



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Les perspectives des exploitations céréalières

Le cas de Beauce-Gâtinais

R. CARLES

avec la collaboration de T. PELLETIER

La politique agricole commune a parmi ses objectifs essentiels celui d'une meilleure adaptation de la production aux débouchés. En matière céréalière, de nombreuses modalités ont été mises en œuvre au cours des années récentes : fixation de quantités maximales garanties autorisées, baisse des prix d'intervention, offre de primes pour gel de certaines terres, ... pour ne citer que les principales ...

Les autres produits de grande culture, betterave sucrière, oléoprotéagineux, sont pratiquement soumis à des contraintes du même ordre.

Il en résulte des perspectives difficiles pour les exploitations céréalières, d'autant que la diversité des conditions de production est grande, tant en France que dans la CEE (Carles 1985, 1986, 1988) et que les coûts de production sont très disparates (Carles, 1988).

Au delà d'approches de caractère général, le besoin s'est fait sentir d'analyses plus approfondies du fonctionnement d'entreprises particulières. A cette fin, une étude a été réalisée sur un groupe d'exploitations agricoles spécialisées de grande culture, faisant partie d'un dispositif d'observation des systèmes de production agricole, greffé lui-même sur le réseau d'information comptable agricole (RICA).

L'évolution récente de l'économie de ces exploitations y est examinée, puis les effets de différents scénarios de baisse de prix, mise en jachère et accroissement de superficie, sont simulés à l'aide d'une modélisation de l'exploitation-type céréalière.

L'exemple de Beauce-Gâtinais

Les résultats d'un groupe d'exploitations céréalières des régions Centre et Ile-de-France — plus précisément des régions agricoles de Beauce et du Gâtinais — constituent le matériau de base de l'étude.

Ces résultats sont le produit d'une observation spécifique reposant sur une comptabilité générale, complétée par certains enregistrements analytiques concernant les principales cultures pratiquées. Le tout s'inscrit dans le cadre du RICA, mis en œuvre en France par les pouvoirs publics pour mesurer les revenus agricoles par région, par système, par classe de taille, et lui-même harmonisé avec les autres réseaux des Etats-membres de la CEE.

Les caractéristiques moyennes des exploitations agricoles de la sonde Beauce-Gâtinais sont rapprochées de celles de l'échantillon RICA des exploitations principalement céréalières (c'est-à-dire des orientations 11 et 12 selon la nomenclature européenne) du Centre et de l'Ile-de-France (tableau 1).

Très proches en ce qui concerne l'appareil productif lui-même : superficie, nombre de travailleurs et capital d'exploitation, ces exploitations présentent cependant des écarts sensibles quant aux résultats : à l'hectare,

9 q de plus en blé tendre et près de 900 F de revenu, 74 000 F par exploitation et 91 000 F par travailleur en faveur de l'exploitation moyenne en Beauce-Gâtinais.

Tableau 1.
Comparaison de
quelques
caractéristiques des
exploitations moyennes
de grande culture
de la sonde Beauce-
Gâtinais et des régions
Centre et Ile-de-France
(1985)

Critères	Sonde Beauce-Gâtinais	RICA Centre Ile-de-France	Ecart Sonde/RICA %
Nombre d'exploitations	32	242	
Superficie moyenne (ha)	81	76	+ 6,6
Nombre de travailleurs	1,34	1,46	- 8,2
Capital d'exploitation (F/ha)	14 200	14 000,00	+ 1,4
Rendement du blé (q/ha)	73	64	+ 14,1
Revenu à l'hectare (F)	2 803	1 815	+ 46,4
Revenu par exploitation (milliers F)	220,6	146,4	+ 50,7
Revenu par travailleur (milliers F)	204,4	113,1	+ 80,7

Cet écart s'explique par le niveau plus faible des résultats dans la partie sud de la région Centre, dont les potentialités naturelles sont moindres.

Mais par rapport à l'ensemble Ile-de-France et Centre-Nord, on peut considérer que la sonde est représentative. Dans ces régions on dispose d'un avantage naturel, grâce à la fertilité des sols, alors même que les structures peuvent être considérées comme moyennes: aucune exploitation du groupe considéré ne dépasse 150 ha, avec une fréquence modale entre 60 et 90 ha.

Une évolution des revenus préoccupante

Le revenu moyen observé dans ce groupe s'est situé à un niveau élevé au cours des années récentes jusqu'en 1984. Mais depuis, il n'a cessé de se dégrader. En 1987, dernière année observée, il atteint en francs courants 136 000, contre 164 000 en 1981, après avoir dépassé 270 000 en 1984.

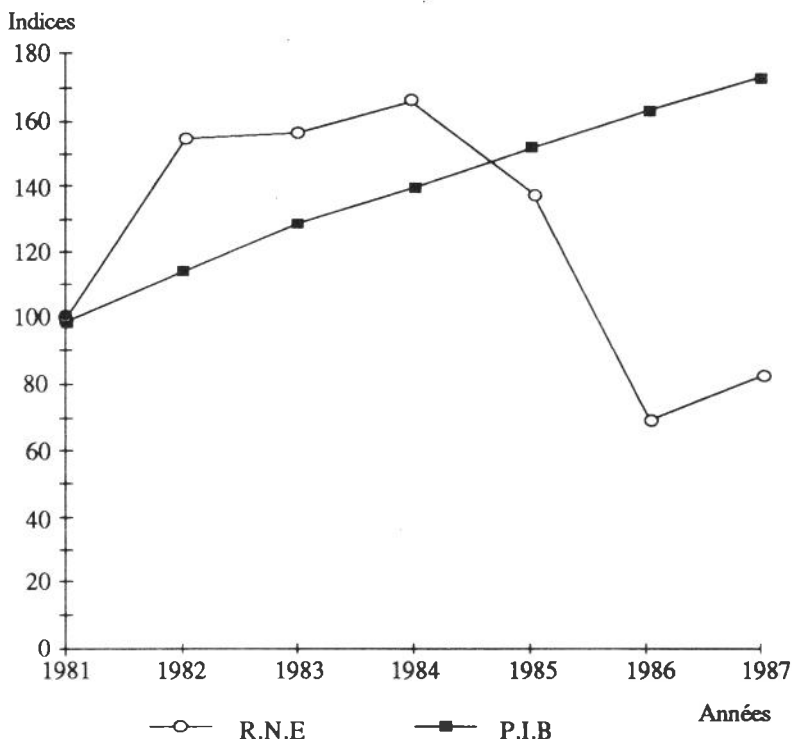
Le graphique 1 qui présente les indices d'évolution correspondants pour le revenu net d'exploitation (RNE) et le produit intérieur brut (PIB) fait apparaître ce décrochement des revenus depuis 1984 et la légère remontée de 1987.

La variation du PIB, qui mesure l'inflation, s'établit à plus de 67 % pour la période, alors que le RNE a chuté de 17 % en francs courants.

Les causes de cette évolution sont multiples et nous reviendrons plus loin sur certaines d'entre elles: il y a bien sûr les caractéristiques climatiques des années, avec des rendements croissants de 1981 à 1984, et

décroissants ensuite ; il y a les prix des produits vendus, le plus souvent en baisse en valeur courante et surtout réelle. De plus, les charges ont sensiblement augmenté, du moins jusqu'en 1986.

Graphique 1.
Evolution comparée
du RNE et du PIB
dans la sonde
de 1981 à 1987
(indice 100 en 1981)



Un bon indicateur du revenu de l'exploitation céréalière est fourni par le résultat propre à la culture du blé tendre : par son importance dans l'utilisation du sol, plus de 50 % de 1981 à 1984, et malgré une part relative en baisse depuis cette date, 45 % en 1985, 42 % en 1986, 39 % en 1987, le blé tendre joue toujours un rôle essentiel.

La corrélation entre sa marge brute (il s'agit de la différence entre le produit et les charges affectables à la culture, engrais, semences, produits phytosanitaires, travaux par tiers) et le résultat d'ensemble de l'exploitation céréalière reste très forte, comme cela apparaît sur le graphique 2, qui présente les indices d'évolution correspondants.

L'ÉQUILIBRE DES PRODUCTIONS ET DES FACTEURS DE PRODUCTION

Les agriculteurs ont réagi aux variations de la conjoncture en cherchant à adapter leur système de production, compte tenu des modifications de l'intérêt relatif des cultures sous l'effet du progrès technique qui

augmente les rendements (aux aléas climatiques près), et des variations de prix.

L'examen de la répartition des productions montre que, si le blé tendre est la culture de base dans les assolements, sa régression relative entraîne aussi celle de l'ensemble des céréales : l'augmentation du blé dur ne compense pas la diminution de l'orge d'hiver et de l'escourgeon, tandis que l'orge de printemps a une position fluctuante et que le maïs, après avoir progressé jusqu'en 1985, subit un tassement en 1986, confirmé en 1987.

Par ailleurs, certains oléagineux, le colza et plus récemment le tournesol, représentent désormais avec le pois protéagineux 17 % de la superficie totale contre moins de 10 % en 1981 tandis que la betterave sucrière, cultivée dans un peu plus d'une exploitation sur trois, a une place relative qui s'amenuise légèrement du fait de l'accroissement de superficie des exploitations (environ 10 % sur la période) et du blocage des quotas.

L'examen des marges des cultures (cf. tableau 2) fait apparaître en 1987 une proximité des résultats tout-à-fait remarquable entre le blé tendre, le maïs, l'orge de printemps et même le pois protéagineux, tandis que la betterave sucrière, et à un niveau moindre le colza, présentent un avantage assez marqué. Au contraire, le tournesol a obtenu un mauvais résultat en 1987 du fait d'un rendement très moyen et d'un prix de vente en baisse. Quant au blé dur, le déclassement de quantités importantes a entraîné une forte chute du prix et donc de la marge.

Graphique 2.
Evolution du RNE
et de la marge brute
du blé tendre dans la
sonde de 1981 à 1987
(indice 100 en 1981)

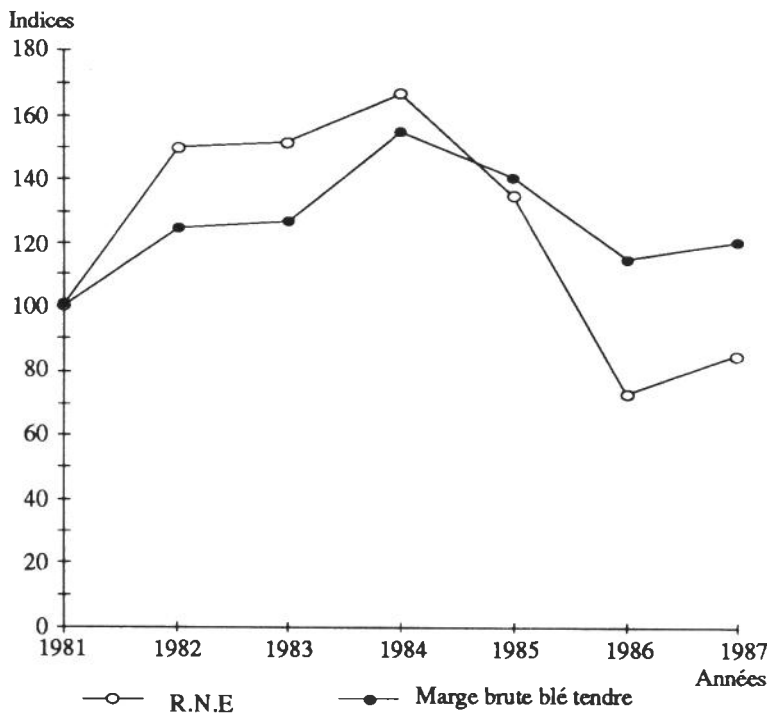
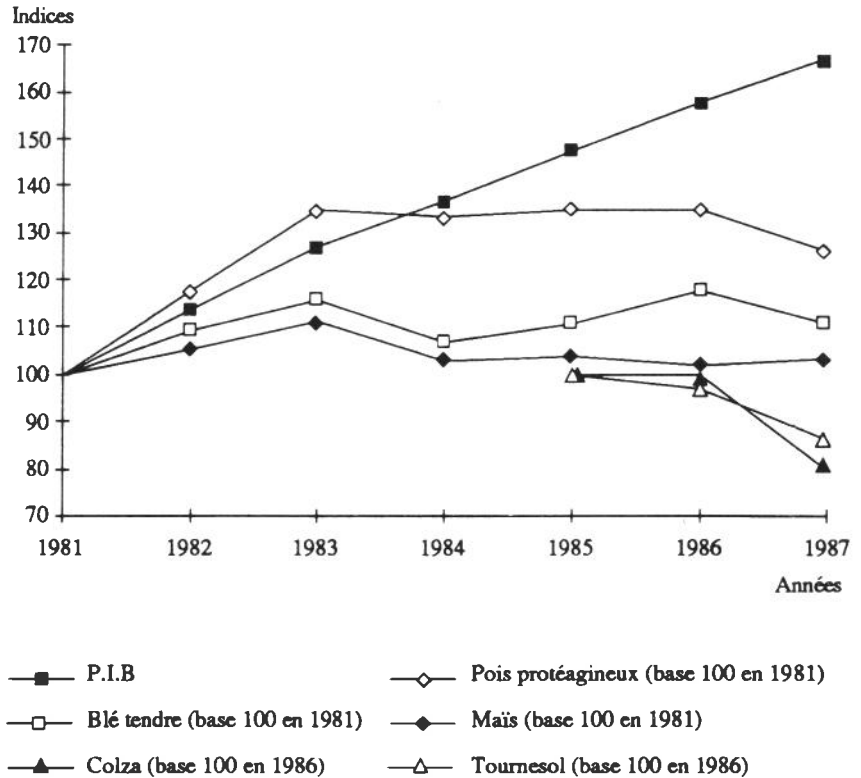


Tableau 2. Marges des principales cultures
dans les exploitations agricoles de Beauce-Gâtinais (1987)

Critères	Blé tendre	Mais grain	Pois à protéines	Blé dur	Tournesol	Colza	Escourgeon	Orge de printemps	Betterave sucrière
Nbre d'exploitations concernées	35	27	24	22	20	16	11	11	10
Surface moyenne/exploitation (ha)	34,7	13,0	8,9	19,7	10,5	9,9	11,3	12,5	12,4
Rendement à l'hectare (q)	64,7	74,3	50,1	47,6	23,8	43,3	67,8	53,8	587,1
Prix moyen de vente (F)	124,98	120,51	182,90	131,23	303,3	222,03	107,94	135,98	25,23
<i>Production brute (F/ha)</i>									
Engrais (F/ha)	8 108	8 971	9 189	6 288	7 240	9 612	7 280	7 372	14 607
Azote (unités/ha)	1 005	1 312	696	1 052	1 038	1 543	927	746	1 395
Phosphore (unités/ha)	195	181	17	208	69	224	151	106	181
Potasse (unités/ha)	73	127	95	65	106	119	85	81	123
Semences et plants (F/ha)	73	160	131	69	177	163	96	83	177
dont : % produits	305	806	1 235	521	673	196	335	322	637
Produits phytosanitaires (F/ha)	56,5	0,0	11,0	39,4	0,0	0,0	14,8	33,8	0,0
Travaux par tiers (F/ha)	889	625	1 026	881	856	1 097	889	336	1 606
Emballages et fournitures (F/ha)	91	416	51	63	253	141		66	795
	1		1						
<i>Charges affectées totales (F/ha)</i>	2 290	3 160	3 009	2 517	2 821	2 976	2 151	1 469	4 433
<i>Marge brute à l'hectare (F/ha)</i>	5 818	5 812	6 180	3 771	4 419	6 635	5 129	5 903	10 174
(Ecart-type de la marge brute)	1 260	1 647	1 943	1 301	1 724	1 357	1 365	2 087	1 060

Même s'il ne faut pas accorder aux dernières performances constatées un rôle prépondérant dans le choix des agriculteurs, le fait que les principales cultures en concurrence dans les assolements obtiennent des marges voisines, conduit à une situation quelque peu versatile.

Graphique 3.
Evolution des prix des
produits vendus

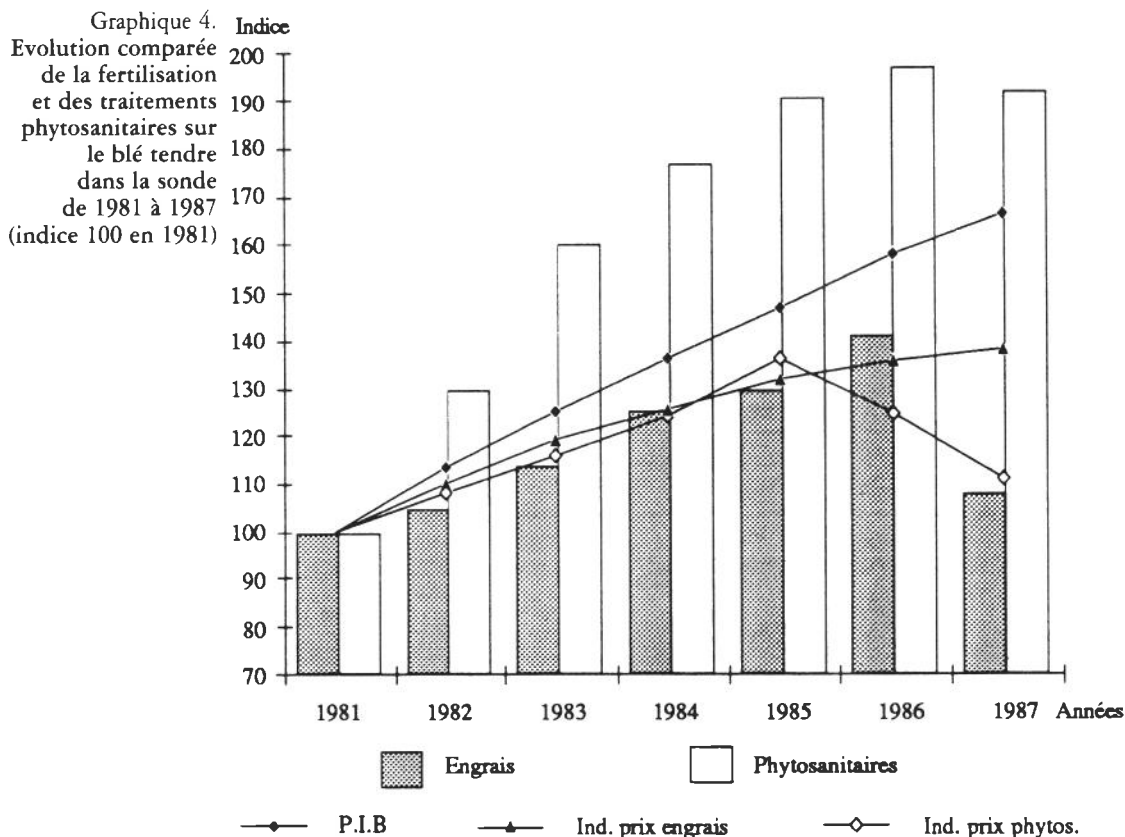


Comme dans le même temps, les prix ont quelque peu fluctué, mais surtout baissé, en particulier ceux des oléagineux (cf. graphique 3), on comprend qu'il soit particulièrement délicat d'élaborer une prévision correcte.

Cependant un autre phénomène est à souligner en 1987 : alors que des hausses continues, en francs courants, ont majoré les charges de 1981 à 1986, pour la première fois on enregistre une diminution, de l'ordre de 200 F à l'hectare.

Un examen plus détaillé est nécessaire en distinguant au sein de ces charges, celles dites "variables" de celles dites "fixes". Les premières correspondent à la mise en œuvre du système de production : on a observé sur toute la période un accroissement important du volume de produits phytosanitaires utilisés (+ 36 %), les agriculteurs cherchant à s'assurer le plus largement possible contre les risques, plutôt que d'intervenir au coup par coup dans ce domaine. C'est seulement en 1987 qu'un certain tassement apparaît.

Quant à la consommation d'engrais, si la charge à l'hectare a peu évolué (+ 10 % en francs courants entre 1981 et 1986, - 1 % en volume si l'on déflate par l'indice des engrais), elle se traduit surtout par quelques économies sur les fumures de fond (de 10 à 20 unités sur la potasse et le phosphore), tandis que la dose d'azote (qui détermine directement le rendement) est maintenue (graphique 4).



La baisse de prix des engrais observée en 1987 par rapport à 1986 entraîne une diminution de la charge correspondante (- 246 F à l'hectare). Il en va de même pour d'autres consommations intermédiaires liées au prix de l'énergie, et tout particulièrement du poste "carburants et lubrifiants".

Quant aux charges fixes ou de "structure", relatives à l'appareil permanent de production, elles subissent toujours une évolution préoccupante: les assurances, les impôts et taxes d'exploitation (où figurent les taxes professionnelles, notamment la taxe de coresponsabilité en 1987), les frais financiers augmentent (l'endettement s'accroît), ce qui compense, et au delà, le tassement du fermage (la part des terres en propriété s'est accrue) et celui des amortissements (le renouvellement du matériel est moins rapide).

Globalement les charges réelles passent de 4 600 F à 7 200 F à l'hectare (+ 56 % contre + 32,5 % pour l'IPPINEA) de 1981 à 1986. La diminution en 1987 (− 246 F/ha) est donc imputable essentiellement à la baisse des engrais, des carburants et lubrifiants ainsi que des amortissements du matériel.

LES ADAPTATIONS POSSIBLES DES SYSTÈMES CÉRÉALIERS

Devant les tendances observées et compte tenu des objectifs de la politique agricole visant à contenir l'offre de céréales en agissant sur le niveau des prix garantis, on peut s'interroger sur les moyens que les agriculteurs peuvent utiliser pour obtenir un revenu satisfaisant au cours des prochaines années.

Pour tenter d'apporter quelques éléments de réponse à ces préoccupations, on utilise un modèle de programmation linéaire appliqué à l'exploitation-type de Beauce-Gâtinais.

Cette technique a déjà été largement utilisée pour l'analyse du fonctionnement des exploitations agricoles. Parmi de nombreux auteurs, on peut citer particulièrement Tirel, 1967; Cordonnier *et al.*, 1970; Boussard, 1988.

Modélisation de l'exploitation céréalière

Cette modélisation met en regard un certain nombre d'activités possibles. Ce sont les cultures les plus fréquentes, à savoir le blé tendre, l'escourgeon, l'orge de printemps, le blé dur, le maïs-grain, le colza, la betterave sucrière, le pois protéagineux et le tournesol.

Toutefois il faut tenir compte aussi du fait que les résultats et les exigences d'une culture varient selon le précédent. Ainsi le blé tendre qui suit une betterave sucrière ou un maïs, cultures occupant le sol jusqu'en automne, est un blé tardif, c'est-à-dire semé entre le 1^{er} et le 30 novembre, tandis que le blé tendre venant après un colza d'hiver ou une céréale peut être semé plus tôt (blé précoce), entre le 1^{er} et le 31 octobre.

Dans ces conditions on est amené à augmenter le nombre d'activités élémentaires: outre le blé tendre, sont concernés aussi le blé dur (d'hiver ou de printemps), les blés de premier ou deuxième blé.

Toutes ces cultures sont caractérisées du point de vue économique par leurs marges brutes, notées "c".

Celles-ci sont estimées à partir de rendements moyens des dernières campagnes, ainsi que des prix de vente et des charges variables de 1986.

Les prix retenus sont les suivants (par quintal): blé tendre 132 F, blé dur 201 F, escourgeon 122 F, orge de printemps 115 F, maïs 121 F, colza 280 F, pois 201 F, tournesol 339 F, betterave sucrière (tous quotas confondus) 28,5 F.

Ces prix paraissent déjà quelque peu optimistes par rapport aux niveaux de 1987, principalement pour les oléoprotéagineux, au contraire de celui de l'orge de printemps qui a plutôt progressé, mais, il est vrai, à partir d'un niveau bas.

Le but du programme linéaire est ici de déterminer la meilleure combinaison des cultures, c'est-à-dire les dimensions $x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n$ à l'optimum de chacune des activités, telles que la marge globale de l'entreprise (de laquelle on déduit ensuite les charges de structure pour obtenir le revenu agricole familial) soit maximum.

$$\text{Max } F = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

où F : valeur de la marge à l'optimum

j : indice des 10 activités

c_j : contribution d'une unité d'activité j (i.e. marge de 1 hectare de culture) à la fonction objectif.

Un certain nombre de contraintes doivent être respectées par les combinaisons possibles.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i$$

où a_{ij} : utilisation de la ressource i par une activité j

b_i : disponibilité en ressource i .

La résolution de ce système conduit à l'obtention d'une combinaison de cultures à l'optimum (forme primale), ou bien à une valorisation optimale des ressources disponibles (forme duale).

Dans le tableau 3, le signe + 1 traduit une exigence, le signe - 1 traduit un apport.

Exemple: le maïs-grain exige un précédent à tête d'assolement qui peut lui être fourni par les cultures suivantes: l'escourgeon, le blé dur d'hiver, l'orge de printemps, le blé précoce, le blé tardif, le blé dur de printemps, le blé de 2^e blé (1^{ère} ligne).

Pour sa part le maïs-grain apporte un précédent à blé tardif qu'exige naturellement le blé tardif (4^e ligne).

Une activité de transfert est créée pour autoriser les blés tendres à fournir un précédent, soit aux céréales secondaires, soit aux têtes d'asso-

Tableau 3. Matrice agronomique du modèle Beauce-Gâtinais

Activités	Mais- grain	Escour- geon	Blé dur d'hiver	Colza	Orge de printemps	Blé précoce	Blé tardif	Blé de blé	Blé dur de printemps	Blé de 2 ^e blé	Bett. Sucre.	Pois protéa- giques	Tourne- sol	Jachère	Transfert*
Précédents															
A tête d'as- solements	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1		+1
A céréales secondaires		+1	+1		+1			-1	+1	+1					-1
A blé précoce				+1		+1						-1	-1		
A blé tardif	-1						+1				-1				
Précédents à tête d'assolements														+1	
Précédents à céréales secondaires						-1									
Possibilité de blé/blé						-1	-1	+1							
Possibilité de blé/blé/blé								-1		+1					

* L'activité de transfert est une activité créée pour autoriser les blés tendres à fournir un précédent soit aux céréales secondaires soit aux têtes d'assolement afin de permettre des rotations de type triennal (tête d'assolement-blé-céréales secondaires) ou biennal (tête d'assolement-blé).

ment, afin de permettre des rotations de type triennal (tête d'assolement - blé - céréales secondaires) ou biennal (tête d'assolement - blé).

L'année civile étant découpée en six périodes de deux mois (depuis janvier), chaque culture implique des besoins de travail par période qui sont à couvrir par les disponibilités offertes par la main-d'œuvre. Pour chaque activité on a donc déterminé les besoins en travaux directs par type de tracteur. La durée des travaux pour une culture a été obtenue à partir des renseignements recueillis auprès des agriculteurs de la sonde. Il a été nécessaire d'établir des moyennes car les temps de travaux dépendent dans une large mesure des caractéristiques techniques des équipements et des conditions de travail. Ces temps de travaux sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4.
Besoins des cultures par période (en heures de main d'œuvre par hectare)

Activité	Blé précoce	Blé tardif	Escour- geon	Orge	Maïs	Bette- rave	Colza	Pois	Tour- nesol	Blé dur de prin- temps	Blé dur d'hiver
Période											
1. Janvier-Février	0,50	0,50	0,40	1,50	—	—	0,50	4,00	—	1,50	0,50
2. Mars-Avril	1,30	0,90	0,40	5,10	6,80	4,25	1,30	3,75	6,80	5,10	0,50
3. Mai-Juin	0,40	0,40	0,40	0,40	3,00	2,00	—	3,00	3,00	0,40	0,50
4. Juillet-Août	1,80	1,80	2,55	2,55	—	1,00	7,30	4,50	—	2,55	1,50
5. Septembre-Oct.	6,55	—	6,20	—	1,80	9,50	7,80	—	1,80	—	7,85
6. Novembre-Déc.	0,80	1,10	—	—	—	3,75	—	—	—	—	0,50
Total	11,35	4,70	10,95	9,55	11,60	20,50	16,90	15,25	11,60	9,55	11,35

Ces besoins récapitulent les temps de travaux par culture établis à partir d'une liste des façons culturales nécessaires à chaque culture selon le modèle blé tendre détaillé dans le tableau 5 selon ses deux modalités, le blé tendre tardif ou le blé tendre précoce.

En face de ces besoins, des ressources sont disponibles. Ce sont celles offertes par l'appareil de production de l'exploitation-type et, comme les besoins des cultures, elles ont été estimées à la suite d'une enquête auprès des agriculteurs du groupe.

La superficie de cette exploitation-type est de 72 ha, ce qui correspond à la dimension moyenne mesurée dans la sonde grande culture en Beauce-Gâtinais. Des observations existent aussi pour une gamme de superficies allant de 40 à 150 ha environ et peuvent conduire à la définition d'autres variantes structurelles.

La main-d'œuvre disponible est de 1,35 unité-travailleur annuel (UTA). Cette valeur correspond à la disponibilité d'une personne à temps plein, complétée par l'appoint d'une deuxième personne pour la réalisation de certains chantiers, en particulier les chantiers de récolte.

Tableau 5. Nature des travaux effectués et besoins en heures de traction et de main-d'œuvre pour la culture du blé tendre selon le type de précédent
BLÉ TENDRE TARDIF (APRES BETTERAVE, MAIS, ETC.)

Période	Nature des travaux effectués (façons culturales)	Besoins			
		en traction		en main-d'œuvre	
		70 ch	90 ch	supplé- mentaire	totale
1 20 février au 28 février	Epandage d'engrais	0,50			0,50
	Total 1	0,50			0,50
2 25 mars au 15 avril	Désherbage	0,40			0,40
	Epandage d'engrais	0,50			0,50
	Total 2	0,90			0,90
3 20 mai au 30 mai	Traitement	0,40			0,40
	Total 3	0,40			0,40
4 20 juillet au 15 août	Récolte	0,80		1,00	1,80
	Total 4	0,80		1,00	1,80
6 1 ^{er} novembre au 30 novembre	Semis au sémavator		1,10		1,10
	Total 6		1,10		1,10
	Total général	2,60	1,10	1,00	4,70

BLÉ TENDRE PRÉCOCE (APRES PAILLE, COLZA, ETC.)

Période	Nature des travaux effectués (façons culturales)	Besoins			
		en traction		en main-d'œuvre	
		70 ch	90 ch	supplé- mentaire	totale
1 15 février au 10 mars	Epandage d'engrais	0,50			0,50
	Total 1	0,50			0,50
2 25 mars au 10 avril	Désherbage	0,40			0,40
	Epandage d'engrais	0,50			0,50
20 avril au 30 avril	Traitement	0,40			0,40
	Total 2	1,30			1,30
3 20 mai au 30 mai	Traitement	0,40			0,40
	Total 3	0,40			0,40
4 20 juillet au 15 août	Récolte	0,80		1,00	1,80
	Total 4	0,80		1,00	1,80
5 1 ^{er} septembre au 30 septembre	Déchaumage	—	0,75		0,75
	Labour	—	3,00		3,00
	Epandage d'engrais	1,50	—		1,50
1 ^{er} octobre au 30 octobre	Semis et herse mobile	—	1,30		1,30
	Total 5	1,50	5,05		6,55
6 1 ^{er} nov. au 30 nov.	Désherbage	0,40			0,40
20 nov. au 30 nov.	Traitement	0,40			0,40
	Total 6	0,80			0,80
	Total général	5,30	5,05	1,00	11,35

Cet appoint peut avoir diverses origines : main-d'œuvre familiale, notamment conjoint de l'exploitant ou aide familial, mais aussi travailleur salarié occasionnel. L'entr'aide est également pratiquée entre voisins.

Tableau 6. Disponibilités par période culturale pour une unité-travailleur

Période	1	2	3	4	5	6	Disponibilité totale effective	Disponibilité totale théorique
Jours disponibles	11	26	32	34	29	23	155	230
Heures disponibles	110	260	320	340	290	230	1 550	2 300

Une unité-travailleur apporte une disponibilité de main-d'œuvre par période, comme cela est indiqué dans le tableau 6. De la disponibilité théorique, qui tient compte des jours fériés et de congés (dernière colonne de droite), on passe à la disponibilité effective en éliminant de chaque période les jours durant lesquels il est impossible d'effectuer des travaux dans les champs (intempéries, gel, etc.).

La prise en considération de l'équipement est proche de celle concernant la main-d'œuvre. Chaque culture nécessite, comme on l'a vu au tableau 5, que soient couverts aussi des besoins en certains matériels. Chaque matériel offre une certaine capacité par période culturale.

L'équipement de l'exploitation-type est important, avec deux tracteurs de 70 CV et 90 CV, auxquels s'ajoute une moissonneuse-batteuse de 4,20 m de largeur de coupe. D'autres matériels existent aussi, mais contrairement aux précédents, ils ne posent pas de problème de disponibilité. Leur existence se traduit seulement par des charges de structure, amortissement et entretien, et des charges variables de fonctionnement. Le recours à l'entreprise de travaux, enfin, est possible pour l'arrachage et le chargement des betteraves sucrières.

**L'EFFET D'UNE BAISSSE DU PRIX
DES CÉRÉALES OU DES OLÉOPROTÉAGINEUX**

Les baisses de prix envisagées affectent soit les céréales seulement, soit aussi les oléoprotéagineux. Les prix initiaux correspondants sont ceux observés en 1986 : ils peuvent subir des diminutions de 3 et 10 % (céréales) ou 6 % (oléoprotéagineux). Ces variations sont combinées dans le cadre de 5 scénarios, numérotés de 0 à 4, figurant sur le tableau 7.

Deux types d'assolements sont distingués, selon que la betterave sucrière est, ou n'est pas, cultivée.

Dans le premier cas (assolements avec betterave sucrière), l'agriculteur dispose d'un quota A, le maximum de betterave possible est cependant limité. Le colza est autorisé, mais pas le pois protéagineux ni le tournesol.

Tableau 7. Effets de diverses baisses de prix des céréales et oléoprotéagineux

	Assolements Céréales et betterave					Assolements Céréales et oléoprotéagineux				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
<i>Répartition des cultures</i>										
Betterave sucrière	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Tournesol						12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Pois protéagineux						4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
Mais grain	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Blé tendre précoce						4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
Blé tendre tardif	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Blé dur d'hiver	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
SAU totale (ha)	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	2 975	2 778	2 321	2 588	2 131
Revenu à l'hectare (F)	2 833	2 579	1 990	2 579	1 990	214,2	200,0	167,1	186,3	153,4
Variation (en %)		- 8,97	- 29,8	- 8,97	- 29,8		- 6,6	- 22,0	- 13,0	- 28,4
Revenu par exploitation (mF)	204,0	185,7	143,3	185,7	143,3					
Variation (en %)		- 9,0	- 29,8	- 9,0	- 29,8					
<i>Duales des autres activités (F/ha)</i>										
Mais de maïs	1 241	1 202	1 109	1 202	1 109	1 241	938	1 109	1 375	1 424
Colza	1 205	938		1 375		1 205		309		746
Blé tendre précoce	466	439	736	439	367	932	877	368	877	736
Blé de blé	466	439		439	367			368		
Blé de 2 ^e blé	1 695	1 615	1 424	1 615	1 424	1 695	1 615	1 424	1 615	
Escourgeon	1 763	1 663	1 441	1 663	1 441	1 763	1 663	1 441	1 663	1 441
Orge de printemps	1 195	1 153	1 055	1 153	1 055	1 195	1 153	1 055	1 153	1 055

5 scénarios :

- 0 – situation initiale
- 1 – baisse de 3 % du prix des céréales
- 2 – baisse de 10 % du prix des céréales
- 3 – baisse de prix de 3 % sur les céréales et 6 % sur les oléoprotéagineux
- 4 – baisse de prix de 10 % sur les céréales et 6 % sur les oléoprotéagineux

Les résultats correspondants sont inférieurs à ceux des assolements du deuxième type (sans betterave) dans lesquels ces deux dernières cultures contribuent très fortement à l'obtention d'un bon revenu.

Les principaux résultats de cette simulation sont les suivants : les revenus initiaux sont de l'ordre de 200 000 F dans les deux types d'assolement. Ils sont donc nettement supérieurs aux niveaux de 1986 observés : cela tient d'une part à l'optimisation du résultat et, d'autre part, à l'effet "rendement moyen escomptable".

A l'optimum pour la solution de base (scénario 0), les caractéristiques des assolements "céréales et betteraves" et "céréales et oléoprotéagineux" sont les suivantes :

- pour les assolements du premier type, une proportion très élevée de céréales (87 %), avec 40 % de blé tendre, 27 % de maïs et 13 % de betterave sucrière, celle-ci étant à son maximum. Les rotations correspondantes sont betterave-blé tendre tardif - blé dur d'hiver ainsi que maïs-blé tendre tardif.

- pour les assolements du second type, moins de céréales (66 %), mais autant de blé tendre (40 %) et surtout 34 % d'oléoprotéagineux, à leur maximum pour le tournesol et le pois, tandis que le colza n'est pas retenu. Les rotations retenues sont pois ou tournesol ou maïs, suivis de blé précoce (précédents oléoprotéagineux) ou tardif (maïs) et ensuite pour partie de blé dur d'hiver.

Les valeurs duales figurant au tableau 7 peuvent s'interpréter comme les coûts d'entrée des cultures non retenues.

Il est frappant de constater la position remarquable du blé : ainsi le blé de blé ou le blé de 2^e blé sont les activités qui sont généralement envisagées à moindre perte dans les deux types d'assolements.

Nettement décalés par rapport au blé tendre, se situent le blé dur de printemps, le blé tendre précoce, le maïs après maïs, puis encore nettement au delà l'escourgeon et l'orge de printemps (assolements "céréales et betterave"). Dans les assolements "céréales et oléoprotéagineux", le colza s'intercale dans une position assez favorable.

Dans le cas de baisse des prix, ces revenus pâtissent fortement, jusqu'à pratiquement 30 % de moins. Par contre l'inertie des systèmes de production est remarquable : il n'y a aucune modification du choix des productions. La betterave à sucre, le tournesol et le pois protéagineux sont à leur maximum autorisé ou agronomique, le blé tendre se taille la part du lion (blé tendre tardif ou précoce selon le cas). Le blé dur occupe une part notable dans les deux types d'assolements, et le maïs-grain surtout dans le premier.

Quand le prix seul des céréales baisse, les valeurs duales des céréales non retenues diminuent, comme c'était prévisible.

Quand le prix des oléagineux baisse également, une remontée de certaines de ces valeurs duales peut intervenir, en particulier dans le cas du

scénario 3, ce qui traduit les pertes supplémentaires liées à l'introduction éventuelle de ces cultures.

L'EFFET D'UNE PRIME À LA JACHÈRE

Le gel de certaines terres, notamment de celles qui sont les moins productives, a été retenu comme une mesure de politique agricole pouvant contribuer de manière intéressante à la limitation souhaitée de la production de céréales.

A cette fin, chaque Etat-membre de la CEE doit proposer aux agriculteurs qui le souhaitent, le versement d'une prime incitant à la mise en jachère. S'agissant d'une région comme Beauce-Gâtinais, où les performances sont élevées du fait des potentialités naturelles, le niveau des primes doit être assez important pour déclencher une substitution de la jachère aux cultures possibles. C'est la marge brute qui peut être considé-

Tableau 8. Effets d'une prime à la jachère

	Assolements Céréales et betterave			Assolements Céréales et oléoprotéagineux		
	0	1	2	0	1	2
<i>Répartition des cultures</i>						
Betteraves sucrières	9,4	9,4	9,4			
Tournesol				12,2	12,2	12,2
Pois protéagineux				12,2	12,2	12,2
Maïs grain	19,4	13,0	13,0	4,3	2,0	2,0
Blé tendre précoce				24,5	24,5	24,5
Blé tendre tardif	28,8	22,4	22,4	4,3	2,0	2,0
Blé dur d'hiver	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Jachère		12,8	12,8		4,6	4,6
SAU totale (ha)	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
Revenu à l'hectare (F)	2 833,3	2 116,7	1 972,2	2 975,0	2 313,9	2 123,6
Variation (en %)		- 25,3	- 30,4		- 22,2	- 28,6
Revenu par exploitation (mF)	204,0	152,4	142,0	214,2	166,6	152,9
Variation (en %)		- 25,3	- 30,4		- 22,2	- 28,6
<i>Duales des autres activités (F/ha)</i>	0	1	2	0	1	2
Maïs de maïs	1 241	1 109	1 109	1 241	1 109	1 109
Colza					304	741
Blé tendre précoce		304				
Blé de blé	466	370	370	466	370	370
Blé de 2 ^e blé	466	370	370	466	370	370
Escourgeon	1 695	1 615				1 426
Orge de printemps	1 763	1 447	1 447		1 447	
Blé dur de printemps	1 195	1 153	1 055	1 195	1 055	1 055

3 scénarios :

0 - situation initiale

1 - baisse de 10 % du prix des céréales

2 - baisse de prix de 10 % sur les céréales et 6 % sur les oléoprotéagineux

rée comme le meilleur indicateur de l'intérêt économique de cette substitution: la prime, comme la marge, devant de toute façon couvrir au mieux les charges fixes à l'hectare. Cependant, dans l'exploitation-type, la plus petite marge des activités possibles atteint 3 440 F, il s'agit du colza. Les marges les plus faibles sont ensuite celles de l'orge de printemps, de l'escourgeon ... Bien évidemment, dans d'autres régions, l'intérêt économique de la jachère primée serait souvent plus apparent: nous avons choisi ici une subvention à hauteur de 4 500 F à l'hectare, de laquelle on a déduit quelques charges d'entretien correspondant à certaines façons culturales, au total moins de 250 F. Le niveau des primes actuellement prévu est sensiblement inférieur à ce montant.

Les résultats du calcul d'optimisation correspondant sont rassemblés dans le tableau 8.

Avec le système de prix initial, la jachère n'intervient pas, mais la situation change quand le prix des produits vendus baisse.

Pour une diminution du prix des céréales de 10 % sans modification du prix des oléoprotéagineux (scénario 1) ou avec (scénario 2), la jachère représente 18 % environ de la superficie agricole utile (assolements du premier type) ou bien seulement 6 % (assolements du second type).

La présence de jachère modifie assez peu certaines valeurs duales pour les cultures non retenues en majorant légèrement les pertes qui interviendraient dans le cas de leur introduction.

Comme il a été décidé que la jachère devrait occuper au minimum 20 % de la SAU pour déclencher l'attribution de la prime, on constate donc qu'ici cette solution est peu attractive, ce qui est sans doute préférable, s'agissant de bonnes terres. Quant aux effets sur les revenus, ils ne sont positifs (atténuation de leur baisse), que dans le cas des systèmes céréaliers avec betterave, la jachère étant substituée à du maïs-grain et à du blé tendre tardif dans chaque assolement, mais en proportions différentes.

La question de la jachère peut enfin être abordée d'une manière différente: cette pratique peut être rendue nécessaire, lorsque la superficie de l'exploitation devenant plus importante, un certain déséquilibre se manifeste au niveau de l'appareil productif existant, c'est-à-dire par rapport à l'équipement ou à la main-d'œuvre. Il peut alors devenir moins intéressant de cultiver toute la surface disponible.

L'EFFET DE L'ACCROISSEMENT DE TAILLE DE L'EXPLOITATION

Si on examine le bilan du travail dans les assolements optimaux de l'exploitation-type de 72 ha, on constate que d'importantes disponibilités de main-d'œuvre et d'équipement subsistent.

Ainsi les écarts entre ressources et besoins, au cours des différentes périodes culturales, sont appréciables, même si la période 6, c'est-à-dire le mois de novembre essentiellement, et la période 5, septembre-octobre, sont plus difficiles à passer, respectivement dans les assolements "céréales et betterave sucrière" et "céréales et oléoprotéagineux" (tableau 9).

Tableau 9. Bilan du travail en heures dans l'exploitation-type de 72 ha

Assolements	Périodes						Total
	1	2	3	4	5	6	
<i>Céréales et betterave sucrière</i>							
Besoins	22	221	96	81	221	244	885
Disponibilités	149	351	432	459	392	311	2 094
Ecart	127	130	336	378	171	67	1 209
<i>Céréales et oléoprotéagineux</i>							
Besoins	71	203	104	129	303	59	869
Disponibilités	149	351	432	459	392	311	2 094
Ecart	78	148	328	330	89	252	1 225

Un accroissement de superficie peut donc être envisagé. C'est d'ailleurs pour beaucoup d'agriculteurs le moyen privilégié d'obtenir un meilleur revenu. Le coût élevé du foncier, la faible disponibilité de terres freinent cette tendance, pourtant très perceptible dans le groupe d'exploitations étudié; la superficie moyenne s'est accrue de 7,2 ha de 1981 à 1986, soit près de 10 %.

Au-delà de la difficulté de se procurer de nouvelles parcelles et d'assurer le financement correspondant, il faut aussi considérer la capacité de l'appareil de production : l'exploitant, le plus souvent seul dans son entreprise, avec seulement un appoint de main-d'œuvre à certaines périodes (conjoint, salarié temporaire, etc.) et avec l'équipement disponible, peut-il faire face aux besoins des cultures et notamment aux pointes de travail qu'implique la mise en exploitation d'une superficie plus grande ?

Pour répondre à cette question, on a simulé des augmentations de superficie de l'exploitation-type par tranches, de 10 en 10 ha, jusqu'à rencontrer à l'optimum, c'est-à-dire pour la combinaison des productions conduisant au revenu le plus élevé, une impossibilité de cultiver la totalité de la surface disponible.

Les déformations des assolements sont assez rapides (tableau 10) :

— à partir de 102 ha, dans les systèmes avec betterave, le maïs-grain et le blé tendre tardif diminuent au profit du blé de blé et, dans une moindre mesure, du blé dur d'hiver (on évite ainsi une tension sur le travail en période d'automne). Pour 112 ha, il y a apparition du colza et du blé tendre précoce et d'un peu de blé dur de printemps, tandis que le blé

dur d'hiver diminue fortement et que la betterave sucrière n'est plus à son maximum. Enfin, pour 122 ha, la jachère, non primée cette fois, apparaît spontanément car l'appareil de production est saturé au niveau du travail requis et de l'équipement. Du coup, l'escourgeon intervient pour 15 % de la SAU (soit environ 18 ha).

— dans les systèmes avec oléoprotéagineux, le maximum cultivable sans apparition de la jachère se situe à 140 ha. L'accroissement de chaque culture est proportionnel à la superficie disponible jusqu'à une limite comprise entre 122 et 132 ha, ce qui confirme que l'appareil de production existant est largement dimensionné.

Au-delà de ce seuil, le blé tendre précoce diminue au profit du blé tendre tardif et du blé de blé. Le maïs diminue également et il vient du blé dur de printemps, tandis que tournesol et pois occupent la même sole. Au seuil de 142 ha, la jachère est justifiée, le maïs-grain a disparu, le blé dur d'hiver est un peu réduit et remplacé par du blé dur de printemps, alors que l'escourgeon prend une place plus importante.

Avant que le facteur "terre" ne devienne excédentaire, l'hectare supplémentaire a une certaine productivité que le modèle calcule (valeur duale). Si on compare les valeurs obtenues pour différentes superficies de l'exploitation au prix moyen des terres labourables dans la région, environ 29 000 F l'hectare, on se rend compte qu'il suffit de quelques années pour récupérer le coût de l'investissement foncier : ce délai est, par exemple, de 7,3 années dans les systèmes avec betterave et de 6,5 dans les systèmes avec pois et tournesol, lorsque la superficie de l'exploitation agricole demeure inférieure à 92 ha. Ensuite, ces délais s'allongent évidemment, au fur et à mesure des gains de superficie.

Comme les exploitations du groupe ont un degré d'endettement raisonnable, inférieur à 30 % du passif total, et une capacité de financement relativement élevée, supérieure à 200 000 F par an, cette solution de l'agrandissement des superficies paraît avantageuse. D'ailleurs les revenus afférents (tableau 10) justifient tout à fait l'attitude dynamique des agriculteurs cherchant à augmenter la taille de leur entreprise, à condition toutefois qu'ils maîtrisent bien leurs charges de structure. C'était l'hypothèse de cette simulation.

En conclusion, on peut souligner deux points principaux. Le premier est l'importance des choix que doivent effectuer des agriculteurs gérant des combinaisons d'activités conduites avec des techniques différentes : la hiérarchie des prix des produits, ceux de grande culture, et aussi celle de certains approvisionnements, est modifiée, et, en même temps, les rendements physiques progressent, mais d'une manière discontinue et imprévisible selon les années.

Le second point est le fait que ces agriculteurs ont déjà entrepris des efforts d'adaptation importants après avoir constaté certaines tendances en matière de prix et de revenus, mais aussi en anticipant ce qui pourrait

Tableau 10. Effets de l'accroissement de taille de l'exploitation

	Répartition des cultures (%) selon la taille de l'exploitation													
	Asselements céréaliers et betterave sucrière							Asselements céréaliers et oléoprotéagineux						
	72ha	82ha	92ha	102ha	112ha	122ha	72ha	82ha	92ha	102ha	112ha	122ha	132ha	142ha
Betterave sucrière	9,7	9,7	9,7	9,7	9,6	9,6								
Colza					8,9									
Tournesol							17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Pois protéagineux							17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Maïs grain	30,0	30,0	29,7	24,0	21,5	18,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	3,0	
Maïs/Maïs														
Blé tendre précoc					8,9		34,0	34,0	34,0	28,3	23,1	18,7	9,9	6,1
Blé tendre tardif	39,7	39,7	39,5	33,7	31,1	28,5	6,0	6,0	6,0	11,7	17,0	21,3	27,1	27,9
Blé/Blé	0,6	0,6	1,1	12,6	6,5							5,9		
Escourgeon					15,0									10,4
Orge de printemps														
Blé dur d'hiver	20,0	20,0	20,0	20,0	11,7	7,6	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0
Blé dur de printemps					8,3	12,4								2,0
Jachère					1,5									1,7
SAU totale	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Revenu à l'hectare (F)	2 911	3 241	3 497	3 646	3 663	3 481	2 975	3 298	3 550	3 753	3 919	4 058	4 146	3 945
Variation (en %)		+ 11,3	+ 7,9	+ 4,3	+ 0,5	- 5,0		+ 10,8	+ 7,7	+ 5,7	+ 4,4	+ 3,6	+ 2,2	- 4,9
Revenu par exploitation (mF)	209,6	265,8	321,7	371,9	410,2	424,7	214,2	270,4	326,6	382,8	438,9	495,1	547,3	560,2
Variation (en %)		+ 26,8	+ 21,0	+ 15,6	+ 10,3	+ 3,5		+ 26,2	+ 20,8	+ 17,2	+ 14,7	+ 12,8	+ 10,5	+ 2,4

advenir dans le cadre d'une politique, plus sévère encore, de baisse des prix et de limitation de l'offre.

La réduction de certaines charges est une voie, déjà parcourue en partie depuis 1987. L'effort sur les charges variables, notamment les fumures de fond, devrait être poursuivi, mais une diminution des consommations d'azote et de produits phytosanitaires est cependant peu vraisemblable, tant la productivité marginale de ces facteurs apparaît toujours forte. La progression des rendements reste la solution privilégiée par les céréaliculteurs, au moins dans le court terme.

L'optimisation du choix des productions est une recherche permanente et on constate que les agriculteurs s'écartent peu des combinaisons optimales, les quelques écarts observés s'expliquant plutôt par des contraintes spécifiques à chaque exploitation, comme l'existence de groupes de parcelles différentes, des terrains pentus ou de moindre qualité ...

Les règles de succession culturale déterminent largement les assolements pratiqués, et non pas l'équipement ou la main-d'œuvre, généralement suffisants par rapport aux surfaces disponibles. Si ces règles sont modifiées, par exemple dans le sens d'une moindre sévérité en matière de répétition des oléoprotéagineux (une année sur quatre ou cinq, au lieu d'une année sur six), la place de ce groupe de cultures pourrait encore se renforcer.

Par contre, dans la région étudiée, et pour les conditions moyennes qui y sont rencontrées, le rôle éventuel de primes au gel de terres est forcément restreint, car les niveaux de résultats à l'hectare sont généralement trop importants.

L'accroissement de taille des exploitations semble, au contraire, une solution inéluctable, à moyen terme. Enfin, si la productivité du travail peut être améliorée par le moyen des gains de rendement physique, une meilleure organisation des tâches et l'utilisation de matériels plus performants, elle peut l'être aussi grâce à la mise en valeur d'une plus grande superficie par travailleur, la réduction de l'effectif de main-d'œuvre étant, quant à elle, largement acquise.

C'est ce que démontre amplement l'étude prospective conduite avec le modèle de programmation linéaire, mais c'est aussi ce qui s'est passé dans l'échantillon constant des exploitations observées pendant 7 ans.

L'examen des évolutions et des choix déjà effectués au cours des années récentes montre à quel point les perspectives des exploitations céréalières, au moins dans le cas de Beauce-Gâtinais, s'inscrivent tout à fait dans une préoccupation de compétitivité.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUSSARD (J.-M.), DAUDIN (J.-J.), 1988 — *La programmation linéaire dans les modèles de production*, Paris, Masson, 127 p.
- CARLES (R.), 1986 — *Les producteurs de céréales en France*, Grignon, INRA ESR, série Notes et Documents n° 15, octobre, 118 p.
- CARLES (R.), 1987 — La diversité des conditions de production céréalière en France, Ministère de l'Agriculture, *Bulletin Technique d'Information*, n° 420, mai, pp. 250-270.
- CARLES (R.), 1988 — Les producteurs de céréales en France : revenus et perspectives d'évolution de quelques systèmes céréaliers, Ministère de l'Agriculture, *Bulletin Technique d'Information*, n° 426/427, janvier-février, pp. 47-68.
- CARLES (R.), 1988 — La production céréalière européenne : coûts, prix, revenus, *Cahiers de statistique agricole*, n° 4/6, juillet-août, pp. 3-16.
- CARLES (R.), 1990 — Avantages comparés des principales cultures dans les systèmes de production européens (1979-1988). Une approche par l'estimation des marges à l'hectare, *Economie Rurale*, n° 197, mai-juin, pp. 15-34.
- CARLES (R.), CHITRIT (J.-J.), 1985 — Les revenus dans les entreprises céréalières, in : "Revenus agricoles, systèmes céréaliers, systèmes laitiers", *Collections de l'INSEE*, série E, n° 93, pp. 95-165.
- CARLES (R.), CHITRIT (J.-J.), 1985 — *Le secteur "grandes cultures" : spécificités et essai de prospective*, Grignon, INRA ESR, série Notes et Documents, n° 9, octobre, 38 p.
- CARLES (R.), CORDONNIER (P.), 1984 — *Les oléoprotéagineux et leur introduction dans les systèmes de grande culture*, Grignon, INRA ESR, série Etudes et Recherches, n° 1, 117 p.
- CARLES (R.), MILLET (G.), PELLETIER (Th.), 1988 — *Les exploitations de grande culture en Beauce-Gâtinais (1981-1986)*, Grignon, INRA ESR, série Notes et Documents, n° 23, juin, 57 p.
- CORDONNIER (P.), 1963 — *Modélisation de l'exploitation agricole*, Paris, Shell, 53 p.
- CORDONNIER (P.), CARLES (R.), MARSAL (P.), 1970 — *Economie de l'entreprise agricole. Préparation des décisions*, Paris, Cujas, 541 p.
- GERVAIS (M.), NICOLAS (Ph.), SERVOLIN (C.), 1963 — Programmation linéaire et agriculture, *Gestion*, novembre, pp. 651-657.
- GUICHARD (M.), 1967 — Programmation linéaire statique, *Cahiers de l'IGER*, n° 6, décembre.

- LEFORT (G.), SÉBILLOTTE (M.), 1964 — Application de la programmation linéaire à la détermination du système de production d'une exploitation agricole, *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture*, pp. 932-945.
- MAINIÉ (Ph.), 1965 — *Calcul économique en agriculture. Application des programmes linéaires et des jeux*, Paris, Dunod, 183 p.
- TIREL (J.-C.), 1967 — Aspects méthodologiques élémentaires de la programmation linéaire, Ministère de l'Agriculture, *Bulletin Technique d'Information*, n° 216, janvier, pp. 3-37.