



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.

Perspectives d'évolution
de l'emploi des engrais
et des phytosanitaires
dans l'agriculture française

Sylvie BONNY
Roland CARLES

Prospects for the evolution of fertilizer and pesticides use in French agriculture

Key-words: fertilizer, pesticide, common agricultural policy, intermediate consumption, farm, environment, farm economics, outlook

Perspectives d'évolution de l'emploi des engrais et des phytosanitaires dans l'agriculture française

Mots-clés: engrais, pesticides, politique agricole commune, consommation intermédiaire, exploitation agricole, environnement, économie de l'exploitation, prospective

Summary – The authors analyze evolution of fertilizer and pesticides use in French agriculture and the outlook for the next years, considering technical, economic and agricultural policy changes. One of the aims is to study the possibility of reducing agricultural pollution. Three points are studied. The first is the evolution of farmers' purchases of fertilizer and pesticides during the last decades and their current practice. For fertilizer the rapid increase in consumption of the fifties and the sixties has given way, since the first oil shock, to a slower increase for nitrogen fertilizer, to a stagnation for potash fertilizer and to a fall for phosphate fertilizer. On the other hand pesticides consumption greatly increased over the past three decades, but decreased since 1990. The evolution of the economic importance of fertilizer and pesticides in agriculture is also studied. Finally farmer's practices and reasoning in matters of fertilization and plant protection are analyzed on the basis of a Spring 1991 survey of 867 French farmers.

Secondly the authors analyze possibilities of reducing fertilizer and pesticides consumption by technical and economic means and try to assess their practicability. There is a relatively wide range of technical means: for fertilization, low input crops, green manure use, better adjustment of dosage, etc; for plant protection, biological and integrated pest control, better risk assessment and risk forecasting, resistant crop varieties, etc. It is remarked that agricultural technology is evolving towards increasingly accurate matching of input application to crop needs, which should reduce waste and leaching into ground water. The range of economic solutions is also relatively wide: subsidies for extensification, taxes on fertilizers, nitrogen quotas, etc. The survey on a sample group of farmers and several simulations on farms in the Paris Basin are used to study their impact. The level of extensification subsidies necessary to compensate for the difference in economic results between the most intensive and less intensive farmers is calculated. The authors also analyze farmers' opinions on an increase in nitrogen prices, on the institution of a nitrogen quota and on a "nitrate pollution" tax. Thirdly the authors study the foreseeable effects of a change in agricultural policy as defined in Mac Sharry's proposal of July 1991: set aside of farmland and a decrease in agricultural prices offset by direct aid to farmers. To evaluate the effect of this reform, the cases of intensive and extensive farms are distinguished. The compulsory set aside for medium and large farms as a condition for aid and the adaptation of agricultural practices to much lower agricultural prices, should lead to an adaptation of farming systems. A decrease in fertilizer and pesticides consumption, a limitation of the intensification process as well as a certain trend towards extensification seem plausible.

Résumé – On analyse l'évolution de l'emploi des engrais et des phytosanitaires dans l'agriculture française et ses perspectives pour les prochaines années, compte tenu des changements techniques, économiques et de politique agricole. Dans un premier temps on étudie l'évolution des achats des agriculteurs en engrais et pesticides depuis 20 ans et leurs pratiques actuelles en matière de fertilisation et de protection des cultures. Puis on examine les possibilités de réduction des consommations sous l'effet de l'évolution technique de l'agriculture et de diverses mesures économiques (primes à l'extensification, taxation des engrais, quotas d'azote). Dans un troisième temps, on étudie les effets prévisibles des changements de politique agricole, gel de terres, baisse des prix et nouvelle politique communautaire définie dans le projet Mac Sharry de juillet 1991. En définitive, une réduction des consommations semble plausible dans les années à venir, ainsi qu'une plus grande rationalisation de leur emploi.

* Station d'économie et sociologie rurales de l'INRA, INA Paris-Grignon, 78850 Thiverval-Grignon.

La consommation d'engrais et de phytosanitaires de l'agriculture est depuis quelques années un objet de préoccupation en raison de son impact sur l'environnement. Si certains auteurs ont signalé depuis plusieurs décennies les risques en ce domaine (cf. par exemple Carson, 1962; Noïrfalise, 1974), ce n'est que plus récemment avec notamment le rapport Hénin en 1980, la parution de la Directive nitrates de la CEE en 1980, les dossiers du mensuel consommériste *Que choisir?* en 1990 et les déclarations du secrétaire d'Etat à l'Environnement en février 1990, que la sensibilisation aux pollutions d'origine agricole est devenue générale. Il paraît de ce fait intéressant de mieux connaître l'emploi des engrais et pesticides en agriculture et d'appréhender ses évolutions passée et à venir. Comment ont évolué les consommations des exploitants? Quelles sont leurs pratiques de fertilisation et de protection des cultures? Une diminution des consommations est-elle envisageable et par quels moyens? Enfin quelles vont être les conséquences des changements de politique agricole en ce domaine?

Les consommations globales d'engrais et de phytosanitaires des agriculteurs sont notamment connues grâce aux statistiques établies par les syndicats professionnels, et sont reprises par le SCEES et l'INSEE pour élaborer les comptes de l'agriculture. Des informations technico-économiques supplémentaires sont disponibles grâce au dispositif des sondes⁽¹⁾. Mais cela ne donne qu'une vue générale et ne renseigne pas précisément sur les comportements des agriculteurs en matière de fertilisation et de protection des cultures. Pour tenter d'appréhender leurs pratiques, nous avons réalisé une enquête par voie postale au printemps 1991 auprès du panel Pan-Agri de l'IGER; 867 questionnaires sur les 1 150 expédiés ont été dépouillés et constituent une source d'information intéressante malgré les biais de l'échantillon (Carles, 1992). Ce dernier comprend en effet une plus forte proportion de grandes exploitations et d'agriculteurs de moins de 50 ans que la moyenne française; toutefois ce biais peut avoir l'avantage de représenter des exploitations dont l'avenir est probablement plus sûr. Un autre biais provient également du fait que les agriculteurs enclins à faire partie d'un tel panel, ou à répondre à un questionnaire, présentent des particularités (par exemple une plus grande ouverture aux évolutions techniques) qui ne sont pas entièrement indépendantes du thème de l'enquête.

Par ailleurs, nous avons effectué une simulation des effets que pourraient avoir dans ce domaine sur différents types d'exploitations diverses

⁽¹⁾ Par sonde, on entend un groupe d'une trentaine d'exploitations agricoles au minimum faisant l'objet d'un suivi comptable dans le cadre du Réseau d'information comptable agricole (RICA) et d'enregistrements complémentaires de caractère analytique principalement (notamment marges par culture).

mesures de politique agricole, et en particulier la nouvelle politique communautaire, telle qu'elle est définie dans la proposition Mac Sharry de juillet 1991. En effet celle-ci vise à réduire les surplus mais aussi à limiter l'intensification. Pour ce faire, on a utilisé des profils d'exploitations types issus de la sonde grande culture en Ile-de-France-Centre.

LES CONSOMMATIONS D'ENGRAIS ET DE PESTICIDES: ÉVOLUTION ET PRATIQUES ACTUELLES

Le poids des engrais et phytosanitaires dans les livraisons de l'agriculture est relativement faible (respectivement 6 et 5 % en 1990) et leur importance dans les consommations intermédiaires est moyenne (15 % et 11 % en 1990) mais en forte hausse pour les produits de protection des cultures en raison de la croissance de leur volume. Ils représentent une fraction non négligeable du revenu net, aussi les agriculteurs sont-ils sensibles à une augmentation de leur prix (tableau 1).

Par ailleurs, leur importance est fort différente d'un système de production à l'autre et varie selon le critère considéré: part dans le produit brut, charge à l'hectare ou comparaison au résultat d'exploitation (tableau 2). Les cultures spéciales sont les plus consommatrices à l'hectare mais c'est en céréales et grande culture qu'engrais et phytosanitaires pèsent le plus comparativement au revenu.

Tableau 1.
Poids des engrais et phytosanitaires
dans les résultats économiques de l'agriculture depuis 30 ans

	1959	1965	1970	1973	1980	1985	1990	1991
Engrais								
en % des livraisons	5,3	6,2	4,7	5,3	8,4	8,1	6,2	5,2
en % des consommations intermédiaires								
hors produits agricoles intraconsommés	22,4	22,4	16,1	17,0	19,6	18,9	15,1	12,7
en % du revenu net agricole corrigé	-	-	9,0	10,6	25,6	25,5	17,7	16,9
Phytosanitaires								
en % de livraisons	1,6	1,7	1,6	1,8	3,0	3,7	4,5	4,4
en % CI hors produits agricoles								
intraconsommés	6,8	6,0	5,6	5,9	7,0	8,5	11,0	10,7
en % du revenu net agricole corrigé	-	-	3,1	3,7	9,1	11,5	12,9	14,3

Source: D'après les Comptes de l'agriculture.

Tableau 2. Importance des engrais et phytosanitaires dans les résultats économiques de diverses orientations de production en 1990

	Céréales	Grande culture	Maraîchage	Vin de qualité	Autre viticulture	Fruits	Bovins lait	Bovins viande	Ovins caprins	Granivores
Engrais (% produit brut)	12,3	10,1	5,0	1,8	2,7	3,4	6,5	7,1	5,6	1,0
Phytosanitaires (% produit brut)	9,4	9,1	3,2	3,5	5,8	5,9	1,7	1,5	1,1	0,9
Engrais (F/ha SAU)	1 013	1 000	6 169	1 059	610	1 464	730	396	336	698
Phytosanitaires (F/ha SAU)	781	903	4 027	2 045	1 313	2 510	189	81	65	624
Engrais (% résultat d'exploitation)	58,9	43,3	19,9	4,1	6,4	10,5	22,9	24,5	18,0	5,7
Phytosanitaires (% résultat d'exploitation)	45,4	39,1	13,0	8,0	13,8	18,0	5,9	5,0	3,5	5,1

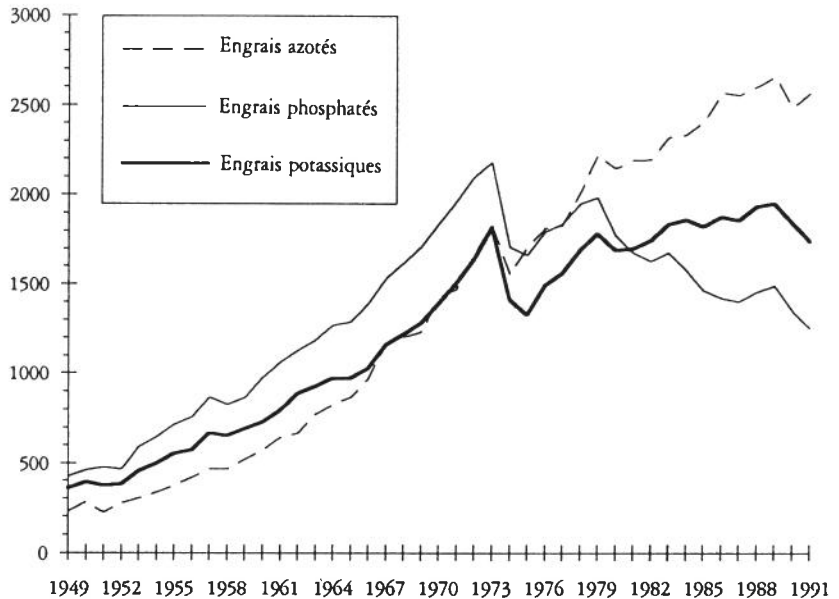
Source: RICA.

La consommation d'*engrais* de l'agriculture a connu une croissance quasi exponentielle dans les années 1950 et 1960 en raison du mouvement général de modernisation du secteur et de la baisse relative de leur prix. Mais des modifications sensibles sont apparues dans les vingt dernières années, en particulier depuis le premier choc pétrolier de 1974: on observe une croissance beaucoup plus faible dans le cas de l'engrais azoté, une stagnation pour l'engrais potassique et une chute pour l'engrais phosphaté (figure 1). En effet, avec la crise du revenu et, en 1974, le renchérissement des engrais azotés et phosphatés, certains agriculteurs ont pratiquement abandonné la fumure phosphatée et ont mieux raisonné leurs apports d'azote. Dans l'ensemble, les agriculteurs ont cherché à mieux adapter les apports aux besoins des plantes, encore que les principes pratiques de la fertilisation raisonnée ne soient pas toujours aisés à appliquer: il est parfois difficile pour le producteur de déterminer l'objectif de rendement possible et surtout le reliquat azoté dans le sol à la sortie de l'hiver⁽²⁾ (Cerf, Meynard, 1989).

⁽²⁾ Rappelons que le raisonnement de la fumure consiste à déterminer les apports d'engrais azoté en fonction de l'objectif de rendement et des divers éléments du bilan. D'une manière simplifiée on peut écrire:

$$\begin{array}{lcl}
 \text{c'est-à-dire} & \text{besoins} & = \text{apports} \\
 \text{azote nécessaire par quintal} \times \text{rendement espéré} & & \\
 \text{coefficient d'efficacité de l'azote} & & = \text{reliquat d'azote minéral utilisable} \\
 & & + \text{minéralisation nette de l'humus} \\
 & & + \text{minéralisation des résidus de récolte} \\
 & & + \text{amendements organiques} \\
 & & + \text{engrais}
 \end{array}$$

Figure 1. Éléments fertilisants (milliers de tonnes)
Evolution des
consommations
d'engrais de
l'agriculture française
entre 1949 et 1991



Source: SCEES - SNIE.

Quelles sont les sources d'information des agriculteurs en matière de fertilisation? L'enquête effectuée sur l'échantillon Pan-Agri apporte des indications en ce domaine (tableau 3). Dans plus de 50 % des cas, les agriculteurs disent se fier d'abord à leur expérience, puis aux vendeurs (coopératives, négociants) et aux techniciens agricoles.

Comment les agriculteurs raisonnent-ils la fumure de fond phospho-potassique (tableau 3)? Une forte majorité (71 %) dit utiliser les analyses de terre, ce qui paraît étonnant car cette pratique n'est pas couramment répandue en France, mais peut s'expliquer par le biais de l'échantillon. Viennent ensuite la prise en considération des besoins de la culture (48 %), des apports de fumure organique (40 %) et du précédent cultural (37 %), puis l'expérience personnelle, les réserves du sol, plus rarement le conseil. On notera que les réponses des agriculteurs paraissent satisfaisantes sur le plan agronomique.

La fumure azotée est, elle, majoritairement raisonnée au niveau de la parcelle, plus rarement pour l'ensemble de l'exploitation, ce qui paraît là aussi assez pertinent d'un point de vue agronomique. Quand le raisonnement se fait au niveau de la parcelle, les agriculteurs disent surtout prendre en compte le précédent cultural, les apports organiques, le potentiel de production de la parcelle ou de la culture; autrement dit, ils prennent en compte divers éléments de la méthode du bilan, mais seuls 10 % disent appliquer *stricto sensu* les principes de cette méthode.

Tableau 3. Les éléments de détermination de la fertilisation par les agriculteurs
(% d'agriculteurs le citant, plusieurs réponses possibles)

<i>Principales sources d'information des agriculteurs en matière de fertilisation</i>			
Leur propre expérience	58	Les journées d'information	14
La coopérative ou le négociant	54	Les revues spécialisées	14
Les techniciens agricoles	51	Les visites d'essais	13
Le laboratoire d'analyse de sol	44	Un technico-commercial d'une firme d'engrais	6
<i>Sur quels éléments les agriculteurs se basent-ils pour raisonner la fumure de fond?</i>			
Analyses de terre	71	Expérience personnelle	27
Besoins de la culture	48	Réserves du sol	20
En fonction des apports de fumure organique	40	Conseil	11
Précédent cultural	37	Habitude	8
<i>Mode de raisonnement de la fertilisation azotée</i>			
Raisonnement de la dose d'azote au niveau de chaque parcelle			60
Détermination de la fertilisation azotée pour l'ensemble de l'exploitation			15
Utilisation de ces deux techniques			22
a) Si le raisonnement est fait au niveau de la parcelle, sur quels éléments se basent-ils ?			
Précédent cultural	65	b) S'il y a détermination pour l'ensemble de l'exploitation, sur quels éléments se basent-ils ?	
Apport de fumure organique	50	Qualité des terres et potentiel	56
Potentiel de production de la parcelle	38	de rendement	
Potentiel de production de la culture	35	Recherche du rendement optimum	54
Analyse des reliquats d'azote	16	(au plan économique)	
Fractionnement	14	Fumure organique prise en compte	39
Présence ou non d'une légumineuse associée	13	Conseils	27
Variétés	13	Habitude	26
Conseils	12	Analyse des reliquats d'azote	22
Principe du bilan	10	Trésorerie de l'exploitation	18
		Irrigation	12

Source: Enquête intrants INRA-IGER 1991.

Le comportement des agriculteurs enquêtés peut permettre de comprendre l'évolution de la consommation nationale d'engrais présentée ci-dessus. En effet, au cours des cinq dernières années, la moitié des agriculteurs n'a pas changé sa fumure de fond, mais près d'un tiers l'a diminuée et 15 % l'ont augmentée (toutefois la première raison est dans ce dernier cas l'accroissement de la SAU) (tableau 4). On retrouve donc bien (par solde) la tendance nationale. Les agriculteurs interrogés ont dit avoir réduit leur fumure de fond pour des raisons autant économiques que techniques. Dans l'avenir, 72 % des agriculteurs n'envisagent pas de changement dans leur fumure de fond, 14 % une réduction et 7,5 % une augmentation (à surface constante). On devrait donc voir se poursuivre dans les prochaines années une légère tendance à la régression de la fumure phospho-potassique.

Tableau 4. Les modifications de la fumure de fond depuis 5 ans et dans les prochaines années

<i>Proportion d'agriculteurs ayant modifié leur fumure de fond (%)</i>			
Pas de changement	53	Augmentation	15
Diminution	30	Sans réponse	2
<i>Principales raisons de la réduction de la fumure de fond (proportion d'agriculteurs les citant)</i>			
Réserves du sol satisfaisantes		Modification de l'assolement	
(estimation ou analyses)	68	(cultures moins exigeantes)	21
Nécessité de réduction des charges	58	Mauvaise situation économique	20
Fertilisation antérieure excédentaire	44		
<i>Proportion d'agriculteurs envisageant une modification de la fumure de fond dans les prochaines années (à SAU constante) (%)</i>			
Pas de changement	72	Augmentation	7,5
Réduction	14	Sans réponse	7

Source: Enquête intrants INRA-IGER 1991.

Tableau 5.
Les modifications de la fumure azotée depuis 5 ans et dans les prochaines années

<i>Proportion d'agriculteurs ayant modifié leurs apports de fumure azotée à l'hectare (%)</i>			
Pas de changement	58	Augmentation	13
Réduction	27	Sans réponse	3
<i>Principales raisons de la réduction de la fumure azotée (proportion d'agriculteurs les citant)</i>			
Prise en compte de la fumure organique (lisier, fumier)			54
Réserves du sol permettant une diminution de la fertilisation			47
Introduction ou extension de cultures plus économes en azote			36
Introduction ou extension de légumineuses			20
Trésorerie difficile			17
<i>Proportion d'agriculteurs envisageant une modification de la quantité d'azote utilisée dans les 3 ans à venir, si le prix de l'azote reste stable (%)</i>			
Pas de changement	84	Augmentation	3
Diminution	6	Non-réponse	7

Source: Enquête intrants INRA-IGER 1991.

Dans le cas de la fumure azotée, 58% des agriculteurs disent ne pas l'avoir changée depuis 5 ans, mais ceux qui l'ont diminuée (27%) représentent plus du double de ceux qui l'ont augmentée (tableau 5). Les raisons avancées témoignent d'une certaine volonté d'économie: vient en premier lieu la prise en compte de la fumure organique (54%) qui concerne surtout les exploitations d'élevage mais également un cinquième des exploitations en grande culture ou spécialisées, sans doute celles qui font des échanges paille-fumier; cette importance pourrait témoigner de l'ac-

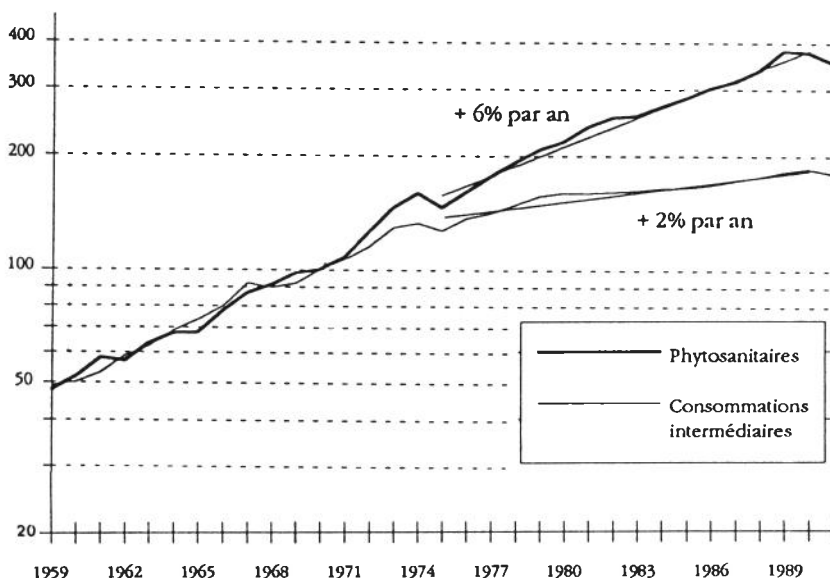
tion des CETA et GVA auprès des éleveurs. En second lieu, 47 % mettent en avant les réserves du sol, ce qui paraît moins satisfaisant pour un élément très mobile comme l'azote, mais les agriculteurs veulent peut-être dire qu'il y avait auparavant surfertilisation. Sont citées ensuite l'introduction ou l'extension de cultures plus économes (36 %) ou de légumineuses (20 %), plus rarement une trésorerie difficile (17 %).

Comment les agriculteurs envisagent-ils l'évolution de la fumure azotée ? Si le prix de l'azote reste stable, une forte majorité (84 %) ne changera pas les quantités épandues tandis que quelques-uns envisageront une diminution, et un pourcentage infime une augmentation (tableau 5). Les quantités d'engrais azotés consommés devraient donc rester stables ou régresser de manière très faible s'il n'y a pas de changement dans les conditions d'approvisionnement. Nous analyserons ultérieurement quelles seraient les réactions des agriculteurs en cas de hausses des prix ou d'un quota sur l'azote.

Le volume des *produits phytosanitaires* a été multiplié par 3,8 entre 1970 et 1990 ; il continue à progresser de 6 % par an pendant la décennie 1980, à un rythme plus rapide que celui de l'ensemble des consommations intermédiaires (figure 2). Toutefois, après une légère diminution de 1 % en 1990, il a connu en 1991 une régression de 6 % en volume, et l'on prévoit également une baisse de l'ordre de 10 % en 1992 (Terroux, Ardouin, 1992).

Indice (100 en 1970)

Figure 2.
Evolution en volume
des produits
phytosanitaires utilisés
en agriculture
comparée à celle
de l'ensemble
des consommations
intermédiaires
depuis 30 ans



Source : INSEE, Comptes de l'agriculture, de 1959 à 1970 : base 1971 des Comptes de la Nation ; de 1970 à 1991 : base 1980.

La forte progression des deux dernières décennies s'explique par la diffusion de cultures sensibles aux ravageurs comme le colza et par l'évolution des autres techniques culturales. Ainsi, dans les zones intensives, le blé semé plus tôt et plus dense nécessite, outre celui de printemps, un désherbage d'automne et davantage de fongicides; la croissance des rendements et de la densité de peuplement rend aussi impératif l'emploi de raccourcisseurs de tiges. Les traitements phytosanitaires systématiques apparaissent indispensables aux agriculteurs pour l'obtention de très hauts rendements: le bénéfice de l'exploitant se jouant précisément sur les derniers quintaux obtenus, il ne peut risquer de les perdre. Dans les années les plus récentes toutefois, par souci d'économie certains agriculteurs intensifs ont cherché à mieux adapter les traitements et, par exemple, à ne pas appliquer systématiquement trois traitements fongicides sur le blé. Cependant, il existe une grande diversité selon les exploitations, les régions, les productions, le climat de l'année: ainsi pour les grandes cultures, si l'usage des herbicides est systématique, celui d'insecticides ne l'est pas sauf pour certaines productions (colza, betterave, pois) et celui de fongicides est très variable (tableau 6). Par ailleurs l'évolution du volume de matières actives consommées est moins rapide que celle du tonnage total dans la mesure où l'on utilise de moins en moins de matière active dans les formulations: entre 1979 et 1990, leur volume n'a crû que de 1,6 % par an.

L'enquête faite sur le panel Pan-Agri apporte des indications complémentaires sur les pratiques de protection des cultures des agriculteurs (tableau 7). On note le poids des vendeurs comme principale source d'information des répondants. De même, en ce qui concerne les produits à utiliser et les modalités de traitement (époques, doses), les agriculteurs s'informent majoritairement auprès des techniciens de coopératives ou des négociants (74 %).

L'évolution de la consommation de produits phytosanitaires depuis trois ans montre qu'ici, à la différence de la fumure, les quantités, le nombre d'interventions, et le nombre de produits ont été nettement plus souvent augmentés que réduits, même si, chez la majorité des agriculteurs, c'est une stagnation des apports que l'on observe (tableau 8). Ce processus correspond à l'aboutissement de l'intensification: recherche d'un meilleur rendement, fragilité accrue des variétés à fort potentiel, recherche de la production optimale. Est également signalée l'apparition de problèmes de résistance et de maladies nouvelles. La réduction de l'emploi des pesticides, plus rare à la fin des années 1980, s'explique surtout par la volonté de réaliser des économies, et par la sécheresse ou la plus grande efficacité des produits, car les problèmes d'environnement ne sont évoqués que par 15 % des agriculteurs.

Tableau 6. Degré d'utilisation des produits phytosanitaires en France selon les cultures :
proportion de surfaces traitées au moins une fois et
nombre moyen de traitements pour les cultures traitées (année 1990)

Produits	Herbicides		Insecticides		Fongicides		Régulateurs de croissance		Ensemble
Cultures	% surfaces traitées	Nombre moyen de traitements	% surfaces traitées	Nombre moyen de traitements	% surfaces traitées	Nombre moyen de traitements	% surfaces traitées	Nombre moyen de traitements	Nombre moyen total de traitements ^(a)
Blé tendre	97	1,4	76	1,5	93	2,2	59	1,2	6,3
Blé dur	99	1,6	83	1,5	97	2,2	25	1,1	6,4
Orge d'hiver	95	1,3	65	1,4	90	2,0	61	1,4	6,1
Orge de printemps	89	1,1	42	1,2	77	1,4	21	1,2	4,9
Maïs grain	96	1,4	57	1,1	3	1,1	-	-	3,6
Maïs fourrage	97	1,5	40	1,2	2	2,3	-	-	5
Colza	99	1,5	96	2,6	90	1,7	-	-	5,8
Tournesol	94	1,4	43	1,1	11	1,1	-	-	3,6
Pois	98	1,3	91	1,6	96	1,8	-	-	4,7
Betterave industrielle	99	3,0	95	2,1	89	1,5	-	-	6,6
Pomme de terre	85	1,2	77	2,1	90	7,7	-	-	11

Source: Enquête terres labourables 1990, SCEES.

^(a) pour les surfaces traitées.

Tableau 7. Les sources d'information des agriculteurs en matière de protection des cultures

<i>Principale source d'information des agriculteurs sur la protection des cultures (proportion d'agriculteurs la citant)</i>	
Les techniciens de la coopérative ou le négociant	47
Les techniciens du développement (GVA, CETA)	28
Leurs propres observations	24
Les avertissements agricoles (minitel, ...)	8
Non-réponse	5
<i>Origine des informations concernant les produits à utiliser et les modalités de traitements (proportion d'agriculteurs les citant, trois réponses maximum par agriculteur)</i>	
La coopérative ou le négociant (technicien, vendeur, ...)	74
Les techniciens agricoles (chambres d'agriculture, GVA, CETA)	52
L'agriculteur lui-même (expérience, essai ...)	51
Les revues spécialisées	32
Les avertissements agricoles (minitel, ...)	16
Les notices figurant sur les emballages	14
Un autre agriculteur	7

Source: Enquête intrants INRA-IGER 1991

Tableau 8. L'évolution de la consommation de produits phytosanitaires

<i>Evolution de la consommation depuis 3 ans</i> (proportion d'agriculteurs ayant maintenu, augmenté ou diminué leur consommation)					
	<i>Herbicides</i>	<i>Fongicides</i>	<i>Insecticides</i>	<i>Nombre d'interventions</i>	<i>Nombre de produits</i>
Stagnation	61	41	42	26	25
Augmentation	19	30	28	24	22
Diminution	10	8	8	4	5
Non-réponse	11	22	22	46	49
<i>Principales raisons de l'augmentation (% d'agriculteurs les citant)</i>					
Recherche d'un meilleur rendement					62
Résistance de certaines adventices					39
Fragilité accrue des variétés à fort potentiel					38
Recherche de la productivité optimale					36
Apparition de maladies nouvelles					24
Résistance de certains insectes					24
Augmentation des repousses due à la diversification des assolements					11
<i>Principales raisons de la réduction</i>					
Volonté de réaliser des économies					63
Sécheresse 1989 et 1990					39
Produits plus efficaces					39
Rotations moins salissantes					21
Problèmes d'environnement					15
Utilisation de variétés plus résistantes					14
Prix des produits phytosanitaires en hausse					14

Source: Enquête intrants INRA-IGER 1991.

A côté des modifications de quantités consommées, on peut s'interroger aussi sur les changements de nature des programmes de traitement depuis trois ans (tableau 9). Une légère majorité d'agriculteurs (51 %) ne les a pas modifiés, mais un agriculteur sur cinq a changé de molécule active, ou fait un traitement fractionné, et quelques-uns, très peu nombreux, se sont orientés vers le désherbage mécanique, voire même la lutte biologique en cultures spécialisées. Les raisons de ces changements sont d'abord économiques (47 %), mais on note aussi une fréquence sensible de préoccupations concernant l'environnement (37 %) et la qualité des produits (42 %). Les craintes de l'agriculteur pour sa propre santé interviennent plus rarement (14 %)⁽³⁾.

⁽³⁾ On notera toutefois que l'item "qualité des produits" est ambigu car il peut se référer à la qualité des produits agricoles obtenus, comme à celle des produits phytosanitaires utilisés; il semble bien (au vu des résultats obtenus à la question suivante) que cette dernière interprétation a été la plus fréquente.

Tableau 9.
Les changements dans les programmes de traitements phytosanitaires depuis trois ans

<i>Proportion d'agriculteurs ayant modifié leurs programmes de traitement (plusieurs réponses positives étant possibles)</i>	
Pas de modification	51
Changement de molécule active	21
Traitement fractionné	19
Désherbage mécanique, binage	7
Introduction de la lutte biologique	2
Non-réponse	10
<i>Principales raisons du changement des programmes (% d'agriculteurs les citant)</i>	
Raisons économiques	47
Qualité des produits	42
Préoccupations d'environnement	37
Crainte de l'agriculteur pour sa santé	14

Source: Enquête intrants INRA-IGER

Si les prix des produits phytosanitaires restent stables, dans les trois ans à venir, 80 % des agriculteurs envisagent un maintien de leur consommation actuelle; en revanche, ils sont nettement plus nombreux (10 %) à envisager une diminution plutôt qu'une augmentation (1 %), en particulier en grande culture où 15 % prévoient une réduction de l'emploi des pesticides. On peut donc tabler sur une légère baisse de la quantité de produits phytosanitaires épandus en agriculture dans les prochaines années (ce mouvement s'est déjà observé au niveau national en 1990, 1991 et 1992), ce qui marque une rupture sensible par rapport aux années et décennies antérieures.

En définitive, si l'évolution des achats des agriculteurs en engrais connaît depuis 1974 une certaine décélération, ceux de phytosanitaires ont continué à progresser rapidement. Toutefois, la quantité de matière active épandue croît plus lentement et l'on a enregistré une diminution ces trois dernières années. La phase de forte progression des consommations est sans doute terminée, que ce soit pour des raisons économiques ou environnementales. En effet la baisse des prix des produits agricoles, qui va s'accroître dans les prochaines années, peut conduire à une certaine diminution des intrants, tandis que la pression sociale et réglementaire pour réduire les pollutions agricoles s'accroît.

LES VOIES POSSIBLES POUR UNE LIMITATION DES CONSOMMATIONS D'ENGRAIS ET PESTICIDES: QUELQUES ÉLÉMENTS D'ÉVALUATION

Un certain nombre de moyens sont envisageables pour diminuer l'emploi des engrais et des phytosanitaires. On peut penser à des solutions techniques (cultures économes, raisonnement de la fumure, ...) et s'interroger notamment sur les perspectives d'évolution technique de l'agriculture (Bonny, 1993). On peut aussi envisager des mesures économiques (prime à l'extensification, taxation des engrais, quotas d'azote). Quelques dispositions réglementaires existent déjà depuis plusieurs années, mais des enquêtes montrent qu'à la fin des années 1980 "l'impact des mesures de lutte contre la pollution est assez faible en termes de comportements agricoles ciblés, comme en matière de qualité des eaux; cela vaut tant pour les instruments incitatifs que pour les instruments réglementaires" (Larrue, 1992). De ce fait, notre approche sera plutôt prospective et passera en revue un certain nombre de solutions techniques et économiques.

Les solutions techniques, situation actuelle et prospective

Il existe diverses possibilités techniques permettant de limiter l'emploi des engrais et des pesticides, encore faut-il s'assurer de leur faisabilité, de leur rentabilité et de leur acceptabilité par les agriculteurs.

La limitation de l'emploi des engrais azotés

Elle peut être obtenue par des cultures économes, notamment par des légumineuses comme le pois; mais cette solution ne peut être retenue par tous les agriculteurs sinon cette culture deviendra excédentaire. En matière de fourrages, les prairies artificielles à base de légumineuses (luzerne, ...) ne représentaient en 1991 que 24 % de la surface des prairies temporaires à base de graminées, en raison notamment de leur potentiel de rendement plus faible.

On peut également limiter les engrais chimiques par l'utilisation de boues issues des stations d'épuration et d'industries. Il semble que cette pratique se développe mais elle pose des problèmes, notamment celui de la connaissance de leur composition et le risque de présence de métaux lourds.

Un moyen de réduire la pollution et de mieux adapter les apports d'engrais aux besoins serait d'appliquer sur une plus large échelle les principes de la fertilisation raisonnée et la méthode du bilan pour

l'azote. Cela se heurte à certaines difficultés car le dosage du reliquat azoté à la sortie d'hiver est d'une mise en œuvre délicate⁽⁴⁾.

Afin d'éviter le lessivage des nitrates pendant l'interculture, on peut implanter une "culture intercalaire" qui va absorber les nitrates en solution dans le sol et qui, après sa dégradation, les restituera à la culture suivante. La culture intercalaire peut être un engrais vert ou une culture dérobée. Toutefois, cette pratique est assez peu fréquente: dans l'échantillon enquêté, seuls 4 % des agriculteurs implantent régulièrement des engrais verts et 10 % en implantent parfois. Une proportion importante des surfaces est laissée nue pendant l'hiver: 26 % dans l'échantillon enquêté, mais 40 % en grande culture, ce qui représente un risque de lessivage important. L'utilisation des engrais verts se heurte à leur coût et à des problèmes de main-d'œuvre; de plus ils peuvent entraîner des risques parasitaires et parfois des déficits hydriques pour la culture suivante.

L'un des facteurs importants d'excès de fumure azotée et de pollution a été la transposition de méthodes de culture adaptées à des milieux à fortes potentialités de rendement vers des sols moins fertiles: avec un potentiel de rendement inférieur, une partie de l'azote est perdue. Les actions d'évaluation des potentialités menées dans certaines chambres d'agriculture pourraient avoir des retombées positives.

Des travaux d'agronomes (Meynard, 1985; Meynard et Girardin, 1991) ont montré qu'il pouvait être intéressant de viser des niveaux de rendement un peu plus faibles et de diminuer conjointement les emplois de fongicides et d'azote: la marge brute de ces cultures raisonnées est, dans un certain nombre de cas, supérieure à ce qu'elle est en culture intensive. Ce mode de conduite représente une rupture par rapport à la tendance antérieure. Il est encore peu répandu, mais avec la baisse des prix des céréales, les agriculteurs pourraient à l'avenir le rechercher davantage.

A plus long terme, l'évolution technique de l'agriculture semble plutôt s'orienter vers une adaptation plus fine des apports d'intrants aux besoins des cultures et donc vers une limitation des gaspillages (Bonny, 1993) comme vont le montrer quelques exemples. Il s'agit là de potentialités, dont la mise en œuvre peut rencontrer des difficultés; il faut se garder par conséquent du mirage technologique.

On peut ainsi envisager un épandage localisé des engrais dans la parcelle en fonction de son hétérogénéité, grâce à une carte informatisée mémorisant les différences de composition du sol ou de rendement (Van

⁽⁴⁾ Certains agronomes envisagent des systèmes d'information collective reposant sur des réseaux de référence départementaux gérés par les chambres d'agriculture ou les instituts techniques, et mettant en œuvre des analyses sur un ensemble de parcelles-témoins et la diffusion d'une information simplifiée aux agriculteurs (Boiffin, communication personnelle).

den Bossche, 1990; Montalescot, 1992). Pour mieux adapter l'apport d'azote aux besoins des plantes, on pourrait également doser la teneur de la plante en nitrate à l'aide d'un kit de diagnostic pour évaluer si un troisième apport est nécessaire. D'une manière générale, le développement d'indicateurs de pilotage des cultures devrait permettre une adaptation plus fine des apports d'intrants aux besoins.

La mise au point de plantes moins sensibles à la carence azotée est aussi possible, et en matière de fixation de l'azote, on travaille sur l'amélioration de la symbiose bactérie-légumineuse, et l'on envisage de créer des symbioses chez des plantes autres que des légumineuses (blé, maïs, riz, etc.). Enfin le transfert du gène de fixation de l'azote chez certaines céréales est toujours envisagé, mais à long terme. C'est d'ailleurs tout à fait abusivement que, dans les années 1970, certains chercheurs avaient présenté cette dernière possibilité comme réalisable à moyen terme. En fait, l'effort de recherche en ce domaine est actuellement faible et ne débouchera sans doute pas avant plusieurs décennies (Denarié, communication personnelle).

Une autre voie de réduction de l'emploi des engrais azotés et des pesticides est l'agriculture biologique où leur emploi est exclu. Son développement reste toutefois limité pour l'instant à environ 3 000 agriculteurs et moins de 1 % des terres agricoles. Bien que cette forme d'agriculture connaisse actuellement un fort regain d'intérêt avec la sensibilisation croissante aux problèmes écologiques et du fait que les agriculteurs qui l'adoptent recevront désormais une aide pour leur reconversion, elle restera sans doute marginale du point de vue des surfaces exploitées dans les prochaines années.

La limitation de l'usage des phytosanitaires

Avec la montée des préoccupations environnementales et des contraintes réglementaires qu'elles engendrent, mais aussi en raison de problèmes techniques, tel que le développement de phénomènes de résistance aux pesticides chez les organismes pathogènes, l'industrie phytosanitaire a beaucoup fait évoluer ses produits. Ceux qui sont mis actuellement sur le marché sont moins nocifs que ceux d'il y a quelques décennies, car les dossiers toxicologiques sont beaucoup plus sévères. Ils sont utilisés à des doses plus faibles à l'hectare : on est passé de 1 kilo à quelques grammes de matière active pour certains produits ; par ailleurs, on cherche à mettre au point des pesticides qui agissent sur une cible spécifique de l'organisme à combattre, et non sur les autres organismes, et sont de ce fait moins nocifs. L'objectif est également de stimuler les réactions de défense de la plante. De la sorte, les matières actives actuelles sont plus propres et plus performantes (Byé, Descoins, Deshayes, 1991 ; Descoins, communication personnelle).

Du côté de l'exploitation agricole, il existe aussi des possibilités techniques de limiter l'emploi des phytosanitaires: les méthodes précoces de diagnostic, la lutte biologique, les variétés résistantes et l'épandage des produits selon les besoins. Jusqu'à présent, les agriculteurs avaient tendance à faire des traitements d'assurance systématiques; il est probable que demain la montée des préoccupations environnementales et la baisse de prix des produits agricoles, conduisant à limiter l'intensification, favoriseront le développement des méthodes raisonnées de lutte et les techniques alternatives. Cela commence déjà à être le cas dans certains secteurs: les cultures sous serre, les productions arboricole et viticole, en raison des limites des méthodes classiques (apparition de résistances, résidus dans les produits).

Un moyen de limiter les traitements systématiques pour intervenir seulement en cas de risque est le développement des avertissements agricoles et des méthodes précoces de diagnostic (kits de détection de l'organisme pathogène, logiciels de prévision du développement des maladies). On cherche aussi à donner désormais à l'agriculteur des outils de diagnostic personnalisé; pour évaluer par exemple la présence et la quantité d'insectes ravageurs dans une culture, on utilise des pièges à phéromones qui attirent et capturent les insectes et permettent à l'agriculteur ou au technicien de juger si un traitement est nécessaire. Des tests de diagnostic des maladies sont également disponibles, mais ils sont encore peu utilisés par les agriculteurs. L'objectif est aussi de faire une meilleure prévision des populations, d'évaluer le risque et de mesurer l'importance économique des dégâts; des logiciels d'optimisation des traitements devraient être disponibles demain.

La lutte intégrée pourrait se développer dans les prochaines années si le contexte socio-économique devenait favorable. Elle n'exclut pas la lutte chimique mais l'intègre dans un ensemble plus complexe: techniques de culture, utilisation de variétés résistantes, établissement de seuils de tolérance, utilisation de bonnes méthodes de surveillance; la lutte intégrée se fait ensuite au moyen de produits chimiques utilisés à bon escient ou d'agents biologiques (Ferron, communication personnelle).

La lutte biologique est menée à partir d'organismes antagonistes des pathogènes, les insectes entomophages étant les plus connus. Elle consiste en l'utilisation d'organismes ou de leurs produits comme facteur de régulation des populations d'un organisme nuisible. Elle est déjà utilisée dans les serres, en arboriculture fruitière. Elle commence à l'être en viticulture, pour le maïs et dans les forêts. La lutte biologique devrait continuer à se développer dans les secteurs où la qualité des produits sera un critère reconnu (Rajnachel-Messaï, 1990; Riba, communication personnelle).

Une autre méthode pour diminuer les traitements est l'utilisation de variétés résistantes, obtenues par l'amélioration des plantes classiques ou par transfert de gènes. Des résultats importants ont déjà été acquis par

exemple sur le pommier où certaines variétés ne nécessitent plus que 10 à 12 traitements par an, contre 20 à 25 auparavant. Dans le cas du blé, des variétés mises au point il y a quelques années comme *Renan*, résistantes aux maladies mais d'un rendement un peu plus faible, pourraient retrouver de l'intérêt. La transgénèse peut permettre d'obtenir des plantes résistantes aux insectes, aux virus, aux champignons, à certaines bactéries (Académie d'Agriculture de France, 1989) mais également des plantes résistantes à un herbicide que l'on cultivera avec cet herbicide: toutes les adventices seront détruites par celui-ci, ce qui pourrait permettre de limiter le nombre de traitements. Toutefois on craint qu'il y ait apparition de résistances et que des ravageurs contournent le facteur qu'on a fait exprimer dans la plante.

En définitive, il est vraisemblable qu'on utilisera toujours des produits chimiques pour la protection des plantes dans 10, 20 ou 30 ans, mais les matières actives seront moins nocives et leur emploi devrait être plus raisonné. A plus long terme, les applications des biotechnologies pourraient permettre une moindre utilisation des produits chimiques pour la fertilisation et la protection des plantes, au profit de techniques reposant sur une meilleure maîtrise du vivant (Bonny, Daucé, 1989; Bonny, 1991).

Les solutions économiques

On a vu dans le paragraphe précédent qu'il existe une grande variété de solutions techniques allant dans le sens d'une réduction des consommations d'engrais et pesticides de l'agriculture. L'éventail des solutions économiques n'est pas moindre. L'intervention de la puissance publique, européenne ou nationale, dans le fonctionnement du secteur agricole est si forte et l'encadrement de l'agriculture si étroit, que des dispositions et dispositifs multiples peuvent être envisagés:

- des mesures directes tout d'abord, avec des incitations financières à la diminution des quantités d'intrants utilisés. On peut citer dans cet ordre d'idées les primes à l'extensification, destinées à compenser l'écart de revenus généralement favorable aux agriculteurs qui mettent en œuvre des conduites intensives. Vont dans le même sens la taxation visant à pénaliser les consommations d'engrais ou de produits phytosanitaires et donc poussant à les réduire, et la mise en place de quotas d'azote ou de produits de protection des cultures;

- des mesures indirectes ensuite, dont le vecteur principal est un système de prix. Il est certain que le soutien élevé des prix dont bénéficie dans la Communauté un certain nombre de produits agricoles importants, comme les céréales et les oléagineux, a contribué à pérenniser une agriculture assez peu compétitive. La faible échelle de la production oblige à une forte intensification pour atteindre un certain niveau de va-

leur ajoutée et donc de revenu. Il s'agit cependant d'un choix fondamental de politique agricole et plus encore de société, visant à assurer une certaine sécurité alimentaire ainsi que le maintien d'une population active agricole occupant et entretenant un territoire. Ce système de prix a fait l'objet d'ajustements successifs destinés à favoriser la recherche de gains de productivité sans remettre en cause brutalement les objectifs précédents. Une modification plus substantielle des prix aurait eu certainement des effets marqués sur le degré d'intensité de l'agriculture.

Ces différentes mesures méritent maintenant un examen plus attentif.

La question des *primes à l'extensification* a été débattue dans le courant de l'année 1990. On a pu montrer qu'une baisse de 35% des consommations intermédiaires pouvait être compensée par des primes de l'ordre de 1 300 F à l'hectare (Viaux, 1989).

Une analyse effectuée à la Station d'économie et sociologie rurales INRA de Grignon (Carles *et al.*, 1990) conduit à des résultats allant dans le même sens : elle concerne des exploitations de grande culture appartenant à la sonde mise en place au sein du RICA dans la zone Beauce-Gâtinais, ensemble de petites régions agricoles faisant partie du Bassin Parisien. Les écarts de performances techniques et économiques constatés entre les exploitations d'agriculteurs "économes" et celles d'agriculteurs "dépendants" figurent dans le tableau 10⁽⁵⁾.

Tableau 10. Différences de rendements physiques et de certaines charges entre exploitations "économes" et exploitations "dépendantes" en grande culture

	Exploitations économes (1)				Exploitations dépendantes (2)				Différence (2)-(1)			
	Rendement (q)	Engrais (F)	Phyto-sanitaires (F)	Charges affectées (F)	Rendement (q)	Engrais (F)	Phyto-sanitaires (F)	Charges affectées (F)	Rendement (q)	Engrais (F)	Phyto-sanitaires (F)	Charges affectées (F)
Blé tendre	67,3	1 015	683	2 137	83,0	1 178	1 386	2 879	+15,7	+163	+703	+742
Maïs-grain	77,9	1 105	469	2 856	93,3	1 371	498	2 968	+15,4	+266	+29	+112
Escourgeon	68,7	575	517	1 742	91,2	936	1 292	2 605	+22,5	+361	+775	+863
Orge de printemps	55,6	788	301	1 593	61,8	885	687	1 905	+6,2	+97	+386	+312
Pois protéagineux	53,6	556	716	2 264	60,5	628	1 373	3 027	+6,9	+52	+657	+763
Colza	30,1	1 580	964	2 781	—	—	—	—	—	—	—	—
Blé dur	51,6	580	386	2 255	63,3	1 093	1 280	2 838	+11,7	+513	+894	+583
Tournesol	32,0	667	780	2 460	35,0	1 149	1 148	3 158	+3,0	+482	+368	+698

Source: D'après sonde grande culture 1988 INRA ESR Grignon.

⁽⁵⁾ La distinction entre agriculteurs économes et dépendants est faite au vu de la distribution de la charge d'engrais azoté et produits phytosanitaires à l'hectare de blé tendre (moins de 1 500 francs dans un cas, plus de 1 850 francs dans l'autre).

Les rendements physiques des cultures, les charges d'engrais et de phytosanitaires sont donc sensiblement supérieurs dans les exploitations de grande culture gérées par des agriculteurs "dépendants".

L'application de ces écarts aux assolements optimaux déterminés par un calcul de programmation linéaire (Carles, 1991) amène à des disparités de résultat à l'hectare égales à 963 F dans le cas de l'assolement céréales-oléoprotéagineux, et à 1 216 F pour l'assolement betterave sucrière-céréales (tableau 11).

Tableau 11. Ecarts de performances et de résultats économiques entre exploitations "économiques" et exploitations "dépendantes" en grande culture

Assolement	Hectares	Ecart de rendement (q)	Prix (F/q)	Ecart de produit (F) /ha	Ecart de produit total	Economie de charges affectées (F) /ha	Economie de charges affectées total	Ecart de résultat (F) /ha	Ecart de résultat total
<i>Céréales et oléoprotéagineux</i>									
Tournesol	12,2	3,0	260	780	9 516	698	8 516	82	1 000
Pois protéagineux	12,2	6,9	170	1 173	14 311	763	9 309	410	5 002
Maïs-grain	4,4	15,4	112	1 725	7 589	112	493	1 613	7 096
Blé tendre précoce	24,5	15,7	125	1 963	48 081	742	18 179	1 221	29 902
Blé tendre tardif	4,3	15,7	125	1 963	8 439	742	3 191	1 221	5 248
Blé dur	14,4	11,7	175	2 047	29 484	583	8 395	1 464	21 089
Total	72,0			1 631	117 420	668	48 082	963	69 338
<i>Céréales-betterave sucrière</i>									
Betterave sucrière	9,4	—	—	—	—	—	—	—	—
Maïs-grain	19,4	15,4	112	1 725	33 461	112	2 173	1 613	31 288
Blé tendre tardif	28,8	15,7	125	1 963	56 520	742	21 370	1 221	35 150
Blé dur	14,4	11,7	175	2 047	29 484	583	8 395	1 464	21 089
Total	72,0			1 659	119 465	444	31 938	1 216	87 528

Source: D'après sonde grande culture 1988 INRA ESR Grignon.

L'avantage des dépendants est de 120 000 F environ sur le produit, alors que les charges affectées supplémentaires vont de 32 000 à 48 000 F environ, d'où les écarts de résultats mentionnés.

Ce genre de calcul présente toutefois des limites évidentes comme d'autres études ont pu le montrer (Carles *et al.*, 1991). En effet le comportement de l'agriculteur est fonction de nombreux paramètres, parmi lesquels sa situation de trésorerie, l'ancienneté de son installation et ses perspectives de succession et surtout, des différences de potentialités des terres. Dans ces conditions, l'effet de primes à l'extensification risque d'entériner des situations initiales hétérogènes, sans qu'on puisse faire la

part qui revient au gaspillage ou à l'adaptation à des différences de potentialités naturelles. En outre, leur mise en œuvre paraît particulièrement délicate puisqu'elle suppose un contrôle individuel des niveaux de consommation. Les primes à l'extensification seraient donc une solution théoriquement intéressante, mais peu opérationnelle et d'une efficacité limitée.

La *taxation des engrais* a été au centre d'un certain nombre de travaux visant à apprécier son efficacité éventuelle. Pour ce faire, des élasticités des consommations par rapport au prix ont été calculées sur un échantillon du RICA. Selon Bonnieux *et al.* (1990), l'effet-prix d'une taxation des engrais s'avère faible dans le court terme du fait d'une quasi-fixité des autres facteurs de production. A moyen terme, l'effet est plus sensible si un ajustement du travail familial est possible. Enfin à long terme, la baisse de la consommation d'engrais est majorée, s'il y a à la fois adaptation du travail familial et de la terre. C'est ainsi qu'elle atteindrait 6,3 % pour une hausse du prix de 10 %. La taxation des engrais serait donc assez efficace et moins coûteuse pour les agriculteurs en termes d'effet sur les revenus que la baisse du prix des produits agricoles.

Ce type d'approche est intéressant car il donne une réponse relativement simple à un problème qui ne l'est pas. Il est cependant sous la dépendance d'hypothèses fortes, comme l'homogénéité de la population étudiée ou la substituabilité des facteurs. Il est tributaire également de la période de référence, dont les caractéristiques ne sont pas forcément extrapolables. En outre, il traite les engrais comme un seul facteur de production, alors que l'engrais azoté doit être distingué des autres catégories d'engrais, phosphatés et potassiques, dont les prix et la consommation suivent d'ailleurs des évolutions différentes.

L'interrogation du panel d'agriculteurs Pan-Agri apporte d'autres informations à ce sujet (tableau 12). Parmi les mesures visant à la réduction des apports d'engrais sur leurs exploitations, les agriculteurs considèrent que la plus efficace est la redevance forfaitaire "pollution nitrate"⁽⁶⁾, suivie par la mise en place d'un quota sur les quantités d'azote utilisé, et enfin par l'augmentation du coût. Si l'on examine précisément les réactions au prix de l'azote, c'est un pourcentage moyen de 33 % qui ferait réagir. Encore faut-il nuancer selon les catégories d'agriculteurs. Chez ceux qui pratiquent des cultures spécialisées, essentiellement permanentes comme la vigne ou l'arboriculture fruitière, la hausse devrait être plus forte encore et atteindre 54 %.

⁽⁶⁾ Redevance payée par l'agriculteur selon les pratiques suivies en matière d'emploi des engrais et des pesticides. Le but est d'encourager des pratiques plus économes, protégeant mieux l'environnement, dans les zones relevant des agences de bassin.

Tableau 12. Efficacité des mesures conduisant à la réduction des apports d'azote dans les exploitations agricoles (% d'agriculteurs citant la modalité)

A - Efficacité des diverses mesures^(a)

Note	Ensemble		Grande culture		Cultures spécialisées	
	1	3	1	3	1	3
Nombre de répondants	654	614	184	177	43	40
Augmentation du coût de l'azote (prix ou taxation)	18	49	15	54	23	50
Mise en place d'un quota sur les quantités d'azote utilisée (-20%/année précédente)	35	29	39	27	28	33
Redevance forfaitaire "pollution nitrate" (400 à 450 F/ha selon les pratiques)	48	22	46	20	49	18

Note	Elevage		Elevage hors sol		Culture - Elevage	
	1	3	1	3	1	3
Nombre de répondants	217	199	32	35	171	162
Augmentation du coût de l'azote (prix ou taxation)	24	42	13	54	14	51
Mise en place d'un quota sur les quantités d'azote utilisée (-20%/année précédente)	32	32	31	23	34	28
Redevance forfaitaire "pollution nitrate" (400 à 450 F/ha selon les pratiques)	44	26	56	23	53	22

^(a) notées de 1 à 3, de la plus efficace à la moins efficace

B - Pourcentage d'augmentation du prix de l'azote qui amènerait à une réduction de la fertilisation azotée

	Ensemble	Grande culture	Cultures spécialisées	Elevage	Elevage hors sol	Culture Elevage
Nombre de répondants	500	140	21	173	27	138
Moyenne	33	32	54	31	28	35
Intervalle	2 à 400	10 à 400	10 à 200	2 à 100	10 à 50	5 à 200
Premier quartile	2 à 20	10 à 20	10 à 20	2 à 20	10 à 20	5 à 20
Deuxième quartile	30	25	50	30	25	30
Troisième quartile	40	40	50	40	40	40
Quatrième quartile	400	400	200	100	50	200

Source: Enquête intrants INRA-IGER 1991.

Un autre phénomène doit aussi être relevé; il concerne l'inertie du comportement par rapport aux changements de prix, comme on peut le voir en examinant la borne inférieure du premier quartile des réponses (partie B du tableau 12). Elle atteint 10% en grande culture, dans les cultures spécialisées et en élevage hors sol; elle est plus faible chez les éleveurs et ceux qui combinent culture et élevage. La limite supérieure

de l'intervalle, parfois élevée, traduit aussi quelques réactions très négatives à l'égard de cette mesure.

Cette enquête met en évidence deux points essentiels: les réactions ne sont pas les mêmes selon le groupe considéré et la taxation de l'engrais azoté ne serait que partiellement efficace, sauf à atteindre des valeurs importantes, qui pénaliseraient d'autant les revenus et seraient difficilement acceptables.

Une autre mesure évoquée consiste en la mise en place d'une redevance lorsqu'il y a pollution des nappes phréatiques. Cette mesure a une portée limitée aux zones sensibles et se traduit par une taxe au sac d'engrais ou à la tête de bétail. Les agriculteurs estiment qu'elle est la mesure la plus efficace.

Enfin on les a interrogés aussi sur les effets que pourrait avoir selon eux l'instauration de *quotas d'azote*. Cette dernière mesure, de portée générale à la différence de la précédente, est considérée aussi comme très efficace par les agriculteurs. Elle mérite donc qu'on s'y arrête un instant. La question posée concerne les effets d'une réduction de volume de l'azote de 20 %, et l'analyse des réactions des agriculteurs peut se faire à travers le choix d'un certain nombre de modalités (tableau 13).

Tableau 13. Réactions des agriculteurs à la mise en place d'un quota d'azote
(% d'agriculteurs citant la modalité, plusieurs réponses possibles)

	Ensemble	Grande culture	Cultures spécialisées	Elevage	Elevage hors sol	Culture Elevage
Nombre de répondants	867	224	82	288	56	216
Nombre moyen de réponses par répondant	3	3	2	3	3	3
Diminution de la fertilisation sur :						
- l'ensemble des cultures	26	28	16	26	27	28
- certaines cultures	31	37	13	30	21	33
- certaines parcelles	25	27	17	25	21	24
Apports de matières organiques	35	21	34	38	46	43
Apports fractionnés	27	30	20	29	16	29
Gel de terre	14	26	9	5	16	16
Diminution ou suppression de cultures gourmandes	21	26	11	17	20	26
Introduction ou extension des cultures économes	25	30	1	25	20	28
Extensification du système de production de l'exploitation	13	11	2	19	20	8
Changement de variétés	7	7	2	7	2	10
Adaptation de la fertilisation par des analyses des reliquats d'azote plus systématiques	36	42	18	30	39	42
Sans réponse	9	3	35	9	11	5

Source: Enquête intrants INRA-IGER 1991.

L'adaptation de la fertilisation par des analyses plus systématiques des reliquats d'azote, le fractionnement des apports, la diminution ou la suppression des cultures gourmandes, l'introduction ou l'extension des cultures économes, le changement de variétés, participent d'un même souci d'économie qui se trouverait accentué en quelque sorte par la réduction de la quantité d'azote utilisable. On peut y ajouter la solution simple et immédiate qui consiste à diminuer la fertilisation sur l'ensemble des cultures ou sur une partie des cultures ou des parcelles. La proportion importante d'agriculteurs citant cette modalité laisse supposer une certaine marge de manœuvre et une certaine plasticité des comportements. Le gel de terres est aussi une réponse facile. Cette solution est encouragée depuis quelques années par les pouvoirs publics. Nous y reviendrons plus loin.

Cependant pour une proportion notable des agriculteurs, c'est le recours à la fumure organique qui serait retenu (35 % de réponses pour cette modalité, contre 69 % d'agriculteurs qui ont déclaré déjà utiliser ce type de fumure). Cette solution annulerait les effets attendus de la mesure...

Dans cette même enquête, les agriculteurs ont également chiffré les conséquences d'une baisse de 20 % de la fumure azotée sur les rendements physiques des cultures (tableau 14). Celles-ci sont fortes sur le blé tendre, le colza, où la diminution est de l'ordre de 20 %, moindres sur la betterave sucrière, le tournesol, le maïs-grain (baisse de 10 et 15 %), quasi nulles sur le pois protéagineux...

Tableau 14.
Estimation des
conséquences d'une
réduction de 20 % de
la fumure azotée sur
les rendements
physiques de
certaines cultures.

<i>Cultures</i>	<i>Nombre de répondants</i>	<i>Rendement actuel (q/ha)</i>	<i>Baisse de rendement (%)</i>
Blé tendre	338	70,3	-19
Maïs-grain	129	82,7	-10
Orge d'hiver, escourgeon	88	65,9	-17
Colza	70	31,9	-21
Tournesol	58	26,3	-12
Betterave sucrière	55	572	-13
Pois protéagineux	29	55,8	-1

Source: Enquête intrants INRA-IGER 1991.

Ces résultats ont été appliqués au cas d'une exploitation-type de 81 ha en grande culture, censée être représentative des moyennes dans la zone Beauce-Gâtinais (tableau 15).

Alors que le résultat d'exploitation est de 154 000 F dans la situation initiale, il est amputé de 65 % avec la baisse de la fumure azotée, pour

atteindre seulement 54 200 F. Il y a donc nécessité d'adapter sérieusement le niveau d'emploi des autres intrants, à commencer par celui des produits phytosanitaires. On sait que celui-ci dépend souvent des objectifs de rendements et de l'utilisation des engrais. Une autre action serait aussi à entreprendre en ce qui concerne les frais de mécanisation. Si le poste carburants est appelé à diminuer dans cette hypothèse, on peut aussi imaginer à terme une réduction de l'utilisation du matériel et corrélativement des coûts d'entretien et d'amortissement.

Tableau 15. Estimation des effets d'une baisse de 20% de la quantité de fumure azotée sur les résultats économiques d'une exploitation de grande culture

A - Situation initiale

Cultures	Assolement (ha)	Rendement physique (q/ha)	N	Fumure P	K	Marges (F/ha)
Maïs-grain	27	73,0	178	138	150	4 258
Blé tendre	54	75,3	195	68	63	6 383
SAU	81	74,9	189	91	92	5 675
Résultat d'exploitation (F)	154 000					

B - Situation modifiée (baisse de 20% de la fumure azotée)

Cultures	Assolement (ha)	Rendement physique (q/ha)	N	Fumure P	K	Marges (F/ha)
Maïs-grain	27	65,7	142	138	150	3 638
Blé tendre	54	61,5	156	68	63	4 843
SAU	81	62,9	151	91	92	4 441
Résultat d'exploitation (F)	54 200					

Source: D'après sonde grande culture 1989 INRA-ESR Grignon.

Les solutions qui viennent d'être évoquées ci-dessus pourraient certes faire partie d'un arsenal de mesures visant à réduire les consommations d'intrants concernés. Toutefois, elles entraîneraient certaines difficultés de mise en œuvre, par exemple pour le contrôle de quotas ou la distribution de primes à l'extensification et pourraient être quelquefois mal acceptées par les agriculteurs, comme dans le cas de la taxation. Leur efficacité serait variable selon les groupes concernés. On peut donc se demander s'il ne vaut pas mieux envisager certaines modifications de la politique agricole.

EFFETS PRÉVISIBLES DES CHANGEMENTS DE POLITIQUE AGRICOLE

Le degré d'intensité élevé de l'agriculture européenne est aujourd'hui fortement contesté. Il a contribué sans doute à la création d'excédents de production qualifiés de structurels, il a aussi généré des risques qui pèsent sur l'environnement. On comprend l'inclination des autorités européennes vers une politique agricole sensiblement modifiée par rapport à celle qu'on a connue jusqu'à présent.

La réforme envisagée dans la proposition MacSharry de 1991 (CCE, 1991) se caractérise par une très forte diminution du niveau des prix, bien plus marquée que l'évolution tendancielle récente, et la distribution d'aides compensatoires selon un mécanisme de calcul assez complexe. Mais celui-ci oblige les agriculteurs à geler une partie des superficies de leurs exploitations (Guyomard, Mahé, 1992; Guyomard, Léon, Mahé, 1992; Bureau, Jayet, Le Roux, 1992).

Parmi les conséquences possibles de cette réforme, nous distinguons pour la commodité de la présentation les effets du gel des terres, puis ceux de la baisse des prix, et enfin ceux de la baisse des prix accompagnée des aides compensatoires.

Les effets du gel de terres

Le gel de terres concerne la surface en céréales et oléo-protéagineux de l'exploitation agricole. Celle-ci doit être réduite de 15 %, pour pouvoir bénéficier des aides, sauf si la livraison de céréales est inférieure à 92 tonnes, ce qui correspond à une superficie plutôt faible (par exemple 13 ha en Ile-de-France).

Si l'on prend comme référence les règles d'application du retrait volontaire des terres définies pour la campagne 91-92, les parcelles gelées ne doivent pas recevoir d'engrais minéraux. Elles doivent cependant être entretenues et avoir un couvert végétal. Le cahier des charges correspondant prévoit la possibilité d'utiliser certains herbicides, mais oblige aussi à broyer le couvert végétal au moins une fois, à ne pas le récolter et à l'enfouir avant la remise en culture. Les coûts correspondants à cet entretien peuvent rester très modérés. Cette mesure, optionnelle jusqu'à présent, s'accompagnait de primes intéressantes pour l'exercice 91-92. Elle devient donc obligatoire. On peut considérer, en première analyse, que geler 15 % des terres et ne pas y épandre d'engrais minéraux entraîne une économie de fumure du même ordre de grandeur, sauf si les terres gelées sont les plus mauvaises. Mais une rotation est prévue.

Les effets de la baisse des prix

La baisse des prix des produits agricoles est un phénomène séculaire; elle est plus ou moins compensée, selon les périodes, par les gains de

productivité. Bien entendu les aléas climatiques et diverses perturbations conjoncturelles du marché peuvent masquer ce phénomène. Les observations réalisées à partir de la sonde Beauce-Gâtinais confirment tout à fait cette tendance: le prix du blé tendre diminue de 4,12 % par an en moyenne de 1980 à 1991 (de 4,29 % selon l'IPAP), celui du maïs de 4,47 % (de 4,08 % selon l'IPAP).

Cette baisse des prix a des effets variés mais n'a pas entraîné une extensification de l'agriculture, bien au contraire. En général, les solutions recherchées ont été l'augmentation des rendements physiques, l'accroissement de la taille de l'exploitation des économies sur les charges de structure. L'augmentation des rendements physiques résulte d'un certain nombre de facteurs, parmi lesquels le progrès variétal joue un grand rôle. Par exemple pour le blé tendre, des variétés comme *Thésée* ou *Pernel* sont particulièrement productives, d'autres plus récentes encore comme *Sidéral* ou *Déclic* sont très prometteuses. Mais la décision d'utiliser ces variétés à fort potentiel entraîne aussi un recours massif aux phytosanitaires. On ne peut en outre en tirer le meilleur parti qu'avec des doses élevées de fumure minérale et notamment azotée. Le progrès des rendements a été estimé à 1,2 q/ha par an pour le blé tendre, à 1,4 q/ha pour le maïs, pour la période 1981 à 1990, dans la sonde grande culture déjà citée.

Si les prix des produits agricoles baissent beaucoup, l'accroissement des rendements s'en trouvera sans doute ralenti pour plusieurs raisons: l'ajustement du niveau des intrants à une valeur de la production moindre poussera à réaliser de fortes économies à fonction de production identique (Tirel, 1989). Mais surtout, de nouvelles fonctions de production devront être recherchées. Cela signifie de nouveaux itinéraires techniques, de nouvelles variétés, sans doute moins productives, mais plus résistantes aux adventices ou aux maladies. Par exemple, en matière de blé tendre, on retiendra plutôt la variété *Soissons* que celles précédemment citées. La recherche agronomique travaille beaucoup dans cette direction.

La seule baisse des prix ne permettrait cependant pas d'escompter une maîtrise de l'offre des produits actuellement excédentaires, car il faut toujours produire plus pour tenter de compenser l'amputation des produits unitaires. On a déjà pu constater un certain échec (relatif) de l'instauration de quantités maximales garanties et de taxes de coresponsabilité. D'où les réflexions sur des modifications plus profondes de la politique agricole commune.

Les effets de la réforme de la politique agricole commune

La nouvelle politique agricole, telle qu'elle est dessinée dans le scénario du commissaire européen MacSharry, combine à la fois le gel de terres, la baisse des prix et la distribution d'aides compensatoires.

La baisse des prix doit ramener les prix européens au niveau des prix mondiaux. Les aides directes sont censées compenser cette baisse très im-

portante des prix des céréales et des oléo-protéagineux. Toutefois leur mode d'attribution vise à favoriser les systèmes extensifs de culture ou d'élevage. En effet les aides compensatoires sont plafonnées par rapport à certains chargements de surfaces fourragères, ou bien encore par rapport à un rendement moyen régional de céréales. Ces mesures devraient pénaliser et donc décourager progressivement les élevages bovins hors-sol et les conduites intensives des cultures comme celles qui vont de pair avec l'irrigation ou l'utilisation massive d'engrais et de pesticides.

Les répercussions sur l'évolution des consommations d'engrais et de phytosanitaires devraient s'avérer importantes, comme on peut déjà en juger sur les résultats des simulations effectuées sur la même exploitation-type de grande culture que précédemment.

Tableau 16. Effets simulés de la réforme de la PAC
sur le niveau d'emploi des engrais et des produits phytosanitaires

A - Exploitation de grande culture intensive

Assolements et cultures	Superficies (ha)		Rendement (q/ha)	Produits phytos. (F/ha)		Engrais (F/ha)	
	1989	1995		1989	1995	1989	1995
Variante 1							
1. maïs	27	22,95	78,9	745	745	1 321	1 321
blé tendre	54	45,90	87,4	1 070	1 070	1 061	1 061
surface gelée	—	12,15	—	—	—	—	—
SAU	81	81,00	—	962	817	1 148	976
2. colza	9	7,65	33,6	795	795	1 271	1 271
pois	9	7,65	52,2	818	818	570	570
tournesol	9	7,65	34,4	767	767	801	801
blé tendre	54	45,90	87,4	1 070	1 070	1 061	1 061
surface gelée	—	12,15	—	—	—	—	—
SAU	81	81,00	—	978	831	1 001	851
Variante 2							
1. maïs	27	26,39	78,9	745	596	1 321	1 192
blé tendre	54	52,79	87,4	1 070	856	1 061	925
surface gelée	—	13,97	—	—	—	—	—
SAU	81	93,15	—	962	654	1 148	862
2. colza	9	8,80	33,6	795	636	1 271	1 115
pois	9	8,80	52,2	818	654	570	568
tournesol	9	8,80	34,4	767	614	801	761
blé tendre	54	52,78	87,4	1 070	856	1 061	925
surface gelée	—	13,97	—	—	—	—	—
SAU	81	93,15	—	978	665	1 001	755

B - Exploitation de grande culture extensive

Assolements et cultures	Superficies (ha)		Rendement (q/ha)	Produits phytos. (F/ha)		Engrais (F/ha)	
	1989	1995		1989	1995	1989	1995
<i>Variante 1</i>							
1. maïs	27	22,95	62,2	507	507	1 165	1 165
blé tendre	54	45,90	62,8	843	843	995	995
surface gelée	—	12,15	—	—	—	—	—
SAU	81	81,00	—	731	621	1 052	894
2. colza	9	7,65	27,7	861	861	1 253	1 253
pois	9	7,65	40,3	770	770	577	577
tournesol	9	7,65	31,6	779	779	774	774
blé tendre	54	45,90	62,8	843	843	995	995
surface gelée	—	12,15	—	—	—	—	—
SAU	81	81,00	—	830	705	953	810
<i>Variante 2</i>							
1. maïs	27	26,39	62,2	507	406	1 165	1 069
blé tendre	54	52,79	62,8	843	674	995	879
surface gelée	—	13,97	—	—	—	—	—
SAU	81	93,15	—	731	497	1 052	801
2. colza	9	8,80	27,7	861	689	1 253	1 114
pois	9	8,80	40,3	770	616	577	573
tournesol	9	8,80	31,6	779	623	774	731
blé tendre	54	52,78	62,8	843	674	995	879
surface gelée	—	13,97	—	—	—	—	—
SAU	81	93,15	—	830	564	953	726

Sur cet exemple (tableau 16), on peut montrer les effets différenciés de l'application de cette réforme. Il est intéressant de distinguer le cas d'une conduite *intensive* du système de culture de celui d'une conduite *extensive*, puisque les conséquences des aides compensatoires seront différentes. Dans ces deux cas, et pour simplifier, on a considéré que les rendements physiques à l'horizon 1995 seraient inchangés, l'adaptation à la baisse des objectifs de rendement étant compensée par la poursuite d'un certain progrès technique. Cela étant, on distingue chaque fois deux variantes, l'une correspondant à un calcul d'effets mécaniques, à structure et performances de l'exploitation constantes (*variante 1*), l'autre résultant du cumul d'un certain nombre d'hypothèses de comportement de l'agriculteur pour s'adapter à la baisse des prix des produits agricoles (*variante 2*). Celles qui ont été retenues dans ce dernier cas sont les suivantes :

— agrandissement de la superficie de l'exploitation. La tendance est particulièrement marquée en grande culture. Elle pourrait même se trou-

ver accélérée par la réforme. Dans l'exemple, l'agrandissement retenu pour 1995 est de 15 %.

– adaptation des techniques de production des cultures. Les prix des produits agricoles baissant substantiellement, il y aurait une diminution concomitante de l'utilisation de l'engrais azoté (la fumure de fond restant inchangée) et de l'emploi de phytosanitaires (20 % dans l'exemple).

Dans ces conditions et dans le cas de l'exploitation de grande culture intensive, on constate que les niveaux atteints en 1989 pour l'emploi des produits phytosanitaires et des engrais étaient particulièrement élevés : près de 1 000 F de phytosanitaires et plus de 1 100 F d'engrais en moyenne pour le premier assolement, autant de phytosanitaires et autour de 1 000 F d'engrais en moyenne pour le second assolement. La réforme entraîne une diminution sensible : dans la variante 1, à structure constante, le seul effet du gel de terres se traduit par 15 % en moins sur ces intrants.

Dans la variante 2, la réduction est plus massive plus de 30 % sur les phytosanitaires et 25 % sur les engrais. Les niveaux atteints à l'hectare – respectivement moins de 700 F et de 750 à 850 F – deviennent inférieurs à ceux de l'exploitation extensive de 1989.

Précisément dans le cas de l'exploitation de grande culture extensive, les assolements sont les mêmes que précédemment, mais les niveaux de rendements physiques et d'intrants utilisés sont sensiblement inférieurs à ceux de l'exploitation intensive, notamment pour les phytosanitaires : de 15 à 24 % contre 5 à 8 % pour les engrais.

La réforme est beaucoup plus favorable à ces conduites extensives en ce qui concerne les marges et les revenus (Carles, Millet, 1992). Cependant la réduction de l'emploi des phytosanitaires et celle de la fumure sont du même ordre de grandeur que précédemment. Ce sont les effets du gel de terres (variante 1).

Dans la variante 2 les diminutions des consommations de produits phytosanitaires et d'engrais sont respectivement de 32 et 24 %, à partir de niveaux déjà assez limités.

Cette proposition de réforme contient donc des éléments positifs si l'on se réfère à l'objectif de protection de l'environnement : les incitations à réduire les niveaux d'utilisation des engrais et des pesticides existent bien, tout en laissant aux agriculteurs le soin d'adapter leurs fonctions de production et les itinéraires techniques correspondants.

CONCLUSION

L'analyse de l'évolution des consommations d'engrais et de pesticides et de leur poids économique, l'enquête réalisée auprès du panel Pan-Agri

sur les pratiques de fertilisation et de protection des cultures, les entretiens auprès des chercheurs des disciplines techniques de l'INRA, et enfin les simulations effectuées sur des exploitations-types de grande culture apportent, malgré leurs limites, un certain nombre d'informations sur l'état actuel et les perspectives d'évolution de l'emploi des engrais et phytosanitaires dans l'agriculture française. Les statistiques nationales montrent que depuis 1974 déjà, la consommation d'engrais augmente moins rapidement et régresse même en ce qui concerne les phosphates; quant à l'emploi des pesticides, en forte croissance dans les dernières décennies, il connaît en 1991 et 1992 une diminution sensible. L'enquête fait apparaître que les principales sources d'information des agriculteurs en matière de fertilisation et de protection des cultures sont la coopérative ou le négociant, leurs propres expérience et observations et les techniciens agricoles; le poids des vendeurs paraît important surtout pour les produits phytosanitaires. Dans l'échantillon soumis à l'enquête, plus de la moitié des agriculteurs n'ont pas changé leur fumure, mais près de 30 % l'ont diminuée tandis que près de 15 % l'augmentaient durant les cinq dernières années. Le solde fait donc apparaître une baisse de la fumure aussi bien azotée que phosphopotassique: les agriculteurs disent notamment avoir cherché à mieux prendre en compte les réserves du sol et la fumure organique.

A l'avenir, sans tenir compte de l'effet de la réforme de la politique agricole commune, les agriculteurs qui envisagent une réduction du niveau de fumure sont deux fois plus nombreux que ceux qui pensent à une augmentation, même si la grande majorité d'entre eux pense le laisser inchangé. On devrait donc voir se poursuivre une légère régression de la consommation d'engrais, toutes choses étant égales par ailleurs. En matière de pesticides, les agriculteurs interrogés en 1991 ont augmenté leur consommation durant les trois dernières années, notamment parce qu'ils recherchaient un meilleur rendement, mais pour les années à venir leurs intentions vont dans le même sens que celles exprimées à propos des engrais. Ainsi, pour l'emploi des pesticides, 1990 et 1991 pourraient marquer une rupture avec, pour la première fois depuis longtemps, une baisse des consommations. Sera-t-elle éphémère ou durable? On peut sans doute s'attendre au moins à un ralentissement de leur croissance pour des raisons économiques, environnementales et du fait de l'évolution technique. L'enquête fait aussi apparaître qu'une certaine proportion d'agriculteurs estime que les pesticides peuvent être nocifs à leur santé ou à l'environnement, plus rarement à la qualité de leurs produits.

Pour limiter les consommations d'engrais et de pesticides, il existe un certain nombre de solutions techniques plus ou moins aisées à mettre en œuvre. On notera surtout que l'évolution technologique de l'agriculture va en général vers une meilleure adaptation des apports aux besoins, ce qui permet un ajustement plus fin et évite les gaspillages et les consommations excessives.

Des solutions économiques existent aussi : primes à l'extensification, instauration de quotas d'azote ou bien encore taxation des engrais ou des phytosanitaires. Toutes ont une certaine efficacité comme l'ont montré diverses simulations et l'analyse des attitudes des agriculteurs. Mais elles soulèvent souvent d'importantes questions de contrôle des pratiques réelles d'épandage et de protection des cultures.

La proposition MacSharry de réforme de la PAC présente l'avantage de mettre en place un mécanisme d'incitation à la réduction des apports d'engrais et de phytosanitaires : elle décourage les conduites intensives des cultures, qui aboutissent à des rendements physiques au-dessus du niveau de ceux qui interviennent pour la détermination du montant des aides. Elle encourage les conduites extensives des cultures par l'attribution d'aides calculées sur des rendements physiques plus élevés. Tout repose sur des aides assises, non pas sur les rendements physiques individuels, mais sur des rendements moyens régionaux. Mais d'autres aspects de cette proposition paraissent moins positifs : l'évolution de certains revenus, le volume d'aides dont la gestion sera nécessairement complexe ou les répercussions sur l'agrofourniture.

En définitive, avec l'évolution prévisible des paramètres techniques, économiques et de la politique agricole, une certaine réduction des consommations d'engrais et de pesticides semble plausible dans les années à venir, ainsi qu'une plus grande rationalisation de leur emploi.

BIBLIOGRAPHIE

- ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE, 1989 — Horizons nouveaux pour la protection des cultures — Apports de la biologie moléculaire et du génie génétique, *C.R. de l'Académie d'agriculture de France* (75), n° 6, pp. 5-207.
- BONNIEUX (F.), FOUET (J.-P.), RAINELLI (P.), VERMERSCH (D.), 1990 — Intensification de l'agriculture et environnement, *INRA Sciences Sociales*, n° 5, septembre.
- BONNY (S.), 1991 — L'évolution technologique en cours en agriculture et ses conséquences : quelques jalons pour un repérage et une analyse socio-économiques, Grignon, INRA ESR, *Notes et Documents*, n° 39, septembre, 91 p.
- BONNY (S.), 1993 — Le changement technique en cours et à venir en agriculture : un essai de bilan dans les différents secteurs, Grignon, INRA ESR (à paraître).

- BONNY (S.), DAUCÉ (P.), 1989 — Les nouvelles technologies en agriculture: une approche technique et économique, *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n° 13, pp. 5-33.
- BUREAU (J.-C.), JAYET (P.-A.), LE ROUX (Y.), 1992 — Conséquences pour le secteur agricole français de diverses options en matière de réforme de la politique agricole commune, Grignon, INRA ESR, *Etudes et Recherches*, n° 12, mars, 205 p.
- BYÉ (P.), DESCOINS (C.), DESHAYES (A.) (coordinateurs), 1991 — *Phyto-sanitaires, protection des plantes, biopesticides*, Versailles, INRA éditions, 178 p.
- CARLES (R.), 1991 — Les perspectives des exploitations céréalières. Le cas de Beauce-Gâtinais, *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n° 18-19, pp. 136-158.
- CARLES (R.), 1992 — L'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires dans l'agriculture française (résultats d'une enquête Pan-agri), Grignon, INRA ESR, *Etudes Economiques*, n° 1, mai, 152 p.
- CARLES (R.), CAUSERET (F.), CHITRIT (J.-J.), MILLET (G.), 1991 — La situation en grande culture à la veille d'une réforme de la politique agricole, Grignon, INRA ESR, *Notes et Documents*, n° 42, décembre, 151 p.
- CARLES (R.), CHITRIT (J.-J.), PELLETIER (T.), 1990 — Tendances et choix en grande culture. Economies et intensifs, Grignon, INRA ESR, *Notes et Documents*, n° 33, septembre, 94 p.
- CARLES (R.), MILLET (G.), 1992 — Revenus et systèmes de production: les exploitations de grande culture, in: Réforme de la PAC, simulations et analyses, *INRA Sciences Sociales*, n° 6, novembre.
- CARSON (R.), 1962 — *Silent spring*. Boston, Houghton Mifflin (traduit en français: *Le printemps silencieux*, Paris, Plon, 1964).
- CERF (M.), MEYNARD (J.-M.), 1989 — Sur l'origine du hiatus entre les conseils techniques et la pratique des agriculteurs, résultats d'une enquête sur la fertilisation, Communication au 11^e congrès de Génie Rural, Dublin, 4-8 septembre.
- COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, 1991 — Réforme de la politique agricole commune, Propositions grande culture et céréales du 18 octobre, COM (91) 379 final, 79 p.
- GUYOMARD (H.), MAHÉ (L.-P.), 1992 — La réforme de la PAC et le GATT: de nouvelles contraintes à l'horizon 1999, in: Réforme de la PAC, simulations et analyses, *INRA Sciences Sociales*, n° 6, novembre.
- GUYOMARD (H.), LÉON (Y.), MAHÉ (L.-P.), 1992 — La réforme de la PAC et les négociations du GATT: un pas nécessaire pour un

- compromis minimal? *Economie et Statistiques*, n° 254-255, mai-juin, pp. 41-61.
- HÉNIN (S.), 1980 — Activités agricoles et qualité des eaux, Paris, ministère de l'Agriculture et ministère de l'Environnement.
- LARRUE (C.), 1992 — Le comportement des agriculteurs face aux mesures de protection de l'eau, *Economie Rurale*, n° 208-209, mars-juin, pp. 42-49.
- MEYNARD (J.-M.), 1985 — Construction d'itinéraires techniques pour la conduite du blé d'hiver, thèse de docteur-ingénieur, Paris, INAPG, 258 p. + ann.
- MEYNARD (J.-M.), GIRARDIN (P.), 1991 — Produire autrement, Communication au 1^{er} Forum de la fertilisation raisonnée, Strasbourg, COMIFER, 26-27 septembre, 23 p.
- MONTALESCOT (J.-B.), 1992 — Localisation et guidage automatique des machines agricoles, *Bulletin technique du machinisme et de l'équipement agricole* (CEMAGREF), n° 63, mars-avril, pp. 21-33.
- NOIRFALISE (A.), 1974 — Conséquences écologiques de l'application des techniques modernes de production en agriculture, *Informations internes sur l'agriculture*, Bruxelles, Commission des Communautés Européennes, n° 137, novembre.
- OFFICE NATIONAL INTERPROFESSIONNEL DES CÉRÉALES, 1992 — Coûts de production du blé tendre (troisième partie: comparaison des coûts de production du blé tendre France/USA entre 1985 et 1990), 38 p. + ann., pp. 25-38.
- Que choisir?*, 1990 — La pollution cachée, n° 257, janvier, pp. 37-44 et Pesticides: l'ennemi numéro 2, n° 260, avril, pp. 10-12.
- RAJNCHAPÉL-MESSAI (J), 1990 — Les biopesticides, *Biofutur*, juillet-août, pp. 23-34.
- TERROUX (G.), ARDOUIN (V.), 1992 — L'agriculture en 1992, *INSEE Première*, n° 33, novembre, 4 p.
- TIREL (J.-C.), 1989 — Extensification, intensification? Quelle productivité pour l'agriculture? *C.R. de l'Académie d'agriculture de France* (75), n° 2, pp. 19-34.
- VAN DEN BOSSCHE (L.), 1990 — Capteurs et électroniques dans l'agriculture française et américaine, *Perspectives agricoles*, n° 150, août-septembre, pp. 63-76
- VIAUX (P.), 1989 — Mesures communautaires. Bien les connaître pour vivre avec ... *Paysans*, août-septembre, pp. 37-43.