

# Optimisation de l'alimentation, de l'assolement et de la fertilisation dans des exploitations céréalières avec porcs

## Méthodologie et résultats

O. TEFFÈNE (1), Bénédicte PLOUCHART (1), J.-Y. LONGCHAMP (2), J. CASTAING (3),  
J.-J. BAUDET (4), L. HÉMIDY (5), E. LANDAIS (6), Y. SALAÛN (1)

(1) I.T.P., Pôle Économie - La Motte au Vicomte, B.P.3, 35651 Le Rheu Cedex

(2) I.T.C.F., Station Expérimentale - 91720 Boigneville

(3) A.G.P.M. - Route de Pau, 64121 Montardon

(4) CETIOM - 174, avenue Victor Hugo, 75116 Paris

(5) I.N.R.A., Économie et Sociologie Rurales - I.N.A.-P.G., 78850 Thiverval-Grignon

(6) I.N.R.A. - 147, rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07

### Optimisation de l'alimentation, de l'assolement et de la fertilisation dans des exploitations céréalières avec porcs : méthodologie et résultats

L'évolution de l'environnement économique et réglementaire de la production porcine contraint les élevages à une adaptation permanente. Une des voies possibles s'appuie sur la complémentarité des productions au sein des exploitations. Pour des exploitations produisant à la fois des céréales, des protéagineux et des porcs, une recherche pluridisciplinaire a été conduite en considérant que les solutions compétitives découlent de l'optimisation du système de production avec pour objectif la meilleure performance économique tout en tenant compte de ses contraintes : potentialités des sols, rotation, besoins alimentaires du troupeau porcin, gestion des effluents, respect des normes environnementales.

L'utilisation d'outils d'optimisation et de simulation existants et une approche différenciant une priorité donnée soit aux cultures, soit à la production porcine, ont permis une analyse approfondie des exploitations choisies dans quatre régions françaises et de proposer une méthode et des résultats utilisables par l'agriculteur-éleveur ; dans chacune des deux priorités, une alimentation respectant les recommandations environnementales pour les teneurs en Matière Azotée Totale et en Phosphore a été comparée à une alimentation classique des animaux.

Le résultat d'exploitation se trouve amélioré dans toutes les situations et parfois très fortement. Pour l'année de référence 1996 et pour les systèmes étudiés, on note un avantage pour la priorité porcs et aussi pour l'alimentation classique.

Les optimisations portant conjointement sur l'assolement, l'alimentation des animaux et la fertilisation se révèlent importantes pour l'amélioration du revenu dans ces exploitations, contribuant ainsi à leur durabilité et à leur compétitivité. Les résultats mettent l'accent sur l'intérêt de méthodes de gestion de plus en plus précises, mobilisant des compétences nouvelles.

### Optimization of feeding, crops rotation and fertilization in cereal farms with pigs : methodology and results

The evolution of economic environment and law regulations forces pig farms to adapt themselves permanently. One of the issue is the complementarity of productions in farms. For pig farms involved in cereals and pulses production, a multidisciplinary research was led considering that competitive issues come from the optimization of the production system in order to get the best economic efficiency and with respect to its constraints : ground potentialities, crops rotation, feeding needs of pig herd, manure management, observance of environment standards.

With the help of available optimization and simulation systems, a modeled approach was carried out, which involved two patterns based respectively on crop and pig production priority. This enabled a detailed analysis of the selected farms in four French regions and led to propose a method and results which could be used in practical conditions by pig breeders.

In both alternatives, a feeding scheme in accordance with environmental standards was compared to the usual practice in animal feeding (regarding protein and phosphorus levels).

The farm income is improved in every situation and sometimes very strongly. An economic advantage can be noticed within the pig priority pattern and the use of low nitrogen feeds generates extra costs in the studied conditions.

Optimization process concerning crops rotation together with animal feeding and fertilization appears to be very important in order to improve the income of these farms, and so contribute to their long-lasting ability and competitiveness.

Results emphasize on the importance of more and more accurate management methods attending new expertise.

## INTRODUCTION

L'évolution de l'environnement économique et réglementaire de la production porcine contraint les élevages à une adaptation permanente. Une des voies d'adaptation repose sur la complémentarité des productions au sein des exploitations. L'intégration de la production porcine dans les exploitations de grandes cultures concerne aussi bien les exploitations ayant des porcs à la recherche de nouveaux optimums ou d'un nouvel équilibre "porc-surface disponible" que les exploitations à dominante végétale intéressées par une diversification en production porcine.

Dans le cadre d'une action de recherche sur les systèmes de production "Céréales-oléoprotéagineux/Porcs" (TEFFÈNE, 1998) réalisée par l'ITP, l'ITCF, l'AGPM et le CETIOM avec la collaboration de l'INRA-SAD/ESR et de l'Institut de l'Élevage, un premier travail a permis leur identification et leur caractérisation. Une typologie des exploitations a été réalisée (PLOUCHART et al, 1998). Elle a mis en relief tant la complémentarité des productions au sein des exploitations que la diversité et les potentialités des différents systèmes de production dans leur contexte régional.

Par région, la typologie a permis d'identifier six à dix types d'exploitations avec porcs. Ils ont été décrits dans leur structure, leur fonctionnement, leur dynamique et leurs résultats ; parmi ces types, une exploitation a été choisie pour servir de support à l'analyse de ces systèmes de production.

Ce travail a été entrepris en considérant que les solutions compétitives découlent de l'optimisation du système de production avec comme objectif la meilleure performance économique, tout en tenant compte de ses contraintes : potentialités des sols, rotations des cultures, besoins alimentaires des animaux, gestion des effluents, respect des normes environnementales. L'utilisation d'outils d'optimisation et de simulation puis l'élaboration d'une démarche de modélisation des exploitations, ont permis d'effectuer une analyse approfondie des exploitations choisies et de rechercher les voies d'une amélioration de leurs résultats économiques.

## 1. MÉTHODOLOGIE

Pour des raisons de pertinence et de validité, le travail d'analyse et d'optimisation sur les exploitations a pris en compte les valeurs spécifiques à l'exploitation et non des moyennes qui seraient plus généralisables mais ne permettent pas une analyse aussi fine des résultats et de leurs contrôles.

### 1.1. Choix des exploitations

Différents types d'exploitations ont été identifiés dans quatre régions françaises (PLOUCHART et al, 1998). Par région, un type a été retenu parmi ceux considérés par les experts comme performants, reproductibles et ayant des perspectives d'avenir ; pour chaque type, une exploitation représentative a été choisie. Ainsi, quatre exploitations constituent les cas-types à partir desquels sont testés différents scénarios soit :

- dans le Centre, une exploitation de naissance-engraissement sur une surface assez importante : 80 truies sur 97 ha de SAU à dominante céréales et tournesol (exploitation n° 1 = N1) ;
- en Haute-Normandie et Picardie, une exploitation (N2) associant céréales et cultures industrielles (betterave) avec naissance-engraissement : 110 truies et 45 ha de SAU. La qualité des sols permet d'obtenir d'excellents rendements céréaliers et de pratiquer des cultures variées ;
- dans le Sud-Ouest, une exploitation (N3) de post-sevrage-engraissement de 1 700 places sur 38 ha (maïs irrigué et blé totalement destinés aux porcs) ;
- dans le Grand Ouest, une exploitation (N4) céréalière de 44 ha avec un élevage de 150 truies en naissance-engraissement partiel (22 % des porcelets sont vendus au sevrage) : les têtes d'assolement (maïs, pois, colza, tournesol) sont suivies d'un blé. Les céréales produites sont échangées contre des aliments alors que les trois exploitations précédentes fabriquent elles-mêmes les aliments nécessaires pour les porcs.

### 1.2. Recueil des informations dans les exploitations-types et des références régionales

Les informations nécessaires à l'élaboration des différents scénarios étudiés, obtenus si possible à partir des résultats technico-économiques et de la comptabilité, portent sur l'année 1996 et concernent :

- la description de l'exploitation : trajectoire, structure et organisation,
- les productions végétales : types de sol, cultures existantes ou possibles, conduite des cultures dont fertilisation, rendements, charges opérationnelles, valorisation des produits,
- les productions animales : type d'activité, alimentation, achats de matières premières, gestion des effluents, performances,
- la comptabilité : charges de structure, investissements, situation financière.

Les données collectées sont confrontées à des références locales et régionales recueillies auprès de Chambres d'Agriculture, Centres de Gestion, Organisations Économiques et entreprises d'agro-fouritures, notamment en ce qui concerne les conduites de cultures, les rendements et les prix de vente des produits régionaux, les prix des matières premières de l'alimentation animale.

### 1.3. Élaboration d'une démarche d'analyse et d'optimisation

Les informations collectées font l'objet d'un lissage des données "aberrantes" avant l'établissement d'une situation rationalisée définie à partir d'une expertise de conduite de cultures et des pratiques de fertilisation. L'optimisation portant sur l'assolement, la fertilisation et la formulation des aliments est ensuite effectuée en distinguant deux priorités, cultures ou porcs, et deux types d'alimentation porcine, classique et biphasé aux normes CORPEN. Ces étapes majeures de la démarche sont explicitées ci-après.

Il peut être nécessaire d'effectuer un lissage des valeurs recueillies lorsqu'une donnée est trop spécifique de l'explo-

tation ou de l'exercice pour être généralisable, ou si elle relève d'une pratique manifestement injustifiée de la part de l'agriculteur, ou encore lorsqu'un résultat est lié à des circonstances exceptionnelles : année très sèche ou au contraire très favorable pour les cultures, prix du porc à la production très bas ou très élevé (ITP, 1997),...

Dans la pratique le lissage n'intervient que sur quelques éléments des conduites de culture ou de niveaux de rendements, l'utilisation de certains produits végétaux en alimentation animale, les prix du porc (tendance estimée).

*La rationalisation des conduites de culture* consiste en un examen détaillé des pratiques culturales de l'agriculteur avec leur incidence sur les charges opérationnelles et le temps de travail. Le plan de fumure, avec un bilan de fertilisation, prend en compte la composition des lisiers en relation avec celle des aliments porcins (méthode du bilan simplifié : GUILLOU D. et al, 1993 ; CORPEN, 1996), le nombre de porcs produits et un ajustement de la fumure azotée selon la méthode du bilan préconisée par le COMIFER ; la fertilisation phospho-potassique est ajustée en suivant la méthode également mise au point par le COMIFER (1996). Les calculs ont été effectués à l'aide du module fumure d'ISAMARGE (ITCF-ISAGRI). Pour l'atelier porcin, aucune rationalisation n'est entreprise : en absence d'un audit approfondi de l'élevage, il est difficile de déterminer a priori les changements techniques susceptibles d'entraîner une modification quasi certaine des performances.

*L'optimisation du système de production est établie à facteurs de production (terre, capital, travail) inchangés.* Les modifications du système de production vont porter sur l'atelier cultures (espèces cultivées, assolement, fertilisation) et la stratégie d'alimentation du troupeau porcin. Deux démarches sont possibles, selon que l'on considère comme prioritaire l'atelier "cultures" ou l'atelier "porcs" : dans le premier cas, les aliments porcins seront formulés à partir des matières premières disponibles sur l'exploitation, dans l'autre, les besoins alimentaires du troupeau porcin sont considérés comme une demande de matières premières à produire sur l'exploitation. Trois outils sont utilisés : un programme d'optimisation de l'assolement ATOUPRIX (ITCF), un programme d'optimisation alimentaire multiformules inspiré de PORFAL (ITP) et, enfin, un logiciel de simulation du fonctionnement d'exploitations agricoles SIMU-GC (ITCF).

*L'optimisation de l'assolement* réalise, à partir d'un rendement, des prix de vente et des charges opérationnelles (dans la priorité cultures, une itération est nécessaire pour prendre en compte la modification des charges opérationnelles résultant de l'effet de l'alimentation sur la composition des effluents porcins), la combinaison des cultures qui maximise la marge brute d'exploitation tout en respectant les contraintes agronomiques de rotation et de surfaces minimales imposées (jachère).

*L'optimisation de l'alimentation des porcs* a pour but d'obtenir au moindre coût, à partir des matières premières pouvant être disponibles sur l'exploitation (produites ou productibles) ou sur le marché, un jeu de formules alimentaires répondant

aux besoins des différentes catégories de porcs. Selon la priorité, cultures ou porcs, la valeur des matières premières sera le prix de vente ou le coût de production. Les contraintes imposées résultent des besoins nutritionnels des animaux, des caractéristiques des matières premières, des limites d'incorporation de ces dernières et de leur disponibilité.

Deux variantes reposant sur le mode d'alimentation des porcs (ITP, 1996) sont testées pour chaque entrée "porcs" ou "cultures" :

- une alimentation selon les recommandations du CORPEN pour les teneurs en Matière Azotée Totale (MAT) et en Phosphore (P) des aliments, notée "biphase" (CORPEN, 1996),
- une alimentation "classique" avec un seul aliment pour les porcs à l'engrais (ITP, 1996). La limite supérieure du niveau de MAT a été fixée à 180 g/Kg en engraissement, à 145 g pour la truie gestante, 165 g pour la truie allaitante, 220 g pour le porcelet deuxième âge et 230 g pour le porcelet premier âge.

Ces deux variantes donnent lieu à quatre résultats par exploitation : un par mode d'alimentation et par priorité. Elles interviennent, bien que modérément, dès le début du calcul puisque la composition de l'aliment influence celle du lisier et par suite le niveau des charges de fumure pour une culture.

*Les résultats* expriment, par rapport à une situation "lissée" considérée comme référence les variations obtenues sur les charges, les produits et le résultat courant de l'exercice.

*La sensibilité de la solution* aux variations des prix des productions végétales peut faire varier l'assolement optimal déterminé selon la méthode ci-dessus :

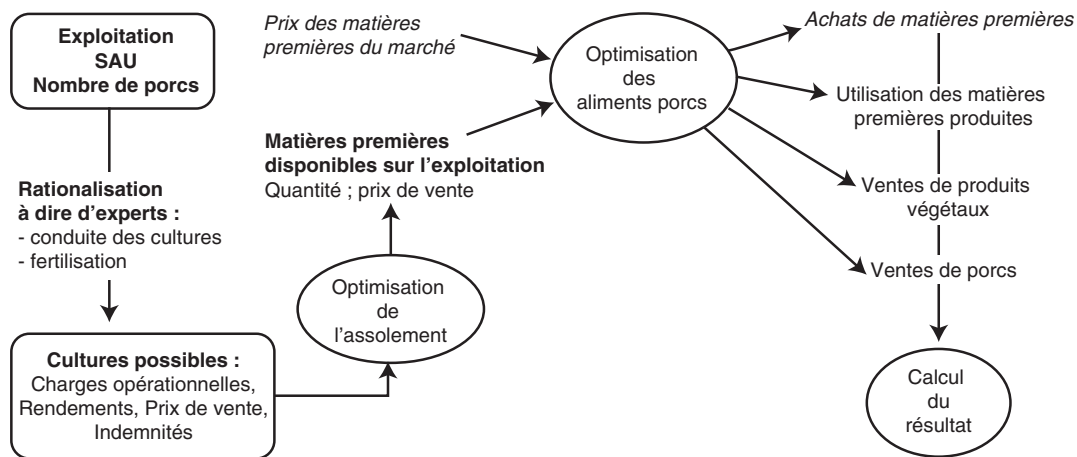
- les assolements optimisés les plus probables lorsque les prix fluctuent (*fréquence des assolements*) sont calculés à partir d'un tirage aléatoire de 500 combinaisons de prix
- une culture peut disparaître avec une faible variation du prix de vente ou au contraire rester présente malgré une forte variation de prix. Une culture absente peut également rentrer dans la solution si son prix augmente. L'étude de la *sensibilité de l'assolement* permet de connaître, pour chaque culture (présente ou absente de la solution) le niveau de prix (et donc l'écart, positif ou négatif) qui modifie la solution.

## 2. RÉSULTATS OBTENUS

### 2.1. Modélisation du fonctionnement global des exploitations

La recherche d'optimisation a été conduite en maintenant constants les niveaux de facteurs fixes de production et les principaux changements affectent l'atelier cultures (espèces cultivées, assolement et fertilisation) et la stratégie d'alimentation du troupeau porcin.

À chaque exploitation étudiée, selon la priorité, cultures ou porcs, ont été appliquées les démarches d'analyse, d'optimisation et de simulation résumées par les figures 1 et 2 (p80).

**Figure 1** - Démarche d'analyse et d'optimisation selon la priorité cultures

## 2.2. Résultats économiques

Les résultats économiques, exprimés par la différence de revenu entre la solution étudiée et la situation de référence (après lissage) sont rapportés au tableau 1.

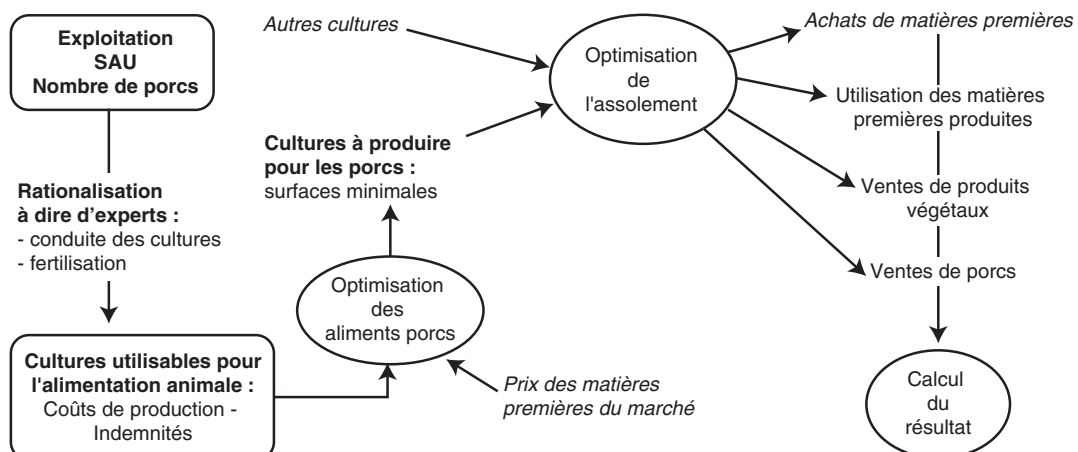
Ils sont améliorés dans toutes les situations : en valeur absolue, l'optimisation apporte, en 1996, entre 16 et 129 milliers de francs selon les exploitations et les scénarios étudiés, soit de + 3 % à + 252 % de leur revenu de référence. L'origine et l'importance de cette amélioration sont spécifiques à chaque exploitation : augmentation des produits supérieure à celle des charges (N<sub>1</sub> et N<sub>3</sub>), diminution des charges plus importante que celle des produits (N<sub>2</sub> et N<sub>4</sub>), leur situation initiale étant plus ou moins proche de leur optimum économique. A titre d'exemple, le tableau 2 rapporte la décomposition de la différence de résultat des scénarios étudiés pour l'exploitation N<sub>2</sub>.

La rationalisation de la conduite des cultures a un impact limité, sauf en N<sub>1</sub>, grâce à la prise en compte du lisier dans la fertilisation, à un ajustement des doses d'herbicides et de fongicides et à un changement de variété de l'orge permettant d'avancer un rendement supérieur de quelques quintaux par hectare.

Dans la priorité cultures, l'optimisation de l'assolement rend compte de la pertinence de l'assolement pratiqué en 1996, selon le potentiel agronomique régional et la conjoncture économique incluant les indemnités compensatoires. Alors que pour N<sub>2</sub> et N<sub>4</sub> l'assolement optimisé reste proche de l'assolement initial, il est assez différent pour N<sub>1</sub> (substitution du colza au tournesol, suppression de l'escourgeon au profit du blé), et N<sub>3</sub> (monoculture de maïs irrigué avec suppression du blé).

Dans la priorité porcs, l'assolement est déterminé après la formulation des aliments pour les porcs, sous les contraintes de rotation des cultures et de surface disponible ; la vente des produits végétaux est plus faible, les cultures étant d'abord produites pour l'atelier porcs ; en compensation, les achats de matières premières sont moins importants (ex pour N<sub>1</sub> : figure 3). La surface est limitante sauf en N<sub>1</sub>, les productions de la totalité de la SAU ne suffisent pas à couvrir les besoins de l'atelier animal. L'assolement peut être différent (N<sub>1</sub>, N<sub>4</sub>) ou identique (N<sub>2</sub>, N<sub>4</sub>) pour la variante biphasé et l'alimentation classique.

La différence de résultat entre la priorité cultures et la priorité porcs varie de 0 pour N<sub>3</sub> à 13 milliers de francs pour N<sub>1</sub> en faveur de la priorité porcs.

**Figure 2** - Démarche d'analyse et d'optimisation selon la priorité porcs

**Tableau 1** - Amélioration du résultat annuel des exploitations selon les scénarios étudiés (milliers de francs en 1996)

Scénarios		Exploitations				
		N1	N2	N3	N4	
Rationalisation		19,5	2,7	3,4	7,0	
Optimisation	Priorité cultures	Alimentation biphasé Corpen	60,0	38,7	16,2	100,6
		Alimentation classique	68,0	51,3	41,5	128,0
	Priorité porcs	Alimentation biphasé Corpen	72,9	40,6	16,2	99,9
		Alimentation classique	81,4	52,7	41,5	129,2

**Tableau 2** - Variation en 1996 des résultats économiques de l'exploitation N2

	Écart "solution étudiée" - "solution de référence"				
	Rationalisation	Priorité Cultures		Priorité Porcs	
		Biphase Corpen	Aliment Classique	Biphase Corpen	Aliment Classique
<b>Charges opérationnelles cultures</b> (dont engrais)	- 3595 (- 1990)	- 5953 (- 2602)	- 5817 (- 2466)	- 5935 (- 3436)	- 5629 (- 3100)
<b>Alimentation des porcs</b> (dont cultures autoconsommées) (dont achat de céréales / oléoprot.) (dont achat autres matières prem.)	+ 0 (+ 0) (+ 0) (+ 0)	- 51515 (- 25323) (+ 59127) (- 85319)	- 67431 (- 8184) (+ 28074) (- 87321)	- 53171 (- 8301) (+ 42317) (- 87190)	- 69606 (- 8301) (+ 28707) (- 90015)
<b>Taxes Parafiscales</b>	+ 0	+ 257	+ 0	+ 0	+ 0
<b>MSA</b>	+ 905	+ 13017	+ 17268	+ 13674	+ 17737
<b>Produits végétaux</b> (dont cultures autoconsommées) (dont cultures vendues) (dont indemnités)	+ 0 (+ 0) (+ 0) (+ 0)	- 5524 (- 25323) (+ 16301) (+ 3498)	- 4686 (- 8184) (+ 0) (+ 3498)	- 4803 (- 8301) (+ 0) (+ 3498)	- 4803 (- 8301) (+ 0) (+ 3498)
<b>Variation des Charges</b>	<b>- 2690</b>	<b>- 44194</b>	<b>- 55980</b>	<b>- 45432</b>	<b>- 57498</b>
<b>Variation des Produits</b>	<b>0</b>	<b>- 5524</b>	<b>- 4686</b>	<b>- 4803</b>	<b>- 4803</b>
<b>Variation du résultat de l'exercice</b>	<b>+ 2690</b>	<b>+ 38670</b>	<b>+ 51294</b>	<b>+ 40629</b>	<b>+ 52695</b>

Pour les exploitations N<sub>2</sub> et N<sub>4</sub>, l'amélioration du revenu provient essentiellement d'un gain sur le coût de l'alimentation des porcs : réduction des achats de matières premières autres que céréales et oléoprotéagineux pour N<sub>2</sub>, autoconsommation des productions végétales et fabrication des aliments à la ferme pour N<sub>4</sub> dont le prix moyen d'achat du kg d'aliment était très élevé en 1996 (de + 9 à + 20 centimes/kg si l'on compare aux trois autres exploitations). Cette différence de coût moyen des aliments entre les exploitations s'atténue nettement après optimisation. La gestion de la fertilisation conduit, sauf en N<sub>1</sub>, à une économie d'engrais acheté de 2 000 à 16 000 francs selon les exploitations en 1996 : les apports de lisier ont été ajustés aux besoins des plantes en azote. L'impact du mode d'alimentation (classique ou biphasé) sur le niveau des achats d'engrais est relativement faible (3 exploitations sont excédentaires en lisier qui peut être utilisé sur des terres voisines à faible chargement animal).

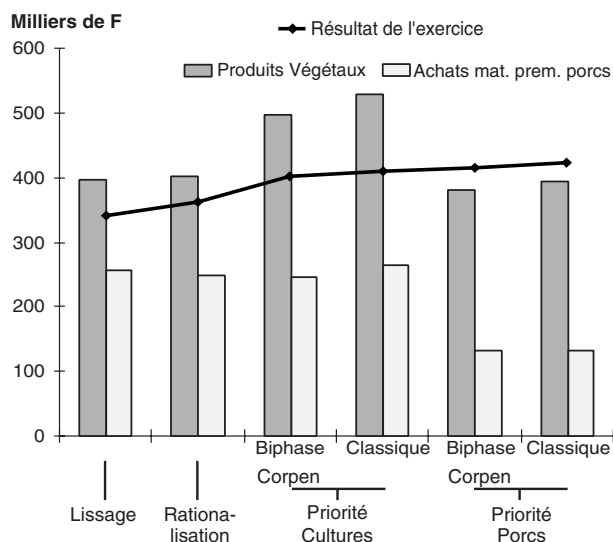
### 3. DISCUSSION DES RÉSULTATS

La phase de *rationalisation de la conduite des cultures* a eu un impact assez limité sur l'amélioration du résultat de l'exercice : en raison des critères de choix, les exploitations retenues comme support de l'étude sont a priori performantes, avec des pratiques culturales déjà rationalisées.

Dans les situations étudiées, l'*optimisation de l'assolement* aboutit toujours à des solutions "classiques" sans présence accrue des cultures de vente, mais de faibles variations de prix peuvent parfois les rendre attractives comme le montrent les études de stabilité et de fréquence des assolements.

Pour N<sub>1</sub> et N<sub>4</sub>, le **colza** est la tête d'assolement de prédilection. Il présente de nombreux avantages : un niveau d'indemnité compensatoire intéressant, un rendement et un prix de vente supérieurs à ceux du tournesol. En outre, il valorise

**Figure 3** - Produits végétaux, achats de matières premières pour l'alimentation des porcs et résultat de l'exercice (exploitation N<sub>1</sub>)



très bien le lisier : il peut en supporter à l'automne et au printemps (BAUDET et al, 1998). Enfin, ses graines peuvent être consommées par les porcs à l'engrais et les porcelets 2<sup>e</sup> âge, sous réserve de maîtriser quelques aspects techniques relatifs à leur incorporation.

Rarement introduit dans les assolements proposés dans la priorité cultures (marge insuffisante ou culture inadaptée à la région), le **pois** est presque systématiquement présent dans ceux proposés dans la priorité porcs. Ainsi, cette culture qui n'est pas toujours la plus intéressante à la vente, s'avère être très bien valorisée en alimentation animale. Il présente toutefois l'inconvénient de ne pas offrir de surface pour l'épandage du lisier.

Pour toutes les exploitations, sauf N<sub>3</sub> dans laquelle la SAU est consacrée entièrement à la culture du maïs, le **blé** reste la céréale dominante. Il se place toujours après la tête de rotation, parfois deux ans de suite (N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>). Dans N<sub>2</sub>, c'est plutôt l'opportunité de plusieurs têtes d'assolement, plus rémunératrices qui limite la surface en blé. Les mêmes résultats sont observés dans les optimisations selon la priorité porcs où la forte demande en têtes d'assolement fait diminuer la sole de blé.

L'**escourgeon** est souvent moins intéressant que le blé; il n'est jamais proposé en priorité cultures, par contre il peut être imposé par les besoins des porcs dans la priorité porcs, comme c'est le cas dans N<sub>1</sub> et N<sub>2</sub>. En outre, il valorise moins bien le lisier que le blé; la fertilisation azotée est plus délicate en raison des risques de verse.

Le **maïs**, compétitif pour N<sub>3</sub> (il le serait aussi pour N<sub>1</sub>, à condition d'être irrigué) est une culture qui valorise bien le lisier avec une possibilité d'épandage au printemps.

La stabilité des assolements et leur fréquence d'apparition dans un contexte de prix aléatoire sont deux approches qui visent à donner une valeur relative aux solutions trouvées. En effet, l'optimisation par programmation linéaire donne la

meilleure combinaison des cultures, c'est à dire la solution unique qui donne la plus forte marge brute d'exploitation. Mais il existe parfois des solutions presque équivalentes en marge brute d'exploitation et dans lesquelles l'assolement peut être très différent.

Dans les solutions des priorités porcs, les besoins en aliments entraînent des contraintes de surface minimale (et donc des contraintes de rotation plus difficiles à satisfaire) inexistantes en priorité cultures sauf pour la jachère. La solution est donc plus stable et la fréquence d'apparition d'autres assolements est faible. Dans les cas où les contraintes de surface minimale couvrent l'ensemble de la surface disponible, il n'y a pas d'optimisation possible de l'assolement.

L'instabilité d'une solution optimisée résulte du concours de plusieurs circonstances. Il faut plusieurs cultures possibles ayant des marges brutes presque équivalentes; il faut également avoir suffisamment de degrés de liberté, c'est-à-dire suffisamment de surface par rapport aux besoins alimentaires des porcs pour que les contraintes de rotation puissent s'intégrer sans difficulté dans la solution.

Dans l'analyse des plans de fumure, les apports de lisier ont été ajustés aux besoins des plantes sur la base de leurs besoins en azote. Étant donnée la composition relative en azote, phosphore et potassium du lisier, ce mode opératoire a pour conséquence un dépassement des besoins des cultures en phosphore et potassium dans certaines situations.

Dans l'exploitation N<sub>2</sub>, un plan de fertilisation ajusté aux besoins des plantes en phosphore a été calculé à titre exploratoire. Cette pratique limite considérablement la quantité de lisier épandu (400 m<sup>3</sup> par an au lieu de 1050 m<sup>3</sup> sur cette exploitation), et conduit à une augmentation notable des achats d'engrais minéraux.

Le lisier est plus ou moins bien valorisé selon que sa composition relative en N, P, K est équilibrée ou non avec les besoins de la plante. Ainsi le colza, qui a des besoins élevés en phosphore et potassium, valorise-t-il bien le lisier. C'est aussi le cas de la betterave et du maïs alors que les céréales ont de plus forts besoins en azote qu'en phosphore et en potassium.

Dans les cas étudiés, l'impact du mode d'alimentation sur les achats d'engrais minéraux a été pris en compte et est relativement faible : le poste fertilisation s'accroît de 10 à 30 F/ha en passant de l'alimentation classique au biphase Corpen.

En dehors de l'utilisation de produits disponibles seulement localement (la pulpe de betteraves dans N<sub>2</sub>, "l'aquistar" dans N<sub>3</sub>), la formulation optimisée des aliments donne des résultats assez homogènes et courants avec céréales, pois, tourteaux, acides aminés de synthèse, minéraux et compléments oligo-vitamines. Seule l'incorporation de graines d'oléagineux peut présenter une particularité technique.

La différence observée de résultat d'exploitation entre les formulations optimisées traduit l'incidence économique de

l'alimentation biphase selon les recommandations du Corpen comparée à l'alimentation classique. Cette différence est à peu près équivalente dans les deux priorités, porcs et cultures. Elle dépend de la taille et de l'orientation du troupeau : pour l'exploitation N<sub>1</sub>, elle s'élève à 8 milliers de F/an ; dans N<sub>2</sub> elle atteint 12 milliers de F/an, dans N<sub>3</sub>, 25 milliers et dans N<sub>4</sub> environ 28 milliers de F/an, toujours en faveur de l'alimentation classique. Ces montants qui peuvent varier conjoncturellement avec le prix relatif des matières premières (ITP, 1998) quantifient une partie du coût du respect des normes environnementales. Ils ne prennent pas en compte l'effet éventuel sur la productivité des animaux et l'incidence d'investissements supplémentaires requis pour le stockage et la distribution des aliments biphase. Ces derniers n'ont alors un intérêt économique que s'ils permettent d'éviter ou d'atténuer un coût (traitement,...) entraîné par une contrainte environnementale, ce qui n'est le cas dans aucune des exploitations ci-dessus.

Au cours de l'enquête typologique, tous les experts ont souligné la nécessité de *l'adaptation de la production à la demande du consommateur* et, à ce titre, l'importance et l'existence des signes de qualité pour la viande de porc : labels, certification de conformité de produits. Très souvent, ils ont été signalés comme une opportunité pour les élevages de petite dimension (en particulier lorsque le cahier des charges contient des exigences relatives à la surface ou au mode de logement, par exemple bâtiment ouvert, plein air,...) ou une possibilité de mettre en avant l'origine géographique de la production (la reconnaissance de l'IGP "Jambon de Bayonne" laisse entrevoir des possibilités de développement importantes dans le Sud-Ouest), ou encore l'aptitude d'une production régionale à répondre à une demande plus exigeante en terme de fraîcheur, de cahier de charges spécifiques,... Les producteurs en retirent une plus-value. Dans le secteur porcin, les filières "qualité" regroupent des élevages qui se retrouvent dans tous les types d'exploitations. Toutefois, des spécificités telles que l'aliment produit sur l'exploitation, certaines conditions d'élevage (sur paille,...) donnent une image positive de la production ou permettent des productions de type fermier avec une meilleure valorisation de la production, ceci nécessitant toutefois une organisation qui dépasse le cadre de l'exploitation.

Enfin, les résultats issus d'optimisation peuvent être diversement affectés par des variations conjoncturelles (prix), réglementaires (indemnités, environnement) et techniques (normes de fertilisation, d'alimentation). La variation des prix des produits végétaux a une conséquence directe sur les marges des cultures et sur leur prix d'intérêt en alimentation animale ; selon les contraintes nutritionnelles imposées par type d'aliment et les limites d'incorporation des matières premières, le coût matières des aliments peut aussi varier de façon importante avec une solution optimale très différente. La démarche ci-dessus constitue bien une aide à la décision en permettant à l'agriculteur-éleveur des choix répondant aux changements fréquents qui s'imposent dans la conduite de son système de production.

## CONCLUSION

Le porc dans les exploitations de grandes cultures bénéficie d'atouts spécifiques. La démarche pluridisciplinaire utilisée, intégrant le champ de décision de l'agriculteur dans son contexte général, a permis d'élaborer une méthode d'analyse de ces exploitations pouvant constituer une base de réflexion par système de production et un outil de gestion pertinent.

Les résultats obtenus dans toutes les situations analysées, confortent le revenu pour l'exercice étudié, avec des spécificités et des différences tenant au caractère particulier de chaque entreprise. L'optimisation alimentaire avec un coût minimum d'une alimentation équilibrée, celles de l'assolement et de la fertilisation respectant les normes environnementales, calculées sur la base des productivités existantes, n'épuisent pas la totalité des voies possibles, en particulier celles résultant des potentialités des différentes productions, mais se révèlent particulièrement importantes dans le contexte instable de l'environnement économique et réglementaire des exploitations.

Cette amélioration des résultats est obtenue au prix de changements de gestion et techniques : maîtrise plus complète et plus fine des processus de décision et gestion, introduction de nouvelles cultures, changement de stratégies, ... Les résultats décrits ci-dessus sont néanmoins accessibles, d'autant plus qu'ils ont été établis à facteurs de production constants. Ils mettent l'accent sur l'intérêt de méthodes de gestion de plus en plus précises mobilisant des compétences nouvelles.

La complémentarité des productions de grandes cultures et porcines, sous réserve d'une bonne maîtrise technique de chacune d'elles, se révèle être un facteur de performance contribuant à la rentabilité et à la compétitivité des systèmes concernés, deux critères gages de leur durabilité.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une action de recherche sur les systèmes d'exploitation "Céréales-oléoprotéagineux/Porcs" ayant bénéficié du soutien financier de l'enveloppe Recherche "Crédit BCRD MAPA-MENESR" de l'ACTA. Les auteurs remercient tout spécialement les Agriculteurs-Éleveurs qui ont bien voulu mettre à la disposition du groupe de travail de nombreuses informations sur leur entreprise. Ils remercient aussi les Responsables et Spécialistes de Chambres d'Agriculture, Établissements Départementaux de l'Élevage, Groupements de Producteurs, Centres de Gestion, Organisations Régionales et Instituts Techniques (particulièrement G. LEMAÎTRE et J. MASSE (ITCF), C. TEXIER, J. ALBAR et J. CHAUVÉL (ITP), D. CAMBEILH (AGPM), R. RÉAU (CETIOM) et C. PERROT (IE)) qui ont apporté leur fructueuse contribution à la réalisation de cette étude.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAUDET J.J., RÉAU R., WAGNER D., 1998. Valorisation des effluents d'élevage par le colza. CETIOM, Oléoscope, 46, 20-22.
- COMIFER, 1996. Calcul de la fertilisation azotée des cultures annuelles. Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales. 59 p. COMIFER éd. Paris
- CORPEN, 1996. Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs. Impact des modifications de conduite alimentaire et des performances techniques. 23p. CORPEN éd. Paris
- GUILLOU D., DOURMAD J.-Y., NOBLET J., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 307-314.
- I.T.C.F., I.T.P., A.G.P.M., 1996. Tables d'alimentation pour les porcs. I.T.P. éd. Paris.
- I.T.P., 1997. Résultats de gestion technique, technico-économique et de tableau de bord des élevages porcins. Porc Performances 1996. I.T.P. éd. Paris.
- I.T.P., 1998. Suivi du coût de l'aliment biphase., I.T.P., éd.
- PLOUCHART B., TEFFÈNE O., LANDAIS É., PERROT C., 1998. Journées Rech. Porcine en France, 30, 161-172.
- TEFFÈNE O. et groupe de travail ITP, ITCF, AGPM, CETIOM, INRA, 1998. Le porc dans les exploitations de grandes cultures : systèmes de production compétitifs répondant aux exigences de la protection de l'environnement et aux besoins du marché. Rapport final.