de la place de la culture de pomme de terre dans la succession culturale), une partie s'élabore aussi avant la plantation, avec le choix et le mode de préparation des plants-mères, ainsi qu'après la récolte, par la durée et les modalités de conduite du stockage.

Tableau II.1. Récapitulatif des relations majeures entre choix techniques et critères des qualité intrinsèque des tubercules

Choix Techniques	Principaux Critères de Qualité des Tubercules						
	Rendement	Calibres	Teneur en Matière sèche	Teneur en sucres réducteurs	Dommages mécaniques	Noircissement interne	Peau Claire
Variété							
Calibre des plants							
Densité de plantation							
Précédent cultural							
Délai de retour							
Fumure organique							
Fumure phospho-potassique							
Apport d'azote							
Protection Phytosanitaire							
Apports d'eau							
Date de défanage							
Température de stockage							
Durée de stockage							

■ Très important ■ Importante ■ Importance modérée □ Indifférent

2. Coordination technique entre acteurs et gestion de la qualité

L'obtention de niveaux quantitatif et qualitatif de rendements en tubercules renvoie ainsi à plusieurs décisions techniques dans l'exploitation. Nous allons voir maintenant comment ces relations sont intégrées dans les cahiers de charges assignés aux producteurs sur les pommes de terre qu'ils produisent, et donc comment elles deviennent sources de contraintes exogènes pour l'agriculteur. Compte tenu de l'objet d'étude, à savoir l'analyse des répercussions de ces contraintes exogènes sur la conduite technique de la sole de pommes de terre, nous examinerons plus particulièrement, dans les profils de qualité demandés, comment sont contraintes les décisions techniques portant sur la place des pommes de terre dans les successions de cultures et sur leur conduite technique, avant plantation, au champ, voire après récolte.

Les exigences de qualité en pommes de terre, quel que soit le débouché, concernent toujours une définition des caractéristiques intrinsèques des tubercules du lot et des exigences relatives aux services, telles que la durée du stockage, la ou les dates de livraison, le ou les types de conditionnement, et, souvent, des mécanismes de gestion de la qualité, tels que les types de contrôles à la livraison ou de suivis effectués au champ par les services techniques des acheteurs. Ces exigences sont formalisées de façon variable dans des cahiers des charges techniques, plus ou moins précis et explicites (*Annexe 1.1*). Ces cahiers des charges techniques peuvent être, ou non, attachés à un contrat liant l'agriculteur et son client. Lorsqu'il existe, sous une forme ou une autre, le cahier des charges peut être référencé à des barèmes de qualité élaborés par les organismes professionnels et interprofessionnels²⁷ (*Annexe 1.2*) ou encore peut émaner d'une réglementation comme dans la vente de produit frais conditionné (*Annexe 1.3*). L'analyse et la comparaison des différents cahiers des charges vont nous permettre de relever les aspects communs et différenciateurs entre les produits élaborés au sein de l'exploitation.

Pour organiser cette diversité, nous proposons une typologie simple des pommes de terre, selon le degré d'élaboration de la qualité finale au sein de l'exploitation agricole, parmi *"la succession d'opérations de transformation qui caractérise l'espace technologique de la filière"* (Morvan, 1985). Après avoir présenté cette catégorisation et proposé, parallèlement, un classement des degrés d'exigences techniques dans les cahiers des charges (§ 2.1), nous montrerons sur un exemple en quoi ces typologies sont reliées à divers niveaux de contraintes pour l'agriculteur sur le processus de production technique (§ 2.2). Nous discuterons alors de la signification de ces différents niveaux de contraintes sur la gestion de la qualité au sein de la filière et sur les modes de coordination technique entre agriculteur et aval (§ 2.3).

2.1. Typologie des pommes de terre selon le degré d'élaboration de la qualité dans l'exploitation agricole

Les différents types de produits obtenus à partir de la pomme de terre de conservation peuvent être classés en trois catégories, selon le degré de finition du produit au

²⁷ Contrat de livraison en pommes de terre, du CNIPT et de la FNPPTC; CNIPT : Centre Interprofessionnel de la Pomme de terre ; FNPPTC : Fédération Nationale des Producteurs de Pommes de Terre de Conservation

sein de l'exploitation :

- **La pomme de terre "matière première"** pour une filière industrielle : le produit livré par l'agriculteur subira une ou plusieurs transformations industrielles qui vont changer complètement sa nature. Le profil de qualité du produit sortant de l'exploitation va donc porter surtout sur des qualités technologiques des tubercules compatibles avec les transformations qu'ils subiront (chips, frites, etc.) : calibre, teneur en matière sèche et en sucres réducteurs sont alors d'importance primordiale. Pour certains débouchés, les qualités hygiéniques (réduction de teneurs en éléments indésirables) peuvent aussi importer.
- **La pomme de terre "produit semi-fini"**, où le produit sortant de l'exploitation possède ses caractéristiques intrinsèques finales, mais l'acheteur ajoute des services qui changent son statut. Ces pommes de terre "*semi-finies*" sont typiquement celles des nouvelles filières du frais. Le profil de qualité mettra l'accent sur diverses qualités intrinsèques du produit, et surtout les critères d'aptitudes culinaires spécifiques, fortement corrélées au choix variétal. De plus en plus, dans ces produits semi-finis, l'accent est mis aussi sur certains services que l'agriculteur peut rendre pour mieux "*coller*" au segment de marché : tri variétal strict, tri par calibre, conditionnement varié et sophistiqué, service ajouté comme le brossage ou le lavage, étalement des dates de livraison pour suivre la dynamique des marchés, etc.
- **La pomme de terre "produit fini"** sort de l'exploitation prête pour le consommateur final et le premier acheteur éventuel n'ajoute rien à l'élaboration de la qualité. Il s'agit de la filière du frais classique, les pommes de terre vendues par l'agriculteur lui-même, un négociant ou une coopérative sur le marché intérieur ou extérieur. Les objectifs de qualité à atteindre sont fixés par l'agriculteur seul et/ou par les vendeurs avec qui il est en relation. Le calibre est un critère majeur et le profil de qualité comprend souvent de façon importante des services tels que différentes dates de livraison, différents modes de tris et de conditionnements

A ces trois grandes catégories correspondent des différences quant aux degrés d'exigence sur la conduite technique au champ et, très généralement, des différences de type de transaction entre l'agriculteur et l'aval. Avant d'analyser ces points, nous proposons une classification des degrés d'exigence dans les cahiers des charges. Rappelons que ces exigences peuvent porter sur les caractéristiques intrinsèques du produit, sur les services et/ou sur les processus techniques de production, au champ et hors champ (en préparation des plants, en stockage).

- Un **niveau obligatoire (O)** correspond à l'explicitation effective d'une consigne dans un cahier des charges (exemple : irrigation obligatoire de telle catégorie de pommes de terre). Cette obligation est nécessairement accompagnée de contrôles de conformité à l'exigence formulée (par exemple : contrôle des teneurs des tubercules en nitrates).
- Un **niveau recommandé (R)** où il n'y a pas obligation stricte mais conseil donné à

l'agriculteur, et il n'y a pas nécessité absolue de contrôle de conformité²⁸. Dans les faits, le caractère contraignant de ces « recommandations » est variable, l'agriculteur pouvant avoir intérêt à suivre une recommandation, pour s'assurer du renouvellement d'un contrat lors de la campagne suivante.

- Un **niveau Indifférent (I)** où le cahier des charges ne contient aucune référence sur le critère concerné, soit que ce critère soit hors sujet, soit qu'on laisse à l'agriculteur le soin de le déterminer seul.

Dans un cahier des charges, on peut à la fois rencontrer des "O", des "R" et des "I", car tout produit n'est pas forcément concerné par toutes les caractéristiques intrinsèques, par tous les services ni par toutes les décisions techniques à prendre. Les "I" représentent bien sûr un degré de souplesse pour l'agriculteur (pour une part, les "R" ou au moins certains d'entre eux aussi) tant pour la définition du produit que pour son mode d'obtention.

2.2. Catégories de pommes de terre et niveaux d'exigences exogènes sur la conduite technique

Examinons les exigences des cahiers des charges pour chacune des catégories de pommes de terre de la typologie précédente. Pour illustrer, nous ne prendrons qu'un exemple par catégorie :

en pommes de terre "*matière première*", nous choisissons les pommes de terre destinées à l'alimentation des bébés, dites "*baby food*", le cahier des charges émanant d'une usine de Picardie appartenant au groupe Nestlé ;

en pommes de terre "*semi-finies*" nous prenons l'exemple du débouché des "*lavables haut de gamme*", d'après un cahier des charges émis par un négociant de la même région ;

enfin, pour les pommes de terre "*finies*", nous prenons l'exemple de pommes de terre fraîches en sacs conditionnées sur l'exploitation, en prenant une exploitation précise.

Le *Tableau II.2* indique par un code de couleur, pour chaque catégorie de pommes de terre et pour chaque critère de qualité, le degré d'exigence correspondant. Nous pourrions tirer la majorité des observations suivantes de l'examen d'autres débouchés particuliers appartenant à chacune de ces catégories.

On constate, comme attendu, la diversité des natures et degrés d'exigences concernant les caractéristiques intrinsèques du produit et les services, ainsi que certains points communs. Ainsi, **la variété**, par son importance précédemment soulignée sur l'élaboration de nombreux critères qualitatifs, est une exigence obligatoire, même en produit fini dans notre cas (l'agriculteur doit s'adapter à la demande variétale du consommateur avec lequel il est en relation). Le **calibre** est aussi une exigence commune, quoique la gamme des calibres recherchés soit spécifique à chaque débouché. En revanche, d'autres critères sont plus spécifiques à un débouché, comme la teneur en matière sèche (obligatoire pour les deux premières catégories, mais non dans la troisième), la teneur en sucres réducteurs ou en nitrates (l'obligation de ne pas dépasser certains seuils ne joue que pour le débouché

²⁸ On constate d'ailleurs que, souvent, les moyens de contrôle effectifs sur ces "*recommandés*" sont délicats à mettre en oeuvre ou peu fiables, d'où le fait qu'on ne peut pas exiger de l'agriculteur quelque chose qu'il est difficile de contrôler absolument

"baby food").

Tableau II.2 - Exigences de qualité par catégorie de pommes de terre

	Matière première (ex : baby food)	Produit semi-fini Lavable haut de gamme	Produit fini Frais en sacs
1 - Caractéristiques du produit			
Variété			
Calibre tubercule			
Teneur matière sèche			
Teneur en sucres réducteurs			
Résidus de pesticides			
Seuil de Résidus de nitrates			
Apparence de la peau			
2 – Services rendus			
Tri			
Température de stockage			
Livraison à date donnée			
Ensachage – conditionnement			
3 – Technical production process			
Irrigation (Equipement requis)			
Choix parcelle(taille, lieu, sol, précédent)			
Fourniture des plants			
Fumure organique (Interdiction)			
Préparation du sol			
Dose d'azote			
Buttage			
Désherbage			
Fongicides			
Insecticides			
Modes d'irrigation			
Date de défanage			
Modalité de défanage			
Date de récolte			

Obligatoire ■ Recommandé ■ Indifférent ■

Les contraintes portant sur les processus techniques peuvent être logiquement reliées aux déterminants que nous avons précédemment examinés : par exemple, l'exigence de calibres et/ou de teneurs en matière sèche déterminés est corrélée avec l'obligation d'irrigation, car on a vu l'importance d'une alimentation hydrique non limitante et régulière dans l'élaboration de ces critères ; la contrainte de limitation des teneurs en nitrates en baby food passe, de façon attendue, par une obligation portant sur la dose d'azote sur ce type de pommes de terre²⁹, celle-ci n'étant qu'une recommandation en semi-fini, compte tenu de son incidence plus indirecte sur le calibre et la teneur en matière sèche. Remarquons en ce qui concerne l'irrigation, que la possession d'un équipement est obligatoire pour la catégorie "*matière première*", mais que les modes de conduite de l'irrigation sont seulement

²⁹ en l'occurrence, il s'agit de l'obligation de déterminer une dose X par la méthode des bilans, puis de retirer 40 unités à cette dose déterminée. L'agriculteur a obligation de mesurer un reliquat d'azote sur chaque parcelle consacrée au baby food, de remplir une fiche de calcul puis d'enregistrer la dose mise.

"recommandés".

Nous voyons aussi que ces contraintes portent sur plusieurs aspects des processus techniques de production :

- *la conduite au champ* (différentes opérations culturales sur les parcelles) mais aussi avant l'implantation (choix des plants, préparation des plants)
- *la conduite après la récolte au champ* (stockage, conditionnement).
- *la localisation de la culture dans l'exploitation* : le choix de la parcelle est souvent contraint, avec des exigences sur sa taille et sa localisation géographique, notamment. Ces exigences sont exprimées notamment pour les pommes de terre "*matière première*", où des contrôleurs des usines viennent effectuer des prélèvements en cours de culture (pour guider l'agriculteur sur la date de défanage, par exemple) et doivent donc pouvoir repérer la parcelle et y accéder sans difficultés. Le choix du type de sol peut être conseillé dans certains débouchés : recommandations de sols limono-argileux, de préférence à limoneux, pour des pommes de terre lavables haut de gamme, par exemple : ces sols seraient plus favorables, ainsi que le choix de certains précédents (Cf. ci dessous) à l'obtention de couleur claire de la peau des tubercules.
- *la place de la pomme de terre dans la succession de culture* est aussi fréquemment spécifiée. Des obligations ou des recommandations sont souvent faites sur le délai de retour, qui doit être assez long pour limiter les risques de contamination des tubercules par des parasites rémanents comme la gale commune (des délais d'au moins 4 ans sont souvent demandés ou conseillés). Les précédents culturaux peuvent aussi être conseillés : pour les pommes de terre lavables haut de gamme, les négociants recommandent souvent un précédent betteraves plutôt qu'un précédent céréales, par exemple, pour des raisons de couleur de la peau du tubercule.

Les contraintes exogènes sur les décisions techniques de l'exploitant sont ainsi plus ou moins fortes selon ces trois catégories :

- elles sont le plus souvent inexistantes ("*indifférent*") dans le cas des "*produits finis*", où les exigences de qualité s'expriment surtout à travers les caractéristiques obtenues du produit final. Mais l'agriculteur peut par contre, et c'est souvent le cas, exprimer pour lui-même des consignes techniques afin d'atteindre le mieux possible, selon sa propre représentation des risques, les objectifs de qualité qu'il s'est fixés ou qu'il pense être le mieux valorisables dans le créneau qu'il vise ;
- les contraintes techniques sont, en revanche, fortes (de nombreuses exigences "*obligatoires*") en pommes de terre "*matière première*" : ces exigences, assorties de contrôles importants, ne s'expriment donc pas seulement sur le produit en sortie d'exploitation, mais aussi très directement sur les manières de produire au sein de l'exploitation (localisation des pommes de terre, conduite technique au champ, avant plantation et après récolte).
- dans le cas des pommes de terre "*semi-finies*", les contraintes techniques existent mais plus souvent comme recommandation que comme obligations. C'est cependant dans cette catégorie que les degrés d'exigences sont les plus mouvants, selon le

segment de marché visé mais aussi, éventuellement, selon l'interlocuteur d'aval de l'exploitant.

Ces catégories de pommes de terre sont donc pertinentes du point de vue de la répartition des exigences et notamment des degrés de contrainte des processus techniques dans l'exploitation.. Elles nous montrent que "**la**" qualité de la pomme de terre, outre son caractère multicritère que nous avons déjà discuté, s'exprime vis-à-vis de l'exploitation, par des contraintes exogènes de poids différent portant sur l'exploitation agricole.

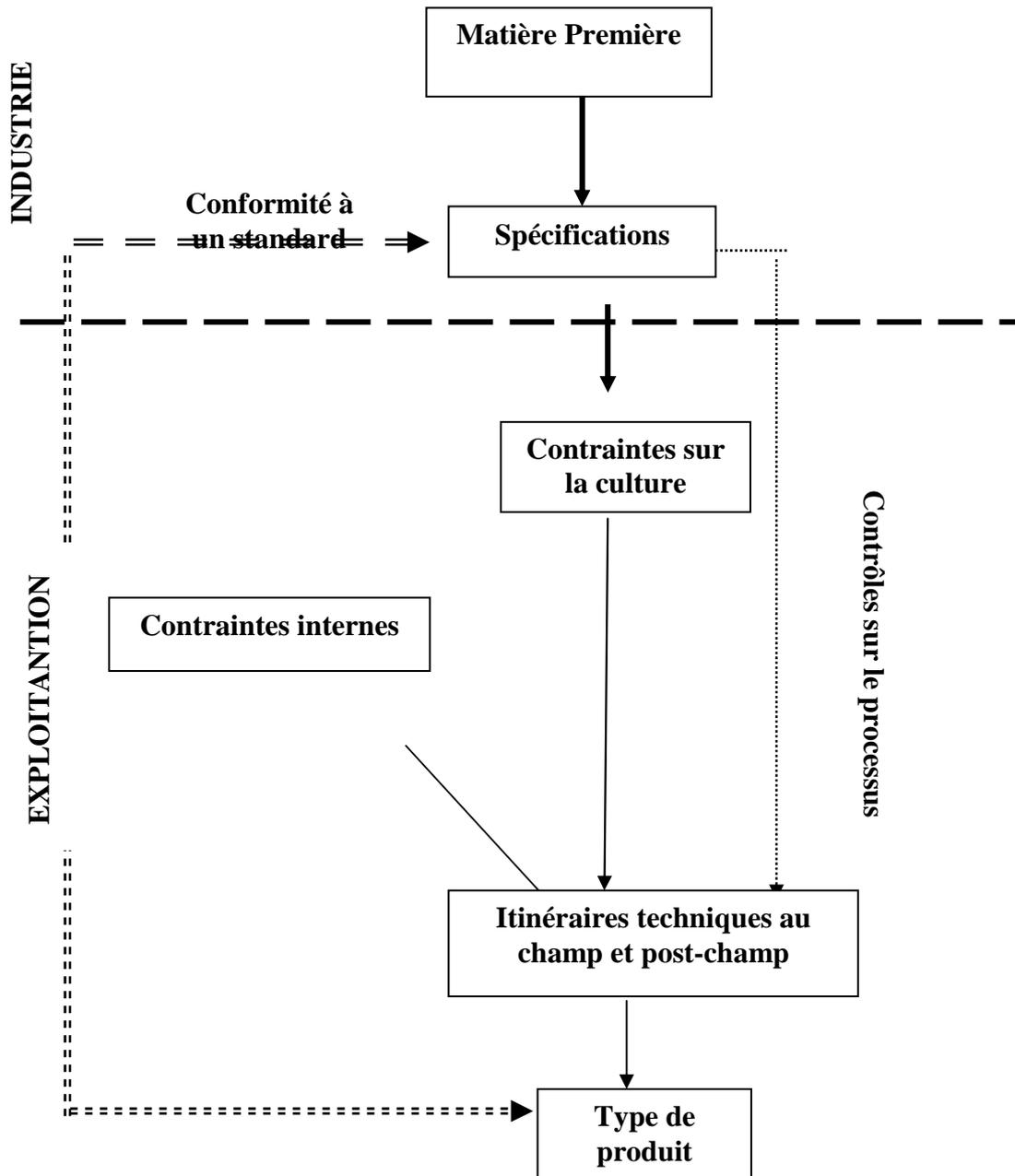
2.3. Gestion de la qualité dans la filière et coordination technique

Au-delà des exigences diverses sur les processus techniques, les catégories de pommes de terre que nous avons distinguées correspondent à des gestions différenciées de la qualité dans la filière, passant par des modes et des positions variées des contrôles, traduisant des coordinations différentes entre agriculteurs et aval. On peut représenter graphiquement ces modes de coordination technique dans le trois cas.

- En catégorie "matière première" (Figure II.3), les industriels passent le plus souvent des contrats avec les agriculteurs, afin de spécifier la transaction, tant sur le produit que sur le prix. Il s'agit souvent de contrats passés avant la plantation ou en tout début de campagne (de type T1 selon la typologie de Le Bail & Lepage-Carlotti, Cf. Encadré I.5 dans Problématique)³⁰. Ces contrats comprennent alors des cahiers des charges explicites qui définissent à la fois des consignes d'objectifs, portant sur divers critères de qualité intrinsèque des tubercules à obtenir, et des consignes de moyens, portant sur le processus technique à mettre en œuvre pour obtenir ces objectifs de qualité. Ces consignes de moyens comprennent des obligations et des recommandations, les obligations étant particulièrement nombreuses par rapport aux autres catégories de pommes de terre. Elles sont aussi généralement accompagnées d'un guide technique précis remis à l'agriculteur et surtout de contrôles des actions de l'agriculteur: enregistrements des opérations culturales réalisées sur des fiches fournies par l'industriel et, souvent, observations directes, systématiques ou aléatoires, faites par des techniciens de l'industrie sur les parcelles des agriculteurs en cours de culture. De fait, certaines décisions techniques relèvent entièrement de l'industriel : souvent, le choix des plants ou la date de défanage lorsque le calibre ou la matière sèche sont des critères d'importance. Pour ces industriels, il s'agit ainsi de mettre en place une démarche de type "assurance qualité" dans leur coordination technique avec l'agriculteur.

³⁰ On rappelle que, d'après ces auteurs, plus des deux tiers de transactions entre industriels et aval se font sous forme de contrats T1 dans le Santerre.

Figure II.3. Coordination technique agriculteur-aval en catégorie "Matière première"



- En catégorie "produit semi-fini" (Figure II.4), la transaction entre agriculteur et aval peut passer par des contrats, on se rapproche alors des formes de coordination industrielle ci-dessus ; mais le plus souvent ces contrats sont informels (verbaux): fréquemment en effet, ces produits semi-finis sont achetés par des négociants ou des coopératives, avec lesquels l'agriculteur est dans une coordination de type domestique ou civique, fondée sur la confiance réciproque et/ou un engagement coopératif. Dans ces cas, la démarche de qualité de l'acheteur passe plus par des consignes d'objectifs que de moyens, sauf sur certains moyens (variété, par exemple, vu que ces produits s'adressent souvent aux nouvelles segmentations du marché du frais). Des recommandations sont souvent émises sur le processus technique, éventuellement sous forme d'un guide technique proposant des manières de faire : cependant, d'une part le guide n'est pas systématique, d'autre part il n'y a pas (ou très peu) de contrôle du processus de production dans les parcelles de l'agriculteur. Cela ne signifie pas pour autant l'absence de contraintes exogènes pour l'agriculteur : celui-ci a intérêt à respecter des exigences de type "recommandé" même s'il n'y a ni engagement contractuel ni contrôle in situ. En effet, les acheteurs, surtout s'il s'agit de négociants ou de grandes surfaces, peuvent choisir à volonté leurs fournisseurs, dans et hors de la région : le renouvellement des transactions d'une campagne sur l'autre dépend du degré de satisfaction de l'acheteur. On constate d'ailleurs dans le Santerre que beaucoup de négociants installés sur les nouvelles filières du frais (produits lavés, haut de gamme) choisissent leurs fournisseurs parmi leurs agriculteurs déjà en contrat avec l'industrie, ce qui est un premier gage de l'acceptation par l'agriculteur de contraintes techniques (Le Bail & Lepage-Carlotti, op.cit et nos propres observations).
- En catégorie "produit fini" (Figure II.5), l'agriculteur fait sa propre démarche de qualité en émettant ses propres exigences quant aux manières d'atteindre ses objectifs de produits et de service, et ce d'autant plus qu'il se situe sur le marché libre en termes de transaction avec l'aval (coordination marchande). Il y a bien contrainte exogène si l'agriculteur cherche à se situer sur un créneau particulier, mais cette contrainte est entièrement "traduite" par lui en termes techniques. Le "contrôle" de qualité est celui, très informel, émis par le marché, consistant plus en une régulation entre l'offre et la demande qu'à une véritable gestion de la qualité.

Figure II.4. Coordination technique agriculteur-aval en catégorie "Produit semi-fini"

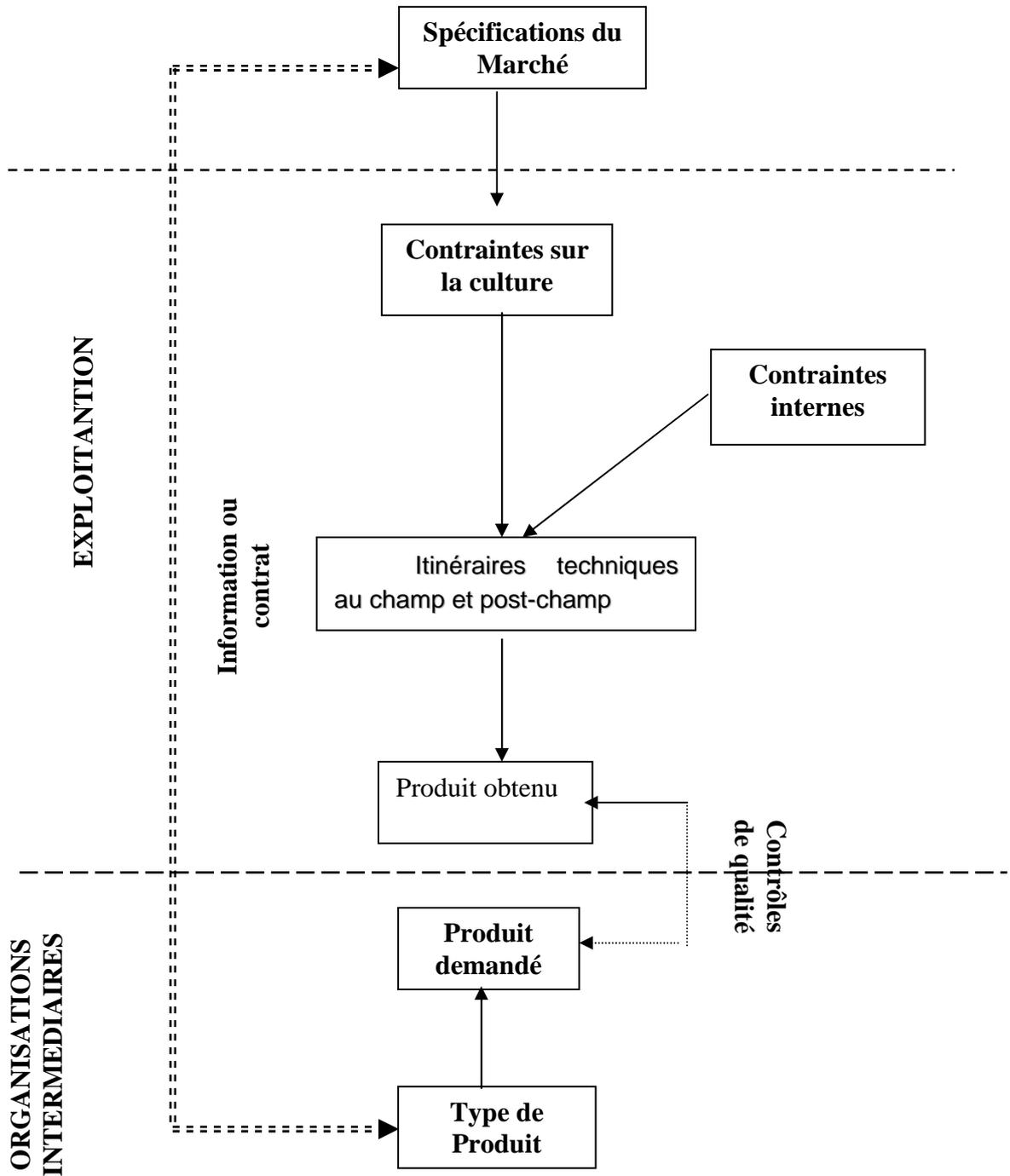
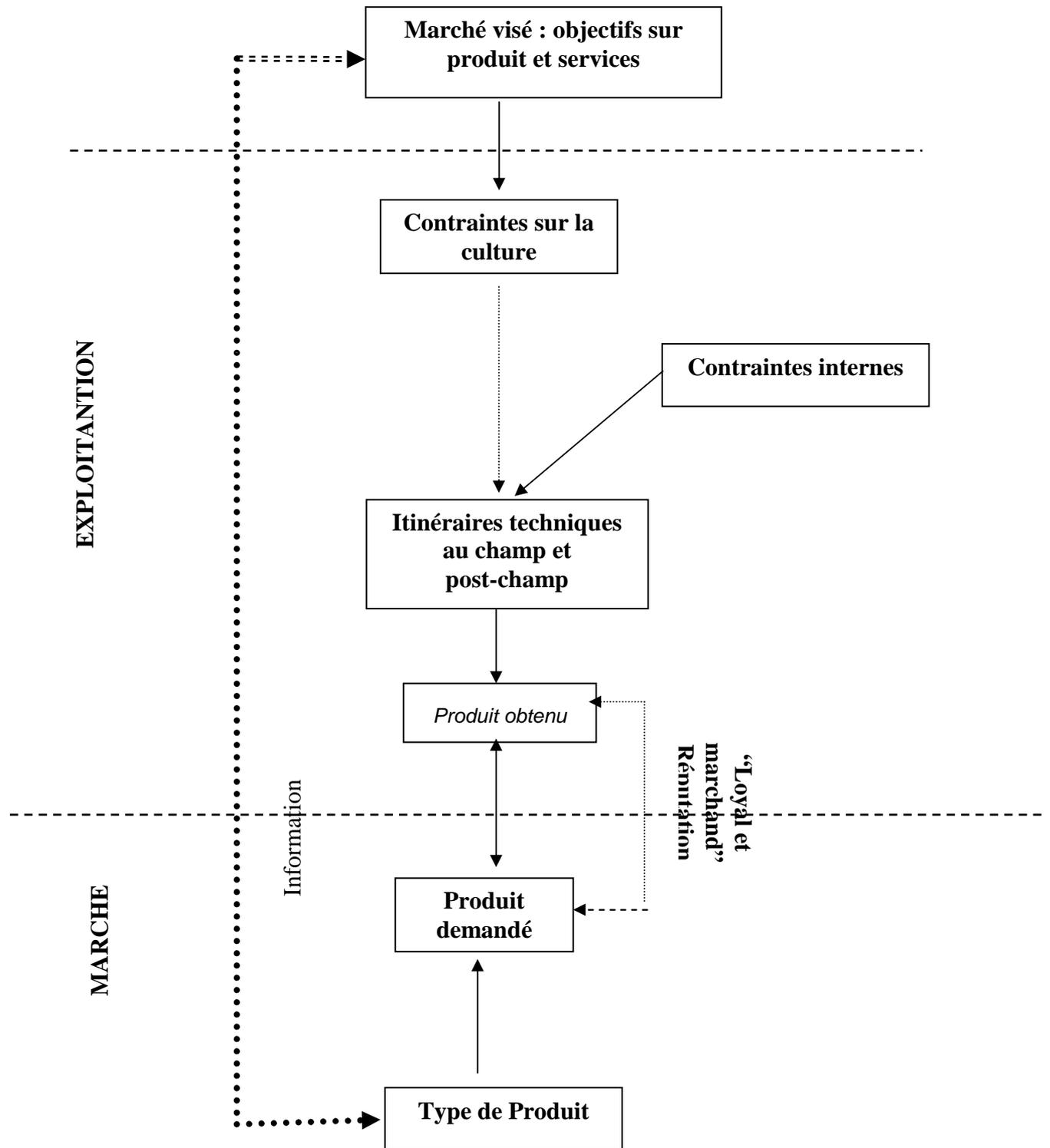


Figure II.5 - Coordination technique agriculteur-aval en catégorie "Produit fini"



Ces catégories de pommes de terre recouvrent donc non seulement **différents degrés de contraintes techniques exogènes** pour l'agriculteur, mais aussi pour partie des **formes de coordination technique différentes** entre l'aval et le producteur agricole.

La gestion de la qualité a fortement évolué, parallèlement à la différenciation du marché : ainsi, il y a deux décennies, en pommes de terre, la gestion de la qualité passait presque uniquement par des contrôles *a posteriori* et non systématiques de critères de base (qualité sanitaire notamment). Aujourd'hui, nature des transactions, consignes et contrôles se sont diversifiés. En particulier, les consignes de moyens ont fortement augmenté chez l'exploitant agricole. Outre qu'elles expriment, de la part de ceux qui les émettent, un lien supposé entre l'action concernée et une caractéristique souhaitée du produit ou du service, elles permettent d'exprimer aussi des objectifs plus larges, prenant par exemple en compte des aspects de protection de l'environnement, qui peuvent à leur tour devenir argument commercial³¹.

De plus, cette gestion de la qualité dans la filière pomme de terre est, elle aussi, en pleine évolution, surtout dans le marché du frais : l'irruption des secteurs de la grande distribution dans ce marché, l'établissement de liens directs avec les agriculteurs ou via leurs négociants ou coopératives, conduit à l'émergence de démarches proches de l'assurance-qualité au sein même des produits semi-finis et finis. Pour beaucoup, ce que nous avons dit des degrés de contraintes techniques reste vrai : elles sont souvent moins fortes que dans le cas des matières premières industrielles et se déclinent plutôt sur le mode du "*recommandé*" que de l"*obligatoire*". En revanche, les GMS demandent de plus en plus souvent l'enregistrement des opérations culturales par l'agriculteur, moins comme facteur de contrôle d'une exigence technique obligatoire (comme chez les industriels) que comme indicateur premier de traçabilité des produits vendus dans leurs magasins. Le regard externe sur les modes de conduite dans l'exploitation est ainsi appelé à devenir de plus en plus présent.

Variabilité des critères de qualité en pommes de terre, contraintes exogènes plus ou moins explicites et fortes sur les processus techniques, variées selon les catégories de débouchés : il est donc légitime de s'interroger sur les répercussions de cette diversité sur la conduite technique des pommes de terre dans les exploitations agricoles, d'autant plus, nous le verrons, que les agriculteurs pratiquent fréquemment plusieurs cultures de pommes de terre, correspondant aux diverses catégories vues précédemment.

³¹ les labels AMK (AgroMilieuKeur) aux Pays-Bas misent ainsi fortement sur l'image "*environment-friendly*" de leurs produits, garanties par des consignes strictes d'objectifs et de moyens, pour gagner des parts de marché auprès des consommateurs (Primdahl *et al.*, 2003)

CHAPITRE 2
INTEGRATION DES CONTRAINTES DE QUALITE
DES POMMES DE TERRE DANS LA GESTION DE LA SOLE
AU SEIN DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

Nous avons vu dans le CHAPITRE 1 la diversité des critères de qualité requis pour les tubercules de pommes de terre et les façons dont ces critères jouent comme contraintes, de nature et d'intensité variée, selon le débouché, sur les opérations de conduite technique. Nous avons proposé une catégorisation des pommes de terre pertinentes par rapport à ces contraintes techniques exogènes, et par rapport aux types de coordinations techniques entre agriculteur et aval.

Nous pouvons maintenant nous poser la question des modalités selon lesquelles les agriculteurs intègrent, au sein de leur exploitation, ces contraintes exogènes dans leurs décisions techniques sur la sole de pommes de terre. Comment jouent-elles relativement aux contraintes provenant du fonctionnement interne de l'exploitation ? Comment l'agriculteur arbitre-t-il entre cultures pour l'attribution des ressources productives de l'exploitation et quelle(s) place(s) occupe la pomme de terre de conservation dans ces arbitrages ? Peut-il y avoir des incompatibilités, et donc nécessité d'arbitrer, au sein de la sole de pommes de terre de conservation, entre les catégories et les débouchés visés ? Comment l'agriculteur traduit-il la diversité des natures et niveaux d'exigences dans ses décisions techniques ?

C'est à ces questions que nous avons voulu répondre en étudiant, dans un échantillon raisonné d'exploitations agricoles de Picardie, et notamment de la région du Santerre, les décisions techniques concernant la sole de pommes de terre.

**A - METHODOLOGIE
ET MODE DE PRESENTATION DES RESULTATS**

A l'issue de la première partie, on remarque que les contraintes techniques exogènes exprimées sur la pomme de terre jouent sur les deux volets des systèmes de culture, tels que nous les avons définis précédemment :

- la place de la pomme de terre dans les successions de cultures est fréquemment objet de contraintes, à travers des exigences sur les délais de retour, la localisation dans les parcelles ou sur les précédents culturaux : ces exigences vont donc interférer avec des contraintes internes des exploitations pour déterminer les blocs de culture dans lesquels s'insèrent les pommes de terre ;
- les modalités, les dates et les combinaisons d'opérations culturales sur la pomme de terre, avant l'implantation, au champ entre implantation et récolte et après la récolte font aussi l'objet de contraintes de l'aval, plus ou moins explicites comme nous l'avons montré précédemment : ces exigences interfèrent là encore avec les contraintes internes de fonctionnement des exploitations pour déterminer les itinéraires techniques de conduite des pommes de terre et les lots de culture dans lesquels ils s'inscrivent.

C'est pourquoi nous allons mettre en œuvre les concepts et méthodes d'étude des systèmes de culture dans l'exploitation agricole pour représenter et comprendre comment les agriculteurs intègrent les contraintes exogènes dans la conduite technique de la pomme de terre au sein de leur exploitation.

1. Constitution d'un échantillon d'exploitations

Notre objectif étant de mettre en évidence l'intégration de contraintes variées liées à la segmentation du marché des pommes de terre, nous allons constituer un échantillon d'exploitations pratiquant cette culture et ayant *a priori* des natures et des intensités de contraintes variées sur celle-ci. Nous retenons donc des exploitations ayant (i) des systèmes de production variés et des places variées de la pomme de terre dans l'assolement, critère susceptible de faire modifier les contraintes internes pesant sur cette culture et (ii) des débouchés variés sur la pomme de terre de conservation, susceptible d'induire des différenciations sur les natures et intensités des contraintes exogènes.

Dans la région du Santerre nous avons utilisé comme base d'échantillonnage une typologie existante des fonctionnements d'exploitations produisant des pommes de terre (Le Bail & Lepage-Carlotti, 1996), qui met l'accent notamment sur la part des différentes spéculations dans le produit brut de l'exploitation, et que nous avons croisé avec des critères de taille de SAU et de présence ou non d'équipement d'irrigation³². Nous avons ainsi retenu :

- Des exploitations de type (I), orientées vers les productions végétales mais où la part de la pomme de terre dans le produit brut est limité à moins de 30 %. Les plus grandes exploitations sont souvent marquées par de forts quotas en betteraves (Type Ia) pouvant coexister avec une production de légumes de conserve, ce qui s'accompagne alors de la présence d'irrigation. Les exploitations de plus faible superficie constituant un sous-groupe, type Ib, axé sur la production de céréales, d'oléo-protéagineux et de quotas faibles ou moyens en betteraves. Ces exploitations

³² Compte tenu de l'importance de ce critère pour certains débouchés, notamment, mais non exclusivement, en pommes de terre "matière première" pour les débouchés industriels.

disposent rarement d'irrigation.

- Dans les exploitations de type (II), la pomme de terre représente au moins 40 % du produit brut et occupe au moins 20 % de la SAU. Ces exploitations disposent fréquemment, mais pas systématiquement, de l'irrigation. Elles peuvent par contre avoir des SAU très différentes. C'est en leur sein que les portefeuilles d'activités des pommes de terre ont le plus de chances d'être diversifiés. Ce sont des exploitations productrices de pomme de terre plus spécialisées, typiques du Santerre.
- Dans les exploitations de type (III), moins nombreuses en Santerre mais néanmoins présentes, l'élevage, laitier ou hors-sol, cohabite avec une production végétale diversifiée et contribue pour au moins 20 % au produit brut. Ces exploitations peuvent ou non disposer d'irrigation, selon la pratique ou non de légumes de conserve notamment.

Le choix des exploitations au sein de ces classes s'est fondé sur la diversité des portefeuilles d'activités en pomme de terre, entre exploitations et en leur sein, sur la base des catégories de pommes de terre "*matière première*", "*semi-finies*" et "*finies*". Cette distinction n'était pas entièrement accessible à travers les sources d'informations existantes au début de ce travail : grâce à la typologie des exploitations de la Somme (CA Somme, 1997), on peut distinguer, pour les exploitations où la sole de pommes de terre est supérieure à 20 ha, les débouchés industriels (recouvrant bien la catégorie "*matière première*") et les pommes de terre "*marché du frais*". Ces dernières peuvent en fait recouvrir plusieurs catégories : grâce à l'étude menée sur la filière dans le Santerre (Le Bail & Carlotti, *op. cit.*), on a eu accès à des indicateurs supplémentaires concernant la part de la variété Bintje, des variétés spécifiques pour l'industrie et des variétés spécifiques pour le marché du frais dans la sole, ces dernières étant souvent, mais pas uniquement, associées à des produits de type "*semi-fini*".

La constitution de l'échantillon a enfin pris en compte deux autres critères (i) limiter le nombre total d'exploitations à une quinzaine, compte tenu de la lourdeur du protocole d'enquête et du temps imparti à l'étude (ii) ménager quelques points de comparaison de conduite technique pour des exploitations situées dans d'autres zones de Picardie et produisant d'autres types de pommes de terre (fécule) ou ayant des portefeuilles peu diversifiés (pommes de terre industrielles seules, par exemple) : nous avons donc retenu des exploitations en Amiennois ou dans le Soissonnais. Nous avons extrapolé à ces exploitations les critères de typologie établis dans le Santerre.

En suivant ces principes, on a ainsi constitué un échantillon de 16 exploitations, dont la répartition dans les classes de systèmes de production et les portefeuilles d'activité en pommes de terre sont donnés ci-dessous (*Tableaux II.A.1 et II.A.2*).

Tableau II.A.1 – Proportion de la SAU cultivée en pommes de terre, participation des différentes cultures et production animale au chiffre d'affaires des exploitations étudiées

Exploitation	% SAU en PdeT (ha)	PB _{PdeT} / PB _{total} (%)	PB _{BS} / PB _{total} (%)	PB _{légumes} / PB _{total} (%)	PB _{SCOP} / PB _{total} (%)	PB _{PA} / PB _{total} (%)
I	14,5	20	8	7	65	-
II	18	30-35	26	5	39	-
III	24	39	23	12	26	-
IV	10	15	34	0	51	-
V	19	40	10	7	43	-
VI	25	39	22	0	27	12
VII*	24	30	29	11	30	-
VIII	16	23-	17	22	17	21
IX	21	37	22	11	30	-
X	20	20	32	0	48	-
XI	4	5	39	3	50	3
XII	12	16	35	0	48	-
XIII	25,5	33	20	3	30	14
XIV	30	32	11	0	13	44
XV	24	37	15	23	25	-
XVI	31	44	15	15	26	-

Tableau II.A.2 – Classement des exploitations enquêtées selon les types, la contribution des productions au chiffre d'affaires de l'exploitation, et la présence ou non d'irrigation

Type d'Exploitation	SAU/Irrigation							
	< 100 ha		100 - 200 ha		200 - 300 ha		> 300 ha	
	I	NI	I	NI	I	NI	I	NI
Type I _a : Betterave sucrière importante							X	XI XII
Type I _b : Blé important				IV V		I	II	
Type II : Pomme de terre importante	VI		III IX XV XVI		VII			
Type III : Eleveurs (± 20 % du revenu vient des ateliers d'élevage)	XIII XIV		VIII					

On obtient bien une forte variation de place de la pomme de terre dans les exploitations : la culture occupe de 10 % à plus de 40 % de la SAU (et de 10 à 70 ha), ce qui laisse supposer de fortes différences quant à la position des pommes de terre dans les successions de cultures. Elle occupe des places variées dans la constitution du revenu et est associée de manière différenciée à d'autres productions, végétales et animales: on a ainsi une répartition des exploitations dans les trois grands types, ainsi qu'une différenciation dans l'accès à l'irrigation, dont nous avons vu l'importance par rapport à certains créneaux de pommes de terre.

On constate de plus (Tableau II.A.3) une grande diversité de portefeuilles d'activités

entre exploitations, avec des débouchés "frais" et "industrie" cohabitant souvent, mais en proportion très variable entre exploitations. Les exploitations de Type I ont cependant un portefeuille resserré sur un débouché unique ou très majoritaire. On constate enfin une grande diversité de combinaison variétale, avec un poids souvent prépondérant de la variété Bintje. Celle-ci sert fréquemment à plusieurs débouchés, comme on le voit très nettement dans certaines exploitations.

Tableau II.A.3 - Composition du portefeuille d'activités en pommes de terre dans les exploitations du réseau d'enquête

Type d'expl.	Exploitation	Sole de PdI (ha)	Sole _{Pdt} / SAU (%)	Matière Première (% sole)		Produit Fini (% sole)		Produit Semi fini – lavables (% sole)
				Fécule	Conso	Bintje	Autres variétés	
Ia	X	70	19	22	78	-	-	-
	XI	53 à 43	14 à 11	17	83	-	-	-
	XII	45	12			100		
Ib	I	32	14	100		-	-	-
	II	60 à 62	18	-	10	60	30	-
	IV	15 à 11	10	-	-	100	-	-
	V	25 à 32	18 à 22	20	65 à 40	-	-	15 à 40
II	III	43,5	24	-	15 à 20	20 à 25	15	40 à 50
	VI	14	25	-	-	90	10	-
	VII	65	22	38	-	38	24	-
	IX	40 à 42,5	21	-	20 à 25	40 à 60	-	20 à 35
	XV	24 à 25,5	24	-	40	30	30	-
	XVI	52 à 57	28 à 31	-	65	25	10	-
III	VIII	23 à 28	19	-	25 à 30	70 à 75	-	-
	XIII	48	25-	-	16	40-	-44	
	XIV	28	38		29			71

2. Protocole d'enquête en exploitation

Conformément aux protocoles d'enquêtes utilisés dans d'autres études portant sur la décision technique, nous avons procédé dans chaque exploitation à trois types d'enquêtes et ce, lors de deux années consécutives (1996-97, 1997-98).

Avant le début de chaque campagne de pommes de terre (donc en cours d'hiver), on interroge l'agriculteur sur ses prévisions de surface et de parcelles allouées aux pommes de terre, de répartition entre les diverses catégories et débouchés, sur les modalités et positionnements temporels prévus des opérations culturales pour la pomme de terre (au champ, en préparation de plants, en stockage et conditionnement) ainsi que sur l'organisation prévue du travail entre cultures aux diverses périodes d'intervention sur la pomme de terre. Cette phase doit permettre d'accéder au programme prévisionnel de l'agriculteur concernant la conduite technique de la pomme de terre.

L'enquête de prévision comporte aussi le relevé, en première année, puis l'actualisation l'année suivante des données structurelles générales de l'exploitation (niveau des ressources productives) ainsi que des relations existant entre l'agriculteur et l'aval pour

les pommes de terre (quels clients, quels cahiers des charges, quels contrats éventuels, etc.)

En cours de campagne, on enregistre les réalisations effectives en matière d'attribution des surfaces entre catégories de pommes de terre, et en matière d'opérations culturales sur cette culture. On relève particulièrement les indicateurs utilisés par l'agriculteur dans le pilotage des cultures et ses modalités d'adaptation aux aléas, notamment climatiques, qu'il rencontre.

En fin de campagne, on effectue une enquête récapitulative au cours de laquelle on discute des écarts entre le programme prévisionnel et les réalisations effectives, ainsi que des résultats obtenus (rendements, atteinte ou non des critères qualitatifs recherchés) et des diagnostics qu'en fait l'agriculteur relativement à ses attentes initiales.

A l'issue de l'ensemble de cette démarche, on renseigne pour chaque exploitation les variables décisionnelles et les règles de décision représentant la constitution des blocs de culture et les décisions de conception des itinéraires techniques et des lots de culture sur la sole de pomme de terre.

3 - Mode de présentation des résultats

Nous présenterons les résultats de la façon suivante:

En premier lieu (**B - GESTION TECHNIQUE DE LA POMME DE TERRE DANS L'EXPLOITATION AGRICOLE : ETUDE DE CAS**), nous analyserons en détail le cas d'une exploitation, dans laquelle nous allons "*décortiquer*" les modalités d'insertion des contraintes exogènes dans les systèmes de culture de la pomme de terre en renseignant point par point les variables et règles qui décrivent la constitution des systèmes de culture incluant la pomme de terre et en comparant ces règles aux réalisations effectives lors de deux années consécutives. Cette présentation de cas a pour but de préciser les hypothèses que nous avons présentées et d'explicitier les règles d'insertion de ces contraintes exogènes dans les décisions techniques de cet agriculteur. Elle illustre, par ailleurs, la démarche appliquée sur l'ensemble des exploitations.

Nous testerons alors (**C – GESTION TECHNIQUE DE LA POMME DE TERRE DANS LES EXPLOITATIONS DE PICARDIE**), dans l'ensemble des exploitations d'enquête, les règles précédemment émises. L'objectif est de dégager, au-delà des différences de comportement individuel des agriculteurs, une certaine régularité dans les mécanismes d'insertion de ces contraintes exogènes. Nous pourrions dès lors évaluer en termes de management ce que représentent ces mécanismes d'insertion et disposer d'une base pour analyser *a priori* les problèmes posés dans une exploitation par l'inscription dans un nouveau segment de marché.

L'extrapolation des règles particulières d'une exploitation sur l'échantillon dans son ensemble provient d'une analyse détaillée des décisions techniques dans chaque exploitation. Ces analyses détaillées ne seront pas présentées ici mais sont synthétisées dans le Tome II des Annexes.

***B - Gestion technique de la sole de pomme de terre
dans l'exploitation agricole : étude de cas***

L'étude de cas porte sur une des exploitations qui présente un portefeuille composite d'activités en pommes de terre, ce qui permettra l'utilisation de la démarche en situation complexe. Nous allons donc analyser dans cette exploitation comment l'agriculteur constitue la sole de pomme de terre, et comment il décide des modes de conduite technique, en intégrant les contraintes issues de son choix de portefeuille d'activités.

Nous procéderons en quatre étapes. Nous donnerons d'abord les principaux points généraux – **1. Le fonctionnement de l'exploitation et la place de la pomme de terre.** Nous analyserons ensuite plus en détail – **2. Les décisions d'assolement et de localisation de la sole de pomme de terre.** Au sein de la sole de pommes de terre ainsi constituée, nous étudierons – **3. Les décisions de conduite technique de la culture** et enfin, nous conclurons sur ce que ce cas nous permet d'émettre comme – **4. Les règles d'intégration des contraintes des produits sur la gestion technique de la sole de pommes de terre.**

1. Fonctionnement de l'exploitation et place de la pomme de terre

1.1. Caractéristiques structurales de l'exploitation

L'agriculteur C, depuis son installation en 1984, a agrandi la surface de l'exploitation en reprenant les droits de fermage de ses parents en 1992 et en 1996. Aujourd'hui l'exploitation comporte 176 ha consacrés aux grandes cultures : blé, betterave sucrière, haricot vert et pomme de terre. La pomme de terre est nettement la principale culture, puisqu'elle contribue pour environ 50 % au produit brut³⁴ de l'exploitation (*Tableau II.B.1*).

Tableau II.B.1 - Surface Agricole Utilisable (SAU), assolement moyen et parts respectives des cultures dans le produit brut moyen de l'exploitation

Culture	Surface		% Produit
	ha	% SAU	Brut
Blé	76,0	43,0	20,0
Betterave sucrière	36,0	20,5	22,0
Haricot Vert	15,0	8,5	11,0
Pomme de Terre	42,0	24,0	47,0
Jachère	7,0	4,0	-
SAU	176,0	100,0	100,0

1.1.1. Parcellaire et assolement

Le parcellaire de l'exploitation se distribue autour de quatre zones géographiques proches les unes des autres (*Tableau II.B.2*). Les parcelles de taille moyenne à grande sont

³⁴ Cette contribution peut cependant fortement varier autour d'une valeur moyenne d'environ 1300 KF (1250 KF en 1992/93, 1400 KF en 1997/98) : les faibles prix de la campagne 1992/93, ont fait chuter le produit brut à 397 KF, et la forte hausse, en 1994/95, a permis d'aboutir à un montant de près de 2300 KF.

prédominantes, sauf dans la zone IV. Regroupement relatif et taille des parcelles sont deux caractéristiques qui facilitent la gestion des déplacements de matériel, notamment pour l'irrigation. Les sols limoneux prédominent, mais on trouve aussi des sols plus argileux et une faible proportion de rendzine développée sur substrat calcaire, localement appelée "cranette".

Tableau II.B.2 - Parcellaire, terrains et exclusion de cultures

Zone	Distance à la ferme (km)	Parcelles : nombre et taille	Surface (ha)	Type de sol				Exclusion de cultures
				L (ha)	LA (ha)	Cran (ha)	Irrigables (ha)	
Z I	Ferme	5 bien groupées, dont 1 de 5 ha	100	95		5	95	Toutes sur cranettes Aucune sur les autres parcelles
Z II	3	3 dont une de 2,5 ha	30		30		27.5	Aucune sauf haricot vert sur 2.5 ha
Z III	2	2 parcelles	22		22		0	Haricot vert
Z IV	5	6 éparpillées	24	24			0	Haricot vert
Total			176	119	52	5	122.5	

Légende : L = Limons ; LA = Limons argileux ; Cran. = Cranette

Sur les zones I et II, l'agriculteur a aménagé des puits, avec un débit de 60 et 50 m³/h respectivement, pour l'irrigation des pommes de terre et du haricot vert. L'irrigation est par contre impossible en zones III et IV. Les terrains des quatre zones permettent de pratiquer toutes les cultures de l'assolement. Cependant, compte tenu de l'obligation contractuelle de les irriguer, *le haricot vert et certaines pommes de terre sont exclus des zones III et IV*. La parcelle de cranette, à aptitudes culturales limitées (réserve utile faible et présence de cailloux) est destinée à la jachère fixe.

L'assolement est stable entre années. Il traduit le fait que **C veut maximiser la sole de pommes de terre**, qui occupe 42 ha soit près du quart de la SAU (Cf. ci-après). Les surfaces en blé et en betteraves sont soumises à des contraintes externes (jachère, quotas). La surface en légumes est limitée par la disponibilité de contrats auprès de l'usine de transformation. Cette dernière culture a remplacé le pois protéagineux depuis l'installation de l'irrigation.

1.1.2. Main-d'œuvre et équipement

Du fait de ce choix d'assolement, il y a deux périodes de fortes charges de travail dans l'année :

- au printemps, avec les traitements des céréales (azote, régulateurs de croissance, fongicides) et l'implantation des cultures de printemps (semis des betteraves, plantation des pommes de terre) ;
- à l'automne, avec la récolte et la livraison des pommes de terre, se chevauchant avec l'arrachage des betteraves et les semis de blé.

Pendant l'hiver, le travail plus important est le calibrage et le conditionnement des pommes de terre destinées au marché du frais ; en été, la conduite de l'irrigation, les traitements phytosanitaires sur les pommes de terre, les légumes et la moisson occupent la main-d'œuvre, constituée du chef d'exploitation, de son père à temps partiel et d'un salarié permanent. En septembre et octobre, au moment de la récolte et de la mise en stockage de la pomme de terre, cette main-d'œuvre permanente est complétée par un salarié temporaire.

Les matériels et équipements disponibles en propre (*Tableau II.B.3*) permettent l'autonomie de l'exploitation vis-à-vis des besoins des cultures pour toutes les implantations et pour l'ensemble des opérations sur pommes de terre (y compris les phases de conservation et d'expédition). Pour diminuer les charges de structure, la moissonneuse-batteuse et l'arracheuse de betteraves ont été acquises dans le cadre de deux CUMA. Compte tenu de la main-d'œuvre disponible, seules certaines opérations peuvent être réalisées simultanément : ***l'implantation et la récolte de pommes de terre, en particulier, ne laissent aucune latitude pour une autre opération concomitante.*** L'irrigation est assurée par deux enrouleurs, un par zone concernée (I et II), chacun pouvant irriguer 30 hectares en 7 jours. L'enrouleur de la zone II est partagé avec un voisin, l'agriculteur détenant 1/3 de la propriété de cet équipement.

Tableau II.B.3 -Équipement et degrés d'autonomie dans l'organisation du travail.

Culture	Semis	Récolte	Simultanéité	
			Possible	Impossible
Blé	Autonome (2H; 2T)	CUMA (2H; 2T)	Semis blé et arrachage des betteraves	Semis blé et récolte PdT
Betterave	Autonome (2H; 3T)	CUMA (2H; 2T)		Semis betterave et plantation de PdT; Semis betterave et traitements sur blé
Haricot vert	Autonome (2H; 2T)	Entreprise (1H; 1T)		
Pomme de Terre	Autonome (3H, 2T)	Autonome (4H; 4T)		Plantation PdT et traitements sur blé

Légende : H = Homme, T = Tracteur, PdT = Pommes de terre

Les capacités de stockage de l'exploitation sont importantes : les 3/4 de la récolte en blé sont emmagasinés jusqu'à début février (capacité 500 tonnes). ***Les pommes de terre sont stockées dans un bâtiment aménagé, isolé et pour moitié, ventilé*** (capacité = 1500 tonnes), où se rencontrent aussi les équipements pour la manipulation des tubercules. La conservation pour une durée plus longue, jusqu'au mois de mai, est assurée par la location

chez un voisin d'un bâtiment doté d'une unité de réfrigération.

Les prélèvements familiaux sur l'exploitation sont encore relativement limités, compte tenu de la composition de la famille (3 enfants en bas âge) et du travail à l'extérieur de l'épouse de l'exploitant. L'endettement à moyen et long terme (36 %) limite les engagements financiers ultérieurs. Les projets de l'agriculteur sont d'agrandir l'exploitation et de travailler en entraide avec un voisin, dont l'assolement est semblable au sien, afin d'optimiser l'emploi des ressources (main-d'œuvre, matériel) des deux exploitations.

1.2. La place de la pomme de terre : historique

Depuis son installation, l'exploitant a acquis des savoir-faire techniques et commerciaux utiles pour s'adapter aux évolutions du marché de la pomme de terre. La localisation de l'exploitation, proche des usines de transformation et des opérateurs commerciaux sur le marché du frais (intérieur et à l'exportation), permet une certaine souplesse dans le choix des différents débouchés pour la culture.

Pendant les années 80, C ne cultivait que la variété Bintje destinée au marché du frais conditionné : le sous-calibre était destiné à la fabrication de flocons de pommes de terre. **Récemment, C a diversifié les variétés et les créneaux commerciaux**, en remplaçant en grande partie la Bintje destinée au marché du frais de base, par des variétés spécifiques pour l'industrie et pour le marché du frais des pommes de terre lavables.

Le changement du portefeuille d'activités est intervenu au moment où l'exploitation connaissait de profondes transformations structurelles, avec la retraite du père et de l'un des deux salariés. L'objectif de réduire la main-d'œuvre, combiné avec celui de stabiliser le revenu, a poussé C à réorienter ce portefeuille d'activité. En effet, la production-vente de pommes de terre conditionnées est très demandeuse de main-d'œuvre (manipulation et expédition). Par contre, la transformation et le marché du frais lavable n'exigent pas d'opérations supplémentaires après la mise en conservation. De plus, ces produits sont contractualisés, avec des prix connus d'avance, ce qui permet de réduire les incertitudes de trésorerie. Enfin, la régularité et la repartitions des ventes tout au long de l'année permettent de diminuer la variabilité inter-annuelle de la pression fiscale.

La recomposition du portefeuille s'est accompagnée d'investissements spécifiques, qui ont renforcé la stratégie de commercialisation et ont eu des conséquences sur l'ensemble du système de production. L'introduction de l'irrigation en 1990 a permis à C d'obtenir des contrats auprès des industriels et de s'engager avec plus d'assurance dans le marché du frais lavable. *Destinée initialement à la pomme de terre, l'irrigation a par ailleurs permis de souscrire des contrats pour la production de légumes de conserve.*

1.3. La composition du portefeuille d'activités et les cahiers des charges

La composition actuelle du portefeuille d'activités résulte de la prise en compte des objectifs stratégiques liés à la trésorerie et à l'investissement ainsi que de la disponibilité dans le temps et dans l'espace des ressources (terres, travail et équipement). Ce portefeuille d'activités pomme de terre est diversifié et stable (*Tableau II.B.4*). **Les trois catégories de**

produits (matière première, produit semi-fini et fini) y sont présentes (30, 45 et 25 % de la production totale, respectivement). Les formes de coordination se font par le marché (25-30 %) mais aussi beaucoup par contrats (de 70 à 75 %). Les cahiers des charges qui pèsent sur la gestion de la sole de culture sont par conséquent variés.

Tableau II.B.4 - Le portefeuille des activités pomme de terre de l'exploitant C lors des campagnes suivies

Année	Type de produit et destination	Quantité		Type de transaction	Période de livraison
		Ha	t		
1996/97	Matière première				
	Chips	3	120	Contrat	A la récolte
	Baby food	5	200	Contrat	A la récolte
	Flocon	-	170	Contrat	Novembre à février
	Produit semi fini				
	Lavable haut gamme	-	160	Contrat	Novembre à février
	Lavable chair ferme	-	350/400	Contrat	Mars à mai
	Lavable autres variétés	-	200/250	Contrat	Décembre et janvier
	Lavable autres variétés	2			
	Produit fini				
Bintje	9	-	Marché libre	Octobre à janvier	
Autres variétés	6				
			Marché libre	Octobre à mars	
			Marché libre	A partir de janvier	
1997/98	Matière première				
	Chips	4	160	Contrat	A la récolte
	Baby food	5	200	Contrat	A la récolte
	Flocon (sous calibre)	-	180	Contrat	Novembre à février
	Produit semi fini				
	Lavable haut gamme	-	150	Contrat	Octobre et novembre
	Lavable chair ferme	-	300	Contrat	De mars à mai
	Lavable autres variétés	-	350	Contrat	Octobre et Novembre
	Lavable autres variétés	6,5	-	Marché libre	Octobre à février
	Produit fini				
Bintje	9		Marché libre	Octobre à mars	

1.3.1. Les produits destinés à l'industrie

Ces produits sont de trois types: les *chips*, la fabrication *d'aliments pour bébés* (baby food) et les *flocons*. La transaction dans les trois cas est réglée par contrat annuel et des cahiers des charges techniques spécifient les caractéristiques du produit à livrer, les services à remplir, les obligations et recommandations sur le processus de production. Pour les campagnes 1996/97 et 1997/98, C a signé, avant l'implantation, 4 contrats avec 2 usines de transformation. Trois concernent la variété Bintje : le contrat "baby food" et deux pour les flocons, signés avec la même usine mais différant sur les calibres, les quantités et les dates de livraison. Le contrat pour les chips concerne la variété Saturna, destinée exclusivement à cet usage (tubercules de 35 mm et plus, livrables à la récolte).

Les cahiers des charges en chips et baby food (*Tableau II.B.5.a*) ont trois aspects en commun : les parcelles doivent être identifiées, l'agriculteur doit garantir l'irrigation et la surface cultivée doit assurer la quantité contractualisée, selon un ratio quantité/rendement déterminée par l'acheteur (en l'occurrence 40 t/ha). Aucune de ces conditions ne concerne les flocons. Pour ces trois catégories, les usines refusent les déchets (terre, matières

étrangères, grenailles).

Tableau II.B.5 - Les principales exigences selon la catégorie de produit.

a) Matière Première

Destination	Caractéristiques du Produit			Services		Charges sur le processus technique	
	Variété	Calibre (mm)	Qualités technologiques et hygiéniques	Opérations post récolte	Conditionnement/ Livraison	Au champ	En stockage
Chips	Saturna	> 35 non étêté ⁽²⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Matière sèche > 21 % - Couleur frite : AGSTRON > 38 - Terre < 10% - Tubercules endommagés < 4% 	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune, pas de stockage 	<ul style="list-style-type: none"> - Vrac tout venant - A la récolte 	<ul style="list-style-type: none"> Parcelle et surface dédiées Plants fournis par l'acheteur Irrigation Défanage à maturité Contrôles par Serv. Agronomique. 	Sans objet
Produits pour les bébés	Bintje	35 et +	<ul style="list-style-type: none"> - Matière sèche élevée - Teneur de nitrate des tubercules < 100 ppm 	<ul style="list-style-type: none"> - Déterrage et dégrennage - Pas de stockage 	<ul style="list-style-type: none"> - Vrac tout venant - A la récolte 	<ul style="list-style-type: none"> Parcelle dédiée Irrigation Dose d'azote calculée Restrictions aux traitements phytosanitaires Contrôles par le Serv. Agronomique 	Sans objet
Flocon	Bintje	- 35 et +	<ul style="list-style-type: none"> - Matière sèche élevée 	<ul style="list-style-type: none"> - Déterrage, dégrennage 	<ul style="list-style-type: none"> - Vrac tout venant - Planning usine: oct, nov dec 	<ul style="list-style-type: none"> - Rien de particulier 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle : Serv. Agronomique - Température ≅ 10°C
		- 35/50		<ul style="list-style-type: none"> - Tri - Calibrage 			

Pour la campagne 1997, le calibre minimal passe à 40 mm.

b) Produit Semi-Fini

Haut de Gamme	Francine	35/50	- Matière sèche ≤ 19% - Sans défaut de présentation - Peau claire - Limiter les coups internes	- Déterrage, dégrenage	- Vrac tout venant - Octobre et Novembre	- Plants fournis par l'acheteur - Densité élevée	- Antigerminatif par nébulisation
Chair ferme lavable	Nicola	> 40	- Sans défaut de présentation - Limite pour les coups internes - Peau claire	- Déterrage, dégrenage - Tri - Mise en caisse - Stocké en frigo	- Caisse tout venant - Mars à Mai	- Plants fournis par l'acheteur	- Antigerminatif par nébulisation - Température < 6°C
Autres variétés lavables ⁽¹⁾	Monalisa Estima Samba Mondial	> 40	- Sans défaut de présentation - Peau claire	- Déterrage, dégrenage - Trie	- Vrac tout venant - Selon command: oct., nov., dec.	- Plants achetés sur le marché - Samba : les plants sont fournis par l'acheteur	- Antigerminatif par nébulisation

(2) Dans cette catégorie de produit les variétés peuvent changer d'une campagne à l'autre. Ainsi dans la campagne 1996/97 les variétés concernées ont été Monalisa et Estima et pour l'année suivante Samba, Mondial et Estima

c) Produit Fini

Brossé et conditionné	Binje Estima Monalisa	Variable	- Sain et loyal	- Déterrage, dégrenage - Tri et calibrage - Stockage - Mise en filet	- Selon la commande: conditionné, étiqueté - Expédié en Big bag ou sur palox - Logistique et flexibilité	- Sans objet	- Sans objet
-----------------------	-----------------------------	----------	-----------------	---	--	--------------	--------------

- Pour les chips, les qualités technologiques demandées par l'usine se réfèrent au calibre (moyen, au maximum 10 tubercules/kg), à la teneur en matière sèche (supérieure à 21 %) et à la couleur des chips. **Ces qualités sont associées à des mesures et à des contrôles explicités dans le cahier des charges.** Ceux-ci concernent d'abord *l'obligation d'irriguer*, ce qui limite la zone cultivable de ce type de pomme de terre à la surface irrigable. Le contrat précise que l'usine est responsable de *l'approvisionnement en plants de l'agriculteur* et qu'elle doit contrôler la qualité physiologique et phytosanitaire des plants, livrés au moment même de l'implantation. *La quantité livrée est déterminée par l'usine*, ainsi que la *densité de plantation* fixée à partir de péréquations : tonnage engagé/surface engagée d'une part, calibre du plant/nombre de tiges attendu d'autre part. Le contrat fixe donc la *surface contractualisée*. L'ensemble de la conduite se fait sous le contrôle des techniciens de plaine de l'usine: outre l'implantation, sont ainsi fixées par ces derniers, la *date de défanage*, à partir de la mesure de la teneur en matière sèche et en sucres réducteurs des tubercules, et la *date de la récolte*. La *fertilisation azotée* et *l'irrigation* sont contrôlées *ex post* par les bilans d'azote et d'eau.
- Pour les baby food, le contrat précise que la culture doit être irriguée et fixe une surface. La principale exigence de la conduite concerne la teneur en nitrates des tubercules, qui ne doit pas dépasser 100 mg/kg³⁵. Cette exigence est traduite par l'obligation de raisonner l'apport d'azote selon le bilan prévisionnel, avec mesure du reliquat en sortie d'hiver sur la parcelle, en enlevant 40 unités à la dose ainsi calculée.
- Les tubercules destinés aux flocons résultent de l'utilisation des sous-calibres de la Bintje pour le marché du frais standard. Cependant, pour éviter des lots présentant de trop petits tubercules, les normes suivantes sont fixées : 12 tubercules/kg au plus dans le tout venant, et 17 tubercules/kg au plus dans le calibre 35-50 mm. Le tonnage contracté se fait, avec une marge de sécurité, en fonction de la surface de Bintje destinée au marché standard.

1.3.2. Produit semi-fini : les pommes de terre aptes au lavage

Elles représentent la plus importante catégorie du portefeuille et ont divers débouchés, en fonction de la variété et de son aptitude culinaire (*Tableau II.B.5.b*). Quatre créneaux sont présents (i) les "chair ferme haut de gamme" correspondant aux variétés Francine et Nicola (ii) les "chair ferme" plus ordinaires, vendues en fin de saison (iii) les "lavables autres variétés", en l'occurrence Samba et Monalisa, à aptitudes culinaires similaires aux chair ferme mais écoulées en première moitié de saison (iv) les "lavables d'exportation" (variétés Estima et Mondial), appréciés à l'exportation car présentant davantage de gros tubercules. Les trois premiers types font l'objet d'un contrat avec un seul négociant, spécifiant les quantités engagées, les prix et les dates de livraison. Les variétés sont donc clairement spécifiées dans ces contrats. Le dernier type est vendu sur le marché libre, sa vente, comme lavable, dépendant de l'état des tubercules à la récolte et des prix respectifs des marchés (intérieur et exportation). Le reste de la récolte est mis sur le marché frais standard. Les quantités totales engagées avec le négociant sont stables d'une année sur l'autre (soit environ 800 tonnes) mais leur répartition entre types peut varier, ainsi que la

³⁵ soit 50 % de la teneur maximale autorisée pour les autres types de pommes de terre de consommation

répartition des variétés dans un type, en fonction des demandes du négociant, de la disponibilité des parcelles et de l'apprentissage de l'agriculteur sur la performance des variétés. On constate d'ailleurs quelques remaniements entre les deux campagnes : baisse du tonnage engagé en Nicola, augmentation de la part des autres variétés, Samba remplaçant Monalisa, et augmentation forte de la part du débouché exportation, avec renforcement de la part de la variété Mondial. L'agriculteur doit consacrer à ces différents types de pomme de terre une surface minimale calculée sur la base d'un rendement atteint.

Les exigences communes à tous les produits "lavables" se rapportent principalement à l'apparence externe des tubercules et à l'endommagement interne³⁶. L'agriculteur traduit les exigences relatives aux maladies bactériennes, au mildiou et aux gales sur la place de ces pommes de terre dans la succession (Cf. ci-dessous). Les autres exigences relèvent de précautions à prendre dans la manutention des pommes de terre. Pour respecter le taux résiduel réglementaire d'inhibiteur de germination sur les tubercules et pour ne pas risquer d'avoir des brûlures sur leur peau, le traitement en stockage par nébulisation est recommandé. La teneur en matière sèche et le calibre exigés dépendent du créneau visé : pas plus de 19 % de matière sèche et des calibres compris entre 35 et 55 mm pour les chairs fermes, 17 à 23 % de matière sèche et calibres supérieurs à 40 mm (avec au moins 40 % de 50-75 mm), pour les autres. La bonne conservation des Nicola, stockées pour plus de six mois, exige des températures inférieures à 6°C dans le lieu de stockage : cette condition n'est pas satisfaite dans le bâtiment de l'agriculteur, d'où la location de place dans le bâtiment réfrigéré du voisin.

1.3.3. Produit fini : la pomme de terre standard

Le produit fini destiné au marché du frais standard est une activité régulière dans l'exploitation, malgré sa régression depuis quelques années. L'agriculteur entretient de relations commerciales avec quatre négociants et le produit peut être écoulé autant sur le marché interne qu'à l'exportation. La Bintje, Estima et Mondial sont les variétés pour ce débouché. Pour ces produits, le marché est libre. A l'élimination de déchets communs s'ajoutent ici (*Tableau II.B.5.c*) tri, calibrage et mise en sac, qui sont réalisés au coup par coup lors des commandes. D'une manière générale, les commandes se concentrent sur deux classes de calibre (40 à 75 mm, avec un maximum de 10 tubercules par kilo, et 50 à 75 mm avec 7 tubercules par kilo). Le conditionnement plus fréquent est 5 et 10 kg pour les 40/75 mm et de 25 kg pour les plus gros. Les sous-calibres (Cf. ci-dessus) sont séparés au fur et mesure des dates de livraison prévues par les contrats.

2. Les décisions d'assolement et de localisation de la sole de pommes de terre

Les décisions techniques concernant les pommes de terre comprennent ici la détermination des tailles de soles et la localisation spatiale de l'espèce et des différentes composantes du portefeuille d'activité pommes de terre. Les données qui suivent ont été obtenues par des enquêtes prévisionnelles auprès de l'exploitant et par le relevé des

³⁶ absence de pourritures bactériennes, de mildiou et de gale argentée, limitation de taches de gale commune et de rhizoctone sur la peau, absence de noircissement et de marques de coups internes inférieures à un seuil fixé

décisions prises sur deux années consécutives, discutées avec l'agriculteur en comparaison aux programmes prévisionnels qu'il nous a fournis. Nous avons organisé ces résultats d'enquêtes en utilisant les formalismes présentés précédemment (Maxime *et al.*, 1995 ; Aubry *et al.*, 1998 a).

Les décisions d'affectation des parcelles aux différents types de pommes de terre prennent en compte d'une part, l'organisation et la répartition de l'espace cultivé de l'exploitation entre les cultures (annuellement et inter-annuellement) et d'autre part, les contraintes imposées par les différents cahiers des charges du portefeuille d'activités, contraintes explicites ou traduites par l'agriculteur, compte tenu de sa perception des risques.

Conformément au modèle de représentation des décisions d'assolement, on considère comme variables décisionnelles propres à chaque culture trois catégories de variables : (i) les variables de localisation : **la zone cultivable** ; (ii) les variables de succession des cultures : **délai de retour minimum** de la culture de pomme de terre sur elle-même, le classement des **précédents culturaux** ; (iii) les variables de dimensionnement : contraintes sur la **taille de la sole**. Les valeurs de ces variables résultent de l'appréciation par l'agriculteur des aptitudes des terrains disponibles vis-à-vis des cultures, des risques qu'il accepte ou non de prendre notamment sur le plan phytosanitaire, et des contraintes qui lui sont propres ou imposées par l'aval sur l'une ou l'autre de ces variables. En combinant ces différentes variables, on propose d'établir les rotations-cadre (Maxime *et al.*, 1997) et les blocs de culture.

2.1. Les zones cultivables

À l'exception d'une parcelle de "cranette" de 5 hectares, jugée inapte aux cultures (faible réserve d'eau et présence des cailloux, réservée à la jachère fixe), toutes les autres parcelles sont considérées par C comme aptes pour l'ensemble des cultures de l'assolement. Ainsi, *la zone cultivable de l'espèce pomme de terre (indépendamment des différents débouchés visés) est de 171 hectares*. L'affectation de cette surface traduit pour C une hiérarchie entre les cultures pour l'attribution de la ressource en terre, où la pomme de terre occupe la première place.

L'imposition de l'irrigation par contrat dans le cas des pommes de terre industrielles (chips et baby food) restreint la localisation de ces cultures sur les deux îlots irrigables (zones I et II, à l'exception d'une petite parcelle trop éloignée). Le même cas de figure se présente pour le haricot vert : la zone cultivable de ces deux cultures (haricot vert et pommes de terre industrielles) est donc identique. Notons que *l'irrigation est conseillée dans certains contrats portant sur les pommes de terre lavables* (haut de gamme, chair ferme) : *C intègre ce conseil comme une contrainte* et la zone cultivable de ces cultures est donc identique à celle des pommes de terre industrielles. Cependant, d'autres pommes de terre lavables peuvent être cultivées hors surface irrigable. Pour les débouchés standard sur le marché libre, il n'y a pas d'obligation d'irrigation. Cependant, pour assurer des calibres suffisants, notamment en Bintje, C considère préférable d'irriguer : une partie des Bintje destinée à ce marché sera faite dans la zone cultivable irriguée. En définitive, on trouve dans les zones irrigables Z1 et Z2, les chips, les Bintje baby food, les lavables haut gamme et les Bintje marché standard. Dans les zones non irriguées, Z3 et Z4, on trouve les lavables et/ou

standard (en fonction des débouchés de lavables hors contrats) (Cf. *Tableau II.B.5*).

2.2. Place des types de pommes de terre dans les successions de cultures

Le délai de retour de l'espèce pommes de terre est fixé par l'agriculteur à quatre ans, temps nécessaire selon lui pour limiter les risques d'accroissement des parasites du sol (rhizoctone, gale commune). Ce délai de retour résulte de la prise en compte des contraintes phytosanitaires contenues dans le cahier des charges des pommes de terre lavables haut de gamme. Il s'impose tout d'abord aux zones irriguées Z1 et Z2, car l'agriculteur ne veut pas risquer l'extension des agents pathogènes sur ces zones pour ne pas compromettre à l'avenir le débouché des lavables haut de gamme. Mais C extrapole cette exigence à l'ensemble de sa sole de pommes de terre pour avoir un assolement régulier et limiter globalement les risques phytosanitaires.

La pomme de terre a comme *précédents cultureaux possibles* le blé, majoritaire dans la sole, la betterave et les haricots. Une rotation cadre majoritaire est donc pommes de terre-blé-betterave-blé ; néanmoins, au sein de cette rotation, compte tenu de la taille des soles et du délai de retour, une partie du précédent blé est remplacée par le haricot vert (succession du type pommes de terre-blé-betteraves-haricot-pommes de terre-blé). Enfin, *pour les lavables, C préfère un précédent betteraves, censé réduire les risques d'infection par l'agent de la gale commune*³⁷. On a donc une autre rotation-cadre, fondée sur l'alternance betteraves-pommes de terre-blé-(blé ou haricot).

2.3. Détermination de la surface pour chaque type de pomme de terre

La taille maximale de la sole de pommes de terre correspond au rapport entre la zone cultivable de l'espèce (171 ha) et le délai de retour (4 ans), soit environ 42 ha par an. La comparaison avec les surfaces effectivement cultivées montre **que la sole de pommes de terre est maximisée, compte tenu du rôle prioritaire de cette culture dans la formation du revenu de l'exploitation**. La répartition entre les différents types de pommes de terre prend en compte (i) les exigences (obligatoires ou recommandées) d'irrigation : la sole des pommes de terre irrigables ne peut dépasser 31 ha (ii) les possibilités d'obtention de contrats dans ces divers créneaux. Ainsi, la sole irrigable est-elle en priorité affectée aux pommes de terre industrielles, chips et baby food, pour lesquelles une surface est précisée dans le contrat (8 à 9 ha au total) ; en second lieu, les contrats portant sur des quantités pour les lavables haut de gamme et chair ferme sont traduits par C en surface affectée dans la portion de zone irrigable restante, compte tenu d'une estimation par lui d'un rendement surfacique moyen ; enfin, la surface irrigable restante est affectée préférentiellement à la Bintje destinée au marché standard, afin d'obtenir des rendements élevés et des tubercules de bon calibre sur une surface limitée ; la surface non irrigable (11 ha) est préférentiellement destinée aux variétés plus tolérantes aux déficits hydriques telles que Estima et Mondial, destinées à certains créneaux du marché des lavables, ainsi qu'au marché à l'exportation.

³⁷ Ces règles sont partagées par d'autres agriculteurs, mais à notre connaissance elles n'ont pas fait l'objet de validation expérimentale.

L'agriculteur a de plus quelques règles particulières d'affectation des pommes de terre aux parcelles en fonction de leur débouché. Pour celles destinées au marché du frais lavable, ces règles concernent, outre le précédent betteraves, le type de sol. C estime que l'obtention de tubercules clairs (la couleur étant ici un critère de qualité) est favorisée en sols de type limono-argileux. Cependant, ce type de terrain n'existe que dans la zone III, qui n'est pas irrigable. Ainsi l'agriculteur consacre l'intégralité de cette zone III à des pommes de terre lavables non irriguées (autres variétés que haut de gamme et chair ferme), précédées de betteraves ; mais la disponibilité en ces terrains étant limitée, il localise aussi des lavables sur sols plus limoneux irrigables, derrière betteraves mais majoritairement derrière blé³⁸.

On aboutit par ce processus décisionnel à ***l'instauration de trois blocs de culture*** (Tableau II.B.6) : (i) le premier, fondé sur la rotation majoritaire, est installé sur les zones irrigables de l'exploitation et concerne plusieurs débouchés ; il peut, localement, intégrer une rotation avec précédent betteraves pour les lavables haut de gamme ou chair ferme (ii) le deuxième bloc de culture comprend cette dernière rotation, pratiquée sur les terrains limono-argileux de la zone III et concerne spécifiquement le marché des lavables "*autres variétés*" (iii) le troisième bloc correspond à la rotation majoritaire installée sur les zones ou les parcelles non irrigables : il correspond en priorité à la production de variétés tolérantes au déficit hydrique destinées au marché des lavables et au marché du frais standard, et secondairement, au restant de Bintje destinée au marché standard.

³⁸ La faible disponibilité dans son exploitation de terrains limono-argileux est considérée par l'agriculteur comme un frein majeur à l'augmentation de la part des lavables dans son portefeuille d'activités

Tableau II.B.6 - Constitution des blocs de culture dans l'exploitation

a) Déf

<i>Culture x Débouché</i>	<i>Délai retour</i>	<i>Zone Cultivable</i>	<i>Précédent</i>	<i>Taille sole maxime (ha)</i>	<i>Contraintes Majeures</i>
Pomme de Terre	4 ans	Tous les limons	Blé, BS, HV	$Sole_{max} = 171/4 = 42,5$ $Sole_{pomme\ de\ terre} \cong 41 \text{ à } 43,5$	DR \geq 4 ans (risques phytosanitaires)
Matière première		Terrains irrigables		$Sole_{maxmp} = 122,5/4 = 30,6$ $Sole_{mp} \cong 8$	Irrigation obligatoire
Standard		Terrains irrigables surtout		$Sole_{maxbinthe} = (Sole_{maxirri} - Sole_{mp})/4 = Sole_{st} = 22$ $Sole_{binthe} = 9$	Rendement et calibres élevés visés d'où irrigation préférable
Lavables		Tous les limons		$Sole_{maxlavable} = 171/4 = 42,5$ $Sole_{lavables} \cong 23,5$	Priorité aux sols +argileux et précédent BS
Haricot vert	6 ans	Terrains irrigables	Blé	$Sole_{maxirri} = 122,5/6 = 24,6$ $Sole_{haricot} = 15$	irrigation obligatoire la sole est limitée par le contrat
Betterave	4 ans	Tous les limons	Blé	$Sole_{max} = 171/4 = 42,5$ $Sole_{betterave} = 36$	La sole est limitée par le quota attribué
Blé	2 ans	Tous les limons	PdeT, BS, HV, jachère	$Sole_{blé} + jachère = SAU - Sole_{autres\ culture} = 83,5$ $Sole_{blé} = 76$ $Jachère = 7,5$	culture non prioritaire la sole est fonction du taux de jachère obligatoire

b) Blocs de Culture résultants

<i>Bloc</i>	<i>Surface (ha)</i>	<i>Rotation-cadre</i>	<i>Localisation</i>	<i>Types de Pommes de terre</i>
Bloc 1	122,5	BS-Blé/HV-Pdt-Blé	Z1 et Z2 (Limon + limon argileux)	Matière Première Lavables Standard
Bloc 2	22	BS/Blé-Pdt-Blé/jach	Z3 (LA non irrigués)	Lavables
Bloc 3	26,5	BS/Blé-Pdt-Blé/jach	Z4 et 2,5 ha en Z2 (L irrigués)	Lavables

Légende : BS = Betterave sucrière ; Pdt = Pommes de terre ; HV = Haricot vert ; jach = Jachère; DR = Délai de retour ; L = Limons, LA = Limon argileux ; mp = Matière première ; st = Standard, Zi = Zones du parcellaire (Cf. texte)

La composition de la sole lors des deux campagnes a suivi plus ou moins ces règles (Tableau II.B.7). Sur les zones irrigables, nous trouvons les Bintje baby food et standard, la Saturna et une partie des pommes de terre pour le marché du frais lavable (31,5 ha en 1996 et 27 ha en 1997). La parcelle irriguée de neuf hectares dans la zone I résulte d'un échange avec le voisin, ce qui a permis à l'agriculteur de localiser des variétés lavables sur une parcelle indemne de pommes de terres depuis plusieurs années.

Tableau II.B.7 - Composition de la sole de Pomme de Terre lors des deux années d'étude

a) Campagne 1996/97

Zone du Parcelle	Parcelle (nombre)	Surface (ha)	Type de sol	Irrigation	Précédent	Variété	Surface (ha)
Z1	1	5,5	Limon	Oui	Blé	Monalisa	5,5
	2	17,0	Limon	Oui	Blé	Saturna Bintje * Bintje	3,0 5,0 9,0
Z2	3	9,0	Limon argileux	Oui	BS	Nicola Francine	4,0 5,0
Z3	4	12,0	Limon hétérogène	Non	BS	Nicola Monalisa Estima	4,0 2,0 6,0
Bintje destinée à la fabrication d'aliments pour bébés, contrat avec SITPA/Nestlé.						Sole	43,5

b) Campagne 1997/98

Zone du parcelle	Parcelle (nombre)	Surface (ha)	Type de sol	Irrigation	Précédent	Variété	Surface (ha)
Z1	1	23	Limon moyen	Oui	Blé	Bintje *	5,0
	2	9,0				Bintje Saturna	9,0 4,0
Z2	3	4,0	Limon argileux	Non	Haricot vert	Samba Nicola	2,0 7,0
	4	2,5				Francine	4,0
Z3	5	4,0	Limon moyen		Blé	Mondial Estima	2,5 4,0
						Sole	42,5

3. Les décisions de conduite technique de la culture

Elles comprennent les décisions de positionnement temporel et de modalités des opérations culturales, au champ mais aussi après la récolte, pour celles des pommes de terre qui font l'objet d'un stockage et/ou d'un conditionnement. Nous avons procédé par enquêtes auprès de l'agriculteur, de façon prévisionnelle puis en relevant les actes techniques réalisés. Les données ainsi obtenues sont traitées en décrivant variables décisionnelles et règles de décision selon le formalisme proposé précédemment (Aubry, 1995 ; Aubry *et al.*, 1998 a et b).

Nous découperons l'analyse en fonction des quatre phases de l'itinéraire technique : la préparation des plants et l'implantation, qui comprennent toutes les opérations qui

préparent l'environnement physique et chimique du plant (préparation du sol, plantation, buttage, fertilisation et désherbage chimique) (§ 3.1) ; les interventions en cours de végétation soit les traitements pesticides et l'irrigation (§ 3.2) ; le défanage, la récolte et la mise en stockage (§ 3.3) ; enfin, la conduite de la conservation et du conditionnement (§ 3.4). Pour chacune de ces phases, nous exposerons les règles de décision de l'agriculteur, nous les rapprocherons des exigences émises dans les divers cahiers des charges en discutant des unités de gestion de l'agriculteur, enfin nous comparerons ces prévisions avec les réalisations lors des deux scénarios d'étude.

3.1. L'implantation de la culture au printemps

L'implantation de la culture résulte d'un ensemble d'opérations enchaînées, qui visent à créer les conditions de la croissance ultérieure des plantes : choix des variétés, des plants et préparation des plants, plantation proprement dite (travail du sol et mise en place des tubercules), buttages, apports d'azote et de désherbant. Ces opérations se réalisent au début du printemps au cours d'une période particulièrement chargée en travaux, car incluant les apports et traitements pour le blé et la mise en place de la betterave sucrière : il faut donc analyser s'il y a concurrences de travail entre cultures, du fait de chevauchements d'opérations culturales dans le temps et de chantiers ne permettant pas de les mener simultanément. Par ailleurs, cette phase suppose aussi de décider des modalités de nombreux intrants (variétés, densités de plantation, doses d'azote, nature et doses des désherbants).

Nous analyserons d'abord le déroulement prévisionnel des travaux d'implantation (§ 3.1.1), en indiquant les raisons que l'agriculteur avance pour expliquer ses choix. Nous traiterons ensuite le choix des modalités d'intrants pour cette phase et la comparaison aux exigences de l'aval (§ 3.1.2). Nous comparerons enfin implantation prévue et réalisations (§ 3.1.3).

3.1.1. Préparation des plants et implantation des pommes de terre

3.1.1.1. Le déroulement prévisionnel des opérations d'implantation

Un intervalle de temps est défini par l'agriculteur pour réaliser le chantier de reprise et de plantation : *pas avant le 15 avril* (car il y a auparavant risque de gel pouvant entraîner des irrégularités de levée) *et pas après le 10 mai* (car les plants auraient alors des germes trop développés, cassant facilement et compromettant ainsi l'établissement de la culture). De ce fait, la préparation des plants est raisonnée par rapport à cet intervalle de temps souhaitable pour la plantation : considérant une période de trois semaines pour préparer les plants, l'agriculteur fixe donc le démarrage de cette préparation à la date calendaire du 20 mars.

Dans l'intervalle de temps prévu pour la reprise et la plantation (*Tableau II.B.8*), le déclenchement du travail du sol est fixé par une règle établissant un compromis entre le ressuyage du sol (quelquefois la température) et l'état d'avancement du plant : tant que les germes des plants ne sont pas trop développés, le déclenchement dépend des conditions de sol, qui doit être assez ressuyé pour permettre un affinement de l'horizon de surface sur une

profondeur suffisante³⁹. Si les germes sont développés, ce qui arrive notamment lorsque la température s'élève, il faut implanter rapidement et les conditions de sol deviennent secondaires.

Tableau II.B.8 - Variables et règles de décision pour l'implantation de la pomme de terre

<i>Variable décisionnelle</i>	Valeur	<i>Règles de décision</i>
Intervalle de temps	R-P : 15/04 au 10/05	<u>Déclenchement</u> :
		si germes peu développés, alors ressuyage du sol suffisant
		sinon, quelque soit les conditions de sol
Chantiers	R-P : Combiné, sans délai	<u>Constitution</u> : toute main-d'oeuvre disponible pour plantation, une personne pour les autres opérations
Ordre des opérations	<i>Parcelle</i> [R-P] puis [Butt1] puis [Azote] puis [Butt2] puis [Desh]	<u>Enchaînement</u> : 8-15 jours d'écart entre R-P et Butt1, 8 jours entre Butt1 et Butt2, Désherbage immédiat (avant levée) sur toute parcelle
Séquences	<i>Sole</i> idem 1 séquence par opération	<u>Arbitrage entre opérations</u> : Finir [O1] sur la sole avant de commencer [O2]
Ordre de passage entre parcelles	R-P : ordre de récolte des P de T	

Légende : R-P = Reprise-Plantation ; Butt = Buttage ; Desh = Désherbage ; Oi = Opération numéro i ; P de T = Pomme de terre

Le chantier de reprise et de plantation est combiné⁴⁰, sans délai entre les passages des outils de reprise et la planteuse, afin d'éviter que des pluies survenant entre deux passages ne retardent le chantier de plantation. La reprise est constituée de deux passages légèrement croisés, chacun avec deux vibroculteurs (un à l'avant, un à l'arrière du tracteur). Ce chantier mobilise trois hommes et deux tracteurs.

A l'échelle de chaque parcelle, des règles d'enchaînement organisent la succession des opérations de l'implantation. Une à deux semaines après la plantation vient le premier buttage suivi de l'apport d'azote, d'un deuxième buttage environ huit jours après le premier, puis du désherbage à la suite : l'apport d'azote doit être enfoui pour plus d'efficacité, d'où sa position entre les deux buttages ; la position du deuxième buttage est raisonnée pour permettre un désherbage avant la levée des pommes de terre, minimisant ainsi les risques de phytotoxicité. Les chantiers de premier buttage et d'apport d'azote mobilisent un tracteur et un homme chacun, le chantier de deuxième buttage et de désherbage combiné mobilisent deux tracteurs et deux hommes.

A l'échelle de la sole, les opérations sont organisées en séquences successives,

³⁹ en effet, une reprise en conditions plus humides peut entraîner un état structural défavorable à l'enracinement et la création de mottes provoquant des risques d'endommagement des tubercules à la récolte

⁴⁰ Le labour est réalisé en décembre

toute opération devant être terminée sur la sole avant le début de la suivante : ainsi, C ne prévoit-il qu'une séquence pour chaque opération. Au sein d'une séquence, l'ordre de passage entre parcelles de la sole est toujours le même, et c'est celui de l'opération de reprise-plantation : l'ordre entre parcelles pour la plantation suit l'ordre entre parcelles prévu pour l'arrachage, qui sera traité lors de l'analyse des décisions de récolte (Cf. § 3.3).

3.1.1.2 - Positionnement au sein des autres travaux

Le déroulement prévisionnel des opérations d'implantation de la pomme de terre est conçu par l'agriculteur au sein de la planification des travaux du printemps. Le *Tableau II.B.9* montre la composition des chantiers pour chaque opération et indique la possibilité ou non de réalisation des travaux en simultané.

Les opérations de semis de betteraves et de plantation de pommes de terre ne sont pas réalisables simultanément, du fait de la mobilisation de toute la main-d'œuvre pour chacune d'entre elles. Cependant, la concurrence potentielle entre betteraves et pommes de terre ne se pose de fait pas souvent : en effet, les intervalles de temps prévus pour ces deux opérations sont pour partie disjoints (déclenchement du semis de betterave à partir du 25 mars, donc largement avant la pomme de terre). Néanmoins, si une implantation tardive des betteraves survient, le semis de betterave a alors priorité sur toute autre opération jusqu'au 15 avril, puis la plantation de pommes de terres devient prioritaire à partir de cette date. Pour ces opérations, le fait de ne prévoir qu'une seule séquence (4 à 5 jours pour la betterave, 6 à 8 jours pour la pomme de terre) permet de limiter le temps de mobilisation exclusive de la main d'œuvre.

Compte tenu du caractère limitant du matériel (un seul pulvérisateur), les apports de produits liquides (engrais liquides, désherbants, fongicides) sur une même sole ou plusieurs soles, ne peuvent pas être faits en même temps : ces chantiers ont cependant des performances permettant de finir l'apport en un ou deux jours pour une sole, ce qui permet d'organiser les enchaînements d'opérations sans dommage majeur pour les cultures ; *a contrario*, cette vitesse de réalisation rapide au champ n'incite pas à adapter les dates d'apport à l'état de chaque parcelle, ***mais plutôt à traiter tout un ensemble en suivant***. C'est pour cela que l'apport d'azote est raisonné vis-à-vis de l'ensemble des travaux d'épandage et non par rapport aux buttages.

Tableau II.B.9 - Travaux à réaliser au printemps, chantiers constitués et possibilités de travaux simultanés dans l'exploitation C

<i>Travaux à faire</i>	<i>Chantier (unités de main-d'œuvre et vitesse)</i>	<i>Travaux simultanés</i>	
		<i>Possible</i>	<i>Impossible</i>
Apports sur blé (N, C, D, F)	T100 + Pul + H2 ou H3 (35 à 40 ha/j)	<ul style="list-style-type: none"> • Apports sur blé et semis de betterave (si H3 aux apports) • Plantation de la pomme de terre et apports sur blé si H3 aux apports) • Buttage de pommes de terre et apports 	<ul style="list-style-type: none"> • Semis de betterave et plantation des pommes de terre • Deux apports sur une même sole ou deux soles différentes
Apport d'azote sur labour (BS et P de T)	T100 + Ep + H2 (40 à 50 ha/j)		
Implantation Betterave - Reprise et semis	T140 + Vcom + H2, suivi T120 + He + H2 T120 + S + H1 (8 à 10 ha/j)		
- Désherbage	T100 + Pul + H3 (35 à 40 ha/j)		
Implantation Pomme de Terre - Reprise et Plantation	T140 + Vcom + H2 T120 + Pl4rang + H1 (8 à 10 ha/j)		
- Buttage des Pommes de Terre	T120 + B + H1 (*2) (8 ha/j)		
- Apport d'azote	T100 + Pul + H2		
- Désherbage	T100 + Pul + H2		

Légende : *Main-d'œuvre* : H1 = Chef de l'exploitation; H2 = Salarié permanent; H3 = Père du chef de l'exploitation
Traction : Ti = Tracteur à 100, 120 et 140 CV de puissance
Traitements et apports : Epandeur d'engrais solide à largeur de 24 m; Pul = Pulvérisateur de 28 m de large et 2500 l;
Préparation du sol : He = Herse alternative, 4 m; V = Vibroculteur combiné, 5 m
Semis et plantation : Pl = Planteuse automatique adaptée aux plants pré-germés, 4 rangs, à 90cm; S = Semoir à betteraves, 14 rangs
Autres : B = Butteuse à disque

Il est théoriquement possible de réaliser un apport de façon concomitante à un buttage de pommes de terre, voire même à une plantation ou à un semis⁴¹. Cette configuration est utilisée pour réaliser simultanément apports sur blé et semis de betteraves. Compte tenu de ces considérations, l'agriculteur énonce des règles d'enchaînement d'opérations et d'arbitrage entre cultures qui conduisent au **calendrier prévisionnel des séquences d'opérations indiqué** à la Figure II.B.1.

⁴¹ si on détourne le travail du père du chef d'exploitation, qui se consacre normalement à l'approvisionnement du chantier d'implantation en semences ou en plants

Figure II.B.1 - Périodes et séquence des travaux prévus au printemps

1	10	20	1	10	20	1	10	20	1	10
Mars			Avril			Mai			Juin	

Travaux à réaliser

Apport D, N1, F1, N2, C, sur blé
 Apport d'engrais pour BS et P de T
 Implantation de BS

Plantation des P de T, suivi par bu1, N, bu2 et D;
 Apport F2 sur blé

Délimitation des périodes

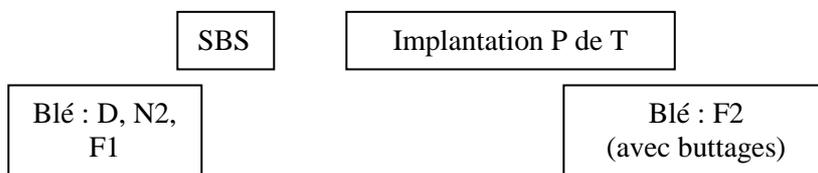
Période 1

Période 2

Règles d'arbitrage entre cultures

N2 et C sur blé à stade précis;
 semis BS prioritaire quand sol ressuyé
 Plantation P de T est prioritaire à partir du 10 avril

Déroulement prévu des travaux



Légende : D = Désherbage; F1 et F2 = Premier et deuxième traitement fongicide sur blé ; N1 et N2 = Apports d'azote ;
 C = Régulateur de croissance ; BS= Betterave sucrière; PdeT = Pomme de terre.

On peut donc distinguer **deux grandes périodes de travail** (i) l'une débute avec le premier apport d'azote sur la sole de blé et se termine avec le désherbage des betteraves : elle est marquée par la priorité donnée au semis des betteraves dès que les conditions

climatiques et de sol lui deviennent favorables (ii) l'autre, *marquée par la priorité donnée à la pomme de terre*, débute avec le déclenchement du chantier **de plantation et se conclut avec le désherbage ; les traitements fongicides sur blé sont réalisés en même temps que les buttages des pommes de terre, mais ne sont pas prioritaires sur leur désherbage.**

On constate donc *pour les opérations d'implantation de pommes de terre (positionnement temporel et chantier) une homogénéisation sur la sole* : une seule séquence, positionnée par rapport aux autres activités, une seule modalité de chantier pour chacune des opérations de plantation, d'apports d'azote et de désherbant, de buttage. Cette homogénéisation est à rapprocher des exigences de l'aval sur les différentes opérations d'implantation : on constate que *ces exigences ne portent pas sur le positionnement temporel des opérations (Cf. Tableau II.B.5), ni sur les modalités de chantiers*⁴². Dans l'exploitation, les règles de décision pour le positionnement et les modalités de ces opérations sont déterminées par les seules contraintes internes de disponibilité des ressources et de savoir-faire de l'agriculteur. Celui-ci cherche alors à *simplifier au maximum la conduite de la sole* dans son ensemble.

3.1.2. Les modalités d'intrants lors de l'implantation

A l'inverse de ce que nous venons de voir, lorsque l'on analyse, produit par produit, les exigences de l'aval sur les différentes opérations d'implantation (Cf. *Tableau II.B.5*) on constate que de façon plus ou moins explicite, certaines portent sur les modalités des intrants décidés à l'implantation : variétés, plants, doses d'azote, désherbants.

Certaines modalités d'opérations ne sont pas des exigences de l'aval, mais ***l'agriculteur induit des distinctions de modalités au sein de la sole pour prendre en compte certains risques***. C'est le cas particulièrement du désherbage : la seule exigence exogène est l'usage réglementaire de produits homologués à doses homologuées. Cependant, on constate que l'agriculteur ***différencie deux modalités de désherbage, en distinguant le produit selon les sensibilités variétales***⁴³, les doses appliquées suivant strictement les prescriptions des produits commerciaux. C'est le cas aussi pour le choix du calibre des plants dans les produits semi-finis et finis, pour lequel ***l'agriculteur détermine trois lots en fonction de spécificités variétales et de coûts de production*** : un lot pour la variété Estima, à calibre élevé (45-50 mm) car l'agriculteur estime que cette variété tubérise peu⁴⁴, un lot de calibre faible pour la variété Francine en raison du coût élevé des calibres supérieurs, un lot concernant toutes les autres variétés et de calibre moyen (35-45 mm).

A l'inverse, les plants et variétés utilisés ainsi que les doses d'azote sont des intrants sur lesquels portent des exigences exogènes, sous des formes variées (i) *de façon explicite dans le cahier des charges* (dose d'azote dans le cas de la Bintje Baby food, imposition de l'approvisionnement en plants chez l'acheteur pour Saturna, Francine et Samba) (ii) *du fait de contrôles effectués au champ* par les services techniques, portant sur l'application d'un guide technique fourni à l'agriculteur (doses d'azote pour Bintje Baby food et densité de plantation pour Saturna) (iii) par la *combinaison de recommandations techniques et de*

⁴² malgré leur importance sur la vitesse de croissance du couvert et sur l'apparition de défauts dans les tubercules (buttage)

⁴³ une modalité, générale, utilise un mélange de deux matières actives (prosulfocarbe et métribuzine), l'autre remplace la métribuzine par une autre matière active spécifiquement sur la variété Francine, afin d'éviter des risques particuliers de phytotoxicité de la métribuzine sur cette variété.

⁴⁴ Estima tend à produire un faible nombre de gros tubercules : avec des calibres plus élevés au départ, on obtient un nombre plus élevé de stolons, d'où une plus forte proportion de tubercules moyens.

l'obligation d'enregistrer les pratiques (dose d'azote pour les chairs fermes et traitement des plants pour le marché frais lavable).

- **Concernant l'intrant "variété"** la sole de la culture est répartie entre les *six ou sept variétés* spécifiées dans les contrats (exigence "O") ou choisies par l'agriculteur (marché libre). Dans ce dernier cas, C estime *la demande* (la variété Bintje étant toujours vendable sur ce marché) et la *tolérance au déficit hydrique*, puisqu'un quart de sa sole n'est pas irrigable (les variétés Estima et Mondial ont été choisies à partir de ce critère).
- **La conservation et la préparation des plants** dépendent de la forme d'approvisionnement : on distingue les plants fournis par les acheteurs (spécifiques du débouché : chjps et chair ferme haut de gamme) et ceux achetés directement par C. La préparation des premiers reste sous la houlette des fournisseurs (livrés au début du mois d'avril, prêts à planter), les seconds sont stockés par C pendant l'hiver (magasin frigorifique à 4°C) et réchauffés par ventilation à température ambiante trois semaines avant plantation (atteinte recherchée du stade "*point blanc*" à la plantation). Le traitement des plants contre les maladies fongiques est réalisé à la plantation (poudrage dans la planteuse) *de façon identique pour tous*⁴⁵.
- **La densité de plantation** joue sur la répartition du calibre des tubercules récoltés. L'obtention des petits et moyens calibres pour certains cahiers des charges (chair ferme haut de gamme) impose une densité de tiges élevée. Cette exigence, associée au calibre de plant choisi pour des raisons de coût, induit la *constitution d'une modalité spécifique pour la variété Francine* (48 000 plants/ha). Deux autres modalités sont constituées, selon l'irrigation : 34 000 plants/ha en irrigué, 31 000 plants/ha sinon⁴⁶.
- **La fertilisation azotée** : le cahier des charges du "*Baby food*" impose explicitement un outil de décision, le bilan prévisionnel avec mesure de reliquat sortie d'hiver dans les parcelles dédiées, et impose que la dose "*bilan*" soit minorée de 40 unités. Une recommandation voisine existe pour les "*chair ferme haut de gamme*", où la dose conseillée est aussi la dose bilan minorée de 40 unités, afin de ne pas favoriser la production de gros calibres. **Face à ces exigences, C constitue trois modalités de doses d'azote** : une correspondant exactement à l'obligation faite pour la parcelle de baby food, une autre pour les parcelles irriguées correspondant à la dose bilan calculée à partir de la parcelle précédente, une autre plus faible pour les non irriguées, correspondant au même calcul de bilan mais avec un potentiel de rendement inférieur. On constate ainsi que **C utilise le même outil partout** (la méthode des bilans obligatoire sur une parcelle), mais ne mesure qu'un reliquat, celui exigé sur la parcelle de Bintje baby food, qu'il étend sur ses autres parcelles : **on a là un exemple typique d'utilisation d'une parcelle-guide** (Aubry, 1995).

Ainsi, pour l'ensemble des opérations d'implantation, tout semble se passer comme si

⁴⁵ Utilisation en association de deux produits : le Sandozebe (3,5 kg/ha) et le Iota P (1,3 kg/ha), dont les matières actives sont homologuées respectivement pour le contrôle de la gale argentée et du champignon responsable du rhizoctone brun.

⁴⁶ Il n'y a pas détermination d'une densité de plantation spécifique pour la variété Saturna (densité des irriguées), bien que l'usine livre une quantité de plants calculée (parcelle) en fonction de la production finale contractée : l'agriculteur intègre les règles de l'usine lorsqu'il passe son contrat

(i) *l'unité de gestion pour la conception des positionnements et des modalités d'opérations était le plus possible la sole* dans son ensemble – une seule modalité ou un seul positionnement- et en particulier lorsque l'opération est "indifférente" vis-à-vis des cahiers des charges –cas de la préparation du sol, de la plantation, du buttage et des positionnements d'apports de désherbage et d'azote, *sauf s'il y a différenciation par l'agriculteur par rapport à des risques qu'il n'accepte pas* – exemple du désherbage (ii) *lorsqu'il y a spécification obligatoire d'une opération par rapport à un type de produit (exigence explicite et/ou contrôle au champ), C respecte cette obligation sur le produit concerné*, et on constate (fertilisation azotée, densité de plantation) qu'il *extrapole modalité ou mode de raisonnement sur d'autres parcelles de la sole*. Il y a donc processus d'allotement au sein des parcelles de la sole, et, pour ces opérations d'implantation, le nombre de lots prévus varie de 1 (tous positionnements d'opérations à l'implantation, traitement de plants) à 6 ou 7 (variétés).

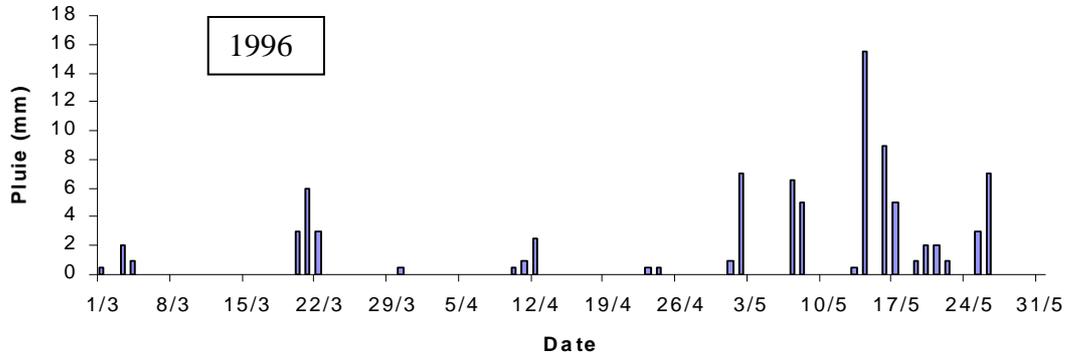
3.1.3. Le déroulement réel de l'implantation lors des deux campagnes

Les opérations culturales réalisées par l'agriculteur au cours de la période d'implantation de la culture ont suivi de très près l'ordonnancement prévu pendant les deux campagnes étudiées (*Figure II.B.2*). Nous commenterons seulement les écarts observés par rapport à la conduite prévisionnelle. Il s'agit ***soit d'adaptations (solutions de rechange) aux conditions particulières rencontrées***, soit du ***résultat du processus d'apprentissage de l'agriculteur***.

La préparation du sol a subi des adaptations d'une année à l'autre. En première année, C a agi conformément aux prévisions (labour en décembre, préparation avant la plantation). Lors de la campagne suivante, les gelées précoces l'ont empêché de labourer tout en décembre et trois parcelles (soit 17 ha) l'ont été en février. Le labour tardif combiné à un printemps sec ont eu pour conséquence la formation de mottes superficielles : pour les émietter, il a fallu augmenter le nombre de passages dans ces parcelles⁴⁷.

⁴⁷ les deux coups de vibroculteur prévus ont été précédés d'un passage en combiné : vibroculteur+herse alternative+croskillette.

Figure II.B.2 - Déroulement chronologique de l'implantation de la pomme de terre et des travaux sur les autres cultures au printemps des campagnes de 1996 et 1997



Plantation PdeT

1^{er} Buttage

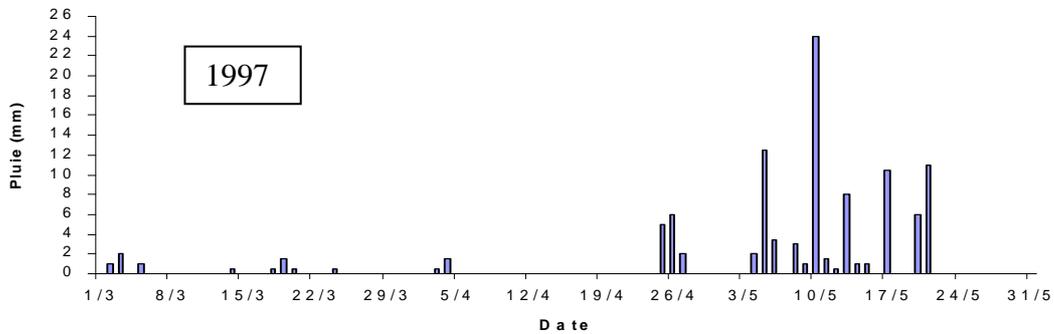
2^{ème} Buttage

Apport N

Apports Blé N1 D N2 C

F2

Semis Betterave S



Plantation PdeT

1^{er} Buttage

2^{ème} Buttage

Apport N

Apports Blé N1 D N2 C

F2

Semis Betterave S



La plantation de pommes de terre, en 1996 comme en 1997, a démarré avant la date butoir de déclenchement (du 7 au 14 avril 1996 et du 4 au 13 avril 1997) : suite à des hivers secs⁴⁸, l'état de ressuyage a permis d'anticiper le semis de betterave ; la plantation des pommes de terre a suivi selon les prévisions (une fois terminé le semis de betterave) après avoir vérifié l'adéquation des conditions de ressuyage du sol et de la température. La préparation des plants a suivi le plan prévisionnel. De ce fait et compte tenu de l'anticipation de la plantation, l'état de germination des plants stockés était à la limite inférieure de l'état 'point blanc' souhaité, de même que les plants livrés en cours d'hiver (Estima) ou juste avant plantation (Francine, Samba et Saturna). En conséquence, le délai entre plantation et buttage a été élargi pour permettre un meilleur réchauffement du sol et ainsi accélérer la levée des plantes.

La modalité de fertilisation a changé en 1997. Un apport non prévu de fumure d'entretien a été fait avant la reprise, en accord avec la prescription du conseiller agricole suite à la campagne 1996. Cette décision a été combinée avec un changement des modalités d'apport d'azote et de potasse : C a apporté un engrais composé à dose égale pour toutes les parcelles début avril, mais la part la plus importante de la fumure potassique a été mise en août après moisson (450 kg/ha de chlorure de potasse), donc la dose totale n'a pas changée. Cette évolution a permis de simplifier encore l'opération d'épandage d'azote. L'azote apporté par l'engrais composé, identique sur chaque parcelle, est complété par un apport liquide sur la butte de plantation, en fonction du bilan d'azote de chaque variété/parcelle : cette façon de procéder permet ainsi une meilleure adaptation à la variabilité inter parcellaire du bilan.

3.2. Les interventions en cours de végétation

La levée de la culture signale une nouvelle phase de la conduite, où il faut assurer la protection de la culture contre les maladies et les insectes et couvrir les besoins en eau au long du cycle. La gamme des maladies pouvant affecter la culture au champ est large : dans cette région comme ailleurs, le parasite le plus redouté est le champignon *Phytophthora infestans*, l'agent du mildiou des solanées, de par son incidence sur les rendements et sur l'aptitude à la conservation. En cours de végétation, les traitements fongicides sont les seuls moyens de lutte. Parmi les insectes qui attaquent la pomme de terre, les pucerons (différentes espèces d'aphidées) causent des dégâts directs et transmettent des virus : ils sont donc objet principal d'inquiétude et de vigilance pour les agriculteurs ; la lutte chimique demeure le principal moyen employé.

Dans cette région, la demande en eau de la culture pendant l'été peut dépasser les apports par les pluies (voir l'étude fréquentielle du climat en Annexe I.4) : l'irrigation permet alors de stabiliser les rendements à des niveaux élevés et de régulariser la qualité des tubercules. La possibilité d'irriguer est d'ailleurs une condition nécessaire pour accéder à des contrats auprès des industries de transformation.

3.2.1. Les traitements fongicides et insecticides prévus

C signale le caractère **préventif et systématique** des traitements fongicides et

⁴⁸ les pluies hivernales cumulées ont atteint moins de 74 et 84 mm respectivement, voir Annexe I.4.

donne le déroulement et les modalités prévus (*Tableau II.B.10*).

Tableau II.B.10 - Variables et règles de décision pour fongicides et insecticides.

a) Traitements fongicides

Variables décisionnelles	Unité de gestion	Règles de décision
Intervalle de temps	Parcelle	<u>Déclenchement</u> : 50% des plantes levées <u>Fin</u> : au défanage
Chantier	Sole	<u>Constitution</u> : tracteur 100 CV, le pulvérisateur et 1 personne
Ordre de passage entre parcelles	Sole non irriguée : Parcelle	<u>Enchaînement</u> : tous les 7 à 10 jours, selon pression d'infestation;
	Sole irriguée : Parcelle	<u>Enchaînement</u> : systématiquement tous les 6 jours et après l'irrigation;
Modalité	Parcelle Bintje baby food = 1 lot	<u>Constitution</u> : imposée par le cahier des charges, pas de dithiocarbamates après le 15 juin, et traitement de rattrapage avec Remiltine;
	Les autres parcelles = 1 autre lot	<u>Constitution</u> : une seule modalité, toujours des dithiocarbamates, et traitement de rattrapage avec Remiltine;

b) Traitement Insecticide

Variables décisionnelles	Valeur	Règles de décision
Intervalle de temps	Parcelles guides	<u>Déclenchement</u> : avertissement du Service Agronomique de l'usine et observations des parcelles
Ordre de passage entre parcelles	Sole	Le même ordre toujours;
Chantier	Sole	<u>Constitution</u> : tracteur 100 CV, le pulvérisateur et 1 personne
Modalité	Parcelle Bintje baby food = 1 Lot	<u>Constitution</u> : 1 seule application autorisée d'insecticide du type pyrimicarbe;
	Les autres parcelles = 1 autre lot	<u>Constitution</u> : insecticide pyrimicarbe, appliqué jusqu'au contrôle voulu (2 fois généralement);

L'intervalle de temps pour les traitements fongicides (*Tableau II.B.10.a*) est compris entre la levée des pommes de terre (moitié des plantes levées) et leur défanage (dernière application avec le défanant). Pour les traitements insecticides (*Tableau II.B.10.b*), C prévoit un ("*Bintje baby food*") voire deux passages (autres) au cours du mois de juillet. Il déclenche un traitement selon les avertissements du Service Agronomique de l'usine pour les Baby food et de ses propres observations au champ : il utilise le seuil d'intervention de l'ITCF⁴⁹ en réalisant une moyenne sur les parcelles de Saturna et "*Bintje baby food*" qui servent donc de parcelles-guides. Il utilise un même produit partout (matière active pyrimicarbe).

Le raisonnement des modalités de fongicides est plus complexe. **Deux modalités de lutte contre le mildiou sont conçues**, une pour les pommes de terre "*Bintje baby food*" et l'autre pour toutes les autres parcelles/variétés :

⁴⁹ dix pucerons par feuille en échantillonnant vingt plantes par parcelle

- pour les baby food, le service agronomique de l'usine demande l'utilisation de produits à base de mancozèbe (dithiocarbamate plus efficace et sélectif que le manèbe) et à partir du 15 juin, celle de produits de contact à base de fluazinam. L'agriculteur suit cela.
- pour tous les autres types de pomme de terre, il prévoit l'utilisation, pour toute la durée des traitements, de produits à base de manèbe, moins chers que les précédents.

Si un traitement n'a pu être effectué à la date prévue, C rattrape par un produit pénétrant à action durable⁵⁰ et un produit de contact, au moins une fois dans toutes les parcelles.

L'irrigation, en augmentant l'humidité du feuillage, concourt à l'allongement de la période de risque du mildiou⁵¹ : c'est pourquoi il est recommandé de n'irriguer qu'un feuillage encore protégé et de faire suivre l'irrigation d'un nouveau traitement. Les produits de contact classiques comme le manèbe et le mancozèbe, ont une persistance de sept jours : cependant, après cinq jours, la quantité de produit actif restant sur les feuilles est insuffisante pour protéger efficacement du mildiou. Lorsqu'il y a une forte pression de mildiou, il est donc recommandé de traiter avant l'irrigation, si celle-ci intervient plus de cinq jours après le traitement précédent. Connaissant cela, C module l'intervalle entre deux traitements en fonction des fongicides attribués aux parcelles et de la fréquence de l'irrigation (*Figure II.B.3*). À partir de la levée et jusqu'au début de l'irrigation, un traitement est réalisé tous les cinq jours, ensuite la cadence varie :

- pour les "*Bintje baby food*", l'intervalle est de sept jours ; si, entre temps, irrigation et pluie reçues dépassent 40 mm, un nouveau traitement est réalisé ;
- pour les autres parcelles irriguées, traitées avec du manèbe, l'intervalle est de six jours. Un traitement intercalaire est réalisé si la somme (irrigation + pluies) dépasse 20 mm ;
- sur les parcelles non irriguées, l'intervalle dépend de la pression de la maladie, et peut varier de 7 à 10 jours. L'agriculteur estime la pression parasitaire d'après les informations qu'il reçoit du Service départemental de la Protection des Végétaux ;
- dans tous les cas, s'il n'est pas possible d'intervenir dans les 24 heures suivant la date prévue⁵², un rattrapage avec produit pénétrant doit être fait dans les 48 heures.

Le nombre total de traitements prévus est de seize en pommes de terre "*Bintje baby food*" et d'environ vingt dans les autres parcelles selon la date de défanage

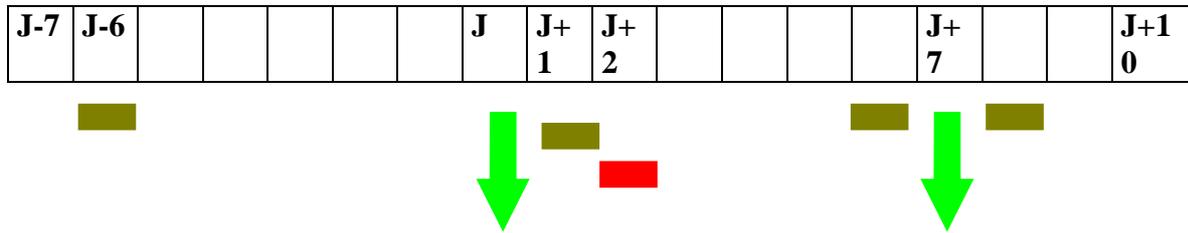
⁵⁰ qui détruit le mycélium du champignon jusqu'à 2 jours après la contamination

⁵¹ C'est le cas notamment lorsqu'un arrosage est suivi d'une nuit à 90% d'humidité relative : le feuillage reste alors humide sur une période suffisamment longue pour entraîner des contaminations de mildiou.

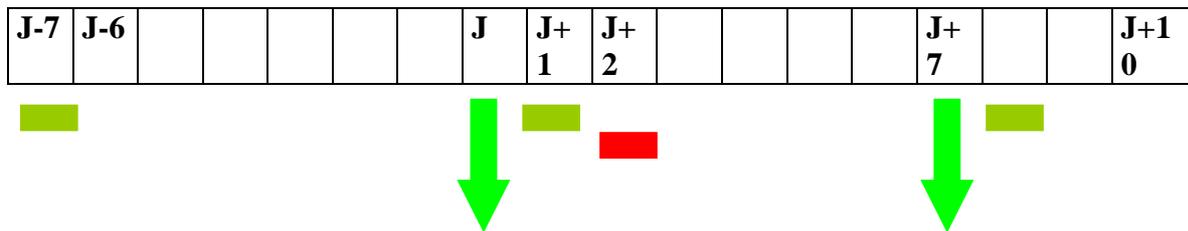
⁵² à cause des conditions d'humidité du sol, principalement

Figure II.B.3 - Les trois modalités de traitement fongicides employés

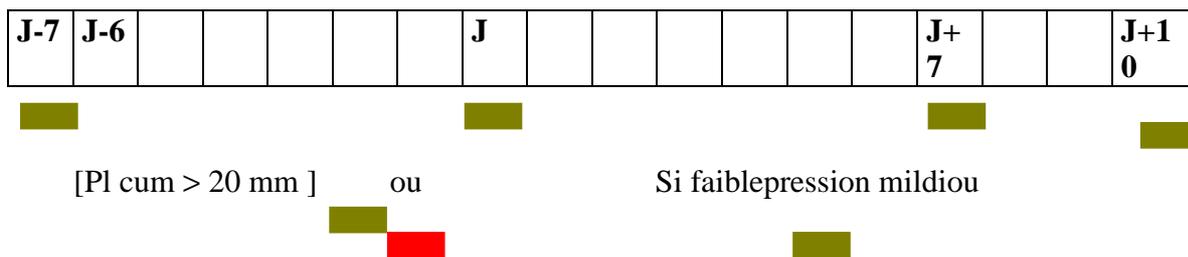
a) Parcelle irriguées



b) Parcelle "Bintje baby food"



c) Parcelles non irriguées



Légende :

- Manèbe
- Ohayo
- Remiltine
- Irrigation

3.2.2. L'Irrigation

L'exploitant possède des équipements d'irrigation par aspersion avec enrôleurs, sur deux des quatre zones géographique de l'exploitation. Dans la zone I, les équipements ont été dimensionnés pour permettre l'irrigation de 35 hectares avec une dose de 25 mm tous les 6 jours, en tournant jour et nuit. Le puits, les canalisations et l'enrouleur de la zone II sont partagés avec autre agriculteur, d'où une capacité maximale d'irrigation de 15 hectares⁵³.

La conduite de l'irrigation (Tableau II.B.11) est basée sur un tableau de bord mis au point par le CETA auquel C appartient. Cet outil lui permet de faire un calcul simplifié du bilan hydrique à partir des données d'ETP transmises par le CETA, de ses notations de

⁵³ Sur la zone III, C peut bénéficier si urgence d'apports ponctuels d'irrigation faits par l'équipement d'un voisin

pluies et d'apports réalisés et de coefficients culturels standard. Le calcul du bilan est démarré par le CETA au 15 mai, en prenant une réserve initiale estimée, et le CETA donne un avertissement pour le déclenchement de l'irrigation. Les tours d'arrosage suivants sont déterminés par le calcul de la réserve hydrique du sol. C souligne l'importance de maintenir un niveau élevé de la RU, notamment lors de l'initiation de la tubérisation, afin de limiter les attaques de gales communes.

Tableau II.B.11 - Variables et règles de décision pour l'irrigation

Variables décisionnelles	Valeur	Règles de décision
Intervalle de temps	Sole	<u>Déclenchement</u> : réserve hydrique calculée < seuil bilan, et observations (humidité butte, état des stolons)
	Parcelle	<u>Fin</u> : début sénescence
Chantier	Parcelle	<u>Constitution</u> : l'enrouleur doit tourner 24 h/24 h,
Ordre de passage entre parcelles	Zone I et Zone II; toujours le même ordre;	<u>Enchaînement</u> : tout les 7 j, sauf si réserve > seuil;
	Parcelle : [Irr] puis [F]	<u>Arbitrage entre opérations</u> : si coïncidence avec traitement, alors suite à l'irrigation, traitement 12 à 24 h plus tard;
Modalités	Sole	<u>Constitution</u> : 1 ^{er} passage 20 mm, ensuite 25 mm

Les raisonnements énoncés par l'agriculteur pour la conduite de l'irrigation sont :

- L'intervalle de temps prévu est du 15 mai (au plus tôt) au 15 août (au plus tard).
- Le déclenchement de l'irrigation est une fonction combinée de l'avertissement du CETA, du bilan hydrique réalisé sur la parcelle de "Bintje baby food" (parcelle-guide), des observations d'humidité des buttes sur cette parcelle et de stade de développement dans les variétés "chair ferme". **Une fois ces conditions réunies, l'irrigation est déclenchée sur la sole dans son ensemble.** L'arrêt de l'irrigation sur une parcelle dépend du début de la sénescence foliaire et de la prévision de la date de défanage.
- A partir de là, C prévoit de retourner sur chaque couple (parcelle/variété) le même jour de la semaine (tour d'eau), ce qui lui permet d'organiser les passages des fongicides en conséquence, sauf si le bilan calculé montre l'inutilité du tour prévu.
- La première irrigation est limitée à 20 mm (moins de pression au canon pour ne pas endommager les buttes encore découvertes) ; les doses suivantes sont de 25 mm.

La sole de haricot vert, irriguée aussi à partir de la deuxième quinzaine de juillet, est alors intégrée au tour d'eau des pommes de terre. C prévoit des apports de 15 mm chaque semaine sur cette culture. Le dimensionnement des équipements, les doses et cadences prévues permettent un bon compromis entre les demandes d'eau des deux soles de culture.

3.2.3. Les opérations en cours de végétation face aux cahiers des charges

Les opérations en cours de culture font, pour certaines, l'objet d'exigences ou de recommandations spécifiques dans les cahiers des charges. Comparons-les avec les décisions techniques de l'exploitant C (*Tableau II.B.12*).

☞ Les cahiers des charges, surtout relatifs aux produits destinés à la transformation industrielle, comportent des **exigences sur les traitements phytosanitaires, portant principalement sur le type de produit chimique et sur la fréquence d'usage**.

Le cahier des charges des "*Bintje baby food*" est très explicite quant au choix des produits et à leur positionnement : pour des raisons de sécurité alimentaire (limitation des résidus dans le tubercule), l'utilisation des fongicides de contact de la famille des dithiocarbamates est interdite à partir du 15 juin, celle des fongicides systémiques à partir du 15 juillet⁵⁴. Pour les baby food, l'usine recommande fortement des fongicides à base de fluazinam : pour une même persistance (7 jours), ils ont une plus grande efficacité que le manèbe et le mancozèbe et résistent au lessivage jusqu'à 40 mm d'eau : en conséquence, ils permettent de diminuer le nombre total de traitements.

C intègre ces exigences pour les baby food (choix des produits, respect des dates, délais entre deux passages), **mais il ne les étend pas à d'autres types de pommes de terre**. En particulier, il n'extrapole pas la modalité de traitement avec fluazinam à toutes les parcelles irriguées, **en arguant que le coût par application est trois fois plus élevé qu'avec les fongicides classiques**. De ce fait, il conçoit des nombres de traitement et des délais entre passages différents pour les baby food et pour les autres parcelles irriguées. Il introduit aussi une distinction propre entre parcelles irriguées et non irriguées pour le nombre d'apports et le délai entre apports, en intégrant ses connaissances des interactions entre fongicides et apports d'eau. **Il en résulte trois lots de parcelles pour le positionnement des traitements fongicides** (Baby food, irriguées, non irriguées) **et deux pour les modalités** (baby food, autres).

- En matière d'insecticides, **l'exigence explicite ne concerne que les "Bintje baby food" sur le positionnement des interventions** (pas après le 15 juillet) ; il existe une recommandation du service agronomique de l'usine sur le déclenchement de l'intervention et la nature des produits employés (pyrimicarbe).

Compte tenu de son coût acceptable, C extrapole le produit à l'ensemble de la sole ; toutefois il ne restreint pas le nombre de traitements sur les autres parcelles. **L'ensemble des parcelles constituant la sole est divisé en deux lots** (Bintje Baby food, autres parcelles) **pour ce qui est du positionnement dans le temps des traitements insecticides, mais c'est la même modalité de produit qui est appliquée sur toute la sole**.

- L'irrigation est obligatoire pour les pommes de terre "*matières premières*". L'utilisation du bilan hydrique pour piloter l'irrigation est recommandée par les usines (chips, baby food,) afin d'éviter les irrigations excessives qui se repercutent sur la teneur en sucres réducteurs.

⁵⁴ Ces exigences sont aussi des recommandations pour tous les types de pommes de terre de consommation

Pour déclencher l'irrigation, C est donc particulièrement attentif aux variétés "*chair ferme*" (stades de développement) et aux Bintje baby food (estimation du bilan), ***mais cela ne conduit pas à des positionnements ou modalités particulières.*** Le déclenchement du premier passage d'irrigation sur l'ensemble de la sole est fait en fonction de l'avis du service agronomique de l'usine. Ensuite déclenchement et volume d'eau apporté en suivant le tour d'eau pour chaque arrosage sont identiques pour toutes les parcelles irriguées.

L'arrêt de l'irrigation est relié à l'objectif de rendement, aux caractéristiques qualitatives recherchées des tubercules et aux conditions de récolte. Certaines exigences ou recommandations existent dans les cahiers de charges : pour la variété Francine deux critères sont recommandés pour piloter l'arrêt de l'irrigation (i) l'obtention d'un tonnage maximum en calibre 35-55 mm et (ii) la teneur en matière sèche qui ne doit pas excéder 20% ; l'arrêt de l'irrigation de la variété Saturna est exigé par l'usine 15 jours avant le défanage, afin d'éviter tout retard de maturité et toute augmentation de la teneur en sucres réducteurs à la récolte. Pour les autres parcelles, l'objectif de C est le maximum de rendement avec des teneurs en matière sèche élevées : l'arrêt de l'irrigation est décidé par C quand environ 50% du feuillage est sénescant sur chaque parcelle. ***C conçoit ainsi trois lots de parcelles pour l'irrigation, essentiellement déterminés par la date d'arrêt*** (Saturna, Francine, autres).

Tableau II.B11 - : Les contraintes à la conduite des traitements phytosanitaires et de l'irrigation, dues aux cahiers des charges de chaque type de marchandise et l'allotement prévu par l'agriculteur.

TYPE DE PRODUIT			Matières Premières			Produit Fini	Produits Semi Fini		
Opération			Baby Food	Chips	Flocon	Standard brossé	Chair Ferme	Autre Variétés	Haut Gamme
<i>Contrôle du mildiou</i>	Modalité	Cahier Charges	O	I	I	I	I	I	I
		Allotement							
	Positionnement	Cahier Charge	I	I	I	I	I	I	I
		Allotement							
<i>Contrôle des insectes</i>	Modalité	Cahier Charges	O	I	I	I	I	I	I
		Allotement							
	Positionnement	Cahier Charge	O	R	I	I	I	I	I
		Allotement							
<i>Irrigation</i>	Modalité	Cahier Charges	R	R	I	I	R	SO	R
		Allotement							
	Positionnement	Cahier Charge	I	O	I	I	I	SO	I
		Allotement							

Légende : O = Obligatoire ; R = Recommandé ; I = Indifférent ; So = Sans objet, correspond aux parcelles de cultures non irriguées.

On note donc pour les interventions en cours de végétation la discrimination nette du type de pommes de terre "*Bintje Baby food*", pour lequel il existe des exigences fortes et contrôlées concernant notamment l'utilisation des produits phytosanitaires : **ce type de pomme de terre conduit souvent à un lot spécifique de parcelles, notamment lorsque les exigences sont coûteuses à mettre en oeuvre** (coût élevé des produits, coût du recueil d'information). A l'inverse, certaines obligations ou recommandations pour ce type de pommes de terre, donnant lieu à des aides à la décision par le service agronomique de l'usine (date de déclenchement d'irrigation, type de produit insecticide), sont **intégrées par C pour constituer sa propre règle de décision**, voire utilisées pour être extrapolées à la sole.

On voit ainsi, par rapport aux opérations d'implantation (i) se confirmer la tendance à simplifier le plus possible la conduite technique en ne concevant qu'un seul lot sur la sole dès lors que l'opération est indifférente dans les cahiers des charges (ii) se confirmer aussi le respect de l'obligation faite pour un type de produit sur au moins ce type de produit ainsi que (iii) la tendance à extrapoler par allotement à tout ou partie de la sole le positionnement la modalité ou l'outil de raisonnement imposé par un produit. Toutefois, on voit apparaître ici une restriction à ce principe, lorsque cette extrapolation coûte trop cher ou est trop risquée aux yeux de l'agriculteur.

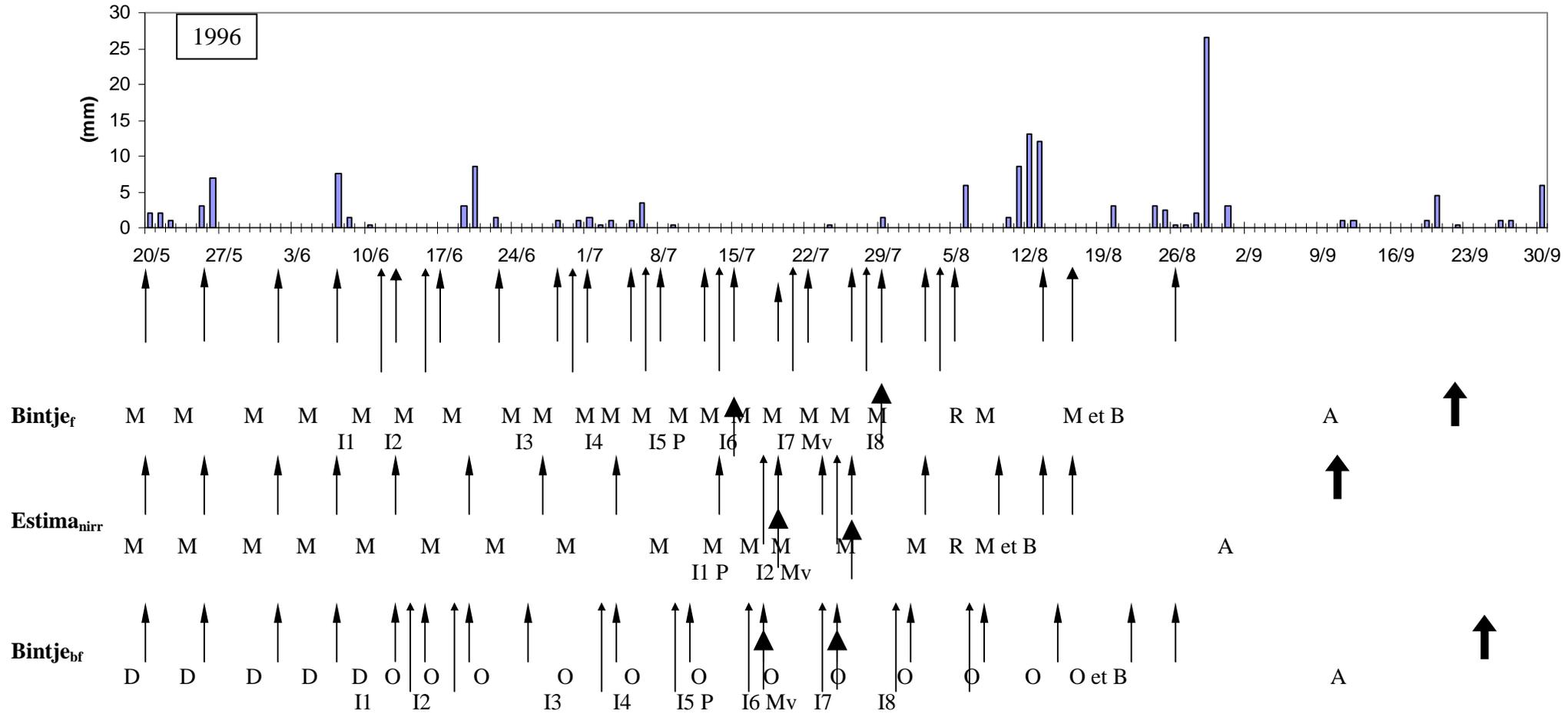
3.2.4. Le déroulement réel des interventions en cours de végétation lors des deux campagnes

La période estivale des deux campagnes a été fort contrastée du point de vue des conditions pluviométriques et de la pression du mildiou : entre le 21 juin et le 10 août, la pluie cumulée atteint 21 mm seulement en 1996 et 103 mm en 1997 (médiane sur 35 ans : 112 mm). En 1997, les températures douces et l'hygrométrie élevée ont fortement favorisé le mildiou. Malgré des répercussions sur la fréquence des traitements et sur les apports d'eau, il n'y a pas eu de changements dans l'exploitation C dans la façon de raisonner les interventions en cours de végétation (*Figure II.B.4*).

L'été sec de la campagne 1996 a imposé un nombre de tours d'eau élevé : 7 passages sur la parcelle de Francine (défanée tôt, Cf. ci-après) et 8 sur les autres parcelles irriguées. Les tours d'eau se sont étalés du 13 juin au 10 août. La conduite de l'irrigation conçue par l'agriculteur est cependant mise à l'épreuve :

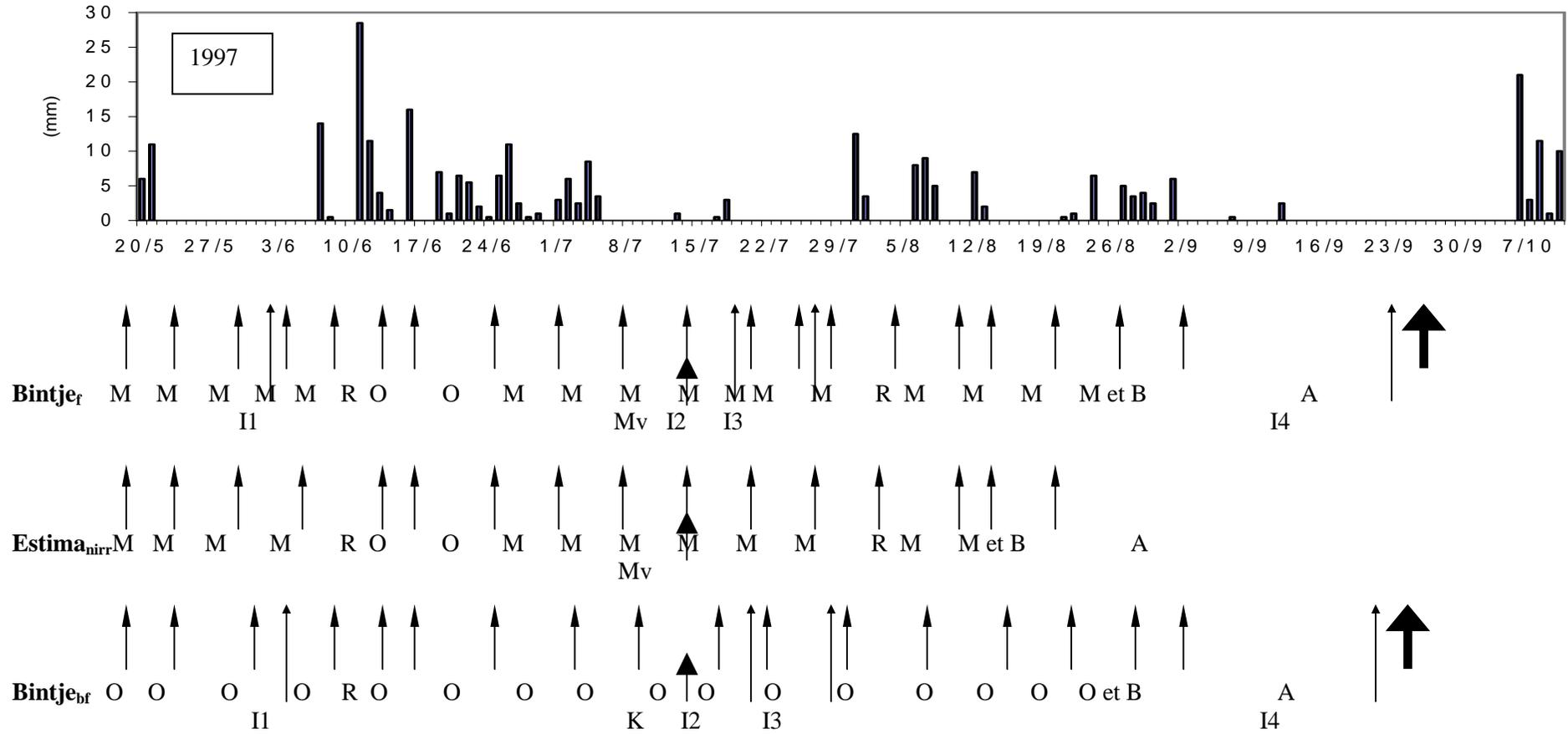
- Le déclenchement de l'irrigation dans la zone II a subi un léger retard (2 jours) pour cause de mauvaise coordination entre les deux agriculteurs associés pour l'usage de l'enrouleur et du puits communs.

Figure II.B.4 : Déroulement des interventions dans quelques parcelles pendant les campagnes 1996 et 1997
Pluviométrie de la levée des plantes à la récolte



Légende : **Bintje_f** = Bintje frais ; **Estima_{nirr}** = Estima non irriguée ; **Bintje_{bf}** = Bintje Baby food ; M = Manèbe ; D = Dithame 45 ; O = Ohayo ; R = Remiltine ; P = Pirimor ; Mv = Mavrik B ; B = Basta F1 ; I1 = irrigation numéro 1 ; A = Arrachage

Pluviométrie de la levée des plantes à la récolte



Légende : **Bintje_f** = Bintje frais ; **Estima_{nirr}** = Estima non irriguée ; **Bintje_{bf}** = Bintje Baby food ; M = Manèbe; D = Dithame 45 ; O = Ohayo ; R = Remiltine; K = Karate K ; Mv = Mavrik B ; B = Basta F1 ; I1 = Irrigation numéro 1 ; A = Arrachage

- La forte évapotranspiration des 3^{ème} et 4^{ème} semaines de juillet a mis en échec l'intervalle minimal de 7 jours entre deux tours d'eau : le bilan hydrique réalisé par C indiquait de revenir au moins un jour plus tôt sur chaque parcelle, ce qui fut impossible du fait d'obstacles structurels (durée minimale d'un tour d'eau) et conjoncturels (vent, horaires de changement de passage, proximité avec parcelle de blé mûr, etc.)

- Les **irrigations successives ont conduit à multiplier les traitements fongicides** dans les parcelles irriguées traitées avec des produits de contact classique : 21 traitements avec manèbe et 1 avec fongicide pénétrant. L'utilisation de fluazinam dans la parcelle "*Bintje baby food*" a permis de désolidariser les cycles d'irrigation des cycles de protection fongicide : la cadence prévue des traitements a pu se maintenir, d'où un moindre nombre de traitements (5 avec mancozèbe et 12 avec fluazinam). Une seule fois, l'intervalle entre passages a été de plus de 6 jours, du fait d'une moindre pression de la maladie.

En 1997, année plus pluvieuse notamment en juin, le climat a permis de limiter à 3 le nombre d'arrosages (un à partir du 3 juin, les deux suivants en 2^{ème} quinzaine de juillet). Par contre, les risques de contamination par le mildiou ont augmenté, contraignant l'agriculteur à des traitements plus fréquents pour les parcelles redevables de la modalité "*classique*", en raison du lessivage des produits par les pluies. Là encore le déroulement enregistré sur deux années climatiques nettement contrastées apparaît comme **un suivi de la planification générale**, avec des **adaptations dues au climat et à ses répercussions**, notamment phytosanitaires.

3.3. La récolte et le stockage

Les opérations de récolte et de mise en stockage constituent des phases critiques pendant lesquelles il importe de limiter les endommagements des tubercules, facteur important d'altération de leur qualité qui pénalise autant les produits destinés à l'industrie que ceux vendus sur le marché du frais. La récolte proprement dite est précédée par le défanage : la destruction des fanes avant la récolte est indispensable dans le cas des pommes de terre de conservation, car elle facilite la récolte, favorise la subérisation de la peau et permet l'obtention des calibre et teneur en matière sèche souhaités, en interrompant le fonctionnement photosynthétique de la plante. Le défanage et les opérations qui suivent (arrachage, transport à la ferme, réception et mise en tas des tubercules) ont une caractéristique commune : elles doivent être conduites obligatoirement variété par variété. Nous ne traiterons ici que du plan prévisionnel de récolte et de stockage, en renvoyant aux annexes pour l'analyse des réalisations lors des deux années.

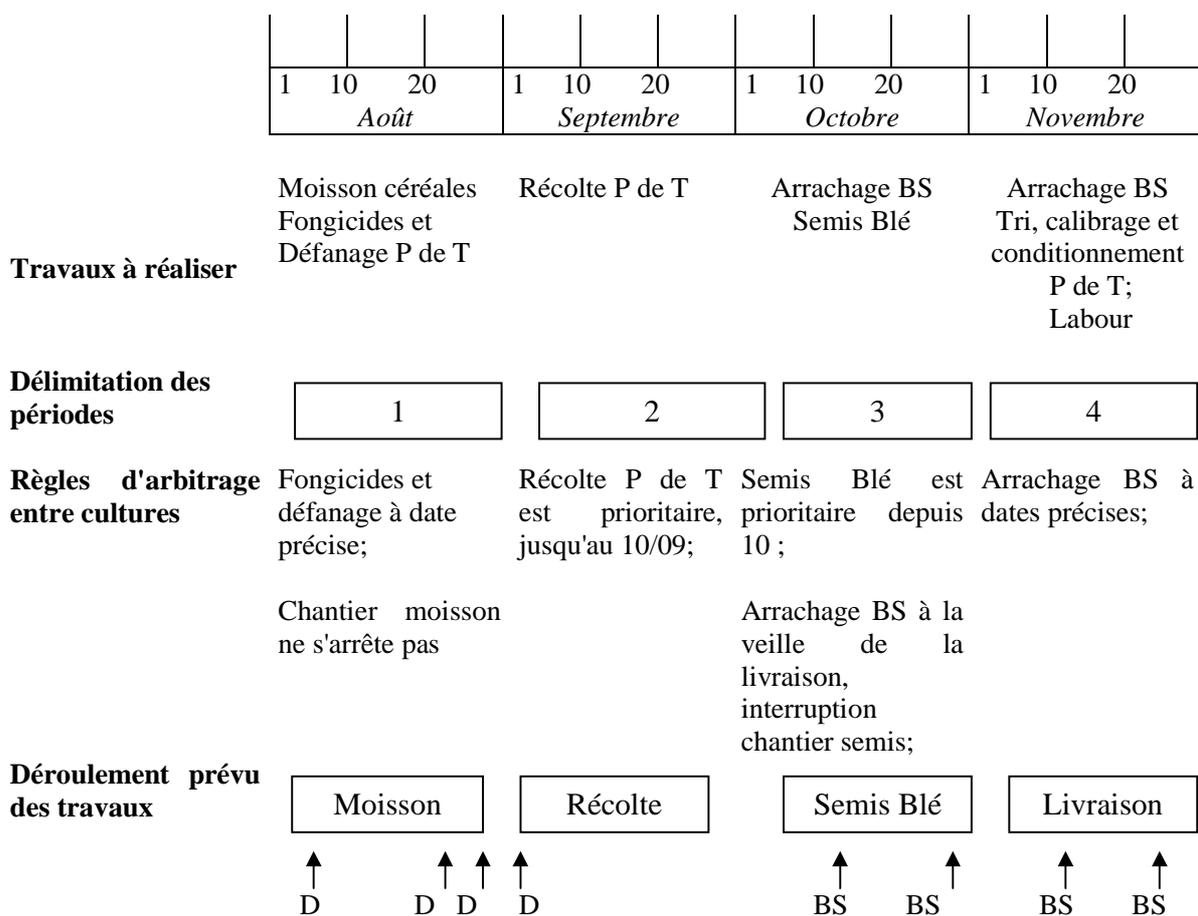
3.3.1. La récolte

Le chantier de récolte des pommes de terre représente la plus lourde charge en travail parmi l'ensemble des travaux de l'exploitation. Il mobilise entièrement la main-

d'œuvre de l'exploitation, plus un salarié temporaire, soit 4 personnes⁵⁵. La réception se limite, compte tenu de la faible disponibilité en main d'œuvre, au déterrage et au dégrenailage (tri des inférieurs à 35 mm).

C prévoit 4 semaines de récolte. Ceci tient compte des performances variables du chantier (taille des parcelles, conditions du terrain, vitesse des opérations de réception et mise en tas), des risques d'interruption dus à l'aléa climatique, et de la concurrence avec les autres travaux d'automne (récolte des betteraves et semis de blé). L'intervalle de temps prévu pour la récolte des pommes de terre est le mois de septembre (seuil final le 10 octobre). En effet, l'arrachage des betteraves et le semis de blé ne peuvent pas être menés simultanément avec le chantier de récolte des pommes de terre (*Figure II.B.5*).

Figure II.B.5 - Calendrier prévisionnel des travaux d'automne



Légende : P de T = Pommes de terre, BS = Betteraves sucrières, D = défanage

⁵⁵ le père conduit l'arracheuse, les deux salariés transportent les tubercules à la ferme et C s'occupe de la réception et de la mise en tas au bâtiment.

L'arrachage des betteraves démarre aux premiers jours d'octobre, puis a lieu tous les quinze jours jusqu'à la fin novembre (conformément au planning des pesées géométriques); C déclenche les semis de blé au 10 octobre en espérant finir avant le 30 du mois, car il sait le potentiel de rendement du blé plus élevé en octobre⁵⁶, d'où l'impératif de terminer récolte et stockage des pommes de terre avant le début des semis de blé.

3.3.2. Le défanage

C'est l'opération qui précède la phase de récolte de la culture. Il est étalé dans le temps pour des raisons liées à l'organisation de travail d'une part (anticipation du calendrier des arrachages) et aux exigences qualitatives de certaines pommes de terre d'autre part.

- Le *déclenchement* du défanage est **défini entièrement par les exigences des cahiers des charges pour certaines variétés**. Dans les autres parcelles, intervient surtout l'organisation prévue du stockage et de la livraison.

- Dans la variété Francine, l'agriculteur fait des prélèvements réguliers de tubercules, à partir de la dernière semaine de juillet, pour vérifier la teneur en matière sèche et le calibre des tubercules. En fonction des résultats, il décide d'arrêter la végétation, en sachant qu'après défanage, les tubercules perdent jusqu'à 1 % de matière sèche par jour jusqu'à la récolte.

- Le service technique de l'usine de Chips donne le feu vert pour le défanage des Saturna, en fonction des tests de "*chipabilité*" (aspect des frites) réalisés par ce service après prélèvements au champ. La date d'arrachage est aussi établie par le service technique car la livraison se faisant directement après récolte.

- Pour toutes les autres parcelles l'agriculteur cherche à maximiser le rendement, sans pourtant négliger le calibre des tubercules, ce qui le conduit à défaner quand les cultures sont déjà sénescentes.

- *L'ordre de défanage entre parcelles* est déterminé par ***l'ordre prévisionnel de récolte entre parcelles, lui-même inverse de l'ordre des livraisons des produits***. Cette règle s'impose du fait des contraintes liées au bâtiment de stockage : une seule entrée et un espace restreint à partager entre les variétés stockées. On rentre donc en premier en fond de bâtiment les variétés que l'on prévoit de livrer en dernier et inversement :

- Ainsi pour les variétés livrées ou mises sur le marché précocement (Monalisa, Samba, Mondial), C prévoit de défaner et de récolter en dernier ; il défane et récolte en premier les variétés Bintje, Estima et Nicola destinées à un stockage long : la date d'arrachage (et par anticipation de défanage) de la variété Nicola dépend d'une concertation avec le voisin, à qui C loue un bâtiment de stockage ventilé.
- L'ordre d'arrachage/ordre de livraison ne se pose pas pour les variétés Francine,

⁵⁶ Le semis du blé est cependant interrompu quand il y a des récoltes de betterave à réaliser

Saturna et Bintje Baby food, car la première est stockée dans le deuxième bâtiment non ventilé et les produits destinés à la transformation ne sont pas entreposés à la ferme.

On rappelle que l'ordre prévu de récolte, ordre inverse des livraisons, est un déterminant majeur de l'ordre de plantation entre parcelles lors de la séquence de printemps.

- Une seule *modalité de destruction des fanes* est prévue, par application chimique (4 l/ha de Basta F1 - glufosinate ammonium)⁵⁷.

3.3.3. Réception et conditionnement

Toutes les pommes de terre, les matières premières exceptées, sont déterrées et dégrenailées à 35 mm. La variété Nicola est mise en caisse palette et les autres sont stockées en vrac. Tri et calibrage des tubercules sont faits à fur et à la mesure de la livraison. Les tubercules de Bintje et Estima, qui restent plus de temps au stockage, sont mises dans la partie ventilée du bâtiment, ce qui permet l'application de l'inhibiteur chimique de germination par thermonébulisation. Les autres lots sont traités lors de la mise en tas, à l'aide d'une poudreuse à débit réglable placée au-dessus du tapis transporteur. La dose de matière active utilisée (CIPC) correspond à un tiers de la dose prescrite pour une conservation de six mois.

En confrontant ainsi exigences des cahiers des charges sur les opérations de récolte et associées (défanage, réception, stockage et traitements), on constate (*Tableau II.B.12*) :

- L'existence d'un seul lot sur la sole pour l'opération lorsque celle-ci est indifférente dans les cahiers des charges (exemple modalité du défanage), sauf lorsque des contraintes internes amènent à distinguer des lots (exemple : allotement des positionnements temporels des stockages ou des modalités de traitement en stockage compte tenu des caractéristiques du bâtiment).
- Le respect des obligations sur les produits concernés (exemple : date de défanage sur les Saturna), avec extrapolation le plus possible de l'obligation sur tout ou partie du reste de la sole, sauf si le risque pris n'est pas accepté par l'agriculteur compte tenu de ses objectifs de production (exemple : la date précoce de défanage des Saturna n'est pas extrapolée aux autres par crainte de limitation de calibre des tubercules et de matière sèche).

On aboutit donc à un nombre limité, mais variant de 1 à 4 selon les opérations, de lots de parcelles au sein de la sole de pommes de terre pour cette phase de l'itinéraire technique.

⁵⁷ L'agriculteur estime qu'il court ainsi moins des risques d'accidents physiologiques qu'avec un produit à base de diquat

Tableau II.B.12 - Les contraintes aux opérations de récolte et mise en stockage des aux cahiers des charges et allotements réalisés par l'agriculteur

TYPE DE PRODUIT			Matières Premières			Produit Fini	Produits Semi Fini		
Opération			Baby Food	Chips	Flocon	Standard brossé	Chair Ferme	Autre Variétés	Haut Gamme
<i>Défanage</i>	Modalité	Cahier Charges	I	I	I	I	I	I	I
		Allotement							
	Positionnement	Cahier Charge	I	O	I	I	I	I	O
		Allotement							
<i>Délai défanage-arrachage</i>	Positionnement	Cahier Charge	I	R	I	I	I	I	I
		Allotement							
<i>Chantier de récolte</i>	Modalité	Cahier Charges	O	O	I	I	I	I	I
		Allotement							
	Positionnement	Cahier Charge	O	O	I	I	I	I	I
		Allotement							
<i>Opérations de réception et mise en stockage</i>	Modalité	Cahier Charges	I	I	O	O	O	O	O
		Allotement							
	Positionnement	Cahier Charge	I	I	I	I	I	I	I
		Allotement							
<i>Traitement des tubercules en stockage</i>	Modalité	Cahier Charges	I	I	I	R	R	R	I
		Allotement							
	Positionnement	Cahier Charge	I	I	I	I	R	R	R
		Allotement							
<i>Tri et Calibrage</i>	Modalité	Cahier Charges	I	I	O	O	I	O	I
		Allotement							
	Positionnement	Cahier Charge	I	I	I	I	I	O	I
		Allotement							

Légende : un même grisé correspond à l'appartenance des parcelles à un même lot.

4. Les règles d'intégration des contraintes des produits sur la gestion technique de la sole de pommes de terre

A l'issue de cette étude de cas, nous pouvons conclure sur deux points majeurs :

- d'une part, les formalismes proposés à partir des modèles de gestion des ressources dans l'exploitation (terre, organisation du travail) et des modèles de gestion d'une sole se sont révélés pertinents et opérants pour décrire l'intégration par un agriculteur des exigences nombreuses liées aux cahiers des charges d'un portefeuille d'activité composite ;
- d'autre part, les façons dont C intègre ces exigences dans la conduite technique de la sole semblent relever de quelques règles communes. Nous les résumerons en trois points :

1. Lorsqu'une exigence présente un caractère obligatoire sur un type de produit, qu'elle soit signifiée en tant que telle dans le cahier des charges ou objet d'un contrôle même ex-post, C remplit cette obligation sur ce produit. Nous appellerons cela la **règle de respect des obligations**.

La plupart des recommandations faites pour un produit sont intégrées comme si elles étaient une obligation par C, notamment lorsque leur respect constitue une garantie contre certains risques : c'est le cas de l'irrigation recommandée (mais non obligatoire) pour les lavables haut de gamme, ainsi que du délai de retour de 4 ans (considéré comme garantie contre les risques phytosanitaires). Ce respect d'une recommandation peut aussi être un moyen pour C de disposer d'une aide précieuse à la décision (par exemple pour le déclenchement de l'irrigation).

2. Lorsque des opérations sont indifférentes dans les cahiers des charges, C les conçoit le **plus souvent selon une modalité et/ou un positionnement unique sur la sole dans son ensemble**. Il y donc **recherche de simplification** dans la conduite de l'ensemble de la sole..

Nous retrouvons, ici ce qui avait déjà été rencontré par Aubry (1995) dans le cas de la conduite d'une sole de blé, non marquée par des exigences exogènes. En effet, la multiplication des modalités ou positionnements d'opérations sur une sole peut entraîner des pertes de temps lors des opérations (changements de chantiers, de produits dans les pulvérisateurs, etc.) et/ou une forte charge mentale pour la gestion cognitive de l'ensemble.

3. Les **exigences ou recommandations sont le plus possible extrapolées sur la sole dans son ensemble** : nous en avons vu de multiples exemples portant sur les places dans les successions (délai de retour), les positionnements, les modalités ou les modes de raisonnement des opérations culturales. On constate donc un **effet d'entraînement** des exigences ou recommandations propres à certains produits sur l'ensemble de la sole. Lorsqu'il y a extrapolation, il peut y avoir utilisation de parcelles-guides (au sens de Aubry, 1995), c'est-à-dire de parcelles dont une caractéristique d'état observée ou mesurée (reliquat d'azote

par exemple) est extrapolée à d'autres parcelles voire à la sole dans son ensemble. Nous interprétons cet entraînement comme une forme de simplification de la gestion de la part de l'agriculteur.

Des **exceptions existent à cet effet d'entraînement** : lorsque C estime qu'une différenciation doit être faite pour remplir des objectifs ou limiter des risques qu'il n'accepte pas de courir (dates de défanage, différenciation variétale), ou lorsque l'opération prescrite amène à des coûts jugés par lui prohibitifs (exemple des produits phytosanitaires pour la baby food).

On peut penser qu'en amont, le choix même pour C d'inscrire un produit donné dans son portefeuille d'activité passe par l'analyse de la possibilité de respecter ces contraintes. L'adéquation entre la taille de la sole irrigable et les produits exigeant ou supposant l'irrigation en est un exemple dans cette exploitation.

Une conséquence de ces règles (respect, simplification) est qu'il existe au sein de la sole de pommes de terre et pour chaque décision technique, **un phénomène d'allotement des parcelles**, avec comme règle générale que le nombre de lots de parcelles est, pour une opération donnée, inférieur ou égal au nombre de produits de pommes de terre. Il est par contre au moins égal, chez C, au nombre d'obligations concernant l'opération.

Pour toute opération on a :

Nombre d'exigences obligatoires \leq (Nombre de lots de parcelles) $<$ Nombre de produits

Là encore, cette **règle d'allotement** connaît une exception : le choix variétal, qui donne lieu à une diversification plus grande que le nombre de produits de pommes de terre dans le portefeuille d'activités.

Au total et tout au long du cycle de la pomme de terre, on voit (*Tableau II.B.13*) que les allotements varient selon les opérations, et même parfois au sein d'une opération entre ses modalités et son positionnement temporel.

On ne retrouve pas chez C un "itinéraire technique" par type de produit, comme on aurait pu s'y attendre au vu du caractère composite et des exigences différenciées de son portefeuille d'activité. On constate qu'à l'instar de ce qui avait été trouvé par Aubry (1995) pour la conduite du blé, on peut distinguer plusieurs **"lots de culture"**, rassemblant les parcelles redevables de la même position dans les allotements successifs au cours du cycle. Dans la logique de constitution des allotements par opération, on constate que le nombre de lots de culture auquel on peut aboutir (s'il peut varier en fonction de ce que l'on accepte comme degré de différenciation) est inférieur au nombre de produits de pommes de terre, nonobstant ici le choix variétal.

TYPE DE PRODUIT			Matières Premières			Produit Fini	Produits Semi Fini				
Opération			Baby Food	Chips	Flocon	Standard brossé	Chair Ferme	Autre Variétés			Haut Gamme
<i>Variétés</i>	Modalités	Cahier Charges	O	O	O	I	R	I			R
		Allotement	Binje	Saturna	Binje	Binje	Nicola	Mo	Est	MI	Francine
<i>Implantation</i>	Modalités	Cahier Charges	I	I	I	I	I	I			I
		Allotement									
	Positionnement	Cahier Charges	I	I	I	I	I	I			I
		Allotement									
<i>Fertilisation azotée</i>	Modalités	Cahier Charges	O	I	I		I	I	R		
		Allotement									
	Positionnement	Cahier Charges	I	I	I		I		I		
		Allotement									
<i>Traitements fongicides</i>	Modalité	Cahier Charges	O	I	I	I	I	I	I	I	
		Allotement									
	Positionnement	Cahier Charge	I	I	I	I	I	I	I	I	
		Allotement									
<i>Traitements insecticides</i>	Modalité	Cahier Charges	O	I	I	I	I	I	I	I	
		Allotement									
	Positionnement	Cahier Charge	O	R	I	I	I	I	I	I	
		Allotement									
<i>Irrigation</i>	Modalité	Cahier Charges	R	R	I	I	R	I	R	R	
		Allotement									
	Positionnement	Cahier Charge	I	O	I	I	I	I	I	R	
		Allotement									
<i>Défanage</i>	Modalité	Cahier Charges	I	I	I	I	I	I	I	I	
		Allotement									
	Positionnement	Cahier Charge	I	O	I	I	I	I	I	O	
		Allotement									
<i>Récolte</i>	Modalité	Cahier Charges	O	O	I	I	I	I	I	I	
		Allotement									
	Positionnement	Cahier Charge	O	O	I	I	I	I	I	I	
		Allotement									
Nombre de lots de cultures			Lot I	Lot II			Lot III		Lot II		

Tableau II.B.13. Combinaison des lots de parcelles pour la plupart des opérations culturales au champ dans l'exploitation C

En effet, si l'on revient à la logique de constitution des lots par opérations et à la logique de position des différentes pommes de terre dans les terrains et les successions de culture, on propose de distinguer **trois lots de culture** dans cette sole de pommes de terre :

- l'un correspond **à la parcelle de bintje baby food** : le nombre d'obligations et leur spécificité pour ce type de pommes de terre font que l'agriculteur individualise les décisions de conduite sur cette parcelle pour plusieurs opérations, dont la fertilisation azotée, la protection phytosanitaire, la date de récolte ;
- un autre correspond aux **potatoes de terre irriguées non baby food**, qui présentent des cohérences diachroniques de conduite (raisonnement conjoint de la protection phytosanitaire et de l'irrigation par exemple) et qui sont pour beaucoup "guidées" (au sens de parcelle-guide) par la parcelle de Chips (conduite de l'irrigation, densité de plantation, etc.) ;
- un troisième correspond **aux potatoes de terre non irriguées** (dans la catégorie "semi-finies" du portefeuille d'activité) : densité de plantation réduite, fertilisation azotée différenciée, protection phytosanitaire aussi, par rapport aux précédentes.

Remarquons que pour établir cette proposition de lots de culture, issue de ce que nous avons compris des modes de raisonnement de l'agriculteur, **nous privilégions certaines logiques d'opérations** (notamment le lien logique exprimé par l'agriculteur entre irrigation, densité de plantation et protection phytosanitaire) mais nous en laissons de côté d'autres : le choix variétal, très large dans cette exploitation, ne se traduit pas de fait par une différence de conduite au champ dans le raisonnement de l'agriculteur, même s'il est fondamental pour lui par rapport à son positionnement sur les différents créneaux de commercialisation, et qu'il impose des contraintes fortes quant aux phases post-récolte (modes de stockage, etc.).

Nous constatons que la logique de constitution des lots de pommes de terre dans cette exploitation, qu'il s'agisse du raisonnement de la localisation dans les parcelles et les successions de cultures ou de la conduite technique au champ, relève, à l'instar de ce qui avait été montré sur la conduite de la sole de blé, d'un double mouvement :

- la prise en compte par l'agriculteur d'une **logique diachronique** de conduite des états du milieu et du peuplement, qui ne s'effectue pas nécessairement à la parcelle mais sur des groupes de parcelles (les irriguées, les non irriguées).
- à laquelle se surimpose une **logique synchronique de conduite de chaque opération**, où la simplification à l'échelle de la sole est une règle majeure.

Par rapport à ce que Aubry (1995) avait observé sur la sole de blé, à une époque où ne s'exerçait pas encore des exigences de conduite provenant des débouchés, on voit ici se distinguer certaines parcelles ou groupes de parcelles dédiées à certains types de produits, du fait des obligations qui pèsent sur la conduite de la culture, soit que la conduite de ces parcelles soit individualisée par l'agriculteur, soit (et/ou) que ces parcelles ou groupe de parcelles jouent un rôle de parcelle-guide pour le reste de la sole.

On a ainsi pu analyser chez cet agriculteur les règles de gestion de la sole de pommes de terre et émettre certains principes : respect des obligations, simplification du raisonnement et d'exécution des opérations culturales sur la sole passant par une logique d'allotement des parcelles, superposition pour l'ensemble du cycle d'une logique diachronique et synchronique, rôle clé de parcelle-guide des parcelles dédiées à des types de produits comportant des obligations techniques.

Ce comportement décisionnel aboutit à un *décalage entre la composition du portefeuille d'activité et celle de la gestion technique de la sole* : on a, pour chaque opération, moins de différenciation que de types de produits, et au total, on n'a pas une conduite technique par type de produits mais un regroupement en un petit nombre de lots de culture.

Ce comportement est-il une exclusivité de cet agriculteur du fait de son portefeuille d'activités particulièrement composite ou se retrouve-t-il chez d'autres exploitants présentant des portefeuilles différents ? C'est ce que nous allons traiter dans le chapitre suivant.

***C – LA GESTION TECHNIQUE DE LA POMME DE TERRE
DANS LES EXPLOITATIONS DE PICARDIE***

Dans la partie précédente nous avons proposé une représentation des règles de localisation et du plan de conduite de la culture dans une exploitation ayant un portefeuille d'activités pomme de terre diversifié. En utilisant le même procédé, nous avons analysé chaque exploitation de notre échantillon : les résultats par exploitation constituent les annexes du Tome II. Notre propos est de tester la généralisation à l'ensemble des exploitations étudiées des modes de gestion technique vis-à-vis des cahiers des charges des produits constatés dans l'étude de cas. Nous rappelons que nous avons constitué un échantillon de 16 exploitations, incluant l'exploitation C précédemment détaillée ; les chiffres romains renvoient à ces exploitations, l'exploitation C portant désormais le numéro III.

Comme dans le chapitre précédent, nous traiterons d'une part des règles de localisation de la pomme de terre dans l'assolement et la constitution des successions de cultures, d'autre part des règles de conduite technique.

1. Les décisions d'assolement et la définition des zones cultivables dans les exploitations

Parmi les variables qui définissent la zone cultivable pour une culture, les terrains et la possibilité d'irriguer sont souvent importants dans les cahiers des charges des pommes de terre de conservation. Le parcellaire, c'est-à-dire la localisation et la taille des parcelles, ne fait pas partie explicitement de ces exigences. Pour l'agriculteur cependant, des caractéristiques du parcellaire, par exemple la taille des parcelles, leur dispersion, leur accessibilité, peuvent être des contraintes endogènes importantes pour le choix d'un type de produit ou son affectation à une parcelle.

1.1. L'affectation des types de pommes de terre aux terrains

En général, les terrains jugés aptes et tolérés pour la culture de pommes de terre par les agriculteurs et les techniciens comprennent les divers types de sol limoneux. Par contre, les cranettes, les limons caillouteux, les biefs à silex et les terrains dont la teneur en argile est supérieure à 30 % sont exclus de la zone cultivable de l'espèce du fait, soit des risques de sécheresse (cranettes), soit des risques mécaniques à la récolte (cailloux, mottes sèches).

Dans les exploitations du Santerre, on constate d'une façon concordante que les terres présentant une moindre aptitude culturale (cranettes, terrains caillouteux) sont exclues pour la pomme de terre. Dans les deux autres groupes d'exploitations, les cranettes sont utilisées en irriguant ou non (II) et les limons caillouteux sont utilisés pour des pommes de terre féculente (I, V et VII) et même des pommes de terre consommation destinées à l'industrie (XI). Ces comportements renvoient largement à la proportion des différents types de sols dans l'exploitation.

En effet, les exploitations situées dans le Santerre (III, VIII, IX, XII, XIII, XV et XVI) ont pour plus de 70 % de la SAU des terrains en limon moyen, dit "*bon limon*" par les agriculteurs. Les exploitations situées dans le Vermandois ou dans le Plateau Picard, n'ont pas de limon moyen (I, II, V et VI) ou en faible quantité dans la SAU, à peine 20 % (IV). L'une d'entre elles (VII) a 55 % de la SAU en "*bon limon*" mais une partie est située dans le Santerre. Les deux autres exploitations, situées dans le Soissonnais (X, XI), ont comme sol

prédominant des limons argilo-sableux.

Les cahiers des charges des produits ne prévoient pas d'obligations précises sur l'affectation de la culture de pomme de terre à un terrain particulier ; pourtant des terrains sont de fait exclus ou d'autres recommandés. Pour les produits spécifiques destinés au débouché industriel (chips, baby food et spécifique frites), les limons caillouteux sont exclus (chocs avec les tubercules lors de la récolte provoquant des endommagements internes) et les parcelles sont dédiées. Dans le cas des produits destinés au débouché des produits lavables, on recommande d'affecter la culture de ces pommes de terre aux limons argileux (ce qui rendrait la peau plus claire) et aux limons moyens. Les produits finis n'ont pas d'exigences portant sur les terrains ; mais quand l'agriculteur a des possibilités de tri avant le conditionnement, la culture de pomme de terre peut être affectée même à des limons caillouteux, puisqu'il est possible de se débarrasser des cailloux. Le *Tableau II.C.1* enregistre l'affectation des types de produits aux terrains dans chaque exploitation. On constate que les produits indifférents quant au type de terrain (fécule et produit fini) sont affectés à tous les terrains considérés comme acceptables pour l'espèce pomme de terre. Les produits semi-finis sont situés en limon moyen (III, IX, XII, XIII, et VII) et en limon argileux (III et V). Les pommes de terre spécifiques pour la transformation industrielle sont mises sur les limons moyens (III, IX, XII, XIII, XIV, XV) et les limons argileux (II, X, XI). La Bintje destinée au débouché industriel frites (VIII, XV et V), sans exigences pour le terrain ni nécessité de parcelles dédiées, est mise sur les limons moyens ou limons argileux.

1.2. L'irrigation, un aménagement nécessaire ?

La possibilité d'irriguer est une condition obligatoire pour accéder à certains créneaux, notamment les types de produit destinés à la transformation industrielle, sauf ceux associés à la variété Bintje où l'irrigation peut être seulement recommandée et non obligatoire. L'irrigation n'est pas exigée non plus pour les produits destinés au marché du frais conditionné. Pour les pommes de terre du type "*chair ferme haut de gamme*", il est recommandé d'avoir l'irrigation ; en revanche elle est indifférente pour les autres types de produits lavables. On constate dans notre échantillon qu'un équipement d'irrigation est présent dans toutes les exploitations du Santerre et dans certaines (II, VI, VII, X) des autres régions. Ces exploitations, à l'exception des XIV, VI et X (équipement récent), font aussi des légumes de conserve irrigués (pois de conserve, épinard, flageolet, etc.). Les exploitations X et XI sont des cas particuliers : elles ont des quotas de Bintje destinée à la transformation, et la Coopérative à laquelle elles sont associées ne leur impose pas l'irrigation.

On constate au *Tableau II.C.2* que toutes les exploitations productrices de pommes de terre destinées à la transformation, pour lesquelles l'irrigation est obligatoire, font face à cette exigence. Les exploitations qui font des pommes de terre lavables haut de gamme, irriguent ces produits aussi, bien que l'irrigation ne soit que recommandée. La Bintje, même quand l'irrigation est indifférente (marché libre), est de fait souvent irriguée (II, VI, VII, VIII, XIX, XII, XIV, XV), alors que d'autres variétés visant le même marché ne le sont pas (II, XII, XIV, XV). Une des exploitations engagées avec la coopérative irrigue (X) et l'autre non (XI). Ainsi, au-delà de son caractère obligatoire, l'irrigation, dont la présence est souvent corrélée à celle des légumes de conserve, est considérée comme une assurance par les agriculteurs pour la plupart des produits.

Tableau II.C.1 – L'attribution des pommes de terre aux terrains vis-à-vis des cahiers des charges des produits

		Matière Première					Produit Fini			Produit Semi Fini			
		Fécule	Chips	Flocon Spécifique	Appertisé Spécifique	Frites spécifique	Frites	Flocon	Standard	Autres Variétés	Chair ferme HG	Chair ferme	Autres variétés
		Multiproduit											
Type	Exploi tation	Contrainte sur le type de terrain											
		I	O →Lm La	I	O →Lm La	O →Lm La	R→ Lm La	I	I	I	R→ Lm La	R→ Lm La	R→ Lm La
Ia	X	La	-	-	La	La	-	-	-	-	-	-	-
	XI	La	-	-	-	La	-	-	-	-	-	-	-
	XII	-	-	-	-	-	-	-	Lm ; cran	-	-	-	-
Ib	I	Lb ; La	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	-	La	-	-	-	-	La; cran	La; cran	La	-	-	-
	IV	-	-	-	-	-	-	-	Lm; La	-	-	-	-
	V	Lb	-	-	-	-	La	La	La	-	-	La	-
II	VI	-	-	-	-	-	-	-	La	La	-	-	-
	VII	Lb;La; Lh ;Lm	-	-	-	-	-	Lm ; La	Lm ; La	-	-	-	Lm
	IX	-	-	-	-	Lm	-	Lm	Lm	-	Lm	-	Lm
	XV	-	Lm	-	-	-	Lm	Lm	Lm	Lm	-	-	-
	XVI	-	Lb	Lb	-	Lb	-	-	Lb	Lb	-	-	-
III	VIII	-	-	-	-	Lm	Lm	Lb; Lm	Lb : Lm	-	-	-	-
	XIII	-	Lm	-	-	-	-	Lm (cran)-	Lm	-	-	-	-
	XIV	-	Lm	-	-	-	-	-	-	-	-	Lm	-

Lm = Limon moyen ; **La** =Limon argileux ; **Lb** = Limon battant ; **Lh** =Limon hétérogène ; **Cra** = Cranette

Tableau II.C.2. L'irrigation face aux cahiers des charges des produits de pommes de terre

Contrainte du Cahier des charges		Matière Première					Produit fini			Produits Semi Fini			
		Fécule	Chips	Flocon spécifique		Frites spécifique	Frites	Flocon	Standard	Autres	Chair ferme HG	Chair ferme	Autres variétés
							Produit multiple (Bintje)						
		<i>I</i>	<i>O</i>	<i>O</i>		<i>O</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>	R	<i>I</i>	<i>I</i>
Ia	X	non	-	-	-	-	oui	-	-	-	-	-	-
	XI	non	-	-	-	-	non	-	-	-	-	-	-
	XII								non				
Ib	I	non	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	-	oui	-	-	-	-	Oui une partie	Oui une partie	non	-	-	-
	IV	-	-	-	-	-	-	-	non	-	-	non	-
	V	non	-	-	-	-	non	non	non	non	-	non	-
II	VI	-	-	-	-	-	-	-	oui	oui	-	-	-
	VII	non*	-	-	-	-	-	une partie	une partie	-	-	-	oui
	IX	-	-	-	-	oui	-	oui	oui	-	oui	oui	oui
	XV	-	oui	-	-	-	oui	oui	oui	non	-	-	-
	XVI	-	oui	Oui	-	oui	-	oui	oui	non			
III	VIII	-	-	-	-	oui	oui	oui	oui	-	-	-	-
	XIII	-	oui	-	-	-	-	oui	oui	-	-	-	-
	XIV	-	oui	-	-	-	-	-	-	-	-	oui	-

** S'il y a de parcelles de féculé à côté des parcelles de pomme de terre de consommation irriguées, elles peuvent être aussi irriguées*

1.3. La zone cultivable

Ainsi, la définition de la zone cultivable de l'espèce pomme de terre, mais aussi celle de chaque type de produit résulte, d'une part **des exigences des cahiers de charges et**, d'autre part **de la proportion des différents types de sol et de l'accès à l'irrigation** : il existe dans ces exploitations, à l'instar de ce qu'on avait vu chez l'exploitant C, **une hiérarchie entre les terrains disponibles par rapport à la composition du portefeuille d'activités pomme de terre**. Lorsqu'une exigence est obligatoire (accès à l'irrigation) ou recommandée (accès à l'irrigation, type de sol), elle est toujours suivie par l'agriculteur, car c'est une condition d'obtention du contrat ou encore, pour lui, une assurance de pouvoir le remplir ; c'est particulièrement le cas où l'agriculteur irrigue pour être sûr d'obtenir les calibres désirés. Une règle générale est que les meilleurs terrains (types de sols à aptitudes supérieures, irrigués, etc.) sont en priorité destinés aux pommes de terres matières premières avec cahier des charges exigeants (type frites spécifiques, baby food ou chips) lorsqu'ils existent dans le portefeuille d'activité, et en second lieu aux produits semi-finis du marché du frais lavable.

Ce mode de définition des zones cultivables nous amène à considérer que la décision stratégique de taille de la sole pour les produits ayant des exigences ou recommandations quant aux terrains est fortement déterminée par la taille de la zone cultivable de ces produits dans l'exploitation. Constatant que sur certaines exploitations la culture de légumes exigeant l'irrigation est antérieure à celle de la pomme de terre, on peut penser que les légumes irrigués ont été un facteur au moins favorable (sinon décisif) pour intégrer dans ces exploitations des pommes de terre ayant une exigence ou une recommandation sur l'irrigation.

2. L'insertion des pommes de terre dans les successions de cultures

2.1. Délai de retour et taille de la sole

En général, les cahiers des charges ne fixent pas de délai de retour de la pomme de terre sur une même parcelle. Néanmoins, pour la transformation en frites, les surfaces et tonnages contractés avec la firme McCain explicitent un délai de retour minimal de quatre ans. Pour les lavables, les mêmes délais de retour minimaux sont aussi recommandés pour limiter les risques de transmission de gale notamment.

Toutes les exploitations ayant cette exigence pour les frites dans les contrats avec Mc Cain, ainsi que celles faisant des pommes de terre lavables respectent un délai de retour de quatre ans sur les parcelles concernées et l'étendent parfois à l'ensemble de la sole. (Tableau II.C.3).

Tableau II.C.3. Les délais de retour face aux cahiers des charges des produits de pommes de terre

	Matière Première					Produit fini			Produits Semi Fini			
	Fécule	Chips	Baby Food	Flocon Spécifi.	Frites spécifique.	Frites	Flocon	Standard	Autres	Chair ferme HG	Chair ferme	Autres variétés
						Produit multiple (Bintje)						
Contrainte du Cahier des charges	I	I	I	I	O → 4 ans	I	I	I	I	R → 4 ans	I	I
Ia	X					4						
	XI	6				4						
	XII							7				
Ib	I	4										
	II		4				4	4	4			
	IV							8				
	V	4				4	4	4			4	4
II	III		4	4			4	4		4	4	4
	VI							4	4			
	VII	3					4	4				4
	IX				4		4	4		4	4	4
	XV		4				4	4	6	4		
	XVI		3								3	
III	VIII				4	4	4	4				
	XIII		4				4	2 / 4				
	XIV		3							3		

I = Indifferent ; **R** = Recommandé (> 4 ans) ; **O** = Obligatoire (> 4 ans)

Le délai de retour est ainsi la seconde variable pouvant déterminer les tailles de sole, au moins pour certains produits. On constate à cet égard plusieurs comportements (*Tableau II.C.4*).

Tableau II.C.4. Taille de la sole de pommes de terre dans les exploitations

Exploitation	Zone Cultivable /SAU	Sole théorique (ZC/4)	Sole effective (donnée 1997)
I	220/220	55	32
II	255/340	63	60
III	171/176	43	43
IV	102/102	25	10
V	95/142	23	27
VI	57/57	14	14
VII	223/250	55	60
VIII	124/144	31	23
IX	200/200	50	42
X	250/350	62	70
XI	360/550	90	20
XII	330/370	82	45
XIII	175/188	44	48
XIV	68/68	17	28
XV	105/105	26	26
XVI	185/185	46	57

- Certaines exploitations déterminent une sole maximale pour l'espèce en fonction du rapport entre la zone cultivable et un délai de retour uniforme de 4 ans (II, III, VI, XV) : on peut donc considérer qu'elles maximisent la sole tout en limitant les risques phytosanitaires pour l'ensemble des produits.
- D'autres ont des soles totales plus importantes que cette sole maximale théorique liée au délai de 4 ans, car elles accordent un délai de retour plus court (3 ans) aux pommes de terre n'ayant pas d'exigence obligatoire ou recommandée sur ce critère. Le "dépassement" est variable selon, notamment, la proportion des pommes de terre "indifférentes" dans le portefeuille d'activités : 10 % de sole en plus (V, VII, XIII), 10 à 20 % pour X et XVI et plus de 30 % (car toute la sole est calculée sur un délai de retour de 3 ans) pour l'exploitation XIV. Ces exploitations respectent cependant les obligations et recommandations, lorsqu'elles existent, notamment sur les produits

lavables, et peuvent même pour cela aller jusqu'à des échanges de parcelles avec des voisins (V, XIII).

- D'autres exploitations enfin ont une taille de la sole de pommes de terre inférieure à la taille théorique, notamment du fait de délais de retour plus longs : ces exploitations ne cherchent pas à maximiser leur sole, notamment parce qu'elles sont engagées prioritairement dans d'autres productions (I, XII) ou redoutent des difficultés d'organisation du travail (équipement insuffisant, main-d'œuvre limitante) si la sole s'accroît (IV, VIII, IX, XI).

Ces délais de retour étant liés à la réduction des risques phytosanitaires (notamment la gale commune), on peut penser que les exploitations qui raccourcissent le délai à 3 ans prennent des risques phytosanitaires. En tout état de cause, on voit jouer dans les exploitations, pour déterminer la taille de la sole, la contradiction entre le souci d'augmenter celle-ci et celui de diminuer les risques phytosanitaires. Il serait essentiel de mieux éclairer, sur un plan agronomique, la réalité des risques phytosanitaires liés au délai de retour, compte tenu de l'importance de cette variable dans la détermination des tailles de sole dans le processus de décision des agriculteurs.

2.2. Les précédents culturaux

Les précédents culturaux ne sont pas abordés dans les cahiers des charges, nous les considérerons donc toujours comme indifférents. D'une façon générale, le blé prédomine largement comme précédent cultural dans les exploitations de notre échantillon (plus de 55 % de la surface en pomme de terre), ce qui résulte du fait que le blé occupe au moins 40 % de la surface cultivée dans toutes nos exploitations. La betterave sucrière et les légumes sont des précédents moins fréquents mais qui peuvent exister.

On peut voir dans les exploitations qu'il n'y pas de régularité concernant l'association d'une culture précédente donnée avec un produit déterminé de pomme de terre. Certains exploitants donnent cependant des préférences à la betterave comme précédent aux cultures de pommes de terre lavable ; ils invoquent la même raison que celle avancée par l'exploitation C (III) : ce précédent est censé réduire les risques de gale. Cependant, cette préférence ne s'exprime que lorsqu'elle ne remet pas en cause les délais de retour des différentes cultures de l'assolement.

Il serait fastidieux de décrire l'ensemble des successions de cultures dans lesquelles s'inscrit la pomme de terre et les blocs de culture qui en découlent dans les exploitations. On trouvera ces données dans les annexes spécifiques du Tome II. Signalons cependant quelques règles communes :

(i) la succession de cultures Blé-Pommes de terre-Blé-Betteraves se rencontre de façon majoritaire dans toutes les exploitations qui ont à la fois betteraves et pommes de terre dans l'assolement. S'il y a des lavables haut de gamme, la succession est modifiée pour faire se succéder Betteraves et Pommes de terre tout en conservant un délai de retour de 4 ans.

(ii) les blocs de culture sont, en premier lieu, déterminés par l'irrigation et donc liés à

la présence de cette technique comme exigence dans les cahiers des charges.

3. La conduite technique de la pomme de terre dans les exploitations

Nous avons vu dans le cas étudié précédemment que les règles de conduite technique d'une sole de pommes de terres composée d'un portefeuille diversifié d'activités étaient marquées : au niveau de chaque opération culturale, à la fois par un respect des obligations sur un produit donné et par un souci global de simplification ; au sein de la sole, par des allotements de parcelles différenciés selon les opérations. Nous avons pu renseigner les variables et règles de décision conduisant à ces allotements.

Dans ce qui suit, et à partir de l'analyse des 15 autres exploitations, menée chacune de façon similaire à celle présentée en détail précédemment, nous n'allons pas rediscuter en détail les variables et règles de décision que nous pouvons représenter. Nous renvoyons aux annexes du tome II pour leur illustration dans chaque cas. Nous chercherons ici à tester la généralisation de ce comportement d'allotement des opérations culturales dans les soles de pommes de terre (§ 3.1) donc nous nous focaliserons sur les unités de gestion, puis nous en tirerons les enseignements en termes de principes généraux de gestion (§ 3.2), avec leur résultante en termes de combinaisons sur l'ensemble du cycle.

3.1. Les allotements d'opérations culturales dans les exploitations

Nous avons vu préalablement que les opérations culturales ont des statuts variés selon les types de produits de pommes de terre (obligatoire, recommandé, indifférent) et que, dans l'exploitation C, ces statuts se traduisent par des comportements précis. Nous allons tester la généralisation de ces comportements à partir de l'examen, d'une part d'opérations "*indifférentes*", d'autre part d'opérations "*obligatoires*" ou recommandées. Nous n'analyserons ici que les principales de ces opérations, en renvoyant aux annexes pour plus de détails.

3.1.1. Les opérations dites "*indifférentes*"

Nous avons vu dans l'exploitation C que, lorsqu'une opération culturale n'est l'objet d'aucune exigence ou recommandation pour les produits de pommes de terre présents dans l'exploitation, l'agriculteur conçoit alors cette opération culturale de façon homogène sur la sole, sans différencier les types de produits. Selon les compositions des portefeuilles d'activité, il existe, sur l'ensemble de la sole, plus ou moins d'opérations ne présentant pas de contraintes particulières et par conséquent qualifiées d"*indifférentes*". Mais on constate que, pour l'ensemble de nos exploitations, sont systématiquement "*indifférentes*" les dates et modalités de plantation (hors choix variétal), le buttage (dates et modalités) et le désherbage, car aucun des cahiers des charges n'y fait référence.

Nous pouvons illustrer ce qui précède à partir de l'exemple de l'opération de plantation ; nous avons reporté sur le *Tableau II.C.5* ce qui concerne les modalités de chantiers et les durées prévues de plantation dans les exploitations. On constate qu'il

n'existe, dans chaque exploitation, **qu'un seul chantier prévu d'implantation**, variable entre exploitations dans sa composition et ses performances, car fonction de l'équipement propre de l'exploitation et de l'organisation du travail prévue à cette période.

De même, on constate comme règle générale que les implantations sont prévues de manière suivie, en évitant les interruptions par d'autres travaux ; la plantation se place avant (le plus souvent) ou après le semis des betteraves, car il est rarement possible (XII et XIV) de réaliser ces deux opérations en même temps. La durée de la plantation est fonction de la taille de la sole et de la performance du chantier (intégrant le fait que chez les éleveurs, compte tenu des travaux d'astreinte, le temps consacré dans une journée aux travaux de plaine se trouve réduit.). Le déclenchement de la plantation (non illustré ici) est déterminé en premier lieu par des règles liées à l'organisation du travail et par les règles de faisabilité relatives aux conditions de praticabilité du sol : dans les exploitations, l'ordre de plantation des parcelles est déterminé essentiellement par le type de sol, notamment par sa vitesse de ressuyage et une règle générale est qu'on commence la plantation par les parcelles de texture les plus légères pour finir par les plus argileuses⁵⁸.

En conséquence, on observe dans toutes les exploitations **un seul lot prévisionnel de parcelles, à savoir la sole de pommes de terre dans son ensemble, tant pour le positionnement temporel de la plantation que pour les modalités de chantier**. Seuls des ajustements conjoncturels, dus au climat de l'année ou à des circonstances accidentelles (pannes) peuvent entraîner au sein d'une exploitation des différenciations de positionnement temporel de la plantation (plus rarement encore de chantier) au sein d'une sole, qui ne sont alors pas liés aux types de produits de pommes de terre.

Si la plantation est un exemple-type d'opération "indifférente" et de fait homogénéisée au sein de la sole, il en est de même dans toutes nos exploitations pour les opérations de désherbage et buttage (ou positionnement temporel de l'apport d'azote), mais nous ne l'illustrons pas ici. Pour les opérations systématiquement indifférentes, l'analyse des exploitations révèle donc les mêmes comportements décisionnels que ceux constatés chez C : **l'opération "indifférente" est réalisée de la même manière dans toutes les parcelles de la sole de pommes de terre**. Dès lors, l'opération (modalités et positionnement sur la sole) n'est déterminée que par les seules contraintes endogènes de l'exploitation.

⁵⁸ On n'a pas retrouvé chez d'autres que C un ordre de plantation directement lié à l'ordre des récoltes, lui-même fonction des contraintes de bâtiment.

Tableau II.C.5– Les chantiers de reprise et plantation de la pomme de terre

Type	Expl.	Taille sole / Nombre parcelles	Modalité du chantier	Perfor mance	Durée en bonnes conditions	Simultanéité avec opérations concomitantes		
						Semis BS	Desh BS	N Blé
Ia	X	70/5	$J_i \rightarrow (T1+H1+H1)*2$ $T2+Pl+H2$	6 ha/j	12 j	Non	Oui	Oui
	XI	25/3	$J_i \rightarrow (T1+Vc+H1)*2$ $T2+Pl+H2$	8 ha.j	3j	Non	Oui	Oui
	XII	45/4ou5	$J_i \rightarrow Can+ T1+Hr+H1$ $T2+Pl+H2$	7ha/j	6-7 j	Oui	Oui	Oui
Ib	I	32/3	$J_i \rightarrow (T1+Vc+H1$ $(T2+Hr+H2)*2$ $T3+Pl+H1$	5-6 ha/j	5j	Non	Non	Non
	II	60 / 7	$J_{i-1} \rightarrow (T1 + Vcr + H2) \times 2$ $J_i \rightarrow (T2 + Hr + H3) \times 1$ $T3+ Pl+ H1 + H4 (surv)$	10 ha/j	8j	Non	Oui	Oui
	IV	10 / 5	$J_{i-1} \rightarrow (T1 + Vc + H2) \times 1$ $J_i \rightarrow (T2 + Hr + H2) \times 2$ $T3 + Pl. + H1$	4 ha/j	3 j	Non	Non	Non
	V	28 / 5 (23 + 5)	$J_{i-1} \rightarrow (T1 + Hr + H2) \times 1$ $J_i \rightarrow (T1 + Hr + H2) \times 1$ $T2 + Pl. + H1$	5 à 6 ha/j	5 j	Non	Non	Non
	VI	14 / 2	$J_{i-1} \rightarrow (T1 + Hr + H2) \times 1$ $J_i \rightarrow (T1 + Hr + H2) \times 1$ $(1/2j)T2 + Pl. + H1$	6 à 8 ha/j	2j	Non	Non	Non
II	VII	65/6 (40 +25)	$J_{i-1} \rightarrow (Vc+T1+Vc+ H2) \times 1$ $J_i \rightarrow (T2 + Rh + H3) \times 1$ $T3+ Pl+ H1 + H4 (surv)$	10 ha/j	9 j	Non	Non	Non
	IX	40,5/2	$J_{i-1} \rightarrow (T1 + Vc + Kq + H2) \times 2$ $J_i \rightarrow (T2 + Hr + pVc + H3) \times 1$ $T3 + Pl. + H1 + H4 (surv)$	12 ha/j	6 j	Non	Non	Non
	XV	26/ 4	$J_{i-1} \rightarrow T1 + Can + H1$ $J_i \rightarrow (T1 + Can + H1)*2$ $T2+Pl+H2$?	?	Non	Oui	Oui
	XVI	57 / 4	$J_{i-1} \rightarrow (T1 + Vc + Rh + H2) \times 2$ $J_i \rightarrow (T2 + Vc + Rh + H3) \times 1$ $T3 + Pl. + H1 + H4(surv)$	6 à 8 ha/j	10 j	Non	Oui	Oui
III	VIII	29 / 3	$J_{i-1} \rightarrow (T1 + Vc + Kq + H2) \times 2$ $J_i \rightarrow (T1 + Vc + Kq + H2) \times 1$ $T2 + Pl.+ H1 + H3 (surv)$	6 ha/j (*)	6 j	Non	Non	Non
	XIII	48 / 7	$J_{i-1} \rightarrow (Vc +Kq+ T1+ Vc+Kq$ $+ H2) \times 2$ $J_i \rightarrow T2 + Hr+Pl + H1+H3$ $(surv)$	8 ha/j (*)	8 j	Non	Non	Non
	XIV	25,5 / 4	$J_{i-1} \rightarrow (T1 + Can + H2) \times 1$ $J_i \rightarrow (T2 + Can + H3) \times 1$ $T3 + Pl+ H1 + H4 (surv)$	12 ha/j (*)	3j	Oui	Oui	Oui

Légende : J_{i-1} = Veille de la plantation, J_i = Jour de la plantation ; T_i = Numéro du tracteur, H = Herse rotative, Vc = Vibroculteur, Kq = Crosskill, Can = Canadien, Rh = Rotoherse, Pl = Planteuse ; H_i = Homme n°i ; Rem = Remorque ; $surv$ = Surveillance ; $Desh$ = Désherbage, N = Apport d'engrais azoté ; (*) Eleveurs donc commençant la plantation après les soins aux animaux (limitation de performance journalière)

3.1.2. Les opérations dites "*obligatoires*" ou "*recommandées*"

Nous l'avons vu précédemment, d'autres opérations, telles que le choix variétal, la fumure phospho-potassique, la fertilisation azotée, la densité de plantation, les traitements phytosanitaires, l'irrigation ou le défanage, peuvent présenter des exigences, différentes selon le type de produit. Ces exigences peuvent concerner, comme nous l'avons vu : (i) des *modalités d'intrants* – choix de la variété, des modalités de traitements fongicides et insecticides, des plants et densités de plantation ; (ii) le *positionnement temporel* des opérations – le déclenchement des traitements fongicides et insecticides, de l'irrigation, la date de défanage et de récolte, mais aussi (iii) des *outils de décision* concernant dates, produits ou doses pour la fertilisation azotée, les traitements fongicides et insecticides, l'irrigation et pour le défanage. Cela s'applique en particulier, nous l'avons vu, aux pommes de terre destinées à la transformation industrielle ("*matière première*"). Or, parmi les exploitations de notre échantillon, seule une (IV) ne fait pas de pomme de terre "*matière première*" et l'exploitation I ne fait que des pommes de terre féculé. Toutes les autres font au moins un type de pomme de terre "*matière première*" présentant des exigences sur la conduite technique.

On rappelle qu'on avait noté chez C un double comportement à propos de ces exigences sur la conduite technique (i) l'application systématique de l'exigence obligatoire et souvent, de la recommandation dans le type de produit concerné, (ii) une tendance à l'extrapolation des exigences obligatoires, voire recommandées, à tout ou partie de la sole de pommes de terre. Cependant, nous avons vu que cette extrapolation n'était pas systématique et que, en particulier lorsque l'exigence représentait un coût élevé (fongicides spécifiques), elle n'était pas extrapolée.

Dans ce qui suit, nous allons donc examiner, à partir de quelques exemples d'opérations culturales, comment ces exigences sont prises en compte lorsqu'elles existent, c'est-à-dire comment elles se traduisent sur la conduite des pommes de terre concernées et des autres pommes de terre présentes dans la sole. Nous allons traiter d'exigences portant sur un outil de décision (mode de raisonnement de la fertilisation azotée), sur une modalité d'intrant (choix variétaux) et sur un positionnement temporel d'opération (défanage). Nous renvoyons aux annexes du Tome II pour une description systématique des autres opérations.

3.1.2.1. La fertilisation azotée

Nous avons vu que plusieurs cahiers des charges intègrent de façon obligatoire (frites spécifiques McCain, Baby-food) ou recommandée (Chips, appertisées, flocons spécifiques, autres frites) des exigences sur les doses d'azote (pas sur leur positionnement temporel), du fait du poids de cet élément sur le rendement de la culture mais aussi des risques liés à son excès éventuel (diminution de la qualité du produit *via* la teneur en nitrates, le risque de cœur creux, etc.). Lorsque ces exigences existent, elles se traduisent à travers le mode de raisonnement de l'apport d'azote par le bilan prévisionnel, avec mesure de reliquat sur la parcelle concernée par le type de produit. Le *Tableau II.C.6* montre que il y a, dans l'ensemble des exploitations de notre échantillon, trois façons de gérer la décision "*dose d'azote*" sur la sole de pommes de terre :

Tableau II.C.6 – Raisonement des doses d'azote par les exploitants face aux exigences des produits.

Type	Exploitation	Matière Première						Produit Fini			Produit Semi Fini		
		Fécule	Chips	Flocon Spécif.	Appart. Spécif.	Frites spécif.	Frites	Flocon	Standard	Autres variétés	Chair femelle HG	Chair femelle	Autres variétés
		Multiproduit											
Contraintes sur l'apport d'azote													
		I	R → D _{BP}	R	R	O → D _{BP}	R	I	I	I	R	I	I
Ia	X	D _{fixe}	-	-	D' _{fixe}	-	D' _{fixe}	-	-	-	-	-	-
	XI	D _{fixe}	-	-	-	-	D' _{fixe}	-	-	-	-	-	-
	XII								D _{fixe}				
Ib	I	D _{fixe}	-	--	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	-	*D _{BP}	-	D _{pg}	-	-	D _{BP}		D _{pg-20}	-	-	-
	IV	-	-	-	-	-	-	-	D _{fixe}	-	-	-	-
	V	-					D _{fixe}	*D _{fixe}		-	-	D _{pg+30}	
II	VI	-	-	-	-	-	-	-	D _{fixe}	D _{fixe}	-	-	-
	VII	D _{pg}	-	-	-	-	-	*D _{BP} et D _{BP-20} (Nirr)		D _{BP-20}	-	-	-
	IX	-	-	-	-	*D _{BP}	-	D _{BP}		-	D _{pg-40}	-	D _{pg}
	XV	-	D _{BP}				D _{BP}	D _{BP}	D _{BP}	D _{BP}			
	XVI	-	D _{fixe}	D _{fixe}	-	D _{fixe}	-	D _{fixe}	D _{fixe}		-	-	
III	VIII	-	-	-	-	*D _{BP}	D _{pg+30}	D _{pg}		-	-	-	-
	XIII		*D _{BP}	-	-			D _{pg-30}	D _{pg}		-	-	-
	XIV	-	D _{pg - 100**}	-	-	-	-	-	-	-	-	*D _{BP}	-

D_{BP} = Dose déterminée par le bilan prévisionnel avec mesure du reliquat fin d'hiver ; D_{fixe} = Dose fixe ; D_{pg} = Dose déterminée à partir d'une parcelle guide ;
 * signale la parcelle guide pour déterminer la dose sur d'autres parcelles ; ** : Utilisation de lisier

- **Catégorie a)** la fixation d'une ou plusieurs doses sur la sole, grâce à des références régionales diffusées par les services de développement, ou en fonction de l'expérience propre. (I, IV, V, VI, X, XI, XII, XVI).
- **Catégorie b)** l'utilisation de la méthode du bilan prévisionnel azoté dans une parcelle affectée à un produit ayant cette exigence (obligatoire ou recommandée), en utilisant cette parcelle comme parcelle-guide pour déterminer les doses d'azote dans les autres (III, VII, VIII, XIII, XIV).
- **Catégorie c)** l'utilisation du bilan prévisionnel avec mesure du reliquat dans plusieurs parcelles de la sole, que ceci soit une exigence ou non, en utilisant éventuellement ces parcelles comme guides pour d'autres (II, IX, XV).

En croisant ces modes de raisonnement avec la diversité des portefeuilles d'activité, on constate : (i) que les exploitations n'ayant que des produits où cette exigence est indifférente (I, IV, VI) fixent une dose unique (*Catégorie a*) mais elles ne sont pas les seules (XVI) ; (ii) que les exploitations ayant une exigence obligatoire sur l'une des parcelles respectent cette exigence, en s'en servant comme parcelle-guide (VIII, IX) sauf XVI ; (iii) que les exploitations ayant seulement une (ou plusieurs) recommandations sur cette dose d'azote dans leurs portefeuilles d'activités en pommes de terre se distribuent entre les trois catégories. Le nombre de doses d'azote différenciées sur la sole de pommes de terre est le plus souvent inférieur, voire très inférieur, au nombre de catégories de produits (*Figure II.C.1*). Le mode de raisonnement des doses est largement indépendant du nombre final de doses sur la sole ; cependant les exploitants de la *Catégorie c*, possédant un portefeuille diversifié (au moins 4 produits), figurent parmi ceux qui différencient le plus de doses sur leur sole.

Figure II.C1. Nombre de types de produits et nombre de lots de doses d'azote

Types de produits							
7			III				
6							
5	XVI		IX		XV		
4		V VII VIII		II			
3		X XIII					
2	VI I	XI XIV					
1	IV XII						
	1	2	3	4	5	6	7
							NLots

- **Légende :** **Abscisse** = Nombre de lots de doses d'azote sur la sole ; **Ordonnées** : Nombre de types de produits sur la sole ; I = Numéro de l'exploitation, I = Catégorie a, III = Catégorie b, IX = Catégorie c (voir texte)

On a donc, pour cette décision "dose d'azote", un respect général de la consigne de raisonnement de la dose par le bilan prévisionnel sur le produit concerné lorsqu'il s'agit d'une obligation, mais une attitude plus variée lorsqu'il s'agit seulement d'une recommandation. On

note une nette tendance à la simplification du nombre de doses différentes sur la sole, que ce soit à travers la fixation d'une seule dose ou à travers l'utilisation d'une parcelle "obligée" comme parcelle-guide. On montrerait de façon similaire que le positionnement de l'apport d'azote, objet d'aucune recommandation, ne donne lieu qu'à la constitution d'un seul lot dans chaque exploitation.

A titre d'information supplémentaire, nous avons effectué un diagnostic sur l'adéquation de la fertilisation pratiquée aux besoins des plantes (*Encadré II.C.1*) sur 21 parcelles dans trois exploitations, dont l'une appartient à la catégorie a (dose fixe), les deux autres à la catégorie c (bilan par parcelle). Ce diagnostic montre que l'utilisation du bilan azoté n'est pas une garantie d'adéquation correcte des doses aux besoins des plantes, puisque de nombreuses parcelles ayant fait l'objet d'un calcul de la dose par la méthode des bilans ont des points figuratifs de la teneur en azote sensiblement au-dessus de la courbe de dilution. Cet écart pourrait être dû à une surestimation des rendements potentiels. Ces résultats sont toutefois la preuve que la consigne de respecter le bilan azoté dans le calcul de la dose, ne peut pas garantir un taux d'azote dans la plante et particulièrement de nitrates pour les "baby-food".

3.1.2.2. Le choix variétal

Les variétés pour certaines productions industrielles sous contrats avec des usines sont spécifiées et à ce titre, obligatoires ou fortement recommandées (Russet Burbank pour les frites, Saturna pour les chips, Bintje pour certains flocons ou baby-food, etc.). Pour les autres créneaux du marché, l'agriculteur fait son propre choix de variétés, éventuellement coordonné avec une structure d'aval (certaines lavables). Nous avons croisé, d'une part le nombre de types de produits et le nombre de lots de variétés présents sur la sole, d'autre part le nombre de variétés obligatoires ou recommandées croisé avec ce même nombre de lots (*Figure II.C.2 a et b*).

On remarque, d'une manière convergente avec ce qui a été vu dans l'exploitation C (ici numéro III) :

- **un nombre de lots de variétés très voisin du nombre de types de produits.** Mais il n'y a pas de correspondance stricte entre un type de produit et une variété : certaines variétés conviennent pour plusieurs types de produits, notamment la Bintje, qui confirme dans l'ensemble de l'échantillon son caractère polyvalent ; les trois cas où le nombre de produits est supérieur au nombre de lots variétaux sont le fait d'exploitants jouant au maximum la polyvalence de la Bintje ; inversement, certains produits sont obtenus avec plusieurs variétés (notamment produits semi-finis).
- **un respect systématique de la ou des variétés obligatoires**, et bien souvent une **diversification variétale par rapport à ce nombre obligatoire** (plus de lots que de variétés obligatoires ou recommandées). Cette diversification est dans les exploitations le fait de deux phénomènes : (i) la diversification pour certains créneaux (marché du frais lavable notamment), (ii) dans les exploitations ne disposant pas d'irrigation sur toute leur zone cultivable, le choix de variétés plus résistantes à la sécheresse dans les parcelles non irriguées.

Encadré II.C.1. Diagnostic sur l'adéquation du mode de fertilisation aux besoins des cultures.

Ce diagnostic consiste à comparer la teneur en azote de la matière sèche totale à proximité de la récolte à la courbe théorique de la teneur critique en azote, qui représente l'alimentation optimale de la plante. Pendant la campagne de 1996 nous avons utilisé cette méthode pour évaluer la conduite de la fertilisation azotée pour trois exploitations : III, VII et IX. La courbe théorique utilisée est disponible pour la fécula et adaptée à la Bintje.

La manière de gérer la fertilisation azotée dans les exploitations III et VII appartient à la catégorie b, et l'exploitation IX à la catégorie c. Au contraire des exploitations III et IX, qui disposent d'un portefeuille d'activités en pomme de terre variés et donc de nombreuses variétés, l'exploitation VII présente un nombre de types de produits plus limité et moins de variétés (Bintje, Estima et une féculière. Dans la figure au-dessous, les teneurs en azote mesurées dans les vingt et une parcelles de ces exploitations sont représentées.

Figure II C 3.3 Teneur en azote de la matière sèche totale à proximité de la récolte (campagne

1

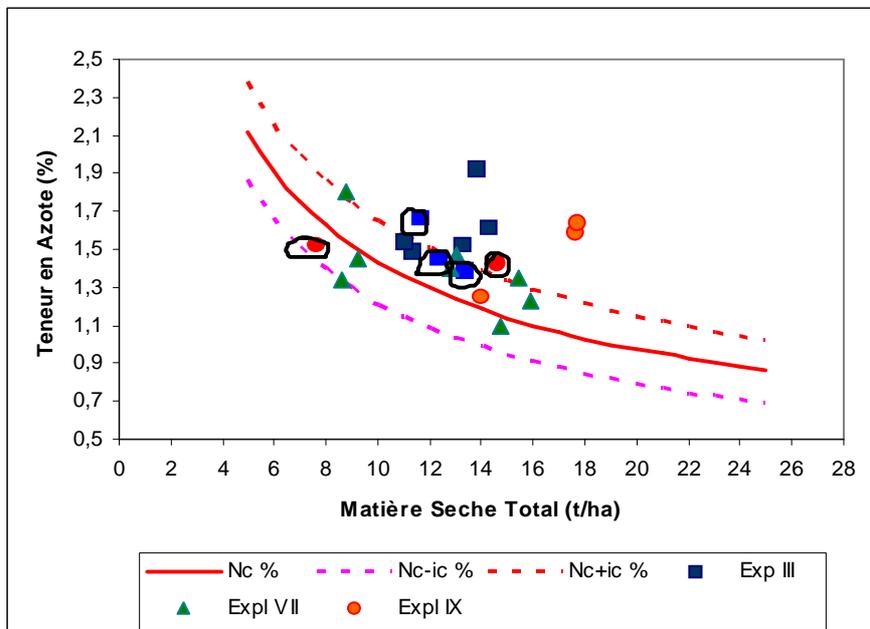
9

9

6

)

.



Nous pouvons constater que les parcelles de l'exploitation VII restent dans les limites de la courbe enveloppe. Pour l'exploitation III, quatre parcelles sont situées hors des limites de la courbe enveloppe, et trois parcelles pour l'exploitation IX. Les points entourés dans le graphique représentent les parcelles portant des produits pour lesquels le bilan prévisionnel avec la mesure du reliquat au début du cycle a été obligatoire ou recommandée. Cette exigence a été mise en pratique par les exploitants concernés.

On constate que l'emploi du bilan prévisionnel, même individualisé, n'est pas une garantie de positionnement ad-hoc par rapport à la courbe: on peut craindre dans les parcelles situées au dessus de la courbe une disponibilité en azote trop forte, avec des conséquences éventuellement défavorables sur la qualité du produit et/ou sur l'environnement. Cette exigence de moyen « bilan » dans certains cahiers des charges n'est donc pas une garantie de résultat valable. Nous avançons, sans toutefois pouvoir le démontrer rigoureusement ici, que la définition de rendements-objectifs par

les agriculteurs (ou par les cahiers des charges) est probablement à l'origine de ces positionnements non optimaux

Figure II.C.2 - Choix variétal, types de produits et exigences obligatoires

Types de produits		(a)						
7								III
6								
5			XVI		IX XV			
4		V	VIII	II VII				
3			X	XIII				
2		VI XI	I XIV					
1	IV XII							
		1	2	3	4	5	6	7 <i>NLots</i>

N Variétés Ou R		(b)						
7								
6								
5								
4								
3			VIII X		IX XV			III
2			XVI	XIII				
1		XI	I XIV	VII				
0	IV XII	V		II				
		1	2	3	4	5	6	7 <i>NLots</i>

- **Légende** : **Abscisse** = Nombre de lots variétaux sur la sole ; **Ordonnées** = Nombre de types de pommes de terre sur la sole ; **I** = numéro de l'exploitation)

3.1.2.3. Le positionnement du défanage

L'opération de défanage, on l'a vu, peut faire l'objet de recommandations, voire d'obligations pour certains produits. Là encore, nous avons croisé dans l'ensemble des exploitations, le nombre de produits, le nombre d'obligations quant à la date de défanage et le nombre de lots réalisés par l'agriculteur sur la sole de pommes de terre (Tableau II.C.7).

Tableau II.C.7 – Positionnement du défanage

Exploitation	Nombre de produits	Nombre de dates de défanage obligatoires	Nombre de lots de positionnement du défanage	
I	2	0	1	
II	4	1	2	O sur chips
III	7	2	2	idem
V	4	1	2	idem
VI	2	0	1	
VII	4	1	2	idem
VIII	4	2	1	O sur Bintje
IX	5	2	1	O sur Bintje
X	3	1	2	O sur chips
XI	2	0	1	
XII	1	2	2>	
XIII	3	1	2	O sur chips
XIV	2	1	2=	O sur chips
XV	5	3	3	
XVI	5	2	2	O sur chips

Légende : *Exploitation IV* : Donnée non disponible ; **O** = Obligation

On constate, pour les dates de défanage, **un nombre de lots inférieur ou, au plus, égal au nombre de types de produits** : l'allotement conduit à ne pas décider d'une date par type de pommes de terre. Lorsqu'il n'y a pas d'exigence obligatoire ou recommandée sur ce positionnement du défanage, l'agriculteur ne constitue qu'un lot (souvent basé sur une recherche du rendement maximum donc sur une date la plus tardive possible - cas des exploitations I, VI et XI).

Lorsqu'il existe une ou plusieurs obligations ou recommandations on constate : (i) le respect par l'agriculteur de l'exigence pour le type de produit concerné, (ii) une attitude différente selon que l'obligation est exprimée sur des chips ou pas. En effet, lorsqu'elle est exprimée sur des chips, la date de défanage est généralement précoce et une tendance générale des agriculteurs est alors d'isoler ce lot et d'appliquer une date plus tardive sur les autres parcelles pour obtenir un meilleur rendement : c'est pourquoi on a dans ces cas un nombre de lots supérieur au nombre d'obligations ; par contre, si l'obligation porte sur une autre variété, en particulier la Bintje, la date imposée (fondée alors sur une maturité optimale de la parcelle) est extrapolée pour des raisons de commodité de chantier, à l'ensemble de la sole.

Ainsi, on voit à travers ce positionnement du défanage s'illustrer de nouveau un phénomène constaté chez C : **l'extrapolation d'une obligation sauf lorsque celle-ci conduit à prendre un risque que l'agriculteur n'accepte pas.**

3.2. Les principes de gestion technique sur la sole

L'examen de l'ensemble des exploitations de notre échantillon montre que les principales conclusions tirées dans l'exploitation C examinée précédemment se retrouvent largement. On peut les exprimer sous forme de deux principes qui se traduisent par ce que nous avons déjà appelé un effet d'entraînement, et d'une conséquence sur la constitution de lots de culture.

3.2.1. Le principe de respect d'une obligation

Si une opération est obligatoire sur un type de produit, l'agriculteur qui a choisi de faire ce type de produit respecte cette obligation au moins sur ce type de produit.

Nous avons vu de plus que la recommandation d'une opération sans véritable obligation (c'est-à-dire de fait, sans contrôle), est souvent suivie par les agriculteurs sur les types de produits où cette recommandation est exprimée. Ceci n'est cependant pas systématique : pour la fertilisation azotée, nous avons constaté que certains ne suivent pas la méthode du bilan lorsqu'elle n'est que recommandée, au profit d'une dose unique sur toute la sole.

3.2.2. Le principe de simplification

Lorsqu'une opération est indifférente sur la sole dans son ensemble, elle est conçue pour être simplifiée le plus possible, c'est-à-dire généralement pour être appliquée sous une seule modalité (ou une seule séquence de positionnement temporel) sur l'ensemble des parcelles de la sole, sans différenciation des types de produits. Il peut exister cependant des différenciations liées à des contraintes endogènes à l'exploitation.

3.2.3. L'effet d'entraînement

Si une opération est obligatoire sur un produit et pas sur d'autres, on constate, à l'instar de ce qui a été vu dans l'exploitation C, que l'agriculteur ***extrapole le plus possible l'obligation sur la sole***, au moins sur la partie de la sole non soumise à une autre obligation concernant la même opération. Dans le cas où existent, pour une opération donnée, plusieurs obligations différentes, le principe d'entraînement peut conduire à découper la sole en plusieurs lots, chacun dépendant d'une parcelle-guide. Nous avons vu ce cas pour la fertilisation azotée (Catégorie c, où plusieurs parcelles de la sole font l'objet de mesures de reliquats azotés obligatoires ou recommandées).

Nous appelons cela l'effet d'entraînement. Il résulte des deux principes précédents : en effet, il consiste à "*simplifier*" la gestion d'une opération culturale sur une sole composite en extrapolant l'obligation que l'on se doit de respecter. On constate dans ce qui précède l'existence de cet effet d'entraînement sur diverses opérations, qu'il s'agisse de modalités, de positionnement ou de modes de raisonnement. L'utilisation de parcelles-guides est fréquente pour raisonner ces opérations. Exemple : ***On déroge cependant à ce principe d'entraînement*** dans les cas où l'obligation faite sur une opération est ***très coûteuse*** (coût de phytosanitaires spécifiques de baby-food plus élevé que les autres

produits), **trop risquée** (dates de défanage précoce pouvant compromettre le rendement sur le reste de la sole) et/ou (nous ne l'avons pas montré ici mais constaté dans d'autres exploitations) **trop complexe** ou trop consommatrice en temps de travail.⁵⁹

3.2.4. Conséquences : les lots de parcelles et les lots de culture

L'application de ces principes conduit, dans chaque exploitation et pour chaque opération culturale, à la constitution de lots de parcelles. A l'échelle de l'ensemble du cycle cultural, on constate, à l'instar de ce qui a été montré dans l'exploitation C, qu'on peut aboutir, sur la base des unités de gestion de l'agriculteur, à un certain nombre de lots de culture.

On observe (*Tableau II.C.8*) de façon logique avec ce qui précède, que le nombre de lots de parcelles par opération est le plus souvent inférieur au nombre de produits de pommes de terre présents dans la sole, mais supérieur ou égal au nombre d'obligations concernant l'opération. On constate que seul le choix variétal peut donner lieu à un nombre de modalités supérieur au nombre de produits de pommes de terre du portefeuille d'activité : dans tous les cas, il s'agit de diversification liée au marché du frais.

On a donc pour toute opération autre que le choix variétal, qu'il s'agisse de positionnement temporel, de modalité ou de mode de raisonnement

$$N \text{ obligations} \leq N \text{ lots} \leq N \text{ produits}$$

De même lorsque l'on retrace l'ensemble de la conduite technique au cours du cycle, on s'aperçoit que l'agriculteur a toujours tendance à n'aboutir qu'à un petit nombre de lots de culture, le plus souvent inférieur, rarement égal, au nombre de produits de pommes de terre. Précisons qu'à l'instar de C, nous avons construit ces lots sans tenir compte de la différenciation variétale, puisqu'on constate qu'elle ne s'accompagne d'une conduite différenciée que lorsqu'il s'agit d'un type de produit présentant des exigences obligatoires autres que la variété (exemple : baby food ou frites spécifiques). Lorsqu'il y a un grand nombre de lots de culture (exploitations II et XV), cela correspond à la différenciation d'un petit nombre d'opérations (densité de plantation, fertilisation azotée, voire défanage).

Par contre, ce n'est pas toujours le type de produit qui induit la différenciation la plus forte au sein de la sole : une différenciation majeure, que l'on avait déjà trouvée chez C, est la présence de parcelles irriguées et non irriguées, se différenciant alors non seulement par l'irrigation elle-même mais souvent de façon combinée, au moins par la conduite de la fertilisation azotée et des traitements phytosanitaires.

⁵⁹ Par exemple, le déclenchement de l'irrigation par utilisation de tensiomètre sur une parcelle contractualisée a été réalisé un temps par l'exploitation IX, en se servant de la parcelle équipée comme d'une parcelle-guide mais en la traitant spécifiquement. Cependant, la complexité de gestion et le temps de travail requis a conduit rapidement l'agriculteur à abandonner cette gestion.

Tableau II.C.8. Les allotements d'opérations culturales dans la sole de pommes de terre face à la diversité du portefeuille d'activité (hors exploitation C – III)

Exploitations		I	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Nombre de produits de pommes de terre		2	4	1	4	2	4	4	5	3	2	1	3	3	5	5
Plants	Variété	3	4	1	2	2	4	3	5	3	2	2	4	3	4	3
	Préparation	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2
	Traitement	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
	Calibre	2	2	1	3	2	3	3	3	2	2	5	2	3	3	3
Fumure	Densité	2	4	1	2	1	3	4	3	2	2	3	2	3	3	3
	Positionnement	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Azote	Modalité	1	4	1	2	1	2	2	3	2	2	1	2	1	4	1
	Positionnement	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Irrigation	Modalité	-	2	1	-	1	2	2	1	2	-	2	1	1	1	1
	Positionnement	-	1	1	-	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1
Fongicide	Modalité	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1
	Positionnement	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Insecticide	Modalité	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Positionnement	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
Défanage	Modalité	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1
	Positionnement	1	2	-	2	1	2	1	1	2	1	2	2	3	3	3
Récolte	Modalité	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1
	Positionnement	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	3	1
Nombre de lots de culture		2	4	1	2	1	2	1	3	2	1	2	2	2	4	3

On illustre donc la généralisation de ce qui avait été constaté chez C :

- (i) la conduite technique sur l'ensemble du cycle d'une parcelle de pommes de terre résulte d'une double logique, diachronique à travers le raisonnement des relations entre opérations successives dans le temps, mais aussi et surtout synchronique, résultant de la position de cette parcelle dans les allotements successifs des opérations culturales ;
- (ii) il n'y a pas de conduite technique différenciée par produit, sauf pour les cahiers des charges exprimant des obligations simultanément sur plusieurs opérations culturales hors choix variétal ; même avec un portefeuille d'activités diversifié, l'agriculteur tente au maximum de simplifier la conduite de l'ensemble de la sole.

Il ressort des principes précédents que sur un produit fini ne présentant pas de contraintes, que ce soit sous forme d'obligation ou de recommandation, comme la Bintje destinée au marché du frais standard, les modes de raisonnement d'une opération sont pour partie dépendants du portefeuille d'activité. Nous

l'avons constaté dans le cas du mode de raisonnement de la fertilisation azotée (Cf. *Tableau II.C.6*). En effet :

- Quand on ne trouve dans l'exploitation que des produits finis (cas des exploitations IV, VI XII), l'agriculteur applique une dose fixe aux parcelles de Bintje.
- Mais lorsque les exploitations ont dans leur portefeuille d'autres produits soumis à des obligations ou des recommandations sur la fertilisation azotée, on constate une grande diversité de modalités d'application pour la Bintje : sur certaines, la dose d'azote est toujours fixe (Catégorie a) ; sur d'autres, cette dose est extrapolée d'une parcelle soumise à obligation (Catégorie b) ; sur d'autres enfin, le bilan prévisionnel est généralisé toutes les parcelles de la sole, notamment les parcelles cultivées en Bintje destinée au marché du frais (Catégorie c).

PARTIE III – DISCUSSION ET PERSPECTIVES

1. Les apports du mémoire

Notre travail permet de généraliser les modèles qui génèrent les différents itinéraires techniques constitutifs d'une sole dans une exploitation. En 1995, Christine Aubry montre dans sa thèse que, par souci de simplification, pour chacune des opérations culturales d'une espèce donnée (en l'occurrence, le blé), l'agriculteur traite les parcelles d'une même sole en les allottant. D'une opération à la suivante, les lots ne sont pas les mêmes. Mais un certain nombre de parcelles sont allotées de façon identique tout au long du cycle cultural ; ils constituent ainsi autant d'itinéraires techniques différents. A l'époque de cette thèse, la culture du blé n'était pas sensiblement influencée par des contraintes externes à l'exploitation sous la forme de cahiers des charges. Aussi le principe de simplification à l'origine des allottements successifs des parcelles n'était supposé résulter que de facteurs internes à l'exploitation : organisation du travail, simplification des achats d'intrants, allègement de la charge mentale....

En étudiant la gestion de la sole d'une espèce cultivée qui, dans une même exploitation, fournit plusieurs produits soumis aux respects de cahiers des charges différents (la pomme de terre), nous avons fait l'hypothèse que, moyennant des adaptations, les résultats obtenus par Aubry (1995) pouvaient être généralisés.

Avant d'aller plus loin et en nous appuyant sur une étude bibliographique analysant l'effet de la conduite de la culture sur les différents critères de qualité, nous avons vérifié qu'effectivement les grandes catégories de produits : "*matières premières*", "*produits semi-finis*" et "*produits finis*" donnent lieu à des coordinations de natures différentes entre l'agriculteur producteur et ses acheteurs. Nous avons pu ainsi spécifier les exigences des produits obtenus à partir de la pomme de terre. L'analyse a donc été menée sur un échantillon d'exploitations ayant des portefeuilles de produits variés et, par ailleurs, une gamme différenciée d'autres cultures.

Les cahiers des charges contenant souvent des exigences de délais de retour entre deux cultures de pomme de terre, nous ne pouvions pas nous contenter des modèles utilisés dans la thèse de C. Aubry (1995). Nous donc eu recours aux modèles de décision d'assolement proposés par Maxime *et al.* (1995, 1997) et nous avons ainsi combiné des modèles de génération des successions de cultures et d'itinéraires techniques tels qu'ils sont présentés dans Aubry *et al.* (1998 a) et Papy (2001).

Au principe de simplification déjà utilisé pour comprendre la genèse des successions de cultures et des itinéraires techniques, nous avons ajouté le principe de respect d'une obligation. Certains agriculteurs l'appliquent même parfois pour de simples recommandations. Ces deux principes se traduisent par un effet d'entraînement, sur tout ou partie de la sole, des exigences exprimées pour un ou plusieurs produits particulièrement contraignants. Ainsi que nous l'avons signalé plus haut, les négociants en "*produits semi-finis*", comme par exemple les pommes de terre lavées ou les pommes de terre "*haut de gamme*", ne s'y trompent pas, qui choisissent leurs fournisseurs parmi les agriculteurs ayant, par ailleurs, des contrats avec l'industrie (Le Bail & Lepage-Carlotti, 1996).

Pour aller plus loin dans la généralisation, il faudrait comprendre comment sont générés des systèmes de culture dans des exploitations, pour deux catégories nouvelles de situations :

1. la superposition de cahiers des charges portant sur plusieurs espèces végétales ;
2. l'introduction d'exigences environnementales se rajoutant aux exigences déjà contenues dans les cahiers des charges qui portent sur la qualité des produits.

Comment les agriculteurs peuvent-ils gérer des cahiers des charges aussi divers dans l'exploitation ? Retrouve-t-on dans ces cas les deux principes de simplification et de respect d'une obligation et leur conséquence : l'effet d'entraînement ?

Nous posons là une nouvelle question de recherche.

2. Les limites du mémoire

Même en limitant, comme nous l'avons fait, notre étude à la satisfaction de multiples cahiers des charges sur une seule espèce, nous avons cependant laissé de côté deux grandes catégories de questions.

Tout d'abord, nous n'avons pas cherché à étudier **si les cahiers des charges**, portant sur les manières de produire, **étaient pertinents vis-à-vis des objectifs visés** : les obligations de moyens conduisent-elles aux résultats souhaités ? Cette question, que nous avons envisagée un instant de traiter, nous aurait conduit trop loin. Nous aurions pu l'aborder si nous avions disposé de modèles agronomiques sur les différentes variétés de pomme de terre, tant leurs comportements sont différenciés. Mais, contrairement au blé, la pomme de terre n'a pas donné lieu à autant d'efforts de modélisation. Nous ne disposions de modèle agronomique que pour la Bintje, manifestement impropre à représenter le comportement des autres variétés (Duchenne, 1995).

La seule vérification que nous ayons présentée sur la validité des cahiers des charges a porté sur la fertilisation azotée. Nous avons alors montré que satisfaire à l'exigence du calcul de la dose par la méthode du bilan ne garantit nullement que l'on rationne l'azote comme cela est recherché pour certains produits ; preuve que des recherches sur la pertinence des obligations de moyens sont bien nécessaires.

Ensuite, notre étude **ne peut prétendre constituer une démarche complète d'aide à la décision** : comprendre et formaliser les manières de faire des agriculteurs sur la conduite culturale d'une espèce ne peut être qu'une étape préliminaire. Pour aller plus loin, il faudrait franchir deux autres étapes :

- En supposant inchangés les choix stratégiques qui portent sur la superficie totale cultivée, les niveaux et qualités d'équipement et de main-d'œuvre, l'assolement pratiqué, il faut savoir si l'on peut pratiquer autrement, c'est-à-dire connaître les marges de manœuvre : **quelles sont les caractéristiques de l'organisation qui permettraient de dire si telle exploitation peut ou non accepter d'autres cahiers des charges ?** Nous n'avons pas réellement étudié

cette question.

- Mais il faut également identifier **les décisions d'ordre stratégique qu'il faudrait remettre en cause pour adopter un nouveau cahier des charges** ; nous n'avons pas non plus poussé nos investigations dans ce sens.

Il s'avère donc nécessaire de poursuivre des recherches sur la gestion des exploitations agricoles soumises à de fortes contraintes externes, ce qui n'a pas été approfondi jusqu'à présent.

3. Perspectives pour le développement de dispositifs d'assurance qualité

Les exploitations agricoles sont actuellement en relations de plus en plus étroites avec des entreprises d'aval de plus en plus contraignantes. Ces dernières exigent des agriculteurs qu'ils soient capables de répondre aux cahiers des charges qui leur sont proposés ; c'est une garantie de durabilité de bonnes relations tout à fait appréciable de part et d'autre.

Or les agents de contact de chacune des différentes entreprises d'aval ne connaissent leurs fournisseurs agriculteurs que du seul point de vue de la filière concernée. Ils n'ont pas conscience que les agriculteurs ont des possibilités très variées de satisfaire aux cahiers des charges, tant sont complexes les interrelations entre systèmes de culture au sein des exploitations. Cette connaissance exige des compétences particulières sur le fonctionnement des exploitations agricoles. Sans doute certaines entreprises ont-elles essayé de mobiliser de telles compétences, mais cela revient cher et grève les coûts de transaction.

Dans un tel contexte, la mise en œuvre d'un dispositif d'assurance qualité des exploitations est avantageuse tant pour les exploitants que pour les entreprises qu'ils fournissent. Il peut permettre aux premiers de valoriser leurs savoir-faire auprès des entreprises et à celles-ci, d'externaliser un service de garantie dont elles ont besoin auprès de leurs propres clients.

C'est bien un tel dispositif qui se met en place en Picardie sous l'appellation de **Quali'terre®**. Il nécessite que se développent de nouvelles compétences tant pour conseiller les agriculteurs que pour réaliser des audits. La formalisation du fonctionnement technique des exploitations et de l'interdépendance des systèmes de culture entre eux est un élément majeur de ces nouvelles compétences, auquel notre travail a tenté de contribuer.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR, 1996. *Gérer et assurer la qualité. Qualité et efficacité des organisations*. Ed. AFNOR, Paris, 6^{ème} édition, 699 p.
- AGRESTE, 1994. Données n°24, Picardie/Nord-Pas de Calais, septembre 1994.
- Allaire, G., 1995. De la productivité à la qualité, transformation des conventions et régulations dans l'agriculture et l'agro-alimentaire. *In: La grande transformation de l'agriculture*, G. Allaire & R. Boyer (Eds), Paris, INRA Ed. Economica, 99, 381-410.
- Allen E.J., Scott R.K., 1980. An analysis of growth of the potato crop. *J. agric. Sci. Camb.*, 94, 583-506.
- Attonaty J.M., Chatelin M.H., Mousset J., 1993. A Decision Support System based on farmer's knowledge to assist him in decision making about work organization and long term evolution. *International Seminar of CIGR Models Computer Programs and Expert Systems for Agricultural Mechanization*. Florenza, Italy, 1-2/10. Actes, pp. 8-22.
- Aubry C., 1995. *Gestion de la sole d'une culture dans l'exploitation agricole. Cas du blé d'hiver en grande culture dans la région picarde*. Thèse INA-PG, Paris, 271 pp. + annexes.
- Aubry, C., 2000. Une modélisation de la gestion de production dans l'exploitation agricole. *Rev. fr. Gestion*, 129, 32-45.
- Aubry C., Chatelin M.H., 1997. Farmer's technical decisions representation and decision support. *In: Model-based decision support in agriculture. Proc. of the INRA-KCW Workshop on Decision Support Systems*, H.F.M. Ten Berge & A. Stein. (Eds). Proc. of the INRA-KCW Workshop on Decision Support Systems. Laon, 22-23 October, octobre 1997, pp. 65-71.
- Aubry C., Cerf M., de Sainte Marie C., Valceschini E., 1994. Introduction générale. Qualité, Territoire et Développement Agricole. Quelles problématiques? *In: Qualité et systèmes agraires: techniques, lieux, acteurs. Etud Rech. Syst. agr. Dév.*, M. Cerf et al. (Eds), 1994, pp. 11-18.
- Aubry C, Biarnès A., Maxime F., Papy F., 1998a. Modélisation de l'organisation technique de la production dans l'exploitation agricole : la constitution de systèmes de culture. *Etud Rech. Syst. agr. Dév.*, 31, 25-43.
- Aubry C., Papy F., Capillon A., 1998b. Modelling decision-making processes for annual crop management. *Agric. Syst.*, 56, 45-65.
- Augustin J.R., McDole E., Painter C., 1977. Influence of fertilizer, irrigation and storage treatments on nitrate-N content of potato tubers. *Amer. Potato J.*, 54, 125-136.
- Bedin P., Gravouelle J.M., Malet M., Martin M., Foucault J.J.C., Grolier N., Riback A., 1993. *Quelques aspects de la fertilisation azotée de la pomme de terre*. Compte-rendu de fin d'étude ITPT, 57 p.
- Besson P., Bouquin H., 1991. Identité et légitimité de la fonction contrôle de gestion. *Rev. fr. Gestion*, pp. 60-71.
- Bolstansky L, Thévenot L., 1987. Les économies de la grandeur. *Cah. du Centre d'Etudes de l'Emploi*, n°31, Paris, PUF.

- Burton W.G., 1989. Post-harvest physiology. *In : The potato*, W.G. Burton (Ed.), 3rd ed., Longman Scientific & Technical, Harlow, pp. 423-522.
- Capillon A., 1993. *Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques*. Thèse de Doctorat de l'INA-PG, Paris, Tome I et II, 48 et 301 p.
- Capillon A, Valceschini E, 1998. Exploitations agricoles et entreprises agro-alimentaires. Les coordinations contractuelle et agronomique dans le secteur des légumes transformés. *Etud Rech. Syst. agr. Dév.*, 31, 259-276.
- Cerf M, Maxime F, Papy F, Beguin E, Perrot C., 1995. *Une typologie à dire d'experts des exploitations agricoles en Picardie*. Doc. INRA SAD-PG, Ch. Régionale d'Agriculture de Picardie, Institut de l'Elevage, 68 p + Annexes.
- Cersan C., 1997. *Pratique de l'assurance qualité*. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 161 p.
- Chambre d'Agriculture de la Somme, 1997. *Typologie des exploitations agricoles de la Somme - Recueil de données*. Document CA Somme, Amiens, 89 p.
- Chatelin M.H., Mousset J., 1997. Decision support for work organization and choice of equipment. *In : Model-based decision support in agriculture*, H.F.M. Ten Berge & A. Stein. (Eds), Laon. Proc. of the INRA-KCW Workshop on Decision Support Systems. Laon, 22-23 October, pp. 59-64.
- Chatelin M.H., Aubry C., Leroy P., Papy F., Poussin J.C., 1993. Pilotage de la production et aide à la décision stratégique. Le cas des exploitations en grande culture. *Cah. Econ. Soc. rurales*, 28, 120-138.
- Collectif, 1995. Synthèse des travaux effectués dans le Santerre par les étudiants. INIP "Enjeux et stratégies des productions végétales au niveau régional", INA-PG Département AGER, Paris, mars 1995, 182 p.
- Collier G.F., Wurr D.C.E., Huntington, 1978. The effect of calcium nutrition on the incidence of internal rust spot in the potato. *J. agric. Sci., Camb.*, 91, 241-243.
- Collier G.F., Wurr D.C.E., Huntington, 1980. The susceptibility of potato varieties to internal rust spot in the potato. *J. agric. Sci., Camb.*, 94, 407-410.
- Cromack H.T.H., 1981. Purple discoloration on the flesh of potato tubers. ADAS, Trawscoed.
- Cronk T.C., Kuhn G.O., McArdle F.J., 1974. The influence of stage the maturity, level of nitrogen fertilization and the storage on the concentration of solanine in tubers in three potato cultivars. *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.*, 11, 163-168.
- Dean B.B., Jackowiak N., Nagle M., Pavek J., Corsini D., 1993. Blackspot pigment development of resistant and susceptible *Solanum tuberosum* L. genotypes at harvest and during storage measured by three methods of evaluation. *Amer. Potato J.*, 70, 201-217.
- Doré T., Sebillotte M., Meynard J.M., 1997. A diagnostic method for assessing regional variations in crop yield. *Agric. Syst.*, 54, 169-188.
- Dounias I, 1998. *Modèles d'action et organisation du travail pour la culture cotonnière : cas des exploitations agricoles du bassin de la Bénoué au Nord Cameroun*. Thèse INA-PG, Paris, 208 p + annexes.

- Duchenne Th., 1995. *Comparaison de l'élaboration du rendement de deux variétés de pomme de terre pour l'adaptation de méthodes de diagnostic*. Thèse de Docteur INA-PG, 107 p + annexes.
- Dufour A., Hatchuel G., Loisel J.P., 1997. Les opinions des Français sur la qualité et sur les risques sanitaires des produits alimentaires. *CREDOC, Collection des rapports n° R191*.
- Duru M., Papy F., Soler L.G., 1988. Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 74, 81-91.
- Engels C.H., Marschner H., 1987. Effets of reducing leaf area and tuber number on the growth rates of tubers on individual potato plants. *Potato Res.*, 30, 177-186.
- Eymard-Duvernay F., 1995. La négociation de la qualité. *In : Agro-alimentaire : une économie de la qualité*, F Nicolas & E Valceschini (Eds), INRA Ed., Economica, Paris, pp. 39-50.
- François A., 1971. *Réflexions et propositions en vue de renforcer la politique de qualité en matière de produits alimentaires*. Paris, Ministère de l'Agriculture.
- Giard V., 1988. *Gestion de la production*. Paris, Editions Economica, Coll. Gestion.
- Gravouelle J.M., 1993 Les sucres de la pomme de terre. *La Pomme de Terre Fr.*, 477, 133-140.
- Gravouelle J.M., 1994. Une des conséquences de la repousse : la vitrosité. *La Pomme de Terre fr.*, 484, 197-200.
- Gravouelle J.M., 1996. Endommagements, facteurs de sensibilisation et prévention. *La Pomme de Terre fr.*, 496, 16-22.
- Gravouelle J.M., Gehanne N., 1990. Étude comparative de variétés destinées à la transformation en chips. *La Pomme de Terre fr.*, 460, 205-210.
- Gravouelle J.M., Grolier N., 1996. Nitrates dans les tubercules, cerner les influences. *La Pomme de Terre fr.*, 495, 40-45.
- Gray D., Hughes J.C., 1978. Tuber quality. *In : The Potato Crop*, P.M. Harris (Ed.), Chapman & Hall, London, pp. 504-544.
- Grison C., 1987. Face cachée du verdissement : la solanine. *La Pomme de Terre fr.*, 417, 50-59.
- Grison C., Besson A., 1973. Influence de la durée de végétation sur la production et les qualités des pommes de terre de consommation. *La Pomme de Terre fr.*, 358, 6-12.
- Guyau E., 1995. Le consommateur sous la loupe. *La Pomme de Terre fr.*, 488, 15-22.
- Harkett P.J., 1975. *The influence of temperature and skin colour on chlorophyll synthesis in potato tubers exposed to light*. Proc. 6th Trienn. Conf. Eur. Assoc. Potato Res., Wageningen, p. 179.
- Haverkort A.J., Van der Waart M., Bodlaender K.B.A., 1990a. Effect of pre-planting temperature and light treatments of seed tubers on potato yield and tuber size distribution. *Potato Res.*, 33, 77-88.

- Haverkort A.J., Van der Waart M., Bodlaender K.B.A., 1990b. Interrelationships of the number of initial sprouts, stems, stolons and tubers per potato plant. *Potato Res.*, 33, 269-274.
- Haverkort A.J., Uenk D., Veroude H., Van der Waart M., 1991. Relationships between ground cover, intercepted solar radiation, leaf area index and infrared reflectance of potato crop. *Potato Res.*, 34, 113-121.
- Hémidy L., Soler L.G., 1994. A conceptual model of décision making for strategic monitoring in the Farming Firm. In : *Farmers' decision Making : a descriptive approach*, B.H. Jacobsen, D.E. Pedersen, J. Christensen, S. Rasmussen (Eds), Institut of Economics and The Royal Veterinary and Agricultural University (Denmark), pp. 309-332.
- Hémidy L., Maxime F., Soler L.G., 1993. Instrumentation et pilotage stratégique dans l'entreprise agricole. *Cah. Econ. Sociol. rurales*, 28, 91-118.
- Hiller L.K., Koller D.C., Thornton R.E., 1985. Physiological disorders of potato tubers. In : *Potato physiology*. P.H. Li (Ed.), Acad. Press, London, pp. 389-455.
- Hooker W.J. (Ed.), 1981. *Compendium of potato diseases*. Amer. Phytopathology Soc. St. Paul, Minnesota.
- Hughes J.C., 1974. Factors influencing the quality of ware potatoes. 2. Environnement factors. *Potato Res.*, 17, 512-547.
- Ifenkwe O.P., Allen E.J., Wurr D.C.E., 1974. Factors affesting the relationship between tuber size and dry-matter content. *Amer. Potato J.*, 51, 233-242.
- Iritani W.M., 1981. Growth and preharvest stress and processing quality of potatoes. *Amer. Potato J.*, 58, 71-80.
- Iritani W.M., Weller L., 1977. Changes in sucroses and reducing sugar contents of Kennebec and Russet Burbank tubers during growing and post harvest holding temperatures. *Amer. Potato J.*, 54, 395-404.
- Isherwood F.A., Burton W.G., 1975. The effect of senescence, handling, sprouting and chemical sprout suppression upon the respiratory quotient of stored potato tubers. *Potato Res.*, 18, 98-104.
- Jacobsen B.H., 1994. *Farmers' decision making behaviour : empirical findings from Denmark*. Communication au 38^{ème} Séminaire EAAE, Copenhagen, Danemark, pp. 77-89.
- Jefferies R.A., MacKerron D.K.L., 1986. Tuber dry-matter concentration of potato cultivars in relation to soil moisture. *Asp. appl. Biol.*, 13, 425-427.
- Jefferies R.A., MacKerron D.K.L., 1987. Observations on the incidence of tuber growth cracking in relation to weather patterns. *Potato Res.*, 30, 613-623.
- Jefferies R.A., MacKerron D.K.L., 1989. Radiation interception and growth of irrigated and droughted potato (*Solanum tuberosum*). *Field Crops Res.*, 22, 101-112.
- Jeppsen R.B., Salunkhe D.K., Jahhav S.J., 1973. Formation and anatomical distribution of chlorophyll and solanine in potato tubers and their control by chemical and physical treatments. 33rd ann. *Inst. Food Technol. Meeting*, Miami Beach, 153 p.

- Lahlou S., 1995. Les représentations du "bien-manger". *In : Agro-alimentaire : une économie de la qualité*, F. Nicolas & E. Valceschini (Eds), INRA Ed., Economica, Paris, pp. 51-64.
- Landais E., Balent G., 1993. Introduction à l'étude des systèmes d'élevage extensif. *In : "Pratiques d'élevage extensif : identifier, modéliser, évaluer". Etud. Rech. Syst agr. Dév*, 27, 13-34.
- Landais E., Deffontaines J.P., 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Etud. rurales*, 109, 125-158.
- Larsen E.J., 1949. Investigations on cause and prevention of greening of potatoes. *Bull. Idaho Agric. Exp. Sin.*, n° 16.
- Le Bail M., 1997. *Maîtrise de la qualité des céréales à l'échelle du bassin d'approvisionnement d'une entreprise de collecte-stockage : approche agronomique*. Thèse de doctorat de l'INA-PG, Paris, 238 p + annexes.
- Le Bail M., Lepage-Carlotti B., 1996. *La pomme de terre de conservation dans les exploitations agricoles de Santerre et de Flandre Intérieure. Orientations stratégiques et conduites techniques*. Rapport Intermédiaire, CNIPT-ONIFLHOR-ADEPRINA, Département AGER, INA-PG, Paris, 28 p + annexes.
- Le Gal P.Y., 1995. *Gestion collective des systèmes de culture en situation d'incertitude : cas de l'organisation du travail en double culture dans le delta du fleuve Sénégal*. Thèse INA-PG, Paris, 213 p. + annexes.
- Leroy P., Balas B., Deumier J.M., Jacquin C., Plauborg F., 1996. Water management at farm level. *In : The management of limited resources in water. Their agronomic consequences*. Final Report of E U CAMAR 8001-CT91-0109 project, pp 87-151.
- Lewis W.C., Rowberry R.G., 1973. Some effects of planting depth and time and height of hilling on Kemmebec and Sebago potatoes. *Amer. Potato J.*, 50, 301-310.
- MacKerron D.K.L., Jefferies R.A., 1985. Observations on the effects of relief of late water stress in potato. *Potato Res.*, 28, 349-359.
- Maxime F., Mollet J.M., Papy F., 1995. Aide au raisonnement de l'assolement en grande culture. *Cah. Agricultures*, 4, 351-362.
- Maxime F., Nicoletti J.P., Leroy P., Papy F., 1997. Donner de la souplesse au choix d'assolement par des rotations-cadres. *Colloque du Cinquantenaire de l'INRA : Aide à la décision et choix de stratégies dans les entreprises agricoles*. Laon (FRA), 1996/12/10-11. pp. 85-99.
- Meynard J.M., David G., 1992. Diagnostic sur l'élaboration du rendement des cultures. *Cah. Agricultures*, 1, 9-19.
- Mondy N.I., Munshi C.B., 1990. Effect of the herbicide metribuzin on the nitrogenous constituents of potatoes. *J. Agric. Food Ch.*, 38, 636-639.
- Mondy N.I., Koch R.I., Chandra S., 1978. Influence of nitrogen fertilization on potato discoloration in relation on chemical composition. 2. Phenols and ascorbic acid. *J. Agric. Food Ch.*, 27, 418-420.

- Morby J., Milthorpe F.L., 1975. Potato. Chap. 8. *Crop Physiol., some cases histories*. L.T Evans, Camb. Univ. Press, pp. 225-257.
- Morvan Y., 1985. *Fondements d'économie industrielle*. Economica, Paris.
- Münster J., 1971. Variation de la teneur en amidon et qualité organoleptique de la pomme de terre en fonction de la durée de la croissance. *Rev. suisse Agric.*, VIII, 22-29.
- Navarette M., Maxime F., Bressoud F., Tordjman S., Papy F., 1999. Planification des conduites culturales et différenciation des produits dans des exploitations maraîchères. *Cah. Agricultures*, 8, 171-179.
- Nelson D.C., Thoreson M.C., 1986. Relationships between tuber size and time of harvest to hollow heart initiation in dryland Norgold Russet potatoes. *Amer. Potato J.*, 63, 155-161.
- Nelson D.G., Jenkins P.D., Gillison T.C., 1988. Processing potential of potato cultivars at early harvest. *Potato Res.*, 37, 633-642.
- Papy F., 1994. Working knowledge concerning technical systems and decision support. *In : Rural and Farming Systems Analysis, European Perspectives*, J.B. Dent & M.J. McGregory (Eds). Cab International, Edinburgh, pp. 222-235.
- Papy F., 1996. Le management de la production agricole. *In : Recherches-Systèmes en, Agriculture et Développement rural*, Symposium international, Montpellier, 21-25/11/94, conférences et débats, pp. 301-314.
- Papy, F., 2001. Interdépendance des systèmes de culture dans l'exploitation. *In : Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision*. E. Malézieux, G. Trébuil & M. Jaeger (Eds.), CIRAD/INRA, pp. 51-74.
- Papy F., Attonaty J.M., Laporte C., Soler L.G., 1988. Work organization simulation as a basis for farm management advice. *Agric. Syst.*, 27, 295-314.
- Ponnampalam R., Mondy N.I., 1983. Effect of cooking on the total glycoalkaloid content of potatoes. *Amer. Potato J.*, 41, 329-336.
- Rex B.L., Mazza G., 1989. Cause, control and detection of hollow heart in potatoes: a review. *Amer. Potato J.*, 66, 165-183.
- Schouten S.P., 1992. CO₂ under regular storage conditions. *Res. 26^{ème} Conf. F.N.K.*, Zürich, pp. 7-19.
- Sebillotte M., 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 3, 3-25.
- Sebillotte M., 1978. Itinéraire technique et évolution de la pensée agronomique. *C.R. Acad. Fr.*, 64, 906-914.
- Sebillotte M., 1990a. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. *In : Les systèmes de culture*, L. Combe & D. Picard (Eds), INRA Ed., pp. 165-196.
- Sebillotte M., 1990b. Les processus de décision des agriculteurs. II. Conséquences sur les démarches d'aide à la décision. *In : Modélisation systémique et système agraire*, J. Brossier, B. Vissac, J.L. Le Moigne (Eds), INRA, Paris, pp. 103-117.

- Sebillotte M., 1996. *Les mondes de l'agriculture. Une recherche pour demain*. Sér. Sciences en questions, INRA Ed., Paris, 258 p.
- Sebillotte M., Soler L.G., 1988. Le concept de modèle général et la compréhension du comportement de l'agriculteur. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 74, 59-70.
- Sebillotte M., Soler L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs : I. Acquis et questions vives. *In : Modélisation systémique et système agraire*, J. Brossier, B. Vissac, J.L. Le Moigne (Eds), INRA, Paris, pp. 93-116.
- Sinden S. I., Webb R.E., 1972. Effect of variety and location on the glycoalkaloid content of potatoes. *Amer. Potato J.*, 49, 334-338.
- Sowokinos J.R., 1978. Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage life of potatoes. *Amer. Potato J.*, 55, 333-344.
- Storey R.M.J., Davies H.V., 1992. Tuber quality, Ch 12. *In : The potato crop*, P. Harris (Ed.), London, Chapman & Hall.
- Sylvander B., 1994. La qualité : du consommateur final au producteur. *In : Qualité et systèmes agraires : techniques, lieux, acteurs. Etud. Rech. Syst. agr. Dév.*, M. Cerf et al. (Eds), 28, 27-49.
- Sylvander B., 1995. Conventions de qualité et institutions : le cas des produits de qualité spécifique, *In : Agro-alimentaire : une économie de la qualité*, F. Nicolas & E. Valceschini (Eds), INRA, Economica, Paris, pp. 167-184.
- Terssac (de) G., 1993. Organisation du travail et sociologie. *Rev. fr. Gestion*, Nov-Déc 1993, pp. 90-100.
- UFC Que choisir, 1997. *Les consommateurs et le monde agricole*. Numéro spécial, Paris, janvier 1997.
- Valceschini E., Nicolas F., 1995. La dynamique économique de la qualité agro-alimentaire. *In : Agro-alimentaire : une économie de la qualité*. F. Nicolas & E. Valceschini (Eds), INRA, Economica, Paris, pp. 15-37.
- Van den Zaag D.E, Doombos J.H., 1987. An attempt to explain differences in the yielding ability of potato cultivars based on differences in cumulative light interception, utilization efficiency of foliage and harvest index. *Potato Res.*, 31, 551-606.
- Van Es A., Hartmans K.J., 1987. Starch and sugars during tuberisation, storage and sprouting. *In : Storage of potatoes*, A. Rastovski & A. van Es (Eds), Pudoc, Wageningen, pp. 79-113.
- Van Kempen P., Le Corre P., Bedin P., 1996. Phytotechnie, Ch. 8. *In : La pomme de terre*. P. Rousselle, Y. Robert & J.C. Crosnier (Eds), INRA, Paris.
- Van Loon C.D., 1981. Effects of water stress on potato growth, development and yield. *Amer. Potato J.*, 58, 51-69.
- Verbist J.F., Monnet R., 1979. A propos de la teneur en solanine des petits tubercules nouveaux de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.*, 22, 239-244.
- Watts K.C., Russel L.T., 1985. A review of techniques for detecting hollow heart in potatoes. *Can. Agric. Engin.*, 27, 85.

Wurr D.C.E., Allen E.J., 1974. Some effect of planting density on the relationships between tuber size and dry-matter percentage in potatoes. *J. agric. Sci., Camb.*, 82, 277-282.

Wurr D.C.E., Bean J.N., Allen E.J., 1978. Effects of variety and date of harvest on the tuber dry-matter percentage of potatoes. *J. agric. Sci., Camb.*, 90, 597-604.

Yon B., 1983. Structures de filières et stratégies des firmes. *Economies et Sociétés*, AG 17, 824-837.
