



Deuxièmes
RENCONTRES FARRE
DE L'AGRICULTURE RAISONNEE

Palais de l'UNESCO

PARIS

7 janvier 1999

avec la participation et le soutien
du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

*Association nationale FARRE - 1, rue Gambetta
BP 128 - 92106 BOULOGNE-BILLANCOURT CEDEX
Tél : 01.46.05.07.14. - Fax : 01.41.31.52.27. - E.mail : farre@farre.org*

FARRE est membre du réseau européen E.I.S.F. (European Initiative for Sustainable Farming)

PREAMBULE

Ce colloque a été mis en place par le Conseil Scientifique de FARRE (Forum de l'Agriculture Raisonnée Respectueuse de l'Environnement).

Il a été présidé et animé par le Président du Conseil Scientifique de FARRE, Monsieur Claude GLEIZES, Membre de l'Académie d'Agriculture de France.

Il a bénéficié de la participation et du soutien du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

- intervention de M. Jean THIAULT page 5

RAISONNER LES EFFLUENTS D'ELEVAGE

- intervention de Mme Anne FARRUGGIA page 9
- témoignage de M. Jean-Pierre DEMOY page 15
- questions page 17

RAISONNER LA PROTECTION DES CULTURES

- intervention de M. Robert MESTRES page 19
- témoignage de M. Pierre GERMAIN page 24
- questions page 28

RAISONNER LA FERTILISATION EN GRANDES CULTURES

- intervention de M. Jack MASSE page 29
- témoignage de M. Benoît COLLARD page 36
- questions page 48

L'AGRICULTURE DE PRECISION AU SERVICE DE L'AGRICULTURE RAISONNEE

- intervention de M. Gilles THEVENET page 50
- témoignage de M. Christophe GUDIN page 69
- questions page 71

AGRICULTURE RAISONNEE ET BIODIVERSITE

- intervention de M. Paul HAVET page 74
- témoignage de M. Etienne PELARD page 83
- questions page 85

SYNTHESE SUR LES BASES SCIENTIFIQUES DES OUTILS ET DE LEUR MISE EN ŒUVRE

- intervention de M. Pierre STENGEL page 88

EXPOSE CONCLUSIF

- intervention de M. Guy POIRIER page 93

ACCUEIL
Claude GLEIZES, Président du Conseil Scientifique de FARRE
Membre de l'Académie d'Agriculture de France

L'an dernier, lors de nos premières Rencontres FARRE de l'Agriculture Raisonnée, nous avons choisi de débattre du thème "Agriculture et Société". Nous avons réfléchi aux relations entre agriculture et environnement et étudié l'attente des consommateurs. Je crois que cela a été l'occasion d'un dialogue fécond entre les agriculteurs du réseau FARRE, les autres acteurs concernés par l'environnement et les pouvoirs publics (notamment le ministère de l'Environnement). Notre objectif était de permettre aux agriculteurs de se pencher sur l'environnement pris au sens large, d'examiner les places respectives du volontariat et de la réglementation, et de prendre conscience de l'apport de l'Agriculture Raisonnée à une agriculture durable.

A l'issue de cette première expérience, nous avons décidé de renouveler ce type de rencontre et de poursuivre le dialogue. C'est pourquoi, cette année, notre Conseil Scientifique a proposé de parler des outils que l'Agriculture Raisonnée peut utiliser pour respecter l'environnement et de voir comment ces outils sont mis en œuvre aujourd'hui. Il était évidemment nécessaire de limiter le nombre de thèmes et de ne prendre que quelques exemples.

Pour chacun des thèmes qui seront abordés aujourd'hui, nous présenterons un exposé de la problématique et ferons un inventaire sommaire des outils disponibles. Puis un témoignage sera apporté par un agriculteur du réseau.

La matinée sera consacrée à l'exposé introductif de Jean THIAULT et aux exposés relatifs aux effluents d'élevage, à la protection des cultures et à la fertilisation azotée. Je donne la parole à Jean THIAULT, qui posera la question suivante : " Peut-on raisonner le monde du vivant ? "

INTRODUCTION

Jean THIAULT, Président d'honneur de FARRE
Membre de l'Académie d'Agriculture de France.

PEUT-ON RAISONNER LE MONDE DU VIVANT ?

En cette fin de siècle et de plus, de millénaire, l'Agriculture qui fut le signal d'origine de l'organisation de la Société humaine apparaît de plus en plus méconnue, voire rejetée dans sa modernité !

Cependant certains y voient la possibilité d'accomplissement d'une nouvelle organisation de la Société plus imprégnée du Monde du Vivant en passant de l'ère de la mécanique et de la matière à l'ère de la biologie (R. GROUSSARD & P. MARSAL, 1998). Les chefs d'entreprises agricoles peuvent-ils, pour participer à cette évolution au premier niveau, insérer le raisonnement dans leur activité quotidienne pour combiner les exigences du marché avec la variabilité, la réversibilité, la complexité des phénomènes du vivant ? Peuvent-ils ainsi contribuer à limiter la portée de la situation paradoxale de l'Agriculture dans la Société et en réduire les contradictions ?

En participant au réseau des fermes FARRE vous avez déjà répondu positivement à ces questions.

I. PARADOXES ET CONTRADICTIONS DE L'AGRICULTURE MODERNE.

1.1. PARADOXE ECONOMIQUE de l'Agriculture dans les pays développés, où la création de richesses provient de plus en plus de l'immatériel, du superflu (par exemple, les arts, les loisirs, la communication, etc.), par rapport aux fonctions vitales des individus (se nourrir, se protéger), réduisant en proportion la contribution de la production agricole à la richesse nationale. En France, la part de l'agriculture dans la valeur ajoutée brute nationale est désormais inférieure à 2,5% et n'atteint pas 6% en y ajoutant l'activité des industries agroalimentaires. Ce n'est pas dû à une régression de la production en valeur absolue, comme l'illustrent les 66.7 milliards F. d'excédent de la balance du commerce extérieur agroalimentaire en 1997, soit 27 % de l'excédent total du commerce extérieur national.

De plus, l'agriculture occupe 60% de la surface totale du territoire et 87% en y ajoutant les forêts, ce qui donne aux exploitants, qui représentent moins de 4% de la population active, une responsabilité considérable pour la gestion de l'espace rural et la protection de l'environnement.

1.2. PARADOXE SOCIAL de la banalisation de la production de denrées alimentaires par l'agriculture dans nos pays développés, dont l'abondance, la diversité, les gains de productivité, font oublier le caractère vital, essentiel et le besoin quotidien de sécurité des approvisionnements alimentaires. La consommation alimentaire ne représente plus que 16% des dépenses totales des ménages en France, mais que le climat ou les « mouvements sociaux » viennent à réduire les approvisionnements, on observe alors un effet de levier immédiat, amplifiant les prix à la hausse de 3 à 5 fois la proportion de réduction des quantités offertes.

Ce paradoxe devient insoutenable lorsqu'on le compare à la situation angoissante des 2 à 3 milliards d'humains dont la nourriture reste incertaine au quotidien et, de toute façon, globalement insuffisante pour au moins 1 milliard d'entre eux.

1.3. CONTRADICTION entre l'attitude individuelle irresponsable des populations urbaines, malgré les efforts des autorités, dont les déchets deviennent écologiquement ingérables, et leurs croyances simplistes sur les nuisances de l'agriculture moderne, de même que leur ignorance du rôle d'équilibre de l'espace agricole pour la dépollution de l'air, le recyclage des eaux usées et des déchets industriels ou urbains (malgré les restrictions dues aux métaux lourds ou aux contaminations potentielles) ou encore la régulation des eaux de ruissellement.

1.4. CONTRASTE entre, d'une part, le caractère individuel des entreprises agricoles, dont les responsabilités sont considérables de la société, autant pour la sécurité alimentaire que la gestion de l'espace et des ressources naturelles, et d'autre part, la globalisation des systèmes de soutien public à l'Agriculture de plus en plus conçus au niveau supranational de l'Union Européenne. Destinés à l'origine à pallier les variations de prix dues aux variations des volumes de production ou des distorsions de concurrence internationales, ils tendent de plus en plus à être liés aux actions de protection de l'environnement et d'entretien de l'espace rural que les agriculteurs accomplissent au bénéfice de la société.

La différence d'échelle entre les entreprises sur le terrain et les centres de décision, la distance qui les sépare, ont été responsables de bien des incompréhensions et d'effets pervers tels que des déséquilibres de production par rapport aux besoins du marché ou une simplification excessive des systèmes de culture, en rupture avec les principes fondamentaux de l'agronomie.

II. L'AGRICULTEUR AU SERVICE DE LA SOCIÉTÉ.

2.1. LES OBJECTIFS DE L'AGRICULTURE POUR LE SIECLE PROCHAIN SONT CLAIREMENT IDENTIFIES :

2.1.1. *SATISFAIRE LES BESOINS ALIMENTAIRES* avec une gamme diversifiée de produits sains, bons, d'un prix adapté aux ressources de la population et rémunérateur pour le producteur.

2.1.2. *GERER LES BIENS ENVIRONNEMENTAUX* en « bon père de famille », en élargissant cette ancienne expression de notre droit rural, à l'ensemble de la communauté sociale d'une petite région comme le propose R. GROUSSARD (1998). Cette action comporte aussi bien un objectif « d'eau propre, de sols sains, que de territoires vivants et de paysages harmonieux » R. CHAUX & al. (1998).

2.1.3. *CONTRIBUER A LA MAITRISE DES NUISANCES DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE* notamment par l'absorption naturelle du gaz carbonique de l'air par les plantes, le recyclage des déchets urbains sains, l'épuration des eaux usées, la régulation de l'écoulement des eaux de ruissellement, le cloisonnement et la déconcentration des agglomérations urbaines, l'offre en activités culturelles et de loisirs liées à la nature et aux traditions paysannes.

2.2. RESPONSABILISATION INDIVIDUELLE ET PREVENTION CONCERTÉE DES RISQUES :

L'élargissement des objectifs assignés à l'Agriculture en cette fin de millénaire par les sociétés industrielles développées accroissent la responsabilité des chefs d'entreprises agricoles. Même si leurs actions sont de plus en plus préparées en concertation avec d'autres agriculteurs et leurs conseillers, c'est l'exploitant et lui seul, qui peut tirer bénéfice de son activité ou en subir les conséquences. Il doit pour cela rester maître de ses décisions. Mais par la nature de l'espace rural, il s'instaure une solidarité de groupe qui s'exerce non seulement au niveau local, mais aussi avec les partenaires des filières de transformation et commercialisation.

2.2.1. *LES DENREES ALIMENTAIRES* : Lorsque les objectifs se limitaient à la production de denrées alimentaires mises en marché individuellement, la responsabilisation légale du producteur se limitait à offrir un produit « loyal et marchand ». Plus que jamais cette obligation demeure, étendue à de nombreux critères, mais elle s'apprécie légalement sur des lots commerciaux importants, réunissant les produits de nombreuses exploitations. C'est donc au moment de l'apport à l'entreprise de mise en marché, coopérative ou de négoce, une obligation d'abord morale pour le producteur, de respecter l'ensemble des règles de mise en marché appliquées par le groupe. Même si un règlement interne permet de pénaliser les déficiences individuelles. C'est le premier maillon d'une chaîne de solidarité de fait, fondée sur la confiance entre les différents partenaires de la filière de commercialisation qui permet de lever les incertitudes qualitatives de chacun jusqu'au consommateur final (B. SYLVANDER. 1994).

2.2.2. *LES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES* : quelles que soient les cibles des actions de protection de l'environnement : l'eau, la faune, la flore, le paysage, l'échelle territoriale opérationnelle est celle de la petite région, du pays, ou du bassin versant. C'est la somme des actions individuelles qui seule peut produire un effet appréciable ; la concertation s'impose. Mais est-il suffisant et juste, au moment où les agriculteurs deviennent de plus en plus minoritaires dans la population rurale, que ces actions concertées se limitent à eux ? Là encore une solidarité de fait s'impose au-delà du cercle restreint des agriculteurs.

2.3. SUBIR OU AGIR ?

Au niveau de l'agriculteur la question se pose ainsi : doit-on attendre que des contraintes uniformes soient fixées de manière réglementaire et, par conséquent d'en subir l'obligation ; ou prend-on l'initiative d'agir à son niveau, sur son exploitation en fonction des problèmes concrets qui s'y posent, et d'entrer avec des partenaires dans une action concertée ? Question superflue à des agriculteurs du réseau FARRE, leur adhésion signifie non seulement qu'ils ont pleinement pris conscience de leurs responsabilités individuelles mais aussi de la nécessité d'agir en concertation avec leurs partenaires de syndicats, de groupes d'étude et de développement, dont ils sont les témoins reconnus. Mais, au-delà du groupe, comment progresser ? Par quelles voies et moyens ?

Si l'on examine les initiatives, aussi bien professionnelles que politiques, on constate qu'elles relèvent de l'une ou l'autre de deux attitudes opposées que l'on peut schématiquement qualifier de négative ou positive. Une

attitude négative, c'est le repli sur des bases que l'on considère sans risque, le renoncement quasi systématique à tout ce qui est trop nouveau pour en connaître tous les avantages et les inconvénients, c'est le principe de précaution poussé à son extrême. L'attitude positive consiste à prendre conscience des risques que les méthodes de production peuvent faire courir à l'environnement, d'en adapter les modalités au degré de fragilité du milieu naturel en contrôlant les effets et en restant attentif à toute nouvelle technique permettant une meilleure maîtrise.

2.3.1. *L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE* proposée de manière dogmatique, par des professionnels, à la fin des années cinquante, fournit un exemple évident d'attitude négative. Fondée sur la référence à un passé paré de toutes les vertus, elle rejette par principe toute forme de progrès en agriculture liés à l'industrie. Proposée à l'époque, en réaction aux excès de méthodes trop productivistes, on peut saluer la démarche comme une contestation démocratiquement salutaire. Malheureusement, pour permettre une valorisation particulière des produits, le dogme s'est transformé en Règlement européen qui ne se définit que par des interdictions, érigées en objectifs, qui bloquent toute application d'avancées scientifiques. Bel exemple de confusion entre les objectifs et les moyens. Heureusement pour ces agriculteurs, leurs produits AB répondent à une demande dont la part de marché n'est pas encore saturée.

2.3.2. *L'EXTENSIFICATION*, qui est présentée comme une correction de principe de l'intensification, apparaît surtout dans les règlements européens ou de certains Etats sous forme de limitation chiffrée du nombre d'animaux par unité de surface ou de réduction en pourcentage, par rapport à une moyenne antérieure, de l'emploi des engrais ou de produits de protection des plantes. Il est évident que plus le territoire d'application est vaste, plus les objectifs chiffrés retenus seront mal adaptés à la diversité des situations locales. Tout particulièrement, l'affichage politique de certains Etats de réduire de 50% les quantités de produits utilisés, apparaît bien artificielle au regard des produits nouveaux, issus des résultats des recherches en phytopharmacie, dont les doses s'expriment en grammes/ha là où on utilisait plusieurs kilos/ha d'autres produits. De plus c'est méconnaître la variabilité inter-annuelle des risques, ce que R. PETZOLD, Président en exercice de l'Organisation Européenne pour la Protection des Plantes, a comparé à « des pompiers à qui l'on demanderait d'éteindre tous les incendies qui surviendraient en une année avec un volume d'eau fixé à l'avance » (OEPP 1997).

2.3.3. *L'AGRICULTURE RAISONNEE* est issue des principes de la Lutte Intégrée énoncés dès le début des années soixante par un groupe de chercheurs réunis au sein de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique. Elle a pour objectif, par une intégration de tous les moyens agronomiques, de préserver l'équilibre de l'agrosystème et la santé globale du végétal. C'est pourquoi elle a naturellement évolué vers une notion plus large de Production Intégrée (OILB 1977). Mais il aura fallu trente années de recherches et de nombreuses avancées scientifiques, notamment en biochimie et physiologie végétales, ainsi que des progrès technologiques, pour parvenir à un système fiable et applicable par tous les agriculteurs. C'est évidemment l'exemple d'une attitude positive et responsable. Mais elle ne dépend pas uniquement de facteurs scientifiques et techniques. Progressivement depuis vingt ans, la prise de conscience collective dans l'opinion publique, de la nécessité de préserver les ressources naturelles ; les exigences de plus en plus précises des consommateurs pour toutes les formes de qualité des denrées alimentaires, ont été bien perçues par les agriculteurs ; d'autant mieux que leur niveau de formation professionnelle s'est considérablement élevé et étendu en trente ans (C.R. Acad. Agric. Fr. 1998).

III. CONCLUSION

Au regard des objectifs pour l'Agriculture que nous avons énoncés au début de cet exposé, il est évident que seule une attitude positive, ouverte à l'observation de ce qui se passe, aussi bien dans la parcelle que dans le Monde, peut répondre aux attentes de la société. L'adaptation à l'évolution des besoins d'une population mondiale encore en forte expansion, nécessite beaucoup d'imagination, d'inventivité, pour tenir compte de la diversité et de la variabilité des conditions naturelles dans lesquelles l'agriculteur exerce son activité chaque jour.

Cela ne s'accommode pas d'une vision négative des problèmes. Cessons d'opposer Agriculture Raisonnée, Agriculture Biologique ou méthodes d'extensification. La réponse n'est pas unique et surtout pas uniforme, c'est le rapport des méthodes de production à la fragilité du milieu naturel qui commande et qui doit permettre de rechercher objectivement l'équilibre entre les objectifs économiques et les risques écologiques.

L'Europe, par son avance technologique peut produire au-delà même de ses besoins alimentaires.

Mais elle ne peut ignorer pour autant les besoins des milliards d'humains pour qui la nourriture est et sera encore pour de nombreuses années, une inquiétude vécue au quotidien. Nous n'avons pas le droit de nous replier sur des solutions malthusiennes, nous devons montrer qu'il est possible de préserver les ressources naturelles sans renoncer à des objectifs de production économiquement rentables.

Nous avons une agriculture dynamique capable d'appliquer d'une manière souple des principes et des méthodes qui répondent à l'ensemble des objectifs qui lui sont assignés. Au moins autant que les denrées que nous exportons, qui doivent conserver leur importance, élaborons, perfectionnons des méthodes de production qui

peuvent être transférées aux pays qui n'équilibrent pas encore leurs besoins alimentaires en les adaptant à leurs conditions naturelles et sociales.

L'Agriculture Raisonnée offre ces possibilités. Elle donne aussi à ceux qui la pratiquent, une obligation à se former, à se cultiver en permanence, avec le sentiment de mieux maîtriser leur métier et de ne pas se laisser dominer par la fatalité des caprices de la nature. C'est une agriculture de la connaissance, au service de la qualité de la vie.

Je sais que vous partagez ces convictions et aujourd'hui, en l'état actuel de nos connaissances, nos conférenciers vont vous aider à progresser dans ce sens.

BIBLIOGRAPHIE

- CHAUX R., JAMAGNE M., MERIAUX S., 1998. - Nature, Société et Agriculture. Acad. Agric. Fr., Rapport interne non publié.
- C.R. Acad. Agric. Fr., 1998, **84** - n°2, 75-106. L'Agriculture Raisonnée, une réponse aux attentes de la Société pour une agriculture plus respectueuse de l'environnement.
- GROUSSARD R. & MARSAL P., 1998. Monde du vivant, Agriculture et Société. L'Harmattan. Paris.
- GROUSSARD R., 1998. Les relations homme-nature. la culture en bon père de famille pour préparer le XXI^{ème} siècle. C. R. Acad. Agric. Fr., 1998, **84**, n° 6.
- OILB, 1977. Vers la production agricole intégrée par la lutte intégrée. Bull. OILB / SROP, **4**, 163p.
- PETZOLD R., 1996. EPPC Council colloquium on strategies for reducing use of plant protection products. Bull. OEPP / EPPC, **27**, 205- 216 (1997).
- SYVANDER B. , 1994. La qualité, du consommateur final au producteur. Qualité et systèmes agraires. Etud. Rech. Syst. Agraires Dev., **28**, 11-15. INRA, Paris.

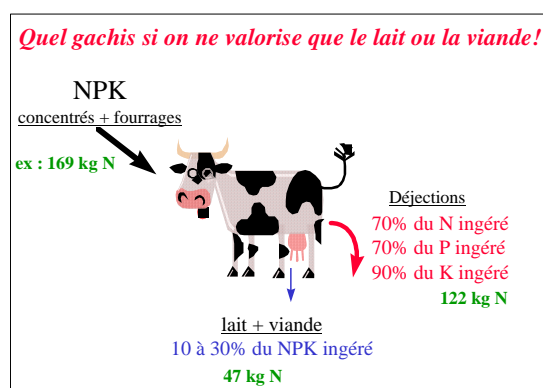
RAISONNER LES EFFLUENTS D'ELEVAGE

Anne FARRUGGIA, Institut de l'Elevage

LA GESTION DES ENGRAIS DE FERME

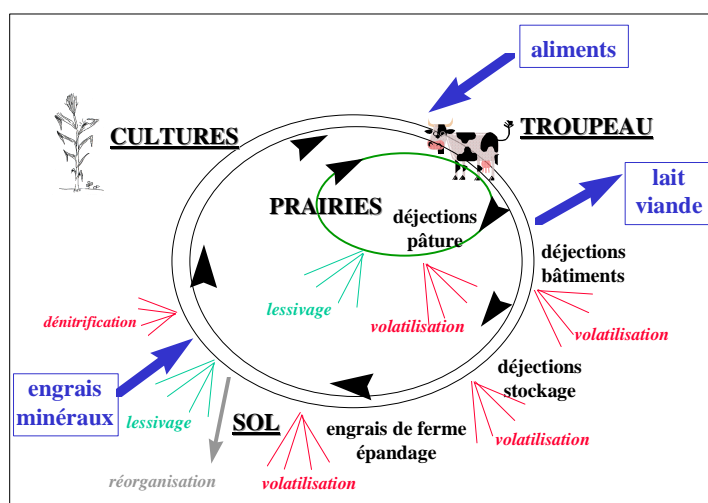
I. DES DÉJECTIONS AUX ENGRAIS DE FERME

1.1. LA VACHE REJETTE 70% A 90% DES ELEMENTS MINERAUX QU'ELLE INGERE



Un ruminant rejette dans ses déjections les trois quart ou plus des éléments minéraux qu'il a ingéré sous forme de fourrages et de concentrés. Prenons l'exemple d'une vache d'un système assez intensif de la station expérimentale d'Ognoas (40) : elle ingère 169 kg d'azote par an sous forme de concentrés et de fourrages, produit 47 kg d'azote par an sous forme de lait et de viande et rejette donc (169 kg - 47 kg) soit 122 kg d'azote par an sous forme de déjections. Quel gâchis d'éléments minéraux en perspective pour l'éleveur s'il ne valorise correctement que le lait ou la viande !

1.2. UNE EXPLOITATION D'ELEVAGE EST UN SYSTEME AVEC BEAUCOUP D'ENTREES, DE SORTIES ET DE PERTES INELUCTABLES D'AZOTE

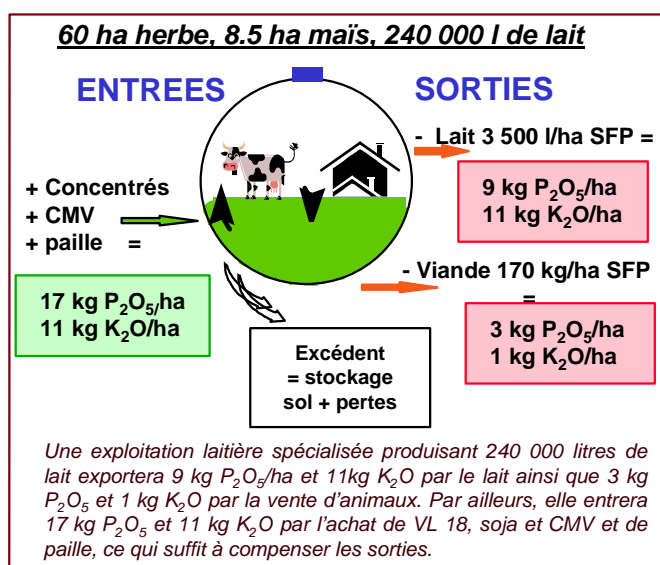


Si l'on s'intéresse spécifiquement à l'azote, on constate qu'une exploitation d'élevage est un système plus complexe qu'une exploitation de grandes cultures en raison du nombre de sorties et d'entrées d'azote. L'éleveur choisit et contrôle certaines comme les entrées d'engrais azotés, les aliments et peut intervenir sur d'autres pour essayer de diminuer les pertes comme les pertes par volatilisation à l'épandage des engrais de ferme ou les pertes par lessivage. Mais il y a également dans ce système des pertes qu'il peut difficilement maîtriser comme les pertes par volatilisation dans les bâtiments et au stockage.

1.3. LES PRODUITS ANIMAUX EXPORTENT PEU D'ELEMENTS MINERAUX

La viande et le lait exportent très peu d'azote, de phosphore et de potassium comparativement aux cultures : un éleveur qui produit 3500 litres de lait/ha et 170 kg de viande/ha sous forme de veaux et de vaches de réforme exporte hors de son exploitation seulement par hectare 24 kg/ha d'azote, 12 kg/ha de P₂O₅ et 12 kg/ha d'azote alors qu'un céréalier qui produit et vend sous forme de grains 80 quintaux de blé par hectare exporte 124 kg/ha d'azote, 64 kg/ha de P₂O₅ et 41 kg/ha de K₂O soit un 3.5 à 5 fois plus. Comme le montre le schéma ci-après, dans une exploitation d'élevage, les entrées de phosphore et de potassium par l'alimentation et la viande couvrent les sorties par le lait et la viande. Les engrais minéraux ne sont donc pas nécessaires à l'équilibre du bilan en ce qui concerne le phosphore et le potassium et une exploitation spécialisée en élevage est autonome théoriquement en PK à condition de bien récupérer les déjections animales et de bien répartir les engrais de ferme sur l'ensemble de la SAU. On comprend alors que les déjections animales constituent véritablement des engrais de ferme.

Exemple de bilan des minéraux appliqué à une exploitation laitière



Pour l'azote, la situation est un peu différente : compte tenu des pertes inévitables citées précédemment, il est nécessaire dans la plupart des situations de rentrer plus d'azote que l'on en sort par les produits animaux.

1.4. LES ENGRAIS DE FERME SONT UN VERITABLE CAPITAL POUR L'ELEVEUR

A une autre échelle d'approche, le tableau ci dessous montre la composition des engrais de ferme en tonne ou m³ de produit brut et met en évidence la richesse de ces derniers en éléments minéraux. Ainsi, 40 tonnes de fumier compact apportent en moyenne 230 kg d'azote, 90 kg de P₂O₅ et 380 kg de K₂O soit l'équivalent imagée en phosphore et en potassium de 200 kg de superphosphates 45 et de 630 kg de chlorure de potassium.

Composition du fumier et du lisier de bovins

en tonne ou m³ de produit brut

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
fumier très compact	4,5 à 7	1 à 3,5	5,5 à 13,5	3 à 8	1 à 4
fumier compact	4 à 6	1,7 à 2,7	5 à 10	3 à 8	1 à 4
fumier mou	3,5 à 5,5	1,3 à 4,5	3 à 9	3 à 8	1 à 4
lisier 5%MS	0,5 à 5	0,5 à 1,2	1 à 4	0,2 à 2	0,2 à 1,5
lisier 10%MS	2 à 5	1 à 1,5	2,5 à 6	0,5 à 3	0,5 à 3

Cependant, les engrais de ferme ne sont pas composés exclusivement d'éléments minéraux : ils sont également des produits riches en matière organique comme le montre le tableau suivant :

% de matière organique du fumier et du lisier

	Fumier	Lisier	Purin
Vaches laitières	18%	5.5%	1.5%
Porcs engraissement farine	16%	7%	

Source : Ziegler, Heduit

Un apport de 40 tonnes de fumier ou de 40m³ de lisier de porcs, c'est respectivement une entrée sur la parcelle de 7.2 tonnes ou de 2.2 tonnes de matière organique.

Ainsi, en système de grandes cultures avec les restitutions correspondantes, on ne peut raisonnablement augmenter significativement le compartiment humifié à une échelle de temps d'une carrière d'agriculteur (Gueriff, Boiffin, 1993). Il en va différemment dans les systèmes d'élevage où les engrais de ferme constituent des apports organiques très importants (Pflimlin et Madeline, 1995).

II. UN CAPITAL BIEN PLUS COMPLEXE A GERER QUE L'EPANDAGE DES ENGRAIS MINERAUX QUI SE RAISONNE SUR LE MOYEN TERME

2.1. UN CAPITAL MULTIFORME

Les fumiers ou lisiers obtenus à la sortie d'un bâtiment ont une consistance qui dépend de multiples facteurs :

- modes de logement
- ajouts d'eaux pluviales, ruissellement, eaux vertes
- teneur en matière sèche de la ration des animaux...

Selon le type de bâtiment et la couverture des aires d'exercice, le niveau et la fréquence de paillage, on obtient des produits très différents, du fumier très pailleux au fumier mou en passant par le lisier épais ou lisier pailleux. Ces derniers peuvent encore évoluer au stockage comme le fumier pailleux mis en dépôt.

Ces engrais de ferme ne vont pas se comporter et se gérer de la même façon au stockage et à la reprise, à l'épandage et enfin agronomiquement dans le sol. Dans l'immense majorité des exploitations, les éleveurs vont devoir gérer plusieurs produits sachant en plus que tous les engrais de ferme ne sont pas épandables sur toutes les cultures. Il n'est pas recommandé par exemple d'épandre du fumier frais sur prairie.

2.2. DES COMPOSITIONS TRES VARIABLES MEME AU SEIN D'UNE MEME EXPLOITATION

Les facteurs de variation de la composition des engrais de ferme sont l'alimentation comme on l'a vu précédemment, mais aussi le mode de logement et de stockage qui vont influencer sur l'importance des pertes par volatilisation notamment, la dilution par les eaux pluviales et les transformations de l'azote. Au sein d'une même exploitation, on peut avoir ainsi des compositions très variables comme l'atteste le tableau ci-dessous des fumiers de la ferme de l'INRA à Mirecourt. Selon les années ou l'époque de prélèvement également, les compositions des engrais de ferme et spécialement les lisiers d'une exploitation vont changer en raison de conditions de pluviométrie et donc de dilutions différentes. Les éleveurs sont amenés par conséquent à gérer également des produits de compositions très variables une année donnée et entre les années.

Caractéristiques	pH	MS	Mat. Min.	Mat. Org.	C	N Kjeldahl	C/N	NH4	NO 3	P2O5	K2O	CaO	MgO
Moyenne	8.90	22.90	236.18	763.82	390.36	22.10	19.48	4.81	0.03	11.81	47.95	26.68	12.90
Minimum	8.27	18.40	139.00	616.00	315.00	13.00	10.90	1.53	0.00	6.59	29.40	10.50	5.63
Maximum	9.40	25.80	384.00	861.00	439.00	33.20	33.30	9.09	0.26	24.80	70.80	41.70	26.50

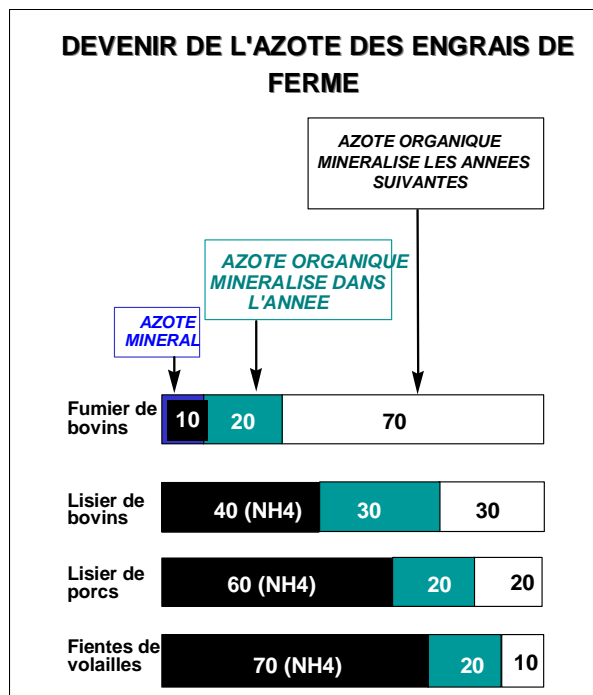
Source : INRA de Mirecourt, 1993

2.3. DES QUANTITES ET UNE REGULARITE D'EPANDAGE DIFFICILE A MAITRISER

Les éleveurs doivent faire face à plusieurs difficultés quant à l'épandage des engrais de ferme :

- les produits ne sont homogènes notamment les fumiers frais qui présentent souvent de gros blocs humides compacts et qui sont par conséquent difficiles à épandre de façon régulière,
- les quantités épandues par parcelle sont difficiles à évaluer,
- le matériel d'épandage des éleveurs bien qu'en pleine mutation ne permettait pas jusqu'à présent de maîtriser correctement les quantités épandues ainsi que la répartition de l'épandage.

2.4. UNE EFFICACITE AGRONOMIQUE TRES VARIABLE SELON LES PRODUITS ET QUI DOIT ETRE ENVISAGEE SUR LE COURT ET MOYEN TERME



Le devenir de l'azote des engrais de ferme est très différent selon les proportions des fractions d'azote ammoniacal et organique minéralisable dans l'année et de la fraction d'azote organique stable contenu dans les produits. On peut ainsi différencier :

- les lisiers de porcs et les fientes de volailles dont le comportement est proche de celui des engrais azotés minéraux en raison de l'importance de la fraction minérale sous forme azote ammoniacal,
- et les fumiers dont les effets immédiats sont faibles mais qui par contre, présentent des arrières effets importants du fait de l'importance de la fraction d'azote organique stable.

Les lisiers de bovins se situent entre ces deux types de comportement.

Même si l'on peut schématiser le devenir de l'azote des engrais de ferme sur la figure ci-contre, il reste difficile de prévoir :

- la part d'azote de l'engrais de ferme épandu qui sera effectivement valorisée par la culture sur le court et le moyen terme. En outre, il faut également intégrer dans le

raisonnement les pertes comme par exemple les pertes par volatilisation en cas d'épandage de lisier par exemple, - la période de l'année au cours de laquelle cet azote sera minéralisé et disponible pour la plante.

On mesure ainsi la difficulté d'optimiser la fertilisation azotée sur le court et le moyen terme avec l'épandage d'engrais de ferme. Par ailleurs, on relativise ainsi le peu de précisions que l'on a évoqué concernant les compositions et les modalités d'épandage.

Dans la pratique et le conseil, on utilise la plupart du temps les coefficients d'équivalence engrais mis au point par D. Ziegler de l'ITCF qui traduisent l'efficacité comparée des fertilisations azotées organique et minérale.

III. Les enjeux sur la gestion de ce CAPITAL

Les éleveurs ne sont pas les plus gros acheteurs d'engrais minéraux par contre ils "manipulent" la masse des rejets organiques la plus importante. Même si leur capacité d'auto épuration est importante du fait des surfaces utilisées, les rejets des élevages sont 3 à 4 fois supérieures à ceux des habitations et des collectivités locales. Compte tenu de la superficie occupée et de leur masse de rejets, les élevages occupent donc une place importante dans la maîtrise de la qualité de l'eau en France (Madeline et Pflimlin, 1995).

Les risques de pollution engendrés par la gestion des engrais de ferme peuvent être ponctuels par rejets directs dans le milieu ou diffus, par leur utilisation imparfaite dans le temps et dans l'espace.

3.1 LES RISQUES DE POLLUTION DE L'EAU

3.1.1 LES RISQUES DE POLLUTION PONCTUELS A PARTIR DES BATIMENTS ET DES LIEUX DE STOCKAGE

Une bonne gestion des engrais de ferme commence avant tout par une bonne récupération des déjections dans les bâtiments et les lieux de stockage. Dans une exploitation d'élevage, les flux de matières solides et liquides sont multiples et importants : fumiers, lisiers, purins mais aussi eaux souillées de salle de traite, d'aire d'attente des

animaux, jus de silo.... Les risques d'écoulements directs dans le milieu existent donc au cours de la production, des transferts et du stockage de ces matières.

Les bâtiments d'élevage n'avaient pas été conçus jusqu'à une époque récente dans une optique de maîtrise totale de l'ensemble des ces écoulements. Depuis 1994, le contexte est en pleine évolution avec la mise en place d'un dispositif de maîtrise des pollutions d'origine agricole (PMPOA). Ce programme donne la possibilité aux éleveurs de plus de 70 UGB d'améliorer leurs équipements mais aussi leurs pratiques de gestion des engrais de ferme sur les bases d'un diagnostic global agréé (DEXEL). Progressivement en fonction de l'avancée de ce programme, les équipements d'élevage seront ainsi mis aux normes.

3.1.2. RISQUES DE LESSIVAGE ET DE RUISSELLEMENT

Les risques de lessivage liés à l'épandage des engrais de ferme existent schématiquement dans trois situations :

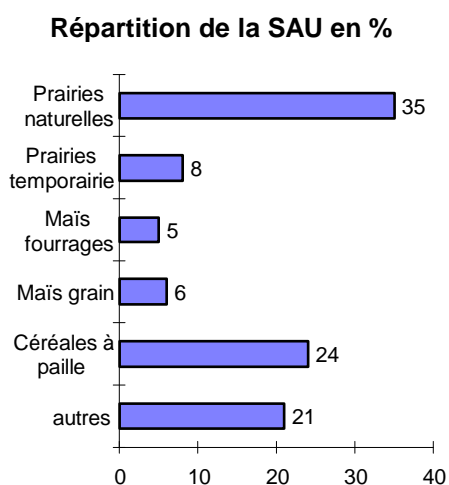
- en cas d'épandage pendant des périodes de drainage sur un sol nu ou un couvert végétal non actif. Il y a lessivage de l'azote minéral (azote ammoniacal transformé en azote nitrique) contenu dans l'engrais de ferme,
- en cas d'apports trop fréquents sur les mêmes parcelles. Il y a accumulation d'azote organique sur ces parcelles et augmentation importante du phénomène de minéralisation automnale. Cette libération d'azote à l'automne ne coïncide pas avec les besoins de la plupart des cultures en dehors de la prairie, du colza et des cultures intermédiaires,
- en cas de non prise en compte de l'azote apporté par les engrais de ferme dans la dose totale d'azote apportée à la culture. Il y a alors surfertilisation en azote et augmentation du reliquat après récolte donc du risque de lessivage.

Des risques de ruissellement existent également lorsque les engrais de ferme sont épandus sur des sols en pente et dans des conditions climatiques particulières : pluies, gel... à l'aval de points d'eau voir de fossés. Ces pertes de matières et d'éléments minéraux en particulier de phosphore et d'azote peuvent engendrer une pollution bactérienne mais aussi des risques d'eutrophisation dans les milieux aquatiques.

3.2. LES RISQUES DE POLLUTION DE L'AIR

Nous avons évoqué les risques de pertes d'azote vers l'atmosphère par volatilisation de la partie ammoniacale de l'azote total des engrais de ferme au niveau des bâtiments, des stockages et de l'épandage. Il existe des marges de progrès possibles au niveau de l'épandage peu au niveau des bâtiments et des stockages.

3.3. DES RISQUES, OUI, MAIS LES ELEVEURS DE RUMINANTS RESTENT LES PREMIERS "PRODUCTEURS D'EAU" DE QUALITE



Avec 15 millions d'hectare de surfaces fourragères, 4 millions d'hectares de céréales associées et 2 à 3 hectares de parcours, garrigues et landes peu productives, les éleveurs de ruminants occupent 60% de la SAU. L'élevage des ruminants s'est bien maintenu dans les zones de montagne, les Piémonts et les zones herbagères de leurs périphéries généralement bien arrosées. Les surfaces associées à cet élevage sont donc bien les récepteurs le plus importants de la pluviométrie qui tombe sur le territoire national et alimente les rivières et les nappes phréatiques. Les éleveurs de ruminants sont ainsi les premiers producteurs d'eau (Pflimlin et Madeline, 1995).

C'est une production d'eau de qualité puisque beaucoup des surfaces exploitées par les ruminants sont des prairies faiblement chargées en animaux qui occasionnent peu de risques de pollution que ce soit des risques de lessivage d'azote, des risques de ruissellement

mais aussi des risques de pollution par les pesticides. En effet, extrêmement peu de pesticides sont utilisés sur les prairies.

IV. DES REGLES DE "BONNE CONDUITE" ENCADREES PAR LA REGLEMENTATION ET DES OUTILS DE PILOTAGE A LA DISPOSITION DES ELEVEURS

L'allocation de Brice Lalonde au salon de l'agriculture en mars 1991 avait déjà enclenché non sans remous, une prise de conscience des problèmes encourus avec la gestion des déjections notamment et fait qu'aujourd'hui il y a réellement une prise en compte des problèmes environnementaux par tous les partenaires de l'élevage. En outre, depuis maintenant 1994, on l'a vu précédemment, l'activité d'élevage est encadré de près par la réglementation française mais aussi européenne (directives nitrates) que ce soit pour des règles agronomiques ou pour les équipements.

4.1. LES REGLES DE "BONNE CONDUITE"

Les éleveurs et les techniciens ont ainsi fait du chemin depuis une dizaine d'années en matière de respect de l'environnement et en particulier la qualité de l'eau. Les règles de « bonnes conduites » ci-dessous circulent à présent dans les campagnes. Il est important :

- de ne pas dépasser un seuil d'azote organique par ha que le sol ne pourra pas "épurer". La directive européenne fixe un seuil à 170 kg d'azote organique par hectare à l'échelle de l'exploitation,
- de récupérer correctement les déjections au niveau des bâtiments et du stockage. Le PMPOA aide les éleveurs dans cette voie,
- d'épandre hors périodes de drainage et de risques de ruissellement et en fonction des possibilités d'absorption par la couverture végétale. La directive européenne propose un calendrier d'épandage à adapter régionalement,
- de répartir les engrais de ferme sur l'ensemble de l'exploitation,
- d'épandre à dose raisonnable et de façon régulière sur la parcelle. Les éleveurs s'équipent de plus en plus individuellement ou collectivement en matériels plus performants,
- de connaître la composition des produits que l'on épand. Des matériels de mesure rapide de l'azote des engrais de ferme et notamment pour le lisier sont de plus en plus utilisés,
- de prendre en compte l'apport des engrais de ferme dans la gestion de la fertilisation : les engrais minéraux ne sont plus que des compléments aux engrais de ferme,
- de ne pas épandre près des habitations et des points d'eau.

4.2. DES OUTILS DE PILOTAGE ET UN APPUI DES ELEVEURS

4.2.1. DES OUTILS DE PILOTAGE A TOUTES LES ECHELLES

Des outils d'appréciation des pratiques de gestion existent et sont utilisés dans les régions. Plusieurs d'entre eux peuvent être cités :

- à l'échelle de l'exploitation :

Les bilans de type CORPEN ou le bilan des minéraux permettent de juger de la bonne adéquation des entrées et des sorties d'éléments minéraux.

Le DEXEL utilisé dans le PMPOA permet d'apprécier au niveau de l'exploitation la gestion des engrais de ferme à partir d'une liste de critères,

ADELE est un outil proposé par les Chambres et les Instituts techniques qui fait suite au DEXEL et permet aux techniciens de monter un projet d'amélioration de l'exploitation autant du point de vue agronomique que du point de vue des équipements.

- à l'échelle de la parcelle :

Des outils d'aide à la fertilisation ont été mis au point dans les régions et sont bien utilisés par les techniciens et les éleveurs.

4.2.2. UN APPUI DES ELEVEURS

Les techniciens des Chambres d'agriculture mais aussi de l'approvisionnement, les CUMA jouent un rôle très important d'encadrement des éleveurs pour améliorer la gestion des engrais de ferme par des actions de type FERTI MIEUX, des journées de démonstration de pesées d'épandeurs, de matériels

CONCLUSION

Les engrais de ferme sont, on l'a vu, une véritable richesse pour les éleveurs : un capital en éléments minéraux et en matière organique. On a montré que c'était cependant un capital beaucoup plus complexe à gérer que de simples engrais minéraux qui s'envisage sur le court comme sur le moyen terme.

Depuis une petite dizaine d'années, les éleveurs et les techniciens se sont engagés dans un programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole et ont effectivement beaucoup progressé en la matière. L'exemple de M. Demoy exploitant dans les Côtes d'Armor en sera une illustration.

TEMOIGNAGE DE JEAN-PIERRE DEMOY Agriculteur FARRE des Côtes d'Armor

Jean-Pierre DEMOY 47 ans, marié, 4 enfants, en GAEC avec mon frère Daniel GAEC avec mon frère Daniel.

S.A.U. 78 HECTARES :

- 20 hectares céréales
- 20 hectares maïs fourrage
- 20 hectares de prairie temporaire
- 18 hectares de prairie permanente

PRODUCTION BOVIN LAIT

- 55 vaches laitières
- 397.000 l de quota

ATELIER PORC A L'ENGRAIS

430 places

RAISONNER LES EFFLUENTS D'ELEVAGE

I. REFLEXION

- Déjections produites par les animaux
- Stockage
- Valorisation des déjections
- Utilisation en fonction des cultures
- Méthode d'épandage
- Période d'épandage

II. REFLEXION AVEC LES PRESCRIPTEURS (COOPERATIVE)

- Mise en place d'un diagnostic
- Besoins des cultures
- Analyses du sol

III. MISE EN APPLICATION

- Utilisation d'une rampe d'épandage pour les céréales
- Enfouisseur pour les prairies
- Utilisation du "quantofix" pour connaître la valeur des déjections

IV. CONCLUSIONS

4.1. AVANTAGES :

- Une bonne connaissance de la valeur de ses engrais fermiers
- Meilleure utilisation et répartition des déjections
- Bonne application des règles environnementales

4.2. INCONVENIENTS :

- Matériel diversifié et coûteux pour l'épandage
- Temps et coût d'épandage plus élevé
- Coût de stockage plus élevé

En plus de la maîtrise des déjections, nous mettons aussi en application le dosage réduit des produits :

- Binage mixte du maïs
- Réduction de 2/3 des désherbants
- Couvert végétal d'hiver

QUESTIONS

M. Claude GLEIZES, Président du Conseil Scientifique de FARRE

Intégrer les effluents d'élevage, les déjections animales dans la gestion de la fertilisation, ce n'est pas facile. Cela peut paraître simple mais nous avons vu que cela ne l'était pas. Heureusement, il existe des possibilités. Même s'il reste des recherches et des mises au point à faire, M. Demoy nous a montré que c'était réalisable.

Mme Farruggia a été optimiste en rassemblant l'ensemble des élevages et des pâturages. Je pense que l'on pourrait tenir compte d'une variabilité spatiale dans la production de l'eau et dans l'impact de l'élevage sur la production de l'eau.

M. Gilles GUILLET, agriculteur FARRE des Ardennes

On vous entend beaucoup parler de quantités de matières fertilisantes, mais vous ne parlez pas de l'aspect qui me paraît essentiel dans l'utilisation des fumiers de ferme : l'amélioration de la qualité biologique des sols.

Mme Anne FARRUGGIA, Institut de l'Elevage

Effectivement, les engrais de ferme, du fait de leur teneur en matière organique, jouent un rôle très important du point de vue de l'activité biologique des sols. On a mesuré le nombre de vers de terre en tonnes par hectare sous différents types de couvert : avec fumier, avec lisier, sous prairie et avec seulement des engrais minéraux. Le nombre de vers de terre à l'hectare est beaucoup plus important sous la terre qui reçoit régulièrement du fumier que sous la terre qui ne reçoit que des engrais minéraux. Avec le lisier, nous obtenons un résultat intermédiaire. C'est un indicateur qui montre que les matières organiques ont également un rôle très important à jouer dans l'activité biologique des sols.

M. Gilles GUILLET, agriculteur FARRE des Ardennes

Vous parlez toujours d'enfouissement des matières organiques. Est-ce que ça ne réduit pas la transformation en humus ? Je pense qu'en enfouissant les matières organiques profondément, on y perd.

Mme Anne FARRUGGIA, Institut de l'Elevage

C'est une question assez complexe. Dans la mesure où le sol est bien aéré, ça ne devrait pas réduire l'activité biologique. Mais effectivement, dans un sol tassé, mal aéré, le fumier ou les matières organiques peuvent mal évoluer.

M. Jean-Pierre DEMOY, agriculteur FARRE des Côtes d'Armor

C'est un problème, on en a fait l'expérience. C'est pour cela qu'on essaye d'enfouir le fumier le plus tôt possible afin d'aérer le sol. Si on a labouré quatre ou cinq semaines avant de semer, on passe un outil à dents quinze jours avant. Cela permet d'aérer à nouveau le sol et de mélanger de nouveau le fumier avec le sol.

M. Claude BESNAULT, Secrétaire Général de FARRE

M. Thiault nous a dit que l'Europe avait une responsabilité importante vis-à-vis de l'alimentation d'une bonne partie du reste du monde, mais il a laissé sous-entendre que cette responsabilité ne serait peut-être pas permanente. J'ai pourtant peur qu'elle le soit car il y a deux grandes zones dans le monde qui manqueront toujours de sols ou d'eau. Je pense à l'Asie du sud-est. La Chine mesure vingt fois la surface de la France et compte vingt fois plus d'habitants, mais 70 % des terres chinoises se situent au-dessus de 1 000 mètres d'altitude, alors qu'en France, on n'en compte que 7 %. Donc, même avec des rendements identiques, ce pays manquera toujours de sols. Par ailleurs, toute la bande sahélienne nord-sud manquera toujours d'eau. J'ai donc peur que la responsabilité de l'Europe et des grandes zones agricoles du monde soit permanente vis-à-vis d'une grande partie de la population mondiale.

M. Jean-Claude IGNAZI, président d'honneur du COMIFER

Ma remarque a trait à l'excellente introduction synthétique de M. Thiault à propos de la responsabilité de l'agriculteur. Vous avez dit que l'agriculteur était maître de ses décisions, nous sommes d'accord sur ce point. Vous avez justifié cela par le fait que lui seul supporte les conséquences de ses actes. Je crois qu'il faut nuancer ce propos. Du fait du problème de la conciliation des techniques de l'agriculture moderne avec la protection de l'environnement, nous devons trouver le moyen de rassembler les décisions des agriculteurs, ne serait-ce qu'à l'échelle d'un bassin versant (qui peut être la plus petite échelle agro-économique concevable), de manière à ce que les décisions de l'ensemble des opérateurs de ce bassin versant aillent dans le bon sens. C'est également vrai pour tous les problèmes d'aménagement. Il faut donc réfléchir : comment rassembler des décisions individuelles

pour en faire une décision collective ? Je vois mal comment on peut y arriver. En France, on est en démocratie et chacun agit comme il l'entend.

M. Gilles THEVENET, directeur scientifique de l'ITCF

Je voulais profiter de la présentation du transparent sur les vers de terre pour élargir le problème des indicateurs de suivi de l'impact agri-environnemental des pratiques. J'aime beaucoup les vers de terre. Mais à partir de quand peut-on dire qu'il y en a suffisamment ou qu'il y en a de trop ? Doit-on comprendre que plus il y en a, mieux c'est, quels que soient les indicateurs ? Il est nécessaire de disposer de ce style d'indicateurs, nous n'en avons pas assez. Cela permettrait de savoir combien il faut avoir de vers de terre et de ne plus penser, de façon simpliste, que plus il y en a, mieux c'est.

A ce moment-là, au-delà des outils de l'Agriculture Raisonnée respectueuse de l'environnement, on retrouve la nécessité de disposer de ce type de tableaux de bord, ces compteurs permettant de savoir s'il y a, ou non, suffisamment de vers de terre. Cela fait maintenant un certain nombre d'années que j'essaye de faire de l'agronomie et je ne dispose toujours pas de cette information. C'est un bon exemple de la problématique qu'on doit avoir à l'esprit.

Mme Anne FARRUGGIA, Institut de l'Elevage

Je voulais vous montrer un transparent issu du DEXEL, qui vous présente le résultat du diagnostic agronomique dans le DEXEL. Il a fallu travailler pour établir une liste de critères permettant de voir ce qui était bien ou pas. Par exemple, nous avons aligné tous les critères qui reprennent les règles de "bonne pratique" que je vous ai énoncées tout à l'heure. Le pourcentage de surfaces d'épandage utilisées dans l'exploitation n'est pas très bon s'il est au-dessous de 40 %. Il est, au contraire, très bon si l'éleveur utilise 80 à 100 % de sa SAU pour épandre ses engrais de ferme. Par exemple, je peux vous parler du pourcentage d'azote épandu en période non recommandée par le calendrier de directive nitrates. Si l'agriculteur épand plus de 50 % de son azote issu des engrais de ferme en période non recommandée, c'est vraiment mauvais. S'il en épand moins de 10 %, c'est bon. Nous avons réalisé cet exercice, mais nous ne sommes vraiment pas certains de nous, alors que cela va circuler et avoir un impact dans la pratique. Il reste encore beaucoup de travail.

RAISONNER LA PROTECTION DES CULTURES

Robert MESTRES, SDPV, Ministère de l'Agriculture

ELEMENTS CONTRIBUTIFS AOX BONNES PRATIQUES EN VIGNE

R. MESTRES

Ingénieur en Chef d'Agronomie
Adjoint au Sous Directeur de la Protection des Végétaux
Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
Direction Générale de l'Alimentation
Sous Direction de la Protection des Végétaux

B. de la ROCQUE

Ingénieur en Chef d'Agronomie
Expert national vigne
Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt Aquitaine
Service Régional de la Protection des Végétaux

La culture de la vigne est souvent présentée comme une spécificité. En réalité, celle-ci est toute relative dans la mesure où sa durée de vie est comparable à celle d'une forêt et que son biotope parasitaire est assimilable à celui d'un verger. Dans ce dernier cas, on peut pousser la comparaison jusqu'à dire que le vin est un jus de fruit fermenté ou qu'il existe des eaux de vie autres qu'à base de raisins.

I. LES SOINS LORS DE LA PLANTATION

L'espérance de vie d'une vigne (parfois plus grande que celle de l'homme) justifie à elle seule un minimum de précaution.

1.1. PREPARATION DE LA PARCELLE

L'aire géographique des appellations limite les choix parcellaires et réduit sensiblement les délais séparant l'arrachage de la replantation.

Ces contraintes ne doivent pas occulter des degrés de liberté significatifs :

- préparation du sol et fumure,
- sens de la plantation par rapport à la ligne de pente,
- désinfection du sol vis-à-vis des nématodes ou des champignons.

Ainsi, une bonne préparation du sol et la suppression de racines de l'ancienne plantation peuvent éviter l'installation des champignons responsables de pourridiés et éviter par la même occasion une désinfection du sol. Dans le même esprit, une interculture peut éviter l'emploi d'un nématicide dont l'utilité devrait toujours être vérifiée par une analyse préalable.

1.2. CHOIX DES PLANTS

L'utilisation de plants sains adaptés aux caractéristiques d'un sol assaini sera impérieusement recherché. Dans cet esprit, le porte-greffe doit être adapté au cépage choisi, ainsi qu'aux caractéristiques physico-chimiques du sol.

Un tel porte-greffe se devra d'être sain. Cela implique une sélection dont la traçabilité est parfaitement vérifiable et le cas échéant, un traitement adapté avant sa mise en terre (traitement à l'eau chaude par exemple).

II. LA PROTECTION DE LA VIGNE

Pour faciliter la lisibilité de ce chapitre, nous passerons en revue les parasites les plus importants et pour chacun d'eux nous essayerons de dégager les bonnes pratiques et les raisonnements qu'elles peuvent induire.

2.1. LES RAVAGEURS

Le phylloxera ayant largement perdu de son impact en raison du greffage de cépages français sur des porte-greffes américains nous retiendrons dans le cadre de cet exposé, les tordeuses, les acariens et les cicadelles. Cela n'occulte en rien que d'autres ravageurs peuvent localement provoquer des dommages significatifs à la vigne (nématodes et autres ravageurs du sol, chenilles diverses, cochenilles, cigarier, altisse...etc).

2.1.1. TORDEUSES

Sans surestimer la **pyrale de la vigne** dont les chenilles de couleur gris verdâtre peuvent dévorer feuilles et futures grappes mais dont les dégâts sont très localisés, il faut reconnaître le rôle parasitaire majeur de l'**eudémis** ou (et) de la **cochylis**.

La première opération qui s'impose est de s'assurer de la présence et de l'aire d'extension du ravageur. A cet égard, l'emploi du piégeage à base de phéromones de synthèse est d'un concours impérieux. Celui-ci donne également des renseignements précieux sur la date de début et de fin des vols.

Les insecticides autorisés de ces ravageurs ont des actions différentes directement liées aux stades de développement du parasite (œufs, jeunes larves, larves âgées). Cette connaissance biologique et sa précision sont prises en compte par certains logiciels développés notamment pour les services chargés de protection des végétaux.

Ces derniers sont en outre chargés, dans le cadre des avertissement agricoles de publier, vers leur public abonné, les synthèses régionales de toutes les données ci-avant évoquées.

Ainsi, une bonne maîtrise de la première génération de tordeuse (lorsqu'elle existe) peut permettre l'emploi de stratégies alternatives intéressantes pour la seconde ou la troisième génération (confusion sexuelle, *Bacillus Thuringiensis*).

2.1.2. ACARIENS

Les plus connus sont dénommés **acariens rouges** (*Panonychus ulmi*) ou **acariens jaunes** (*Eotetranychus carpini*, *Tetranychus urticae*, *Tetranychus macdanieli*) qui sont assez facilement visibles à la face inférieure des feuilles de vigne.

D'autres espèces peuvent également être en cause telles *Eriophyes vitis* responsable de l'érinose ou *Calepitrimerus vitis* qui provoque l'**acariose de la vigne**.

Les études ont montré que la multiplication des acariens pouvaient être la conséquence de la multiplication des traitements de la vigne (c'est aussi le cas en arboriculture fruitière) qui peuvent alors induire des déséquilibres dans l'écosystème.

Dans cet esprit, l'emploi de produits neutres vis-à-vis de la faune auxiliaire et en cas de besoin, l'introduction d'auxiliaires peuvent limiter dans une très large mesure l'emploi d'acaricides spécifiques. Notons qu'à cet égard, l'ACTA commercialise un « Recueil des effets non intentionnels des produits » que tout technicien ou viticulteur se devrait de posséder.

2.1.3. CICADELLES

Leur rôle parasitaire direct est relativement limité sauf pour la « **cicadelle des grillures** » (*Empoasca vitis*).

En revanche, leur rôle dans la vécion de certaines maladies est bien connu pour *Scaphoideus titanus* dans le cas de la **flavescence dorée** de la vigne dont le responsable est un phytoplasme.

Cette cicadelle relativement spécifique de la vigne est présente dans la plupart des vignobles mais n'y développe pas la maladie car le phytoplasme y est absent. Il conviendra donc de faire en sorte que cette absence perdure le plus possible grâce à l'utilisation de plants sains (cf. § 1-2).

Une autre cicadelle (*Hyalestes obsoletus*) très polyphage peut de manière aléatoire jouer le rôle de vecteur pour la vigne du mycoplasme responsable du « **Bois noir** » sur vigne mais également d'autres affections sur des plantes diverses (tomates, cerisiers...etc).

Il va de soi qu'en cas de besoins, les stratégies de lutte devront être adaptées et raisonnées en fonction d'épidémiologies très différentes.

La lutte mise en œuvre devra également tenir compte de celle qui peut exister pour les tordeuses et des effets non intentionnels des insecticides utilisés.

2.2. LES MALADIES

De très nombreuses maladies peuvent affecter la vigne, notre propos se bornera au travers de trois exemples, (mildiou, oïdium, pourriture grise) à observer la façon dont on peut raisonner les stratégies de lutte correspondantes.

2.2.1. MILDIOU (*PLASMOPARA VITICOLA*)

Ce champignon est le responsable de la première maladie dont on parle pour la vigne.

En simplifiant à l'extrême, les œufs d'hiver se conservent et « mûrissent » sur les feuilles (ou leurs déchets) tombées à terre.

Leur germination au printemps (température, humidité) provoquent les contaminations primaires qui peuvent ensuite s'étendre très rapidement en fonction de la climatologie capable de favoriser le développement d'autres cycles du champignon.

Il importe donc avant de décider d'une intervention et du type de produit à mettre en œuvre, de situer la parcelle visée dans le processus biologique très succinctement décrit. Il sera alors possible de cerner le risque parcellaire et de lui adapter la stratégie la plus appropriée, en veillant aux alternances de substances actives ayant des sites d'action différents.

Cette veille a pour objectif essentiel d'éviter un « vieillissement » prématuré des produits antiparasitaires en raison d'accoutumances ou de résistances du champignon aux fongicides.

Certains modèles (MILVIT pour les services chargés de protection des végétaux) permettent actuellement une mise à disposition en temps réel de l'information nécessaire au viticulteur pour « calibrer » sa protection aux risques réels.

2.2.2. OÏDIUM (*UNCINULA NECATOR*)

Pendant très longtemps, cette maladie était prise en compte par l'adjonction systématique d'un fongicide anti oïdium aux traitements dirigés contre le mildiou.

Avec l'amélioration de la connaissance biologique des deux champignons mais également l'évolution des produits de traitement des temps forts de la protection du vignoble émergent bien que la lutte soit essentiellement préventive.

L'évaluation des risques prendra en compte :

- climatologie favorable : années sèches et chaudes avec hygrométrie élevée,
- sensibilité des cépages : carignan, grenache, cabernet-sauvignon, chenin, chardonnay, sylvaner...,
- présence précoce de la maladie les années antérieures,
- complémentarité avec les anti-mildiou,
- sensibilité du champignon à certaines substances actives (inhibiteurs de la biosynthèse des stérols),
- alternance des substances actives et leur limitation.

Le tableau ci-après indique un raisonnement de cette analyse du risque et son adaptation locale en fonction des stades de développement de la vigne.

STADES	3 feuilles étalées	Boutons séparés	Début floraison	Début nouaison	Fermeture complète de la grappe	Début véraison
<u>TOUTES REGIONS</u>	•	•	•	•	•	
Cépages sensibles et/ou parcelles atteintes les années antérieures						
	•	•	•	•	•	
<u>VIGNOBLES MERIDIONAUX</u>	•	•	•	•	•	
Cépages moins sensibles						
	•	•	•	•	•	
<u>VIGNOBLES SEPTENTRIONAUX</u>	•	•	•	•	•	
Cépages moins sensibles	•	•	•	•	•	
	•	•	•	•	•	



Protection obligatoire



Protection éventuelle en fonction du risque

Notons enfin que des modèles de prévision sont en cours d'étude. En raison de la complexité biologique du développement de cette maladie, ils ne seront opérationnels qu'à moyen terme. A ce jour, seul l'effet année peut être situé.

2.2.3. POURRITURE GRISE (*BOTRYTIS CINEREA*)

Avant d'envisager la lutte chimique, il faut déjà mettre en œuvre les différentes mesures qui permettent de réduire la sensibilité de la vigne à la pourriture grise : choix de porte-greffes et de clones moins sensibles, raisonnement de la fertilisation azotée, travaux en vert soignés pour éviter l'entassement des feuilles autour des grappes (ébourgeonnage, palissage, effeuillage), bonne protection contre les tordeuses de la grappe si besoin est.

Dans les parcelles les moins sensibles, ces mesures préventives suffiront souvent à éviter les attaques importantes de botrytis. Mais dans d'autres situations, une lutte chimique devra être réalisée en complément.

Un programme de trois traitements

Dans les parcelles où la lutte chimique est nécessaire, un programme de traitement complet doit être réalisé aux stades fin floraison, fermeture de la grappe et début véraison.

Nous rappelons par ailleurs que les traitements tardifs, 3 semaines avant vendange sont à proscrire car il risquent d'aggraver les résistances et d'entraîner des résidus dans les raisins et parfois dans les vins.

Deux règles impératives à respecter

- Ne pas utiliser une même famille chimique plus d'une fois par parcelle et par an.
- Respecter, pour chaque fongicide, les stades d'emploi préconisés. Ceux-ci tiennent compte à la fois des contraintes d'efficacité et du respect des normes de résidus en vigueur.

2.3. DESHERBAGE

La lutte contre les plantes adventices grâce au désherbage chimique a été largement utilisée depuis une trentaine d'années.

Le type de désherbants utilisés (triazines, urées substituées), le parcellaire, peuvent contribuer à expliquer des transferts vers l'eau de surface ou les nappes phréatiques.

Une attention toute particulière devra être accordée à ces pratiques avec le souci :

- d'entretien du sol de la vigne,
- de maintien de la qualité du produit,
- de préservation du milieu (eau...).

Ainsi, à côté de l'application unique ou fractionnée d'un programme à base d'herbicides de pré-levée des adventices, l'enherbement naturel maîtrisé (ENM) avec des pesticides de post-levée ou des techniques mixtes peuvent être des éléments de réponse intéressants.

De même l'application localisée d'herbicides n'est pas une solution utopique.

III. CONCLUSIONS.

La vigne est une culture pérenne dans un système de monoculture le plus souvent réglementé en matière de zonage et de cépages.

Les phénomènes de type dégénérescence (pour lesquels la qualité de l'amont est gage de réussite : vigne - mères de porte-greffes, greffons, pépinière) qui se manifestent dès lors que certaines pathologies concernent la souche : virus, phytoplasmes, bactéries, champignons lignivores, affectent une pérennité qui doit être sauvegardée le plus possible pour les parcelles de production.

En outre, les prophylaxies sont d'autant plus intéressantes qu'elles sont menées de façon pluriannuelle ce qui est possible pour la vigne.

Enfin, le temps d'exposition de la vigne aux parasites et aux produits est relativement long. Cela implique des traitements renouvelés qui peuvent amener à un raisonnement pertinent sur leur interaction avec les différents éléments du cortège parasitaire :

- lutte vis-à-vis des vers de la grappe et pourriture grise,
- attaques primaires (ou première génération) et attaques secondaires (ou générations ultérieures),
- risque pourriture grise et résidus de produits dans les raisins et les vins.

On voit donc que la vigne est une culture pour laquelle le raisonnement de la protection est à lui seul un métier et dont Monsieur GERMAIN va nous décrire maintenant sa mise en œuvre dans le département du Rhône.

TEMOIGNAGE DE PIERRE GERMAIN Viticulteur FARRE du Rhône

PRESENTATION DE LA MISE EN PLACE DE LA PROTECTION RAISONNEE EN BEAUJOLAIS

Je suis viticulteur à Charnay au cœur du pays des Pierres dorées dans le Beaujolais.

J'exploite 13 ha dont 7 ha 50 de vigne avec les appellations Beaujolais rouge ; Beaujolais blanc et Côte de Brouilly. Je vends 80 % de ma production au négoce (Beaujolais nouveau) et 20 % en vente directe. Mon installation remonte à 1973 et depuis je me suis toujours efforcé d'améliorer les conditions de travail des viticulteurs, ce qui m'a amené à mettre au point différents matériels (pré tailleuse, sécateur électrique, chariot pour travailler assis, machine à vendanger, etc.). Actuellement, je travaille avec un constructeur sur un petit appareil de 500 kg environ qui devrait permettre de faire tous les travaux que font les gros enjambeurs ou machines à vendanger (3 à 6 T). L'objectif étant de ne pas tasser les sols et aussi de diminuer considérablement le coût de la mécanisation.

En parallèle avec ma recherche sur le matériel j'ai essayé de trouver des solutions pour fertiliser mieux, pour désherber juste, pour traiter moins et surtout au bon moment.

Cette façon de travailler très empirique que j'avais adopté a amené par hasard un commercial de produits phytosanitaires à identifier les premiers typhlodromes que l'on a retrouvé sur le Beaujolais dès 1987, et ce sans implantation. Les typhlodromes sont des acariens prédateurs des araignées rouges et jaunes qu'ils contrôlent très efficacement du début à la fin de la saison. Suite à cette découverte, avec le Comité du développement du Beaujolais, on a organisé des lâchés de typhlodromes en prélevant dans mes vignes des rameaux et des feuilles et en les implantant dans les vignes d'autres viticulteurs. Pour que le transfert réussisse il était important comme l'a rappelé Monsieur MESTRES de sélectionner ses produits insecticides.

La mise en œuvre des ces lâchés de typhlodromes a amené quelques viticulteurs (12 en 1989) à faire un stage production raisonnée où ont été abordés la fertilisation, l'érosion, le désherbage et la protection phytosanitaire. Une partie de ce stage s'est déroulé dans les vignes avec une loupe à la main pour observer ce qui se passe à la face inférieure des feuilles de vigne. Le premier groupe protection raisonnée était né. Depuis 174 viticulteurs répartis dans 31 groupes font des observations dans les vignes à raison de 5 visites par an, un technicien les accompagne.

Le travail effectué par ces groupes a amené 20 viticulteurs à voir si on ne pouvait pas valoriser cette méthode d'observation qu'est la production raisonnée. Un cahier des charges a été élaboré avec l'aide du Comité de développement et en Juillet 1998 la marque « Terra Vitis » Observer, respecter pour produire naissait.

Terra Vitis
Observer, respecter pour produire



Groupes Protection Phytosanitaire Raisonnée BILAN DE CAMPAGNE 1998

Evolution des groupes depuis 1989

1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
12	35	36	55	71	85	99	115	156	174

Progression importante des participants depuis 1989. En 1998, 31 groupes (dont 4 nouveaux) ont fonctionné, 3 de manière autonome et 28 avec un technicien du CDB. Des observateurs et des élèves de Maison Familiale se sont joints aux groupes dans le cadre de quelques visites.

Le « Bureau Véritas » organisme certificateur vérifie si le cahier des charges est bien respecté et apporte le sérieux à l'association. Les premiers vins « Terra Vitis » commencent à se commercialiser avec une valorisation intéressante pour le viticulteur .

Pour l'an prochain de nombreuses demandes d'adhésions à « Terra Vitis » nous sont parvenues, nous espérons que l'état d'esprit qui a entouré la création de cette marque reste et que la valorisation demandée corresponde bien au travail supplémentaire qu'entraîne la technique de production raisonnée.

Je conclurai en disant qu'un organisme harmonisateur des divers cahiers des charges par production serait souhaitable.

QUESTIONS

M. Gilles REMORQUET, viticulteur FARRE de Côte-d'or

Je voulais revenir sur l'intervention de M. MESTRES au sujet de la lutte contre les tordeuses grâce à la confusion sexuelle. En ce moment, c'est très à la mode, tout le monde met des racks partout. Mais quand on sait qu'on lutte contre les tordeuses en associant des produits néfastes pour les cicadelles, on peut se poser des questions sur l'utilité de cette méthode.

Sachant que beaucoup de viticulteurs y ont recours pour se donner bonne conscience (se disant qu'ils vont assainir l'environnement), je voudrais savoir si cette méthode est justifiée.

M. Robert MESTRES, ministre de l'Agriculture

Votre question est très pertinente. La réponse est échelonnée. Vous évoquez la Bourgogne, où aujourd'hui, à ma connaissance, il n'y a aucun problème de flavescence dorée. On ne voit donc pas l'intérêt d'utiliser en Bourgogne un insecticide contre les cicadelles. A partir de là, essayer de rechercher l'arrière-effet d'un produit cicadelles sur l'eudémis ou la cochylis représente un intérêt extrêmement limité.

Par ailleurs, en Bourgogne, la présence d'eudémis et de cochylis est extrêmement diversifiée d'une zone à l'autre ; dans certains endroits, on n'en trouve même pas du tout. C'est un problème d'une autre nature. Est-ce que, dans ces conditions, l'utilisation de la confusion sexuelle ne se justifie pas ? Je crois, pour ma part, qu'elle peut se justifier. Mais vous avez parfaitement raison, le problème n'est pas de justifier l'utilisation de la confusion sexuelle simplement pour une question d'image de marque. S'il faut justifier cette utilisation, c'est pour des raisons techniques.

Cela suppose une réflexion globale sur le problème. Il ne suffit pas de penser que c'est bon pour son image de marque. Certains intervenants l'ont dit ce matin au sujet des cahiers des charges plus ou moins farfelus de telle ou telle marque. N'en rajoutons pas !

LA FERTILISATION AZOTEE RAISONNEE DES GRANDES CULTURES

Jack MASSE, Vice-Président du COMIFER*

L'azote est un constituant majeur des végétaux et de là un facteur de production important pour l'agriculteur. On lui doit avec l'évolution génétique et l'apparition des produits de protection des cultures, les gains de rendements spectaculaires de ces dernières décennies. Mais l'azote, contrairement aux fongicides par exemple, est présent naturellement dans les écosystèmes et ceci sous différentes formes (organique, minérale, gazeuse) dont l'importance évolue sans cesse sous l'influence des micro-organismes, du climat, de l'activité humaine. Par une meilleure connaissance du cycle de l'azote et pour en maîtriser certaines étapes, l'agronome a développé des démarches de fertilisation raisonnée dont le principe est de satisfaire les besoins des plantes en complétant l'offre du milieu par des apports de fertilisants soit organiques soit minéraux. En matière d'azote, le principe du bilan prévisionnel de masse a été développé dès 1969 par HEBERT. Il est à la base du raisonnement actuel de la fertilisation azotée des grandes cultures. Pour sa part, le COMIFER (Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée), en permettant une mise en commun des références et des compétences, a œuvré pour son développement.

La fertilisation azotée doit comme toutes les autres techniques de production permettre de concilier productivité, qualité technologique et sanitaire des produits ainsi que respect de l'environnement.

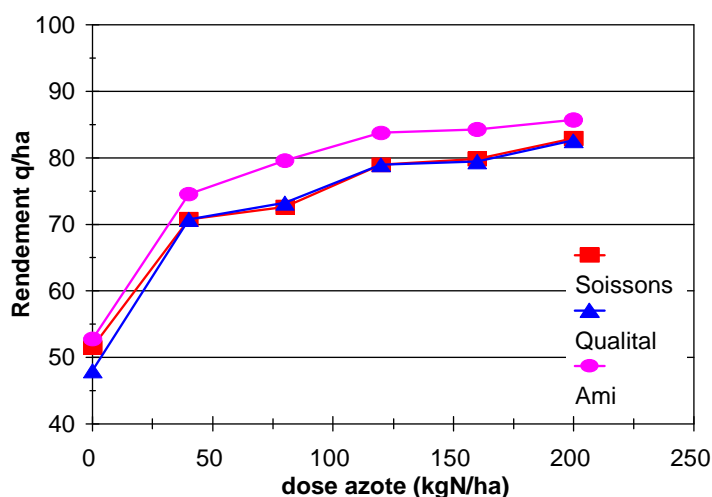
I. AZOTE, RENDEMENT, QUALITE ET ENVIRONNEMENT

Dans un milieu donné, les autres facteurs limitants étant levés, les rendements sont proportionnels à la dose d'azote apportée comme le montre la figure 1. Les besoins en azote pour produire un quintal de grain sont par exemple pour le blé tendre estimés à 3 kg par quintal de grain produit. Ces besoins varient selon les espèces et les variétés. Toutefois le rendement n'est pas la seule variable à retenir pour raisonner la fertilisation azotée ; l'azote influence aussi très fortement la qualité des produits et cette composante est de plus en plus importante à prendre en compte pour accéder aux marchés. Les objectifs à atteindre sont très variables selon les productions. Ainsi pour le blé tendre destiné à la panification française les teneurs en protéines à atteindre sont variables de 10,5 à 12,5 % selon les variétés tandis que pour l'exportation on recherche souvent des teneurs qui peuvent être beaucoup plus élevées ; ce qui implique alors un choix variétal et des modalités de fertilisation spécifiques. Pour l'orge destinée à la brasserie, les teneurs en protéines doivent être comprises entre 10 et 11,5 %. Mais d'autres caractéristiques sont à prendre en compte telles que le calibrage. Concernant la betterave, on a pu mettre en évidence que des excès d'absorption d'azote réduisent la teneur en sucre et altèrent la qualité technologique par une augmentation des teneurs en azote alpha-aminés qui est l'un des principaux éléments mélassigènes. Inversement, des quantités d'azote disponible trop faibles réduisent les rendements en racines. Sur pomme de terre, l'azote (avec la potasse) accroît le rendement commercialisable en favorisant la production de gros tubercules. Toutefois la surfertilisation azotée peut entraîner l'apparition de cœurs creux, déformations, crevasses, génère des problèmes de défanage et diminue la résistance de la peau. Par ailleurs, la fumure azotée provoque l'élévation des teneurs en sucres réducteurs à l'origine de brunissements à la cuisson. Enfin l'azote en excès induit une augmentation de la teneur en nitrates des tubercules.

Ces quelques exemples montrent que si la fertilisation azotée est indispensable pour obtenir un niveau de rendement économiquement satisfaisant, les caractéristiques qualitatives des productions justifieraient à elles seules de bien gérer l'azote pour mettre sur le marché un produit répondant aux exigences des acheteurs. Mais cette gestion doit également prendre en compte les contraintes environnementales.

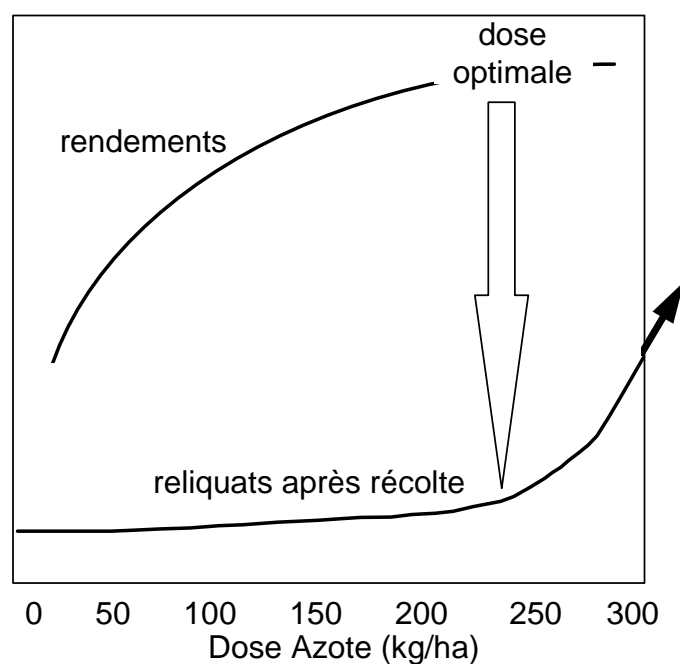
* Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée

Figure 1 : Exemple d'influence de la dose d'azote sur le rendement de 3 variétés de blé
(source ITCF)



La réglementation définit pour l'eau de boisson une teneur en nitrate limite (inférieure à 50 mg/l) à partir de laquelle celle-ci n'est plus considérée comme potable. Après une culture, si la fertilisation n'a pas été bien ajustée aux besoins des plantes ou si des facteurs limitants non maîtrisés ont affecté le rendement (parasites, stress climatiques...), il peut rester des quantités non négligeables de nitrates dans le sol qui peuvent être entraînés progressivement en profondeur par les pluies automnales et hivernales et atteindre ainsi les nappes phréatiques. Les reliquats azotés post-récolte élevés ne sont pas les seuls susceptibles d'être lessivés ; la minéralisation automnale peut aussi être importante (forte quantité d'azote organique associée à des conditions thermiques et hydriques favorables) et être source de pollution. Toutefois l'agriculteur doit agir sur le premier levier dont il dispose pour limiter les risques, à savoir limiter la surfertilisation. En effet, la restriction de fumure comparée aux besoins des cultures ne se traduit pas par une diminution des reliquats post-récolte, tandis qu'un excès génère systématiquement un risque plus important (figure 2).

Figure 2 : Influence d'une surfertilisation sur les reliquats azotés post-récolte
(Exemple du blé d'hiver)



II. CALCUL D'UNE DOSE PREVISIONNELLE

La formalisation et le premier paramétrage sous forme opérationnelle du bilan prévisionnel ont été publiés pour le blé d'hiver en 1978 et utilisés dès cette époque. Cette méthode a été ensuite améliorée au fil des ans et étendue progressivement à l'ensemble des grandes cultures (autres céréales à paille, maïs, colza, betteraves, pommes de terre et certaines cultures légumières). Elle a été adoptée comme méthode de référence dans les programmes d'action de la directive nitrates. A cet effet, le COMIFER a publié en 1995 un document actualisant d'une part ses deux formulations actuelles et d'autre part ses paramétrages à retenir.

Les connaissances actuelles et les références régionales acquises depuis plusieurs années en font une méthode fiable même si ses performances peuvent être améliorées par des outils de diagnostic de l'état de nutrition en cours de végétation.

Le principe consiste à équilibrer les fournitures d'azote aux besoins des cultures. La principale formulation est celle du bilan de masse qui s'écrit de la façon suivante :

$$(Nf-Nh)+Rf = Rh +Mh+Mr+Ma+Mp+X+Xo$$

ou si l'on met en évidence la dose à apporter

$$X+Xo = (Nf-Nh)+Rf-Rh-Mh-Mr-Ma-Mp$$

ou	X	Fumure azotée de synthèse
	Xo	Fumure azotée organique
	(Nf-Nh)	Besoins du peuplement entre ouverture et fermeture du bilan
	Rf	Reliquat d'azote minéral à la fermeture du bilan
	Rh	Reliquat d'azote minéral à l'ouverture du bilan
	Mh	Minéralisation nette de l'humus du sol
	Mr	Minéralisation nette des résidus de récolte
	Ma	Minéralisation due aux apports réguliers d'amendements organiques
	Mp	Minéralisation due au retournement de prairies

2.1. LES BESOINS EN AZOTE

211. BESOINS DES PLANTES

La fixation des besoins en azote est un poste capital. Ils sont soit proportionnels au rendement (cas général des cultures récoltées en grain), soit exprimés de façon forfaitaire (cas pour de nombreuses espèces récoltées en phase végétative).

Lorsqu'ils sont proportionnels au rendement la difficulté est de bien estimer ce dernier. On détermine généralement un objectif en fonction de la variété cultivée et des conditions pédo-climatiques sur la base d'études fréquentielles ou de références pluriannuelles. Il convient également de prendre en compte également les contraintes liées au système de culture (dates de semis, précédent) et au système d'exploitation (temps de travail, équipements...). Bien évidemment les objectifs qualitatifs ne doivent pas être absents de ce choix, mais ils interviennent surtout dans les modalités d'application de la fertilisation. Les besoins par quintal produit peuvent varier selon les espèces (tableau 1) mais aussi selon les variétés. Ainsi pour le blé tendre, on peut les estimer entre 2,8 à 3,5 kg par quintal produit.

Tableau 1 : Besoins en azote par quintal pour différentes variétés de blé

Groupes	Variétés avec b mesuré	Variétés avec b estimé (ou faible nombre de mesures)
b = 2,8	Ami, Bourbon, Hynoprécia, Rossini, Scipion, Sidéral, Thésée, Trémie	Apollo, Haven, Pépital, Rialto, Ritmo, Texel, Tilburi
b = 3,2	Camp Rémy, Forby, Récital, Soissons	Baroudeur, Cokpit, Fortal, Gascogne, Orqual, Paindor, Record, Shango
b = 3,5	Qualital, Monopole	F. Aurore, Furio, Galibier, Hynorista, Renan, Somme

Dans le cas des espèces pour lesquelles le besoin est calculé de façon standard, on dispose de références données dans le tableau 2

Tableau 2 : Besoin en azote pour les espèces utilisant une valeur standard (source COMIFER)

Culture	Besoin en azote (kg/ha)
Betterave sucrière	220
Pomme de terre consommation	220
Pomme de terre féculé	250
Pomme de terre plant	200
Endives	110
Chicorée	200
Carotte petite	120
Carotte grosse	180
Epinard	250
Oignon	160

212. RELIQUATS D'AZOTE A LA FERMETURE DU BILAN

Le reliquat d'azote minéral à la fermeture du bilan correspond à l'azote ne pouvant être prélevé par les racines car sa concentration est insuffisante. Pour des raisons évidentes de préservation d'environnement, il est généralement minimisé et les valeurs retenues sont données dans le tableau 3

Tableau 3 : Reliquats azotés en fin de culture (kg N/ha) (source COMIFER)

Profondeur profil	Sol léger	Sol limoneux	Sols argileux
0 - 30 cm	5	10	15
0 - 60 cm	10	15	20
0 - 90 cm	15	20	30
0 - 120 cm	20	30	40

2.2. AZOTE ABSORBE A L'OUVERTURE DU BILAN

Ce point est fréquemment oublié, mais on est souvent amené à réaliser un bilan prévisionnel sur une partie du cycle comme dans le cas du colza ou des céréales d'hiver. Pour le colza, par exemple, le CETIOM propose une abaque visuelle basée sur la vigueur du peuplement à la sortie d'hiver ou l'utilisation d'une pesée d'un échantillon de plantes. A partir de cette donnée, on peut calculer la dose d'azote à apporter à cette culture selon le type de sol, la région, l'objectif de rendement.

2.3. LES FOURNITURES D'AZOTE PAR LE SOL

On peut les regrouper en 3 catégories : les reliquats à l'ouverture du bilan, l'ensemble des postes de minéralisation, les reliquats à la fermeture du bilan.

- Le reliquat à l'ouverture du bilan reflète le passé récent de la parcelle et l'intensité du lessivage hivernal ; il s'agit de l'azote minéral (nitrique principalement) qui sera accessible aux racines. On peut l'évaluer soit par mesure directe sur la parcelle, soit à partir d'avertissements locaux issus de réseaux de mesures incluant différents types de sols et précédents de la région, ou bien encore à l'aide de modèles validés régionalement. On doit porter une attention particulière à la possibilité qu'auront les racines de le prélever. A ce titre, des observations de profils de sols sont intéressantes, notamment si la structure du sol a pu être affectée par le travail du sol ou la récolte du précédent.
- Les postes de minéralisation permettent de prendre en compte la transformation de la matière organique - qu'elle soit d'origine récente (résidus de cultures par exemple) ou plus ancienne (humus, retournements de prairies, apports de matières organiques sur les cultures précédentes)-en matière minérale. Ces fournitures sont estimées par des tables largement publiées.

2.4. VOIES D'AMELIORATIONS DU BILAN PREVISIONNEL

Le reliquat à l'ouverture du bilan n'est pas toujours aisé à obtenir notamment dans les sols caillouteux, une autre formulation du bilan est proposée dans ces situations ; on propose d'estimer les fournitures du sol avec des témoins sans fertilisation azotée et on applique un coefficient apparent d'utilisation de l'azote apporté. Ce dernier est évalué à partir de modélisations locales et des travaux sont en cours pour préciser les conditions de sa maximisation. Ce type d'écriture est appliqué largement dans les terres de groies du Poitou-Charentes, mais aussi pour le maïs.

Les autres voies d'amélioration du bilan prévisionnel concernent principalement :

- la prise en compte des aspects cinétiques (besoins, minéralisation...) pour raisonner en continu sur la parcelle et déterminer les éventuelles périodes de carences temporaires en azote ;
- la prise en compte des différences de besoins entre variétés, avec notamment en céréales l'établissement de relations de l'aptitude à accumuler des protéines ;
- le développement d'outils de diagnostic du statut azoté d'une culture que nous développerons dans un prochain chapitre.

III. MODALITES ET FORMES D'APPORT

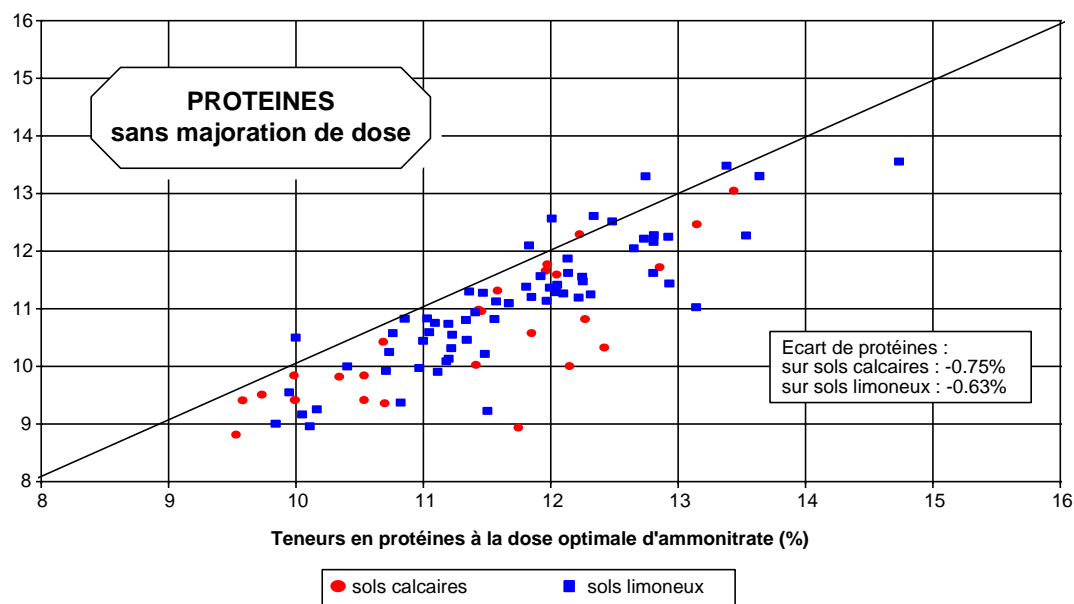
Outre le calcul de la juste dose avec le bilan prévisionnel adapté à chaque culture, la répartition des apports, appelée fractionnement doit permettre de satisfaire la cinétique attendue des prélèvements du rendement mais aussi de la qualité. En céréales le fractionnement en 3 apports est fréquemment recommandé pour le blé d'hiver. Le premier apport réalisé au tallage doit être réduit et ne dépassera généralement pas 70 kg/ha car les besoins sont faibles à cette période. Les deux autres apports dépendront de l'objectif de qualité. D'une manière générale, dans tous les cas où on vise un objectif minimal en protéines, la pratique des trois apports est recommandée, la date et l'importance du troisième apport dépendront des espèces et variétés : pour des blés améliorants ou des blés durs, le troisième apport sera tardif (gonflement). Les nombreuses expérimentations menées dans différentes conditions agro-climatiques montrent que la répartition en 3 apports à dose optimale d'azote (pas de surfertilisation) n'entraîne pas de diminutions de rendements comparativement à une stratégie en deux apports.

Si l'objectif « protéine » n'est pas recherché ou évité (blés biscuitiers, orges brassicoles) alors on ne réalisera que deux voire un seul apport (orge brassicole). En betteraves, pour des raisons de qualité évoquées ci-dessus, l'apport est conseillé au semis et les apports tardifs sont fortement déconseillés. Sur cette culture est étudié l'intérêt d'une localisation au semis. De même, en pommes de terre, on évitera les apports tardifs susceptibles d'accroître les teneurs en nitrates dans les tubercules.

Pour le colza, le CETIOM déconseille les apports à l'automne sauf en situation particulière (peu de reliquats azotés, faible minéralisation ou gros enfouissement de paille) et préconise au printemps 2 à 3 apports à des stades précis de développement. Le premier apport devant être d'au moins de 70 unités.

Enfin toutes les formes d'azote n'ont pas la même efficacité : on a pu montrer sur le blé, par exemple que la solution azotée n'atteignait jamais les performances de l'ammonitrate et qu'une augmentation de la dose de 10 à 15 % était nécessaire pour obtenir le rendement optimal, et que malgré cela la teneur en protéines restait affectée. (figure 3). Il semble que des problèmes de volatilisation puissent être en partie à l'origine du phénomène ; ceci reste encore à vérifier.

Figure 3 : Comparaison des teneurs en protéines obtenues à la dose optimale d'ammonitrate et à cette même dose obtenue en solution (+ 10 % en limon, + 15 % en sols de craie) (source ITCF)



Pour terminer sur ce chapitre, il faut mentionner la nécessité de bien connaître la composition et la quantité de déjections animales ou autres formes organiques apportées sur la parcelle. Des outils de mesure ou d'estimation rapides existent ; à défaut, des tables de références sont disponibles.

IV. LES OUTILS DE PILOTAGE EN COORS DE CULTURE

La méthode du bilan est une méthode prévisionnelle, basée essentiellement sur des estimations ou mesures des fournitures du sol. Celle-ci peut donc être mise en défaut soit parce que d'autres facteurs limitants agissent en réduisant le rendement réel par rapport à l'objectif, soit parce que les fournitures du sol ne sont pas exactement celles escomptées. Des outils complémentaires ont été mis au point, testés, validés et sont maintenant utilisés en pratique sur les céréales. Il s'agit d'outils tels que JUBIL, RAMSES, HN-TESTER, JUBIL étant également opérationnel sur pommes de terre. Le principe est identique pour chacun :

- on réalise un calcul de dose prévisionnelle selon le principe du bilan
- on applique une dose en deux apports dont le deuxième apport est minoré d'environ 40 kg,
- on réalise un diagnostic de nutrition azotée de la plante par prélèvement d'organes bien définis (bas de tige sur céréales, pétioles sur pommes de terre) ou par mesure directe (transmittance des feuilles) et ceci à des stades précis,
- on compare la mesure à des valeurs seuils établies par des expérimentations préalables dans différentes situations et pour de nombreuses variétés,
- on décide alors s'il convient d'apporter ou non l'azote réservé ou/et si la réponse est positive, le test indique s'il y a lieu de majorer cette dose.

Ces outils sont opérationnels depuis les années 1994 pour les premiers ; ils donnent des performances tout à fait remarquables et permettent très fréquemment d'apporter la dose optimale d'azote du rendement en améliorant la teneur en protéines des grains. Ils permettent également, en maîtrisant l'ajustement de la fertilisation, de diminuer les reliquats post-récolte et donc de limiter les risques de pollution par les nitrates.

Toutefois, ces outils doivent être améliorés pour mieux prendre en compte les objectifs spécifiques de qualité.

Des travaux sont conduits aussi sur d'autres cultures telles que betteraves, colza, fourrages. D'autres techniques sont également travaillées, comme la télédétection ou la fluorescence laser...

Ces évolutions permettront sans doute d'avoir des outils performants, faciles d'accès pour l'agriculteur, et prenant en compte la variabilité intra-parcellaire. Toutefois, ils ne seront pleinement valorisés que si des produits de qualité sont utilisés et si les matériels d'épandage d'engrais minéraux ou de fertilisants organiques sont assez précis et réguliers.

V. CONCLUSION

La fertilisation azotée des grandes cultures peut être raisonnée à l'aide de méthodes prévisionnelles qui ont fait leur preuve dès lors qu'elles sont correctement paramétrées régionalement. Pour être mises en œuvre efficacement on doit les renseigner par des données recueillies sur la parcelle ou dans une situation qui lui est proche, ou alors disposer de modèles validés. Toutefois une prévision n'est jamais une certitude et la prise en compte d'outils d'estimation de l'état de nutrition du végétal permet de mieux ajuster la fertilisation aux conditions de l'année dans un souci de rentabilité, d'obtention d'un produit de qualité et de respect de l'environnement. Ces outils n'en sont qu'à leur début et avec l'évolution des technologies, ils deviendront plus aisés à utiliser. Malgré cela on ne doit pas oublier de raisonner la gestion culturale à l'échelle du système de culture et en particulier mettre en œuvre toute solution corrective dans l'interculture pour piéger les nitrates en excédent (résidus culturaux, travail du sol, cultures pièges à nitrates). C'est cette approche globale qui permettra de concilier agriculture performante et respect de l'environnement.

TEMOIGNAGE DE BENOIT COLLARD

Agriculteur FARRE de la Marne

ADAPTATION DE LA FERTILISATION AZOTEE DE LA BETTERAVE SUCRIERE A LA PARCELLE

I. PRESENTATION DE L'EXPLOITATION

Benoît COLLARD agriculteur au EARL avec mon épouse Isabelle.
Intégration du Réseau FARRE en Juin 1994.
Exploitation polyculture élevage de 155 hectares dans le département de la Marne en Champagne crayeuse.

Tableau 1 : Les productions

Transparent 1

(les transparents sont situés en fin de texte)

Tableau 2 : Les types de sols

Transparent 2

Le problème des nitrates dans les nappes phréatiques m'interroge depuis de nombreuses années. Malgré un taux correct dans ma commune (23 mg / l) la tendance sur 2 ans a été de plus de + 3 mg. Pour préserver ce capital qualité, et savoir le transmettre, utilisons toutes les données scientifiques pour améliorer nos pratiques en matière de fumure azotée.

Pour illustrer les propos de M. MASSE, l'exemple que j'ai retenu est celui de la fumure azotée de la Betterave sucrière en champagne crayeuse à partir de reliquats azotés sortie hiver.

II. LA TECHNIQUE EMPLOYEE

2.1 . LE BUT DE LA TECHNIQUE :

Le but de la culture de la Betterave sucrière est de produire une quantité de sucre / hectare.

Plus la fumure azotée augmente, plus la teneur en sucre diminue à partir du moment où l'on dépasse les besoins de la plante.

Un écart de richesse important entre régions, entre producteurs, entre parcelles était constaté tous les ans.

Les intervenants de la production betteravière décident de trouver une méthode fiable, à la parcelle dans les différents types de sols.

En 1992, tous les acteurs de la filière Betterave du Nord Est constitue un GIE Nord Est Betterave pour valider et mettre en place cette méthode.

Tableau 3 : Evolution du nombre de reliquats Azotés

Transparent 3

Tableau 4 : Evolution des rendements Richesse et fumure azotée de 1974 à 1998

Transparent 4

2.2. LA METHODE

2.2.1. FICHE DE RENSEIGNEMENTS PARCELLAIRE.

Caractéristiques du sol

Historique cultural

Précédent cultural

Feuille 5 Fumure déjà appliquée pour la culture :

Transparent 5 (2 exemples)

2.2.2. LE PRELEVEMENT :

Période = Janvier, Février.
6 prélèvements minimum ou 1 / hectare.

Horizons prélevés :	0 – 30 cm	=> 3 échantillons / parcelle
	30 – 60 cm	
	60 – 90 cm	

Echantillons envoyés dans la journée au laboratoire.
Coût = 320^F → 190^F / Analyse / Parcelle.
→ 130^F Prestation Prélèvement.

III . PREVISION DE LA FERTILISATION.

3.1. LE PROFIL AZOTE MINERAL

Feuille 6

Transparent 6 (2 exemples)

On visualise la quantité et la répartition de l'azote dans le profil par horizon.

3.2. LE CALCUL DU BILAN AZOTE

Feuille 7

Transparent 7

Besoins globaux

Besoins globaux fonction du type de sol donc du potentiel.

Reliquat utilisable = totalité N N O ₃	+ N N H 4	Horizon 1
	+ 1/3	Horizon 2
	+ 0	Horizon 3

Besoins globaux - fournitures du sol = doses à apporter.

Les deux exemples montrent deux parcelles extrêmes dans le Conseil. Influence de l'assolement et des apports organiques.

IV. MODIFICATIONS DES PRATIQUES

Reprise du transparent 4

Transparent 4

EVOLUTION PAR PERIODE

- ◆ Période 1 Utilisation d'une dose moyenne
- ◆ Période 2 Introduction d'une variabilité à plus ou moins 20 kg suivant la parcelle
- ◆ Période 3 Notion de bilan et reliquats azotés à plus ou moins 40 kg parcelle à apports organiques.
- ◆ Période 4 Raisonnement à la parcelle. Fumure variant de 30 à 180 kg.

Avenir : Travaux sur les dates d'apports.
La forme de l'engrais
Les techniques d'épandage (localisation)

V. Conclusion

AVANTAGES :

- Optimisation parcellaire fumure azotée
- Optimisation des apports/besoins des plantes ce qui permet d'éviter le lessivage.
- Protection des nappes
- Optimisation des charges opérationnelles.

INCONVENIENTS :

- Le coût pour des parcelles de faible taille
- Le prélèvement devrait être fait le plus tard possible après le 15/02/1999 mais problème matériel.

Ces pratiques de raisonnement de la fumure azotée devraient être généralisées pour avoir une influence positive sur la qualité de l'eau des nitrates. Mais la culture de la betterave ne représente que 15 % des surfaces. L'efficacité ne peut être réelle que sur un bassin versant complet, il faut donc prendre la rotation dans son ensemble. Des travaux sur la pomme de terre, les orges de brasseries des blés de qualité, le colza vont dans ce sens.

La mise en place de cultures intermédiaires pose aussi un problème de dynamique de l'azote sur la succession culturale.

Une opération "Tourbe Eau Pure" sur le bassin versant où se trouve l'exploitation étudie la meilleure combinaison possible de l'introduction et gestion des cultures intermédiaires dans les assolements du point de vue technique et économique, pour une protection optimale des nappes. Les agriculteurs associés à cette démarche sont des volontaires.

La protection de l'environnement nous fait nous remettre en cause sur nos pratiques. L'aborder par une démarche volontaire et réfléchi, est la seule approche performante que toutes les taxes ou lois ne pourraient faire progresser dans les esprits.

L'esprit FARRE en est le meilleur exemple.

Merci de votre attention.

Tableau 1 : Les productions.

Transparent 1

LES PRODUCTIONS

Cultures de Vente

Colza	9 ha
RG Anglais	13 ha
Blé	30 ha
Escourgeon	10 ha
Orge Printemps	15 ha
Luzerne	19 ha
Pois	12 ha
Pomme de Terre fécale	10 ha
Plants de Pomme de Terre	8 ha
Betteraves	26 ha (17 % surface 30 % MB)
STH	3 ha

Productions animales :

65 jeunes bovins à l'engraissement ⇒ 240 T fumier bovins

400 m² poulailler label rouge 1989
400 m² poulailler label rouge 1999

⇒ 85 T fumier volailles

Tableau 2 : Les types de sols.

Transparent 2

LES TYPES DE SOL

Nature	% Calcaire	Taux MO (en %)	Réserve Outille (en mm)	ENRACINEMENT BETERRAVES	Potentiel (Indice)
Terres colorées	30 à 50	2,5 à 3	250 à 280	90	100
Terres blanches	70 à 80	2,8 à 3,5	280	90	90
Terres rouges	30 à 40	2,5 à 3	80 à 100	60	85
Les Gravelaches	65 à 75	2,8 à 3,2	100 à 150	60	80

Tableau 3 : Evolution du nombre de reliquats Azotés.

Transparent 3

EVOLUTION DU NOMBRE DE RELIQUATS AZOTES SUR BETTERAVES

ANNEE	NBRE DE PARCELLES
1992	560
1993	917
1994	1647
1995	1702
1996	1807
1997	1997
1998	1918

En 1998 les 1918 parcelles représentent 25 % de la surface Betteravière du Nord Est.

Tableau 4 : Evolution des rendements Richesse et fumure azotée de 1974 à 1998.

Transparent 4

EVOLUTION DES RENDEMENTS RICHESSE
ET FUMURE AZOTEE DE 1974 A 1998

Région Saïppes

	<u>Période 1</u> 1974 - 1977	<u>Période 2</u> 1978 - 1985	<u>Période 3</u> 1986 - 1991	<u>PERIODE 4</u> 1992 - 1997	<u>VARIATION</u> P4/P1
Rendt à 16 T	47,10	61,80	74,90	75,40	+ 60 %
RICHESSE	16,60	17,45	18,02	17,70	+ 8,1 %
Kg N/ha	178	170	152	157	- 12 %

EXPLOITATION

	<u>Période 1</u> 1974 - 1977	<u>Période 2</u> 1978 - 1985	<u>Période 3</u> 1986 - 1991	<u>PERIODE 4</u> 1992 - 1997	<u>% VAR</u>
Rendt à 16 T	45,9	59,20	77,22	78,00	+ 70 %
RICHESSE	16,15	17,36	18,45	18,28	+ 15,7 %
Kg N/ha	178	169	150	154	- 11 %

Transparent 5

Transparent 5 bis

Transparent 6

Transparent 6 bis

Transparent 7

QUESTIONS

Mme Corinne BITAUD, SADEF, SADEF - Pôle d'Aspach

Je voudrais compléter différentes choses qui nous ont été présentées ce matin. Mme FARRUGGIA a parlé de l'utilisation des engrais de ferme, et a souligné que ceux-ci étaient de qualité très variable. Je pense que d'autres sources de fertilisants organiques sont proposées aux agriculteurs : ce sont des produits souvent complexes, de plus en plus complexes d'ailleurs, avec des mélanges de différents composants. Beaucoup d'outils proposés par des laboratoires commencent à être utilisables en routine pour connaître ces produits, connaître leur potentiel humique, leurs aptitudes à être des amendements ou des engrais (ce n'est pas la même chose), donc pour les utiliser correctement. Cela permet également de connaître leur minéralisation potentielle de l'azote et de mieux les utiliser.

Une question a été posée ce matin sur la qualité biologique des sols. M. THEVENET a souligné l'importance des référentiels d'interprétation des mesures. Je voudrais apporter une information. Notre laboratoire met au point, en collaboration avec l'INRA de Dijon, une méthode de mesure en routine de la biomasse microbienne des sols. La construction du référentiel est en cours. Nous espérons pouvoir proposer cette analyse de manière opérationnelle assez rapidement. D'ailleurs, nous pouvons déjà effectuer des mesures de point zéro de l'état initial des sols.

Dernière chose à propos du raisonnement de la fertilisation : M. MASSE nous a parlé du pilotage de l'azote, qui est très difficile à réaliser. Mais il reste d'autres éléments dont on n'a pas parlé. Certains logiciels permettent, à partir des résultats d'analyse de terre, de proposer des conseils de fertilisation pour les autres éléments.

Je voudrais revenir sur le sujet du pilotage des apports d'oligo-éléments, notamment pour la vigne. Au Pôle d'Aspach, nous avons travaillé avec l'Université libre de Bruxelles sur la mise au point d'une technique de mesure de la fluorescence chlorophyllienne, qui permet de raisonner les apports d'oligo-éléments d'une façon très précise.

M. Olivier CASSOU, FDSEA Gironde

Je voudrais revenir sur l'intervention précédente. Celui qui prétend être capable de passer directement d'une analyse de sol à une préconisation de fumure me paraît extrêmement prétentieux. Avec vingt-cinq ans de pratiques agronomiques, je peux vous assurer que plus j'avance, moins j'ai de certitudes.

M. Jean-Claude IGNAZI, Président d'Honneur du COMIFER

En tant qu'agronome ayant un certain âge, je peux partager ce point de vue. Je voudrais poser une question à M. COLLARD, au sujet de l'azote, bien sûr.

Ma question est la suivante. Je voudrais souligner un point essentiel dont on a parlé ce matin, c'est la notion de pas de temps qu'on utilise pour raisonner les problèmes d'azote. M. COLLARD, en tant qu'agriculteur essentiellement " grandes cultures ", bien qu'il soit éleveur, positionne sa réflexion dans un pas de temps annuel, c'est-à-dire qu'il décide de fertiliser dans l'espace de temps de la saison qui se prépare pour récolter ses betteraves ou ses blés. Cela signifie donc qu'il a une entrée annuelle, un pas de temps annuel. Lorsque M. COLLARD ou d'autres personnes utilisent un sous-produit de leurs animaux pour faire entrer de l'azote dans le système, ils sont obligés de prendre un pas de temps pluriannuel. C'est quelque chose qui nous est dit à l'école et en conférence, mais j'observe que c'est extrêmement difficile à vivre sur le terrain.

Tout en reconnaissant que cela représente une avancée, je suis inquiet de voir cette équivalence engrais attribuée aux engrais de ferme. Si la démarche, d'un point de vue logique et agronomique, est indiscutable, elle ne vaut que parce que cette équivalence se place dans le pas de temps annuel. Mais si jamais l'agriculteur ou l'éleveur oublie qu'il existe une année 2, une année 3 ou une année n, la problématique du risque environnemental se pose. M. COLLARD, j'aimerais que vous nous en disiez un mot. Merci.

M. Benoît COLLARD, Agriculteur FARRE de la Marne

Si j'ai souligné l'aspect du coût de ces reliquats azotés, c'est que je suis persuadé qu'on devra pratiquement en faire un tous les ans, à terme.

Je prends un exemple très simple : je fertilise une parcelle sur laquelle je plante des pommes de terre, puis je procède à une autre fertilisation pour des betteraves. Si je plante de l'orge par la suite, je vais à nouveau fertiliser la parcelle, mais à la limite, je devrais encore continuer. Globalement, avec les fumures organiques dont je dispose, je reviens tous les dix ans sur mes parcelles. Donc je ne suis pas très chargé. ... Je me pose énormément de questions sur ce qui se passera quand on mettra fréquemment des cultures intermédiaires (qui ont pour moi l'avantage de retenir cet azote) dans des sites. On teste même la possibilité de réaliser une culture intermédiaire entre un pois et un blé. On plantera une moutarde qui restera un mois ou un mois et demi (suivant la date de la récolte), mais qui retiendra 40 unités.

Cette année, par exemple, je connais cette situation avec le blé. A un moment, je l'ai vu changer légèrement de couleur. Je me pose des questions ! Donc, au printemps, je ferai un reliquat azoté pour ce blé afin de savoir où j'en suis. Je peux faire une fumure moyenne, à la limite, je ne me tromperais pas beaucoup. Mais si l'on prend en compte l'environnement, il faut se poser des questions. Et je m'en pose, je vous assure !

Mme Anne FARRUGGIA, Institut de l'Elevage

C'est vrai qu'il existe de nouvelles méthodes d'analyse des engrais de ferme, qui sont prometteuses mais qui sont encore peu utilisées. Le coefficient d'équivalence engrais donne bien l'effet direct et l'arrière-effet, il prend en compte l'arrière-effet. Pour l'instant, c'est la seule méthode dont nous disposons. Elle est très simple. Ce n'est effectivement pas la panacée, mais nous nous satisfaisons, pour l'instant, du modèle qui est derrière, et nous travaillons pour tenter de l'améliorer.

L'AGRICULTURE DE PRECISION*
AU SERVICE DE L'AGRICULTURE RAISONNEE
Gilles THEVENET, ITCF

G. THEVENET

Directeur Scientifique de l'ITCF
Membre du Conseil Scientifique de FARRE

D. BOISGONTIER

Chef du Service Agro-Equipement de l'ITCF

PLAN

I. L'AGRICULTURE DE PRECISION

- 1.1 LE CONCEPT
- 1.2 LES ENJEUX
- 1.3 L'AGRICULTURE RAISONNEE

II. LA VARIABILITE INTRAPARCELLAIRE : UNE REALITE

- 2.1. LE SOL
- 2.2 LES PLANTES CULTIVEES
- 2.3. LA FLORE ET LES MALADIES FONGIQUES

III. LES TROIS PHASES DE L'AGRICULTURE DE PRECISION

IV. LES NOUVELLES TECHNOLOGIES EN AGRICULTURE DE PRECISION

- 4.1 LE GPS
- 4.2. LES CAPTEURS
- 4.3. LES SIG
- 4.4. LE CONTROLE AUTOMATIQUE DES ENGIN AGRICOLES

V. EN GUISE DE CONCLUSION : QUE FAIRE AUJOURD'HUI ?

* Ce texte reprend pour l'essentiel l'information disponible sur le forum ITCF www.terre-net.fr/itcf/agri

I. L'AGRICULTEUR DE PRECISION

1. 1. LE CONCEPT

Au delà de sa forte médiatisation mettant en avant les **nouvelles technologies** qui se développent dans le monde agricole aujourd'hui l'agriculture de précision est un concept de conduite des parcelles agricoles qui, partant du constat de l'existence de la variabilité spatiale du milieu et/ou de la culture, vise à moduler les interventions culturales en fonction de cette variabilité.

1.1.1. LA MODULATION PEUT CONCERNER :

- l'ensemble des opérations culturales : le travail du sol, le semis, les apports d'amendements (calcaire, ...), les apports d'engrais (azote, potasse, phosphate et oligo-éléments), la protection des cultures (mauvaises herbes, maladies fongiques), l'irrigation,
- l'ensemble des cultures : les grandes cultures, la vigne, ...

1.1.2. LA MISE EN ŒUVRE DE L'AGRICULTURE DE PRECISION COMPREND AINSI TROIS PHASES :

- mise en évidence et caractérisation de la variabilité spatiale du milieu et/ou de la culture (indicateurs pertinents et capteurs de mesure)
- prise en compte de la variabilité pour décider des conduites de cultures (règles de modulation spatiale des interventions culturales)
- mise en oeuvre des décisions (modulation)

1.1.3. FACE A LA VARIABILITE CONSTATEE DEUX ATTITUDES SONT POSSIBLES (pour l'agriculteur et/ou son conseiller) :

- l'ignorer et continuer à prendre la parcelle, au sens cadastral du terme, comme unité de base du raisonnement de la conduite des cultures. Dans ce cas les nouvelles technologies pourront être utilisées à d'autres fins,
- la prendre en compte pour la conduite des cultures et utiliser les différentes zones qu'il est possible d'identifier comme base de raisonnement de la prise de décision. La « difficulté » de cette pratique réside aujourd'hui dans l'identification des différentes zones au sein de la parcelle et les prises de décisions adéquates.

1.1.4. POUR L'AGRICULTEUR, RAISONNER LA CONDUITE DES CULTURES SELON LES DIFFERENTES ZONES RENCONTREES PEUT AMENER A MODULER LES INTERVENTIONS CULTURALES SI CELA EST :

- agronomiquement nécessaire,
- techniquement possible,
- économiquement intéressant.

1.2. LES ENJEUX

1.2.1. LA MODULATION INTRAPARCELLAIRE des interventions culturales n'a rien de révolutionnaire en soi dans la mesure où, depuis longtemps déjà, bon nombre d'agriculteurs font varier leur dose de semis, d'azote, ..., selon la nature de sol rencontrée sur la parcelle. Cependant :

- aujourd'hui, la modulation intraparcellaire est pratiquée « à vue » avec les contraintes et les limites que cela impose : intervention manuelle de l'agriculteur pendant le travail, connaissance « approximative » de la variabilité intraparcellaire, ... ,
- demain, des nouvelles technologies comme le GPS, l'utilisation d'images satellitaires, de capteurs, ... devraient permettre de mieux appréhender et prendre en compte la variabilité intraparcellaire.

L'agriculture de précision est donc à considérer comme un pas supplémentaire vers plus de précision pour les opérations culturales par la pratique de la bonne intervention (dose, réglage, ...) au bon moment et au bon endroit.

1.2.2. L'OBJECTIF POUR L'AGRICULTEUR n'est pas de rechercher la précision pour la précision mais de gérer au mieux la production de ses parcelles pour chaque zone identifiée, et ce afin :

- d'accroître son bénéfice et augmenter la compétitivité de ses produits (en quantité et / ou en qualité),
- de mieux prendre en compte la protection de l'environnement.

1.2.3. Ce nouveau concept de conduite des parcelles est né il y a près de 15 ans aux Etats-Unis et il s'y développe rapidement. Même si de nombreux problèmes sont encore à résoudre, la pratique de l'agriculture de précision sera dans les années à venir, et ce à travers le monde, de plus en plus opérationnelle pour l'agriculteur. Ceci sera permis grâce au développement de **nouvelles technologies (GPS, SIG, capteurs, ...)** dans le monde agricole, et permettra de faire face à des contraintes économiques et environnementales accrues.

Plus spécifiquement pour la France, les questions et problèmes concernent aujourd'hui :

- l'adaptation des nouvelles technologies aux conditions françaises (tant en terme technique qu'économique),
- l'intérêt économique réel, ainsi que l'impact sur l'environnement, de la pratique de l'agriculture de précision par l'agriculteur,
- l'adaptation des modèles agronomiques, utilisés aujourd'hui, à la prise en compte de la variabilité intraparcellaire.

1.3. L'AGRICULTURE DE PRECISION ET L'AGRICULTURE RAISONNEE

1.3.1. LA PRECISION EST FONCTION DU CHOIX DE L'ECHELLE DE RAISONNEMENT CHOISIE :

- dans l'espace : inter parcellaire ?, intraparcellaire ?...

- et dans le temps : **temps réel** =

Capteur → Mesures → Indicateurs → Règle de décision → Contrôle de l'outil

temps différé =

Capteur → Mesures → Indicateurs → Bases de données cartographiques

GPS → Base de données → Indicateurs → Règle de décision → Contrôle de l'outil

1.3.2. L'agriculture de précision est souvent réduite à la prise en compte de la variabilité intraparcellaire (appréciée au travers de cartes de rendement) pour moduler les intrants.

Quelles que soient les échelles retenues, l'agriculture de précision est une composante de l'Agriculture Raisonnée.

II. LA VARIETE INTRAPARCELLAIRE : UNE REALITE

A l'échelle de la France, parmi les différentes composantes du milieu sur lequel s'effectue la production agricole, le climat est sans doute le facteur dont la variabilité spatiale et temporelle est la plus immédiatement perceptible. Une autre source de variabilité importante est générée par la diversité des sols tant au niveau de leur texture que de leur profondeur.

A l'échelle de l'exploitation agricole les 2 niveaux de variabilité sont déjà, depuis longtemps, pris en compte par les agriculteurs pour la conduite des cultures.

C'est au niveau de la variabilité intraparcellaire que l'agriculture de précision trouve son fondement.

Cette variabilité peut concerner :

- le sol (l'ensemble de ses propriétés physiques, mécaniques et chimiques),
- la plante cultivée (stades de développement, maladies, rendement, "qualité", ...),
- la flore et les maladies fongiques,
- plus rarement le climat.

(voir documents n° 1, 2 , 3 en fin de texte)

2.1. LE SOL

La répartition des textures dominantes de surface sur le territoire français laisse apparaître de grands ensembles granulométriques : des sols sableux (plutôt présents dans les Landes de Gascogne) aux sols très argileux plutôt

localisés dans l'est et le sud-ouest de la France. Cette variabilité des types de sols résulte d'évolutions pédogénétiques différentes suivant les régions concernées.

A une échelle plus fine et jusqu'au niveau intraparcellaire cette variabilité du sol peut subsister avec une intensité plus ou moins importante. Elle trouve son origine dans les processus de formation des sols mais aussi dans les modifications induites par les pratiques agricoles : déforestation et mise en culture, retournement des prairies, suppression de haies, aménagements hydrauliques, Elle concerne l'ensemble des paramètres physiques, mécaniques et chimiques du sol.

Différents moyens peuvent être mis en œuvre pour caractériser la variabilité intraparcellaire du sol :

- la connaissance de ses parcelles par l'agriculteur,
- les cartes des sols à une échelle suffisamment détaillée (au moins au 1/25 000),
- les prélèvements de sol pour analyse avec un maillage fixe prédéterminé. Sans autres éléments d'information disponibles ce mode de prélèvement est le seul moyen de mettre en évidence la variabilité du sol et en particulier pour les paramètres chimiques. La question aujourd'hui est : quelle maille de prélèvement retenir pour que le coût du prélèvement et des analyses de sol soit en rapport avec le gain que pourrait apporter la modulation des pratiques agricoles. **Aux Etats-Unis**, où cette pratique est courante (grid sampling), la maille est d'environ 1 point par ha,
- les prélèvements de sol pour analyse avec échantillonnage orienté à partir d'autres informations comme les cartes de rendement, les photographies aériennes ou images satellitaires disponibles. Avec ce mode de prélèvement la prise d'échantillons de sol ne se fait plus à « l'aveugle » et de manière systématique mais de manière raisonnée. Par exemple les sondages pour réaliser la carte des profondeurs de sol peuvent être effectués de manière privilégiée là où les cartes de rendement de 2 ou 3 années précédentes montrent des différences de rendement importantes,
- **les images satellitaires** « historiques », les photographies aériennes ou **les cartes de rendement**. Seules, les cartes de rendement ne peuvent donner l'information sur la variabilité de profondeur, mais elles peuvent « orienter » la réalisation des mesures sur des zones spécifiques,
- **les capteurs** quand ils seront opérationnels.

Le tableau ci-dessous donne le niveau d'information (pertinence, fiabilité, ...) que peuvent fournir les moyens selon le paramètre du milieu à caractériser.

X : faible, XX : moyen, XXX : élevé

	<i>Paramètres chimiques</i>			<i>Paramètres physiques</i>		
	pH	P, K, Ca, Mg, ...	Matière organique	Texture	Profondeur	Comportement hydrique
Prélèvements de sol avec un maillage fixe prédéterminé	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Prélèvements de sol avec échantillonnage orienté à partir d'autres informations	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Connaissances de l'agriculteur de ses parcelles	X	X	X	XX	XX	XX
Images satellitaires « historiques »			X	X	X	X
Cartes des sols détaillée				XX	X	X
Capteurs			X à XXX	X à XXX	X à XXX	X à XXX
Cartes de rendement	X*			X	X	X

* selon culture

Le plus souvent c'est la combinaison de plusieurs de ces moyens qui va permettre de caractériser au moindre coût et avec la plus grande précision la variabilité du sol. Sa connaissance peut d'ailleurs s'échelonner et s'affiner sur plusieurs années au fur et à mesure de l'acquisition des informations intraparcellaires qui seront stockées dans un **Système d'Information Géographique**.

Pour un type de milieu donné, la variabilité a d'autant plus de chance d'être importante que la parcelle est grande.

2.2. LES PLANTES CULTIVEES

La variabilité intraparcellaire des plantes cultivées résulte de celle du sol, du climat et des opérations culturales réalisées par l'agriculteur. Elle concerne aussi bien la quantité de produit que sa qualité.

Même si la **variation de profondeur du sol** est un des principaux facteurs qui va déterminer la quantité d'eau et d'éléments nutritifs potentiellement disponibles pour la plante, le rendement et la qualité de récolte vont dépendre de leur disponibilité réelle qui elle-même est liée :

- aux effets des interventions culturales qui peuvent être variables au sein même de la parcelle : passages de roues, fourrières, recouplement d'épandage ou de pulvérisation, ...
- au climat qui peut être variable d'un point à un autre de la parcelle,
- aux maladies qui peuvent se développer par foyers localisés,
- à la pression des mauvaises herbes qui se développent le plus souvent par taches,
- à l'interaction entre ces différents paramètres.

La mesure de la variabilité intraparcellaire de la culture peut être réalisée pour :

- la conduite ultérieure de la culture, c'est à dire l'année même de la mesure. Par exemple mesurer la variabilité de la teneur en azote de la plante (avec un **capteur** embarqué sur engin agricole, à partir **d'une image satellitale ou d'une vue aérienne**) pour moduler le deuxième et/ou le troisième apport d'azote,
- expliquer la **variabilité du sol** et faire partie de la base de données utilisée pour prendre les **décisions de conduite des cultures** les années qui vont suivre c'est le cas principalement de la mesure de rendement.

Aujourd'hui, c'est principalement la cartographie de rendement qui est pratiquée dans le cadre du concept de l'agriculture de précision. Elle est réalisée à l'aide d'un **capteur de rendement** associé à un système **GPS**. Son utilisation est **largement répandue aux Etats-Unis** et commence à se développer en France.

L'interprétation des cartes de rendement doit se faire avec prudence, en effet la variabilité du rendement n'est que la résultante de la variabilité intraparcellaire, elle n'en est pas la cause. Cependant les cartes de rendement peuvent être utilisées pour :

- mettre en évidence des problèmes liés à des réglages ou à des défauts de fonctionnement d'appareils de semis, d'épandage ou de pulvérisation, ou bien encore repérer des zones de dégâts de gibier,
- orienter l'acquisition d'informations (profondeur de sol, texture, comportement hydrique, ...), si l'on dispose de plus de trois années de cartes de rendement, pour délimiter **les zones à forts contrastes au sein de la parcelle**,
- préciser les potentiels de rendement des différentes zones de la parcelle une fois qu'elles ont été identifiées,
- juger des résultats de la conduite modulée de la parcelle.

2.3. LA FLORE ET LES MALADIES FONGIQUES

De ces deux types de variabilité intraparcellaire, c'est celle de la flore qui est aujourd'hui à la fois la plus prise en compte par les agriculteurs et la plus travaillée par les équipes de recherche à travers le monde.

(voir documents n° 4, 5 en fin de texte)

2.3.1. VARIABILITE INTRAPARCELLAIRE DE LA FLORE :

Les mauvaises herbes sont présentes de manière très hétérogène sur une parcelle.

Face à cette hétérogénéité constatée, est-il nécessaire d'appliquer un herbicide sur la totalité de la parcelle ?

Avec un pulvérisateur pouvant traiter par tronçons de 4 m, et en prenant une marge de sécurité de 4 m avant et après les tâches, seulement 27 % de la surface de la parcelle nécessite l'application d'un herbicide.

La limite aujourd'hui face à ce constat est :

- d'une part, la réalisation des cartes de mauvaises herbes si l'on souhaite traiter en différé, comment les réaliser ?
- d'autre part, l'application du désherbant à dose modulée, avec quel matériel ?

Pour la réalisation de cartes de mauvaises herbes deux voies sont possibles :

- l'observation visuelle lors de passages spécifiques en interculture ou en culture avec un quad équipé d'un **GPS**. Il s'agit alors de tourner autour des zones infestées pour réaliser la cartographie. Le temps nécessaire à la cartographie dépend évidemment du niveau d'infestation de la parcelle,
- la cartographie pendant la récolte. En effet, les consoles de contrôle des **capteurs de rendement** permettent d'enregistrer des informations visibles par le chauffeur comme par exemple la présence de taches de mauvaises herbes pour peu qu'elles soient visibles et que le chauffeur « pense » à réaliser l'enregistrement d'entrée et de sortie de la tache. Cela nécessite d'appuyer sur un bouton de la console.

L'utilisation de photographies aériennes en haute résolution pourra être envisagée quand leur disponibilité, en terme de mise à disposition et de coût, sera compatible avec les contraintes agricoles.

La modulation du désherbage en intraparcellaire concerne à la fois la dose et le type de produit appliqué, deux voies sont possibles :

- **le temps différé** : utilisation de **cartes de mauvaises herbes** pour déclencher la pulvérisation,
- **le temps réel** : utilisation d'un **capteur de mauvaises herbes** agissant directement sur le pulvérisateur. Cette pratique peut déjà être réalisée avec le « capteur » le plus opérationnel aujourd'hui c'est à dire les yeux de l'agriculteur, mais avec les limites suivantes : le champ de vision de l'agriculteur avec les pulvérisateurs de plus en plus larges, la vitesse avec les automoteurs rapides et plus globalement l'attention nécessaire.

Au niveau matériel de pulvérisation l'équipement nécessaire peut varier selon le type de modulation pratiquée :

Type de modulation	<u>Type de pulvérisation</u>	Nécessité d'une console de contrôle
Tout ou rien	Classique ou injection directe (1 pompe)	Non
Variation du volume de bouillie	Classique	Oui
Variation de produit et/ou variation de dose	Injection directe (2 à 5 pompes)	Oui

Comparativement à d'autres pays, peu d'appareils sont aujourd'hui disponibles en France pour la modulation des produits :

Type de modulation	Principe	Types d'appareils nécessaires et disponibilité
A vue	L'agriculteur décide lui-même des modulations à vue	Pulvérisateur classique ou à injection directe (non répandu en France)
A partir d'une cartographie	La décision d'appliquer, ou pas, du désherbant appartient à l'agriculteur. Les modulations sont réalisées sans intervention directe de l'agriculteur pendant le travail.	Un appareil proposé par Hardi (lien avec site Hardi) en France. Disponibilité dans d'autres pays européens et aux États-Unis.
Avec un capteur temps réel	Les modulations sont réalisées sans intervention directe de l'agriculteur. Tout repose sur le capteur.	Disponibilité aux États-Unis.

Les travaux de recherches à travers le monde portent aujourd'hui :

- sur la **mise au point de capteurs** pour détecter en culture les mauvaises herbes. Cependant même si des progrès sont réalisés en matière d'analyse et de traitements d'image ou de télédétection, les connaissances actuelles ne permettent pas d'espérer la mise au point de systèmes de détection automatique des mauvaises herbes dans un futur proche,
- sur les **méthodes d'échantillonnage** pour cartographier les mauvaises herbes dans les parcelles. La réalisation et l'actualisation des cartes de mauvaises herbes devront associer différentes techniques comme : le géoréférencement des adventices, la photographie aérienne et l'analyse d'image, des bases de données sur la parcelle (cartes des mauvaises herbes pour les années antérieures, cartes des types de sol, ...),
- sur la **mise au point d'appareils** adaptés pour les applications modulées.

2.3.2. VARIABILITE INTRAPARCELLAIRE DES MALADIES FONGIQUES :

Aujourd'hui, à part constater la variabilité rien n'est envisageable en terme de conduite modulée des parcelles. En effet, le constat se fait sur les dégâts occasionnés par les maladies et il est trop tard pour intervenir. Cependant, des travaux de recherche sont engagés à travers le monde pour mettre au point des méthodes permettant de détecter très précocement les attaques des champignons là où elles se produisent.

III. LES TROIS PHASES DE L'AGRICULTURE DE PRECISION

La prise en compte de la **variabilité intraparcellaire** pour la conduite des cultures nécessite trois étapes :

- 1. la mise en évidence et la caractérisation de la variabilité intraparcellaire,
- 2. la prise en compte de la variabilité pour prendre les décisions de conduite des cultures,
- 3. la mise en œuvre des décisions de modulation sur la parcelle.

Etape 1 : Mise en évidence et caractérisation de la variabilité intraparcellaire :

Décéler la variabilité intraparcellaire n'est pas l'étape qui, techniquement parlant, pose aujourd'hui le plus de problèmes pour l'agriculteur qui souhaite se lancer dans l'agriculture de précision. La limite est essentiellement économique : quel est le coût acceptable de cette phase ? Peu de réponses sont encore disponibles, et elles sont parfois contradictoires. Mais, c'est en toute logique à ce niveau que doit démarrer la pratique de l'agriculture de précision. D'une manière globale différents moyens sont à mettre en œuvre :

- d'une part les observations réalisées par l'agriculteur et la connaissance qu'il a de ses parcelles. Un jour ou l'autre elles pourront être valorisées dans le cadre de l'agriculture de précision. Elles sont le fondement de la base de données nécessaire à la caractérisation, puis la valorisation des hétérogénéités intraparcellaires,
- d'autre part les cartographies qui seront réalisées sur chacune des parcelles. Ces cartographies peuvent être obtenues de différentes manières :
 - sondage manuel avec maillage fixe prédéterminé,
 - sondage manuel avec échantillonnage orienté à partir de cartes de rendement, photographies aériennes ou images satellitaires, ...
 - capteur embarqué sur engin agricole, avion ou satellite (télédétection).

Les paramètres à cartographier vont dépendre de l'opération culturale à réaliser. Par exemple il n'est pas nécessaire de disposer de cartes de rendement pour réaliser des corrections modulées de pH. Le tableau donne un aperçu des paramètres et de leurs moyens d'acquisition selon le type d'opération culturale à réaliser :

Travail du sol et semis :

Opérations culturales	Principaux paramètres à prendre en compte	Moyens disponibles	
		Aujourd'hui	Demain
Travail du sol	texture	- carte des sols (si disponible) - sondage manuel avec maillage fixe prédéterminé - sondage manuel avec échantillonnage orienté à partir carte de rendement, photos aériennes ou images satellitaires, ...	sondage manuel avec échantillonnage orienté à partir d'une carte de résistivité ou de conductivité électrique
	compacité	appréciation visuelle à partir de photos aériennes ou images satellitaires historiques	- sondage manuel avec échantillonnage orienté à partir d'une carte de résistivité ou de conductivité électrique - capteur embarqué sur engin agricole (mesure de force, onde radar pénétrante, ...)
	degré d'émiettement	sondage manuel avec maillage fixe prédéterminé	capteur embarqué sur engin agricole (mesure de type télémétrie, analyse d'image, ...)
Semis	degré d'émiettement texture profondeur de sol	sondage manuel avec maillage fixe prédéterminé voir travail du sol/texture voir travail du sol/texture	voir travail du sol/degré d'émiettement voir travail du sol/texture - sondage manuel avec échantillonnage orienté à partir d'une carte de résistivité ou de conductivité électrique, de cartes de rendement, d'image satellitaires, photos aériennes, ...

Amendement et fertilisation :

Opérations culturales	Principaux paramètres à prendre en compte	Moyens disponibles	
		Aujourd'hui	Demain
Amendement calcique	pH	sondage manuel avec maillage fixe prédéterminé	capteur de type « électrodes rapides » embarqué sur engin agricole (mesure de surface)
	texture matière organique	voir travail du sol/texture sondage manuel avec maillage fixe prédéterminé	voir travail du sol/texture capteur (réflectométrie infrarouge) embarqué sur engin agricole
Fertilisation phosphotassique	teneur P et K	sondage manuel avec maillage fixe prédéterminé	capteur de type « électrodes rapides » embarqué sur engin agricole (mesure de surface)
Fertilisation azotée	objectif de rendement azote dans le sol	carte de rendement sondage manuel avec maillage fixe prédéterminé	carte de rendement capteur de type « électrodes rapides » embarqué sur engin agricole (mesure de surface)
	statut azoté de la culture	sondage manuel avec maillage fixe prédéterminé	- image satellitale - capteur embarqué sur engins agricoles mesurant le taux de chlorophylle

Protection des cultures :

Désherbage	présence de mauvaises herbes	tour de parcelle	capteur de mauvaises herbes (réflectométrie, analyse d'image, ...) embarqué sur engin agricole
Lutte contre les maladies	présence de maladies	tour de parcelle	- image satellitale ou photo aérienne

Irrigation :

Irrigation	texture profondeur de sol	voir travail du sol/texture voir semis/texture	voir travail du sol/texture voir semis/texture
------------	---------------------------	---	---

Etape 2 : Prise en compte de la variabilité intraparcellaire dans le processus qui amène à la prise de décision de conduite des cultures :

Cette étape nécessite de comprendre l'origine et l'impact de la variabilité intraparcellaire tant vis-à-vis de l'opération culturale à réaliser (décision opérationnelle) que pour l'exploitation dans sa globalité (incidence économique et sur l'environnement). C'est à ce stade que le concept d'agriculture de précision trouve aujourd'hui son point faible et non au niveau des nouvelles technologies. En effet, compte tenu de la masse importante d'information que fournissent ces dernières, elles amènent souvent, pour l'instant, plus de questions qu'elles ne sont censées en résoudre.

Même la « puissance » des SIG ne résout pas pour autant le problème de la prise de décision à ce stade.

La décision doit être basée sur des modèles d'aide à la décision. Ceux développés depuis près de vingt ans ne sont pas forcément adaptables directement à la conduite modulée des parcelles. La prudence est donc de mise avant toute décision. En aucun cas les décisions ne doivent être prises à la simple vue d'une carte de rendement. La décision finale appartient à l'agriculteur, en fonction :

- de la faisabilité technique,
- de l'intérêt économique,
- de l'impact sur l'environnement

Etape 3 : mise en oeuvre des décisions de modulation sur la parcelle

Paradoxalement, elle est l'étape qui aujourd'hui pose le moins de problème compte tenu des avancées technologiques récentes. Le seul problème aujourd'hui en France est la disponibilité, chez les agriculteurs, du matériel susceptible d'appliquer en modulé les **apports d'intrants**.

Pour la mise en œuvre de la conduite modulée des parcelles, deux pratiques sont possibles : la modulation en temps réel ou la modulation fondée sur l'utilisation de cartes de préconisations. L'utilisation de l'une ou l'autre des méthodes va dépendre de l'opération culturale à mettre en œuvre, c'est à dire du type de paramètre pris en compte pour décider du réglage du matériel. Ces deux pratiques peuvent d'ailleurs être combinées pour la même culture selon les différentes étapes de sa réalisation. Par exemple pour la fertilisation azotée d'un blé, les deux premiers apports d'azote peuvent être réalisés à partir de cartographies prenant en compte différents paramètres du milieu (et en particulier des données pérennes comme la profondeur de sol, la texture,...) et le dernier à l'aide d'un capteur mesurant le besoin réel de la plante au moment de l'apport.

La modulation en temps réel : c'est l'utilisation de capteurs embarqués actionnant directement le matériel pendant le travail.

La modulation fondée sur l'utilisation de cartes de préconisations : c'est actuellement la pratique la plus utilisée pour la conduite modulée des parcelles. La qualité des cartes de préconisations repose sur :

- la qualité des informations acquises sur la parcelle, qu'elles proviennent d'études systématiques du milieu (carte des sols, carte pour les éléments minéraux,...) ou de capteurs,
- le type de traitement géostatistique des informations de base (kriging, inverse distance,...)
- la qualité des modèles agronomiques utilisés. Des travaux sont encore nécessaires pour adapter les modèles agronomiques, utilisés aujourd'hui, à la pratique de l'agriculture de précision. En effet, pour la plupart ils ont été mis au point pour tenir compte de cette variabilité intraparcellaire que l'on souhaite aujourd'hui intégrer dans les prises de décision de conduite des cultures. Ils ne sont en fait « pas assez précis » pour cet usage.

IV. LES NOUVELLES TECHNOLOGIES EN AGRICULTURE

Les nouvelles technologies qui devraient rendre la modulation des opérations culturales au sein d'une même parcelle plus opérationnelle, au sens fiabilité agronomique et facilité d'utilisation par l'agriculteur, sont au nombre de 4 :

1. le positionnement géographique des engins agricoles pendant le travail et des informations collectées sur les parcelles avec le **Global Positioning System** appelé GPS.
2. la possibilité de collecter des informations intraparcellaires à l'aide de **capteurs**.
3. la gestion géoréférencée des informations parcellaires avec l'utilisation d'un **Système d'Information Géographique** (SIG).
4. **le contrôle automatique des engins agricoles** permettant la variation des réglages en continu sans intervention de l'agriculteur.

Ces nouvelles technologies peuvent être **mises en œuvre en dehors de la pratique de l'agriculture de précision**.

4.1. LE GPS

Le **Global Positioning System** (GPS) est un système universel de localisation. Il permet de positionner les mobiles agricoles et les informations collectées sur les parcelles. On peut s'en servir dans l'agriculture pour :

- ◆ faire les cartes des parcelles en repérant les contours,
- ◆ repérer les points d'analyse,
- ◆ connaître en temps réel la position d'un engin agricole dans une parcelle.

Le GPS est fondé sur l'utilisation d'un réseau de 24 satellites (lancés pour les militaires américains) en orbite autour de la terre à une altitude de 21 000 km.

Un récepteur au sol calcule sa position sur terre à partir des informations qu'il reçoit d'au moins quatre satellites du réseau. Ce récepteur est placé sur un « mobile » : engin agricole (tracteur, moissonneuse, quad, ...) ou une personne.

Compte tenu des imprécisions naturelles du système, liées aux phénomènes météorologiques et au « brouillage » systématique réalisé par le Ministère de la défense américain, il est nécessaire de disposer, en plus du signal GPS, d'un signal de correction pour obtenir une précision compatible avec l'agriculture de précision. On parle alors de GPS ou GPS différentiel. Sans ce signal de correction la précision est de l'ordre de 30 à 100 m, alors qu'avec correction elle est de 1 à 3 m selon le matériel utilisé.

Le signal de correction peut être obtenu de différentes manières :

- balise fixe propre au système mais d'un coût actuellement trop élevé pour un agriculteur seul. La balise fixe et son système de transmission radio du signal de correction GPS vers la balise embarquée sur le mobile peut servir à plusieurs agriculteurs en même temps dans un rayon d'une vingtaine de km,
- balise côtière, signal gratuit mais non disponible loin des côtes et avec une imprécision croissante avec l'éloignement de la côte et une réception du signal de correction dépendante de la topographie,
- prestataire de service émettant le signal via la bande FM (ou AM dans certains pays) ou via un satellite spécifique.

Un autre système similaire au GPS, moins connu et utilisé, est proposé par la Russie : le système Glonass (Global Navigation Satellite system). Certains récepteurs peuvent recevoir et utiliser les informations fournies par les deux systèmes.

Différentes sociétés proposent aujourd'hui des systèmes GPS utilisables dans le cadre de l'agriculture de précision et notamment la société Trimble qui fournit de nombreux constructeurs commercialisant des équipements intégrant un système GPS.

4.2. LES CAPTEURS

Comme pour la « conduite classique » des cultures le concept d'agriculture précision repose sur l'utilisation d'informations sur les paramètres du milieu pour prendre les décisions de conduite des cultures. Plus l'agriculteur pourra disposer d'informations à l'échelle intraparcellaire, mieux il pourra caractériser, donc tenir compte de la variabilité intraparcellaire.

L'utilisation de capteurs, en démultipliant les yeux des agriculteurs, est un moyen d'acquérir l'information intraparcellaire de manière « exhaustive », sans intervention humaine et au « moindre coût ». L'information (qualitative ou quantitative), fournie par les capteurs, peut concerner :

- la plante,
- le sol, les mauvaises herbes,
- les maladies,
- le climat.

Très peu de capteurs sont opérationnels aujourd'hui en France contrairement aux Etats-Unis où l'offre est déjà plus conséquente (voir tableau ci-dessous). Ils sont fondés sur différents principes de mesure : chimique, optique, électrique, électromagnétique, mécanique,... Le capteur de rendement pour **la réalisation de carte de rendement** est de loin le plus répandu aujourd'hui pour l'agriculture de précision.

Types de capteurs	Principes et marques	Informations fournies
Informations sur la plante		
Rendement grain	Mesure de flux ou de volume de grain avec différents principes selon les marques (Case-IH, Claas, RDS, John-Deere et Massey- Ferguson) (liens avec les sites)	Associée à un récepteur GPS l'information fournie par ce capteur permet la réalisation de cartes de rendement. L'information qu'elles fournissent est à utiliser avec prudence.
Rendement betterave et pomme de terre	Mesure de poids en dynamique : - un matériel proposé par KLEINE en Allemagne pour la betterave, - un matériel proposé par RDS au Québec pour la pomme de terre.	Associée à un récepteur GPS l'information fournie par ce capteur permet la réalisation de carte de rendement. Les cartes réalisées correspondent au cumul de poids de la betterave et de la tare.
Informations sur le sol		
Zones à forts contrastes sur des paramètres comme la profondeur, la texture, ...	Mesure de la conductivité électrique du sol (Sté Véris aux USA) (liens avec le site)	L'information fournie par ce capteur, associée à un récepteur GPS, permet de mettre en évidence les zones à forts contrastes afin d'orienter la prise d'échantillon de sol pour la mesure « directe » des paramètres physiques (profondeur, texture, compactage, ...) du sol
Teneur en matière organique	Mesure de réflectométrie infrarouge (Sté Tyler* aux USA) (liens avec le site)	Le capteur permet en temps réel de mesurer le taux de matière organique à la surface du sol pour l'application modulée d'herbicide et d'engrais en fonction de la teneur détectée par le capteur.
Paramètres chimiques	Electrode « rapide » roulante (Sté Crop Technology aux USA)	Le capteur mesure (pour les premiers centimètres de surface) en temps réel la teneur en matière organique, la capacité d'échange en cation, l'humidité du sol et la teneur en nitrate dans les premiers centimètres du sol. Il est utilisé pour moduler les apports d'engrais.
Informations sur les mauvaises herbes		
Détection de la présence de végétation	Mesure de réflectométrie infrarouge (Détecspray commercialisé en Amérique du nord et Australie par la société Concord*)	Le capteur permet en temps réel de déceler la présence de végétation par rapport à un sol nu ou encombré de débris végétaux. L'association d'un capteur par buse du pulvérisateur permet le traitement en plein pendant l'interculture
Informations « globales » sur le milieu		
Photos aériennes ou images satellitaires	Mesure de réflectométrie de la lumière naturelle dans différentes gammes de longueurs d'ondes	L'information fournie permet la mise en évidence de zones hétérogènes au sein de la parcelle. Elles peuvent concerner l'état du sol, les stades de développement ou l'état physiologique des plantes (stress hydrique, attaque par les maladies, ...)

De nombreuses équipes de chercheurs à travers le monde travaillent sur la mise au point de capteurs :

	Types de capteurs
Sur la plante	rendement fourrages, rendement pomme de terre, taux de couverture des cultures, mesure de biomasse, taux de chlorophylle, nombre d'épis ou de pieds
Sur le sol	teneur en matière organique, structure du sol, degré d'émiettement du lit de semence, humidité du sol, pH, teneur en éléments minéraux, teneur en nitrate
Autres	repérage des mauvaises herbes dans les cultures

On peut penser que :

- dans moins de 5 ans, les images satellitaires et les photos aériennes seront de plus en plus utilisées dans le cadre de l'agriculture de précision comme source d'informations sur la parcelle (sol et plantes),
- dans moins de 10 ans, il sera probablement envisageable de repérer les mauvaises herbes par analyse d'image à l'aide d'une caméra embarquée sur le tracteur. La limite actuelle est plus liée à la vitesse de calcul nécessaire au traitement des informations en temps réel qu'à la technique même de l'analyse d'image.

Les images satellitaires et les photographies aériennes, au même titre que les autres cartographies (**carte de rendement, carte des sols, ...**), fournissent des informations sur la parcelle (sol et plantes).

Compte tenu de leur coût actuel et de l'absence de proposition commerciale réelle, elles ne sont pas encore utilisées pour l'agriculture de précision en France contrairement aux Etats-Unis où leur utilisation commence à se développer grâce à une offre de plus en plus importante.

L'information de base fournie par les images satellitales (ainsi que par des photographies aériennes) ne correspond pas à une caractéristique agronomique, mais simplement à une mesure de la réflexion de la lumière du soleil par le sol et / ou la plante.

Deux types d'utilisation sont possibles à partir des images satellitales :

- la réalisation de carte de préconisations pour la culture en cours ou la détermination de zones homogènes au sein de la parcelle. L'information de base peut être analysée et transformée à l'aide de modèles agronomiques en indices biologiques (stade d'une culture, biomasse, indice de nutrition, ...) pouvant être utilisés directement pour la conduite des cultures. Plusieurs projets existent à travers le monde pour mettre au point des satellites pouvant fournir ce type d'information, c'est à dire avec une résolution spectrale (longueur d'onde utilisée), une résolution temporelle (la fréquence de retour sur la même parcelle) et une résolution spatiale (taille du pixel) adaptées. Le projet X-Star de Matra Marconi Space est l'un de ceux-ci.
- à titre « historique » pour réaliser un pré-zonage de la parcelle qui servira à orienter l'acquisition d'information quantitative sur certains paramètres de la parcelle (comme : la profondeur de sol, la texture, le comportement hydrique, ...) à partir de prélèvements faits directement sur la parcelle. Ce type d'utilisation est similaire à ce qu'il est possible de faire à partir de l'analyse de cartes de rendement sur plusieurs années. La société **SPOT- IMAGE** dispose depuis le lancement du premier satellite SPOT début 1986 d'une base de données sur les parcelles qui pourrait être utilisée dans ce sens.

4.3. LES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)

Depuis une dizaine d'années, l'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) croît dans de nombreux domaines d'activités. Ces logiciels de cartographie et d'analyse spatiale sont adaptés à tous ceux qui ont à gérer des informations localisées quelle que soit leur échelle de travail. Déjà éprouvés comme outils d'analyse dans de nombreux domaines, ils sont de plus en plus utilisés en agriculture pour travailler à l'échelle des départements, des bassins versants, des exploitations... Avec l'agriculture de précision, les analyses pourront s'effectuer à l'échelle de la parcelle.

L'utilisation des systèmes **GPS** permet de disposer d'informations géoréférencées (c'est à dire connues en coordonnées). Avec un SIG, elles peuvent être analysées même si elles n'ont pas la même résolution spatiale et/ou temporelle : par exemple mettre en relation le rendement de la culture pour lequel une information existe au moins tous les 20 m² et tous les ans avec la profondeur de sol qui a été mesurée au mieux une fois par hectare et qui ne varie pas d'une année à l'autre. Plusieurs niveaux d'informations peuvent ainsi être gérés en même temps. Les logiciels de type SIG actuellement utilisés en agriculture de précision en France sont ceux vendus avec les capteurs de rendement. A travers le monde, d'autres existent et exploitent mieux les fonctions classiques des SIG. L'ITCF en a déjà ainsi recensé près d'une cinquantaine.

Un SIG destiné à l'agriculture de précision doit pouvoir :

- intégrer des données de différents types et sources afin de les transformer en cartes exploitables,
- exploiter les images satellitales ou les photographies aériennes,
- établir des cartes de préconisation pour les différentes opérations culturales, c'est à dire intégrer d'une manière ou d'une autre les modèles agronomiques permettant de prendre les décisions de conduite des cultures,
- disposer d'interfaces permettant de communiquer aussi bien avec les dispositifs fournissant les informations de base (logiciels gérant les données de rendement, systèmes GPS permettant la collecte d'information sur les parcelles, ...) que les ordinateurs de bord des engins agricoles gérant **l'application modulée des intrants**.

Les SIG dédiés à l'agriculture de précision doivent permettre :

- l'utilisation d'un fond de plan tel que : une photographie aérienne, le cadastre ou tout autre plan scannérisé, des levés effectués au GPS, des données provenant de l'IGN,
- de garder un historique des informations intraparcellaires et de pouvoir les trier par date.

4.4. LE CONTROLE AUTOMATIQUE DES ENGINS AGRICOLES

A partir de cartes des préconisations et de l'information fournies par le système **GPS**, les appareils équipés de contrôle automatique réalisent une modulation des réglages en continu sans l'intervention du chauffeur. Selon le type d'information utilisée pour la modulation, deux principes de contrôle existent :

4.4.1. LES SYSTEMES AGISSANT A PARTIR D'UNE INFORMATION FOURNIE PAR UN CAPTEUR EN TEMPS REEL

L'utilisation de ce principe peut se concevoir pour pratiquement toutes les opérations culturales mais avec des niveaux d'efficacité opérationnelle très variables aujourd'hui compte tenu du peu de **capteurs** disponibles. Il est indispensable si l'un des paramètres à prendre en compte pour décider du réglage à réaliser nécessite d'être évalué juste avant ou avec un délai très court entre sa mesure et la réalisation de l'opération culturale. Cette pratique ne nécessite pas l'intervention de l'utilisateur (agriculteur ou prestataire de service) puisque le capteur agit directement sur le matériel pour réaliser le réglage nécessaire. Elle n'implique pas de disposer de système GPS et élimine le problème lié à la gestion des informations, sauf si les mesures réalisées par le capteur doivent être utilisées pour d'autres opérations culturales. Par contre la décision prise dépend essentiellement du capteur, donc de sa fiabilité. Deux illustrations peuvent être données :

- le Detectspray : capteur de mauvaises herbes sur sol nu (aux USA),
- le N-Sensor (prototype Norsk-Hydro) : capteur du taux de chlorophylle.

4.4.2. LES SYSTEMES AGISSANT A PARTIR D'UNE INFORMATION FOURNIE PAR "UNE CARTE DE PRECONISATION" INFORMATISEE .

C'est actuellement la pratique la plus pour la conduite modulée des parcelles aux Etats-Unis. L'épandage d'engrais et la pulvérisation de produits y sont réalisés depuis plusieurs années de cette manière par des prestataires de service avec des engins très spécialisés et de grande capacité amortis sur de grandes surfaces de travail : **Terra-Gator, Tyler, ...** . En France, les pratiques des agriculteurs étant différentes, les matériels utilisés outre-atlantique ne sont donc pas directement transposables. Aujourd'hui, l'offre réelle avec des matériels adaptés aux conditions françaises est pratiquement inexistante. Cependant les technologies utilisées aux Etats-Unis devraient, sans problème, pouvoir s'adapter à nos conditions. En Europe quelques matériels ont déjà été présentés par les constructeurs à l'occasion de salons agricoles : Agritechnica 97,

En France, la plupart des constructeurs devraient proposer d'ici à quelques mois ce type de matériels pour l'ensemble des opérations culturales.

Les nouvelles technologies qui se développent aujourd'hui autour de la pratique de l'agriculture de précision peuvent aussi être utilisées à d'autres fins par les agriculteurs :

Nouvelles technologies	Autres utilisations que dans le cadre de l'agriculture de précision	Remarques
GPS	Aide à la conduite des engins agricoles, guidage	La société Trimble propose déjà un tel système aux États-Unis
	Traçabilité	Peut servir aussi bien pour géoréférencer les « produits » entrant que sortant des parcelles
	Organisation, suivi des chantiers de récolte	Le système AgroCom de la société Claas offre cette fonctionnalité pour des moissonneuses-batteuses
	Contour de parcelles pour des calculs de surface et réalisation de plan d'exploitation agricole	Déjà largement utilisé et proposé par de nombreux prestataires de service
Capteurs de rendement	Réalisation de « comparatifs » par l'agriculteur en moyenne surface	Le capteur de rendement doit être impérativement calibré
	Diagnostics intraparcellaires	Une carte de rendement peut servir à déterminer l'étendue de zones pour lesquelles des aménagements fonciers sont nécessaires (drainage, protection contre le gibier, ...) ainsi que d'en calculer l'intérêt économique
Nouvelles technologies	Autres utilisations que dans le cadre de l'agriculture de précision	Remarques
Images satellitales et photos aériennes	Diagnostics intraparcellaires	L'information fournie par les images peut, par exemple servir à déterminer l'étendue de zones pour lesquelles des aménagements fonciers sont nécessaires (drainage, ...) mais aussi de localiser l'emplacement d'anciens réseaux de drainage, ...
Systèmes d'Information géographique	Gestion de l'ensemble des données de l'exploitation	Les SIG peuvent gérer les informations liées à l'exploitation quel que soit le niveau retenu : la parcelle ou l'intraparcellaire

V. EN VOIE DE CONCLUSION, QUE FAIRE AUJOURD'HUI ?

Très certainement comme cela s'est produit aux Etats-Unis, au Canada, en Australie et dans certains pays européens (Angleterre, Allemagne, Danemark et la Suède) l'agriculture va progressivement se développer sous l'impulsion de l'utilisation des nouvelles technologies par les agriculteurs et principalement les capteurs de rendement.

Les conseils qu'il est possible de donner aujourd'hui sont :

- investir avec prudence dans les équipements nécessaires à la pratique de l'agriculture de précision : système GPS et outils permettant la modulation intraparcellaire en s'assurant principalement de la compatibilité entre les différentes informatiques et électroniques embarquées ou à la ferme. En effet aucune norme n'est pour l'instant établie à ce sujet,
- ne pas se précipiter pour réaliser des modulations intraparcellaires dès les premières années. Bien commencer par la première phase : c'est la constitution d'une base de données sur la parcelle et sur plusieurs années qui doit permettre de comprendre puis d'utiliser la variabilité intraparcellaire pour optimiser la production de la parcelle. Pour certaines opérations culturales comme les corrections de pH, les apports de fumure phospho-potassique la modulation peut être envisagée rapidement si économiquement cela s'avère intéressant,
- choisir un logiciel de type SIG qui intègre toutes les fonctionnalités nécessaires à la prise en compte de la variabilité intraparcellaire. L'ITCF en partenariat avec la société ESRI France développe un SIG dédié à l'agriculture de précision. Il intégrera les fonctionnalités d'un « SIG classique » pour gérer l'information intraparcellaire (données géoréférencées comme celles produites par les capteurs de rendement ou issues de prélèvements de sol, images satellitales, photos aériennes, ...) ainsi que les modèles agronomiques nécessaires à la prise de décisions de conduite modulée des cultures,
- faire appel à des conseillers agricoles qui se spécialisent dans l'agriculture de précision. En France, plusieurs sociétés proposent déjà un service spécifique « agriculture de précision ». Il peut aller du prélèvement de sol géoréférencé jusqu'à l'application en modulé. Parmi ces sociétés, on trouve : Agrisat, Prolog, Geosys, Hölzl, Essais +, Satplan,
- ne pas hésiter à partager les expériences avec d'autres agriculteurs,

C'EST A PARTIR DES ECHANGES - EN PARTICULIER AU SEIN DU RESEAU FARRE - QUE JAILLIRA LA LUMIERE QUI ECLAIRERA LA PRECISION DU RAISONNEMENT A RETENIR...

TEMOIGNAGE DE CHRISTOPHE GUDIN **Agriculteur FARRE de l'Allier**

Mesdames et Messieurs, bonjour.

Je m'appelle Christophe GUDIN.

Je suis agriculteur dans le Centre de la France, à la Ferté Hauterive, une commune de l'Allier située entre Vichy et Moulins.

Le système polyculture - élevage de Charolais domine dans mon département, mais les exploitations comme la mienne, située en bordure de la rivière Allier, se sont orientées vers une monoculture de maïs.

J'exploite une ferme de 140 hectares de Surface Agricole Utile où je cultive 12 hectares de betteraves sucrières et le reste en maïs.

Le climat est très continental et accentué d'un micro climat de vallée.

Le nature du sol est constituée d'alluvions récentes. Elle a une structure limono-sableuse voir sablo-limoneuse ce qui nous a contraints à irriguer la totalité de l'exploitation.

La structure du sol très hétérogène par veine, ajoutée au climat et à l'irrigation, nous a orientés vers la production de maïs.

Au printemps 98, j'ai eu la visite du CEMAGREF. C'est un institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement.

Leurs objectifs sont le développement de l'agriculture de précision, l'automatisation des tâches afin d'avoir des filières de production plus compétitives et respectueuses des conditions de travail améliorées.

L'agriculture de précision consiste à établir des différences de rendements à l'intérieur d'une parcelle par l'intermédiaire de cartographies.

Ceci permet de faire varier les apports d'engrais, de moduler la densité de semences en fonction du sol, pour limiter les apports excessifs d'engrais dans un souci d'économie et de respect de l'environnement.

Le CEMAGREF situé à environ 10 km de mon exploitation est venu me voir, car il cherchait des sites pilotes pour l'agriculture de précision.

Mon exploitation les intéressait pour plusieurs raisons :

- une monoculture de maïs ce qui permet de répéter, tous les ans, l'expérimentation sur la même parcelle avec la même production.
- une irrigation par pivots. Ce système est beaucoup plus souple et régulier qu'un système par enrouleurs.
- mon exploitation est située en zone vulnérable et est voisine d'un puits de captage d'eau potable et risque d'être en périmètre rapproché.

L'atout supplémentaire a été que je suis membre du réseau FARRE. Le CEMAGREF aidé de LIMAGRAIN pour le financement de ces expérimentations voulait une médiatisation de leur travaux.

Les travaux ont été effectués les 17 et 18 Novembre 98 par l'entreprise BODEZ. Cette entreprise est venue récolter 11 hectares 31 de maïs avec une machine de marque Class type lexion 430 de 6 rangs, équipée du système Racal différentiel avec correction.

Le système Agro Com est une mesure de volume du grain, par capteur dans l'élévateur avec une prise d'humidité par trémie. Il faut donc introduire le poids spécifique dans l'ordinateur.

La position géographique est donnée par liaison satellite toutes les 5 secondes.

Toutes ces données sont enregistrées sur disquettes et analysées par le CEMAGREF grâce au logiciel M.A..P.

Elles permettent d'établir une carte de rendement.

(présentation des cartes sur transparents)

La culture : maïs. Variété : Perceval. Humidité moyenne : 27 %

Rendement humide moyen 14,26 q / ha \Rightarrow 121 qx sec

Maïs semé le 25 avril 98 à 92 000 g / ha.

<u>Fumure</u> :	K :	100 U	Chlorure décembre 97
	P :	60 U	18.46 localisé au semis
	N :	20 U	18.46 au semis
		100 U	solution 20 mai
		100 U	solution 10 juin

Irrigation : Pivots Début 12 Juin Arrêt 3 septembre
20 passages 3 jours ½ - 20 mm /passage

Désherbage : mécanique début mai
Puis 22 mai = pyron 1 l
Atrazine 2 l

Pas de traitement pyrale

Analyse de la carte :

Nous nous apercevons d'une grande irrégularité du rendement de 100 à 170 qx humide.

Ces variations de rendement sont dues cette année à :

- des variations importantes du nombre de pieds de maïs à l'hectare
- de fortes précipitations : 80 mm en 48 heures, 2 jours après le semis qui ont perturbé les levées dans les zones de terres battantes.

L'irrigation paraît suffisante car les zones de terres ne chutent pas en rendement.

Le dernier point à ne pas négliger, reste les fourrières qui sont trop tassées par le passage répété des tracteurs. Le constat est une baisse significative des rendements.

En conclusion : La cartographie n'est qu'une étape dans l'agriculture de précision. Le programme débute et va s'étendre sur plusieurs années, avec une variation d'apport d'engrais en fonction des zones et une variation de densité du semis.

Avant de procéder à ces variations plusieurs années de cartographies sont indispensables car chaque année les facteurs limitant le rendement seront différents.

Le matériel paraît être au point, mais le rentabilité de ces investissements sera réservée aux grandes surfaces.

QUESTIONS

M. Jean-Claude IGNAZI, Président d'Honneur du COMIFER

Vous venez de mettre en évidence le fait que la maille élémentaire est fonction du signal reçu toutes les cinq secondes. Elle est fonction de la vitesse d'avancement de votre machine de récolte. La maille élémentaire est d'environ cinq mètres sur cinq mètres. On peut moyenner plusieurs éléments de cinq mètres sur cinq mètres, par exemple pour avoir du vingt mètres sur vingt mètres.

J'imagine que le maillage des autres données, et notamment des données explicatives (comme par exemple la fertilisation ou la teneur en phosphore), doit être cohérent avec cela. Pour la teneur en phosphore, votre maillage est-il calculé ou procédez-vous un maillage analytique analogue ?

M. Christophe GUDIN, Agriculteur FARRE de l'Allier

Avant de chercher à faire évoluer les doses d'engrais, il faut comprendre ce qui se passe. Pourquoi le rendement, dans certains endroits, est-il différent ? C'est à ce titre que les différents maillages sont intéressants. Avec un maillage de cinq mètres par cinq mètres, cela paraît très difficile de faire de l'épandage modulé, il faut obligatoirement augmenter le maillage. Mais avant cela, il faut comprendre pourquoi.

Avons-nous eu, cette année, un problème d'engrais ? Est-ce que le facteur limitant le rendement dans différentes zones était l'engrais ? Y en avait-il de trop ? Était-ce l'irrigation ? On réalise différentes cartes et on fait des prélèvements de sol dans différentes zones, ainsi que des comptages de pieds par hectare, pour essayer de comprendre pourquoi on observe de telles variations de rendement.

M. Gilles THEVENET, ITCF

C'est peut-être une question de richesse du sol. D'autres hypothèses sont maintenant vérifiées. Ce que nous voulions, c'était comprendre la variabilité observée en termes de rendement, sachant que celui-ci est une variable tellement globale qu'il peut exister énormément de facteurs. Il faut trouver les plus importants pour pouvoir ensuite, éventuellement, faire des préconisations précises.

M. Christophe GUDIN, Agriculteur FARRE de l'Allier

Tout à fait. On s'est aperçu qu'en fin de compte, les différences de rendement, cette année, étaient fortement liées au nombre de pieds par hectare. On voit qu'il ne reste plus grand chose, au moment de la récolte, du maïs qui a été semé à 92 000 grains/hectare.

Dans les zones à faible rendement, le nombre de grains était assez faible et surtout très hétérogène. On arrive à obtenir 54 000 pieds/hectare pour 92 000 grains/hectare semés. A première vue, on pense que le peuplement était le facteur limitant du rendement.

Nous allons essayer de comprendre pourquoi. Nous avons fait des prélèvements de sol juste avant Noël, nous aurons donc des analyses de sol dans les quatre zones. L'une de ces zones présente un fort rendement, mais ce sont principalement les trois zones à faible rendement qui nous intéressent.

M. Claude GLEIZES, Président du Conseil Scientifique de FARRE

Je remercie Gilles THEVENET et Christophe GUDIN d'avoir ouvert des voies très intéressantes. Nous voyons qu'il reste encore beaucoup de recherches à poursuivre, mais ce sont des outils qui seront certainement à la disposition des agriculteurs plus tard. Il faut remercier ceux qui les testent déjà.

Mme Anne FARRUGGIA, Institut de l'Elevage

A quelle échelle de temps prévoit-on la diffusion réelle de ces types de techniques ? Est-ce de l'ordre de vingt ans, dix ans, cinq ans ?

M. Gilles THEVENET, ITCF

On distingue une partie qui est relativement simple, et qui est l'affaire de quelques années (deux ou trois ans). C'est déjà le cas avec le désherbage : ceux qui traitent uniquement les ronds de chiendent après moisson prennent déjà en compte les variabilités. Ce qu'il faut bien distinguer, ce sont toutes les technologies sophistiquées : satellite, GPS, informatique, etc. Cela demandera, à mon avis, huit ou dix ans, mais c'est la face émergée de l'iceberg. Il existe des choses beaucoup plus simples.

Il est logique que ce soit compris dans un programme de recherches. Il faut essayer de comprendre les raisons de cette variabilité, mais effectivement, il faut en avoir les moyens. On sait déjà faire des choses relativement élémentaires, comme de la modulation de fumure de fond, de la modulation d'interventions classiques du travail du sol ; tout cela n'est pas très compliqué. Pour que cela se développe un peu plus et pour y voir clair, il faut

prendre une échéance de trois ans. Ensuite, ce sera fonction du contexte économique. Les Américains annoncent des gains de quelques centaines de francs par hectare. Ce n'est pas très rentable !

Ainsi, à la fois la dimension environnementale et l'offre de technologies feront que les prix diminueront progressivement et que cela se développera. Le système GPS, qui coûtait plusieurs dizaines de milliers de francs il y a encore deux ans, est maintenant très courant (on le trouve pratiquement dans tous les taxis). A partir du moment où la technique s'oriente vers des marchés de masse, les prix diminuent.

Je crois donc que ce n'est pas complètement utopique. Il ne faut pas penser à des systèmes très sophistiqués, mais rester très pragmatique et s'en tenir aux choses simples. Il est nécessaire de travailler de manière très opérationnelle, avec des ambitions limitées. Il faut comprendre et faire de la modulation.

M. Christophe GUDIN, Agriculteur FARRE de l'Allier

Pour ce qui me concerne, cette année a été perdue car les données que nous avons obtenues ne correspondaient pas du tout à ce qui avait été prévu. Donc, donner une date...

M. Claude BESNAULT, Secrétaire Général de FARRE

L'intérêt de la diversité au niveau de la parcelle est une évidence. A mon avis, l'Agriculture Raisonnée sera nécessairement une agriculture de précision. On ne peut pas savoir quand, mais cela se fera.

Le temps entre en ligne de compte. Le premier réflexe consiste à dire que ce n'est pas pour demain. Mais quand on regarde l'histoire de l'agriculture ou de l'élevage, on s'aperçoit que le changement de système est exponentiel. Il a fallu cent mille ans pour passer de la chasse au pasteuralisme et au nomadisme. Il a ensuite fallu à peu près dix mille ans pour passer du pasteuralisme à l'élevage sédentaire. Gérer par troupeau a peut-être demandé une centaine d'années. Aujourd'hui, on ne gère plus par troupeau, on gère par individu. L'élevage laitier est devenu une agriculture de précision : on traite chaque vache une par une, comme un individu. Cela va donc très vite. L'agriculture de précision n'est peut-être pas pour demain, mais sûrement pour après-demain. Je pense que cela arrivera beaucoup plus rapidement qu'on ne le croit.

M. Christian MARECHAL, Académie d'Agriculture de France

Je crois que le problème important est celui du coût. Est-ce à notre portée, vu la baisse des prix qu'on observe à l'heure actuelle ? Je pense que l'étude économique doit également être liée à l'expérimentation. J'aimerais qu'on m'explique ce plan d'étude économique.

M. Gilles THEVENET, ITCF

Il existe plusieurs éléments de réponse. Est-ce une stratégie individuelle ou collective ? Les entrepreneurs de travaux agricoles qui équipent les moissonneuses-batteuses offrent le service à tous leurs clients. Donc les investissements que cela représente, si on reste en système capteur de rendement GPS, peuvent être calculés sur des surfaces plus ou moins importantes. Le programme est en partie collectif. Je laisse à part les programmes de recherche, bien qu'ils soient également dans un programme collectif puisque c'est un entrepreneur qui récolte. Cela, ce sont les investissements lourds.

L'enregistrement de l'information, le jour où l'on réalise une ou deux analyses de sol plutôt qu'un échantillon moyen, ce n'est pas un investissement supplémentaire mais une focalisation de la mesure de la variable, en l'occurrence de la teneur du sol, en fonction d'un zonage qui est déjà établi dans la parcelle. Cela, c'est individuel. On a parlé de modulation en intrants, mais le positionnement d'outils peut être utilisé pour réaliser des relevés parcellaires des contours de parcelles. Il existe de nombreuses utilisations autres que la stricte modulation des intrants. C'est important de s'y intéresser et c'est pour cela que l'ITCF a des programmes importants. Le CEMAGREF, l'INRA et toutes les Chambres d'Agriculture veulent y voir clair car tout cela semble porteur. Dire aujourd'hui aux agriculteurs : " Allez-y, c'est prêt ! " serait exagéré car il reste un certain nombre d'inconnues. Il faut cependant être attentif à ce qu'il en est aujourd'hui pour être prêt le jour où ce sera opérationnel.

M. Daniel CARLIER, Chambre d'Agriculture de l'Indre

Je fais partie d'un site expérimental sur l'agriculture de précision. On observe une surmédiation de l'agriculture de précision. Des agriculteurs ont cru pouvoir réaliser des modulations de doses après une carte de rendement. C'est bien de collecter des informations, mais il faut ensuite les analyser et donner des conseils. Les agronomes et les pédologues ont réalisé un important travail sur ces cartes. Sur le site dans lequel je travaille, le premier facteur limitant a été la réserve utile.

Il reste beaucoup de choses à découvrir. On n'en est qu'aux balbutiements et il serait utopique de penser que l'agriculture de précision résoudra tous les problèmes, mais à mon avis, c'est très prometteur. On va redonner à l'agriculteur son vrai métier : on fouillera à l'intérieur même de sa parcelle afin de connaître les facteurs limitants et d'apporter la quantité d'intrants nécessaire pour que la plante exprime pleinement son potentiel et pour que la culture récoltée soit de qualité.

M. Gilles THEVENET, ITCF

Qui restera propriétaire de la décision et des règles de décision ? Je n'ai pas d'état d'âme, je dis que ce doit être l'agriculteur. J'ai été perturbé par ce que j'ai vu aux États-Unis. Là-bas, je ne sais pas s'il faut parler

d'intégration sur la chaîne : observation, gestion des données, base de données, décision, proposition d'intervention, service de l'intervention... Le service de cartographie est le premier service offert à l'agriculteur. On offre le service de cartes de préconisation sans dire quelle est la règle de passage de la cartographie à la décision. On offre l'engrais pour tenir compte de la préconisation. On propose le matériel qui épand en engrais modulé, et ainsi de suite. Il faut donc faire attention. Actuellement, il n'y a pas de jurisprudence sur la propriété des données, notamment aux États-Unis. Des satellites observent les sols et on ne sait pas à qui appartiennent les données récoltées. Les cabinets d'avocats américains tentent de le déterminer : est-ce le propriétaire du sol ? Est-ce le fermier qui exploite le sol ? Est-ce la structure qui a financé l'outil qui a mesuré ? Il faut rester attentif à cela.

Il ne faut pas oublier que l'agriculteur est responsable de ses décisions et il faut considérer l'agriculture de précision comme une aide à la décision. Ensuite, c'est l'agriculteur qui décide de faire ce que bon lui semble.

M. Daniel MARTIN, Chambre d'Agriculture de l'Ain

Je fais de la cartographie depuis trois ans, et nous sommes arrivés à enregistrer douze variabilités sur le même secteur. On peut avoir du maïs versé, des pierres, des profondeurs, des liserons, des chardons... C'est bien, mais ce qui est très difficile, c'est de se rappeler le positionnement de ces différents éléments quand on passe la moissonneuse-batteuse. Il faut se souvenir de la variabilité ou de ce qui a fait varier le rendement.

Nous nous sommes demandés si les chardons, les liserons, les rumex avaient un taux qui faisait varier le rendement. L'autre facteur, c'est l'irrigation. Combien faut-il apporter d'eau ?

Nous avons étudié cela avec Agri 4 D, un logiciel qui permet de redécouper la parcelle en carrés du multiple de la rampe, du pulvérisateur, etc. Ensuite, s'est posé le problème de la compatibilité entre tous les instruments électroniques du parc. Aujourd'hui, nous avons six ordinateurs différents, de Berthoud et Amazone jusqu'à Iri-France ou Masset. Nous avons acheté un appareil, il y a huit jours, qui ne fonctionne que sur un Masset. Il y a eu une évolution entre les deux. Donc certains problèmes sont quasiment insurmontables aujourd'hui.

Vous dites que vous avez perdu un an, je réponds que j'en ai gagné trois. En trois ans, j'ai pu observer que certaines choses changeaient et d'autres non. Nous avons pu améliorer l'irrigation. Nous avons vu qu'il se passait quelque chose à certains endroits, qu'il y avait des manques d'engrais, des variabilités d'irrigation, ce qui nous a permis de travailler sur Irriparc ou sur Irrisa pour réaliser de meilleurs croisements avec l'irrigation. Tout cela nous a permis d'avancer.

Le dernier problème reste celui du coût. Aujourd'hui, ce matériel nous coûte 100 000 F. Nous avons une exploitation assez importante et sommes regroupés à trois, mais nous n'arrivons toujours pas à être rentables. Cependant, j'ai confiance, et nous aurons un matériel adapté.

M. Olivier CASSOU, FDSEA de Gironde

Si, aux États-Unis, on peut craindre les firmes capitalistes, en France, il existe un certain nombre de "réglementateurs" qui recherchent un magnifique schéma qui permettrait de supprimer l'agriculteur.

Vous essayez de faire varier artificiellement le facteur azote pour voir ce que cela donne. Je me demande s'il ne faudrait pas aller beaucoup plus loin et tracer des courbes de réponse à l'azote pour une même famille de sols, dans des zones à fort, à moyen et à faible rendement. Cela permettrait de voir comment cela varie et de savoir si la fonction de réponse du rendement à l'azote est constante sur toute la parcelle ou si elle se modifie d'un côté de la parcelle à l'autre. Ce n'est que de cette façon qu'on pourra ensuite passer à la modulation.

M. Gilles THEVENET, ITCF

Pour accéder à des relations entre une variable et une conséquence, on n'est plus obligé de passer strictement par l'expérimentation. Il existe des modèles qui permettent de dire qu'il faut aller à tel endroit, etc. Cela permet de gagner du temps. Comme je le disais tout à l'heure, nous avons des relations plus indépendantes grâce aux outils de modélisation.

M. Olivier CASSOU, FDSEA de Gironde

Le problème, c'est qu'il est nécessaire de réaliser des essais au départ pour construire le modèle.

M. Gilles THEVENET, ITCF

Cela fait plusieurs dizaines d'années qu'on en fait, et actuellement, on dort sur une mine d'informations.

M. Olivier CASSOU, FDSEA de Gironde

Quand on regarde les essais réalisés sur des familles de sols et qu'on voit comment, d'un type de sol à l'autre, les choses varient selon les facteurs limitants, les modèles d'azote ne me paraissent pas tout à fait conformes.

M. Gilles THEVENET, ITCF

Je ne pensais pas uniquement au modèle azote, je pensais à la modélisation en général.

AGRICULTURE ET BIODIVERSITE
Paul HAVET, Office National de la Chasse, Ministère de l'Environnement

Paul HAVET, Directeur de l'Evaluation et de la Prospective
Office National de la Chasse
5, Rue Saint Thibault, Saint Benoist
78640 AUFFARGIS

PREAMBOLE .

Cette communication s'appuie sur les travaux du groupe d'experts pour la préfiguration du contrat territorial d'exploitation, dont la création est envisagée dans le cadre de la future loi d'orientation agricole qui sera discutée au Parlement à l'automne 1998. Un sous-groupe a eu à traiter tout particulièrement de la prise en compte dans la gestion agricole de la biodiversité et des objectifs du Plan National Zones Humides.

Elle a été présentée au Colloque organisé par CAMPAGNES VIVANTES, association correspondante de FARRE dans la région Nord-Pas-de-Calais, le 1er octobre 1998 ; certaines personnes présentes ici y assistaient ; je m'excuse auprès d'eux des redites.

RESUME .

Par modification de l'occupation et des usages du sol, par changement de pratiques, l'agriculteur agit sur le niveau de biodiversité ; sa responsabilité directe est engagée. L'impact sur la biodiversité de ces changements a fait l'objet de nombreuses études d'écologie, et il est possible de proposer, aujourd'hui, à chaque agriculteur des méthodes d'auto-évaluation des conséquences pour la biodiversité de ses choix antérieurs en matière de système d'exploitation et de pratiques ; les diagnostics mis au point par le comité scientifique de FARRE répondent à cette attente.

Avec les autres acteurs qui interviennent sur son "territoire", l'agriculteur est appelé à identifier les enjeux locaux liés à la diversité du monde vivant. Pour l'agriculteur, la biodiversité se révèle être un facteur de durabilité de l'outil de production, et son développement un moyen de valorisation socio-économique. Pour les différents groupes de la collectivité qui s'intéressent à ce territoire, la biodiversité est non seulement un patrimoine à transmettre à nos successeurs, mais aussi une ressource renouvelable à exploiter judicieusement et façon durable. Les pouvoirs publics s'attachent à aider cette évolution vers un développement plus durable de l'agriculture. C'est pourquoi il est possible d'espérer une meilleure prise en compte de la biodiversité dans la gestion agricole des exploitations.

INTRODUCTION .

Aujourd'hui, dans chaque type de milieu "naturel", l'actuelle imbrication complexe entre les éléments physiques du milieu et les composantes du monde vivant est le fruit d'une lente évolution sur des millions, voire des milliards d'années. Le passage de la cueillette à l'agriculture et à l'élevage illustre le développement des capacités de l'homme à modifier les milieux et même les espèces. Les espaces ouverts ont été gagnés sur la forêt, et l'homme a utilisé son intelligence pour choisir ce qui lui était utile et lutter contre la concurrence des animaux sauvages et des plantes adventices. Le développement des technologies, chimiques et mécaniques, a décuplé ses moyens, mais conduit à des schémas simplistes de développement basés sur la spécialisation, la simplification, l'élimination des concurrents. A la veille de l'an 2000, l'homme entre dans une ère du savoir planétaire. Il prend conscience de sa puissance, qu'il transforme, sans maîtrise ni éthique, en puissance destructrice. Invité historiquement dans l'histoire de l'évolution à partager le destin de la vie, il est devenu co-créateur de son environnement et du futur.

L'agriculture est appelée à réfléchir à ses modalités d'intervention, pour que l'homme devienne non le "maître" mais le "partenaire de la nature" ; gérer et non subir le complexe.

I. LA BIODIVERSITE DU CONCEPT A LA PRATIQUE :

1.1. DEFINITION ET TYPOLOGIE :

Sous le terme de biodiversité, il convient de distinguer :

1.1.1. LA "BIODIVERSITE DOMESTIQUE", diversité essentiellement génétique des organismes végétaux ou animaux élevés par l'homme (animaux domestiques, organismes aquatiques inclus et plantes cultivées) ; elle est gérée directement par l'agriculteur, avec le soutien technique d'organismes spécialisés : l'exploitant met en œuvre des méthodes de sélection, de reproduction, de production, ... etc., appropriées aux objectifs.

1.1.2. LA "DIVERSITE SAUVAGE", contrairement à la précédente, n'est pas gérée directement par l'homme, mais indirectement par l'effet des activités humaines sur les milieux ou par l'effet des prélèvements opérés sur la ressource. La qualité écologique des agro-écosystèmes est directement (mais pas exclusivement) dépendante des systèmes et des pratiques de production des agriculteurs.

Elle peut se décliner en *diversité génétique, spécifique et écosystémique*.

On distinguera deux niveaux :

- la *diversité* que l'on peut appeler "*patrimoniale*" = diversité des organismes vivants et des habitats dont la valeur patrimoniale est associée à la rareté, à la vitesse de régression et au risque de disparition : il s'agit alors d'espèce de faune (outarde canepetière, râle des genets, par exemple) et de flore (orchidées des pelouses calcaires, par exemple), ou des écosystèmes (mares, bocage, pelouse sèche, par exemple). Ces entités patrimoniales sont identifiées dans des listes suivies par les services du Ministère chargé de l'Environnement. Le caractère patrimonial des espèces est lié à l'échelle de définition : une espèce peut être considérée comme patrimoniale à une échelle locale ou régionale, alors que sa survie à l'échelle planétaire n'est pas compromise. L'appréciation de la valeur patrimoniale d'une espèce tient donc compte de l'échelle abordée, et d'avis d'experts. Ces mêmes experts proposent de caractériser la valeur de la diversité patrimoniale d'un territoire agricole par un "panier d'espèces et d'indicateurs agro-écologiques".

La conservation de ces taxons, ou écosystèmes, répond à des engagements internationaux précis : c'est le cas des directives européennes 79/409 et 92/43, devant conduire à un réseau de sites, NATURA 2000, sur lesquels les objectifs de conservation de ces espèces seront pris en compte dans les procédures (encore à définir, et négocier, dans ce que l'on appelle les documents d'objectifs) de gestion agricole, forestière et piscicole des espaces ainsi désignés.

- la *diversité "fonctionnelle", dite aussi "banale"*, est celle pour laquelle il n'existe pas d'enjeu en terme de viabilité. Elle rassemble des espèces qui peuvent contribuer à la durabilité du système l'exploitation (relation prédateurs-proies, pollinisation, production d'espèces valorisées par l'observation, la chasse, ou par leur valeur propre d'existence) ; mais elle peut avoir aussi des effets défavorables sur la production (plantes adventices, insectes parasites, etc.). La valeur des espèces est donc du domaine fonctionnel (utilité possible pour l'activité agricole, ou au contraire nuisible), symbolique (espèces pouvant servir de moteur dans la sensibilisation), ou liée aux possibilités d'exploitation directe ou indirecte de ces espèces (chasse, pêche, observation...). C'est donc une valeur qui sera approchée par les agriculteurs et autres usagers de la nature, et non plus les seuls experts scientifiques ; d'où la nécessité de les associer dans les procédures de fixation des objectifs.

Il conviendrait de privilégier des démarches centrées sur des habitats, plutôt que sur des espèces, ce qui intègre les deux types de biodiversité, patrimoniale et fonctionnelle .

D'autres auteurs retiennent aussi les termes de "*diversité paysagère*" pour la diversité écosystémique, et de "*diversité culturelle*" qui intègre la dimension sociologique et non pas seulement biologique.

I.2. LA BIODIVERSITE, OBJET DE DEBAT, A FORTE DIMENSION SOCIALE :

La notion de biodiversité peut être caractérisée de multiples façons. Si on s'en tient au niveau des espèces, l'on parlera de richesse spécifique, d'abondance spécifique, de richesse patrimoniale, ...etc. Les objectifs de gestion de la biodiversité peuvent être complémentaires ou antagonistes : telle modalité de gestion d'un milieu peut être favorable à une ou plusieurs espèces, mais en défavoriser d'autres.

L'échelle à laquelle on considère la biodiversité est également importante ; telle parcelle peut être "pauvre" biologiquement (en nombre d'espèces présentes), mais incluse dans un ensemble de parcelles dont les caractéristiques biologiques sont satisfaisantes au regard des objectifs de conservation. Il n'existe donc pas "une" biodiversité qui s'impose à tous, mais la biodiversité est objet de débat, et comporte une forte dimension sociale. C'est particulièrement vrai pour la biodiversité banale (quelles espèces, quels milieux protéger et comment ?) mais aussi patrimoniale (prise en compte de la dimension locale et régionale).

1.3. GERER LA BIODIVERSITE SAUVAGE :

C'est assurer :

1.3.1. le maintien, l'entretien et la restauration d'un "maillage de milieux naturels" qui assurent la diversité des paysages, contribuent au bon fonctionnement des systèmes de production et des écosystèmes. Le terme "naturel" s'oppose à "artificiel", c'est-à-dire modifié de façon difficilement réversible. L'espace agricole inclut donc des espaces plus ou moins artificialisés et des espaces naturels.

1.3.2. Le maintien d'écosystèmes spécialisés en voie de disparition, et des habitats d'espèces de faune et flore menacés. La conservation des espaces qualifiés de remarquables doit être réfléchi en réseau : la taille des unités et leur connectivité sont essentielles au développement de nombreux organismes.

1.3.3. La gestion de la biodiversité "fonctionnelle" ou "banale", celle qui maintient les milieux "vivants" où se nouent des relations complexes entre espèces, à toujours mieux connaître.

II. LES ENJEUX DE LA BIODIVERSITE AU REGARD DE L'AGRICOLTEUR :

2.1. LES PRINCIPAUX IMPACTS, AU PLAN NATIONAL, DE L'EVOLUTION DES SYSTEMES :

La baisse générale de la biodiversité est due, en particulier, à :

- la spécialisation des systèmes d'exploitation, avec agrandissement du parcellaire, et suppression de nombreux éléments fixes du paysage (bosquets, haies, bandes d'herbe, mares, ...etc.)
- l'uniformité des systèmes d'exploitation par région naturelle ou agricole (juxtaposition géographique de systèmes de production identiques favorisée par la logique de filières), qui, outre un impact négatif sur la biodiversité conduit à des problèmes aigus de gestion d'effluents d'élevage en zone herbagère, et à des carences de restitution organique dans les régions de grandes cultures.
- l'intensification des systèmes et pratiques : emploi massif de fertilisants (déséquilibres entre espèces végétales), de pesticides (destruction d'espèces non ciblées, effets secondaires et indirects), mécanisation (destruction d'animaux ou de nids, réduction de l'abondance de la faune du sol ...etc), irrigation des céréales à paille (provoquant des mortalités sur les oiseaux nicheurs au sol identiques à celles occasionnées par les orages violents).
- l'augmentation des échanges (entrées-sorties de matières), et à la moindre autarcie des systèmes :c'est par exemple le cas de l'abandon de la culture des céréales ou de plantes fourragères dans les systèmes herbagers, avec acquisition à l'extérieur des aliments concentrés, provoquant une homogénéisation du paysage, uniquement herbacé, d'où une réduction de la diversité spécifique).
- la déprise agricole qui conduit à l'extension de la couverture forestière, et donc à la régression/disparition des espèces inféodées, totalement ou partiellement, aux milieux ouverts, avec en corollaire, dans certaines régions sensibles, développement des risques d'incendies, ou d'une désertification économiquement coûteuse.

NOTA : A l'inverse le développement spontané, ou encouragé par des réintroductions d'espèces animales sauvages occasionnant des dégâts, souvent à forte valeur patrimoniale, telles que le loup, le lynx, l'ours brun, exige des mesures correctrices différemment hiérarchisées selon l'espèce sauvage en cause : compensation financière des dégâts, aides diverses pour la dissuasion et la prévention des dommages, régulation exceptionnelles d'individus spécialisés....etc.

2.2. IMPACT DE QUELQUES PRATIQUES AGRICOLES SUR LA BIODIVERSITE, NOTAMMENT SUR LE GIBIER :

C'est surtout sur le gibier, puis sur les espèces d'oiseaux menacées que les impacts des pratiques agricoles ont été particulièrement étudiés. Un rapide et synthétique aperçu de l'impact de quelques pratiques agricoles sur la faune est donné par le tableau ci-après.

PRATIQUE	DEGRE DE RISQUE	CONSEQUENCES	ALTERNATIVES SOLUTIONS POSSIBLES
Tout passage de tracteur	+	Ecrasement de nids, de levrauts et de lapereaux Dérangement	Effarouchement Limiter le nombre de passages au minimum.
Travail du sol (labour et façons superficielles)	++	Réduction de l'offre de nourriture pour la faune en vers de terre, larves d'insectes. Destruction directe de rabouillères et des jeunes levrauts.	Semis direct sans labour Effarouchement
Traitements	++	Quelques cas de mortalités par intoxication. (Furathiocarbe, anticoagulants, anti-limaces, certains carbamates,...). Risques d'intoxication en chaîne = effets secondaires Effets non mortels : reproduction, comportement. Réduction de l'offre de nourriture (insectes, graines d'adventices...).	Choix de produits non nocifs Respect dosage et des préconisations d'emploi Choix de variétés cultivées résistantes,
Irrigation des céréales à paille	++++	Destruction de nichées d'oiseaux nichant au sol.	Ne pas irriguer les bordures Raisonner au plus juste l'irrigation sur céréales à paille
Utilisation de barres de coupes Récolte d'herbe	+++ à +++++	Destruction des couveuses au sol Destruction des nichées, et des jeunes Mammifères.	Effarouchement préalable : barres d'envol Fauche "haute" Amorce par le centre Coupe plus tardive en saison
Pressage (foin, paille)	++++	Destruction de lièvres et lapins gîtés dans les andains	Effarouchement Presser dès la fauche.
Broyage (jachères, pailles)	+++++	Destruction de toute faune présente de grande taille (oiseaux nicheurs au sol, lagomorphes, chevreuils,...) particulièrement catastrophique en période de reproduction Risques élevés de broyage des andains si long délai après la récolte	Remplacer le broyage des jachères pendant la période du 1/05 au 15/07 par des traitements chimiques. Incorporer le broyage des pailles avec la récolte.
Brûlage des pailles	+++	Destructions directes si les animaux sont coincés par le feu. Destruction des ressources alimentaires	Broyeur incorporé à la MB., hachage menu paille et incorporation immédiate, ou TCS.
Drainage pour assèchement de zones humides	+++++	Destruction de zones humides = milieu rendu inhospitalier pour le gibier d'eau, et réduction du couvert pour d'autres espèces.	Elevage extensif permettant de créer une grande diversité de milieux.
Destruction de talus et de haies.	++	Perte de zones de nidification au sol et de possibilités de terriers. Perte de zones de nidification dans les arbres. Réduction des possibilités d'abri. Réduction des sources de nourriture (fruits, baies, graines) pour de nombreuses espèces.	Entretien mécanique des haies limitant leurs emprises sur la parcelle, mais conservant les trois strates. Reconstitution d'un maillage cohérent de haies.

SUITE			
PRATIQUE	DEGRE DE RISQUE	CONSEQUENCES	ALTERNATIVES SOLUTIONS POSSIBLES
Retournement des prairies	+++	Pertes de zones de nidification, d'alimentation pour les espèces consommant des vers et la faune du sol (bécasse, vanneau, grives, ...etc.).	Non-travail du sol pour les parcelles devant être ressemées . TCS Arrêt de la mise en culture en raison des excédents agricoles.
Pâturage	+	Favorable à faible changement ha. Défavorable si absence totale de refus. Dérangement en période de nidification.	Plan de gestion du pâturage en fonction des exigences des espèces animales.

2.3. ENJEUX PRINCIPAUX :

Signataires de plusieurs conventions internationales, dont celle de Rio, sur la Biodiversité et le Développement Durable, membre de l'Union Européenne, la France doit respecter les engagements qui ont été contractés en son nom. L'objectif général en est le souci de préserver les intérêts des générations futures qui devront trouver un patrimoine naturel et des ressources en bon état, et de renforcer la solidarité à l'échelle planétaire pour sauvegarder les fonctionnements écologiques assurant la permanence de la vie.

Les agriculteurs ont toujours intégré le souci de léguer un patrimoine en bon état; voir amélioré par rapport à celui qu' ils avaient reçu. Ils doivent aujourd'hui répondre à de nouvelles attentes de la société en termes de qualité des aliments, de paysages, d'entretien du territoire, et de préservation du patrimoine naturel et culturel.

III. LES AXES PRIORITAIRES D'INTERVENTION POUR RESTAURER LA BIODIVERSITE

Le maintien de l'outil de production en bon état, la poursuite d'objectifs économiques mais surtout la reconquête sociale par le développement de l'emploi sont des objectifs connexes à celui de la restauration de la biodiversité. Les axes prioritaires seront donc choisis aussi en fonction de l'impact sur toutes les facettes de l'environnement et sur la trajectoire socio-économique de l'exploitation.

3.1. ENTRETENIR ET RECONSTITUER UN MAILLAGE ECOLOGIQUE D'ELEMENTS FIXES DU PAYSAGE (bosquets, haies, bandes d'herbe, fossés, mares, talus...), permettant de contribuer, en termes d'aménagement spatial,

à satisfaire l'ensemble des facettes de l'environnement : prévention des risques de pollution des eaux par ruissellement, des risques d'inondation, maintien/restauration du paysage, maintien/restauration de la biodiversité.

à préserver l'outil de production agricole : conservation des sols, par prévention de l'érosion, maintien d'ombrage pour les animaux au pré,

à ouvrir vers des productions secondaires (bois d'œuvre, bois de chauffage, petits fruits, etc.

3.2. DESINTENSIFIER CERTAINS ITINERAIRES TECHNIQUES lorsque cela ne remet pas en cause l'équilibre économique, et créer des zones de "régulation écologique", dont les effets seront bénéfiques en termes de "gestion quantitative et qualitative de l'eau".

3.3. DIVERSIFIER AUTANT QUE POSSIBLES LES TYPES DE PRODUCTION PAR REGION, la variété des sols favorisant la biodiversité banale.

3.4. CONSERVER OU RESTAURER DES ZONES HUMIDES, même les plus petites, car se sont :

- a) des infrastructures naturelles (régulation des crues, décantation et épuration,...)
- b) des milieux de nourrissage, d'abri, et de reproduction, d'une faune très diversifiée.
- c) le support d'une flore ou d'écosystèmes de haute valeur patrimoniale.

3.5. DANS LES REGIONS EN VOIE D'ABANDON, MAINTENIR DES MILIEUX OUVERTS, et donc les espèces animales et végétales qui leur sont attachées, en luttant contre l'envahissement généralisé (spontané par enrichissement, ou volontaire par reboisement) par les ligneux.

3.6. RENDRE COMPATIBLE LES ACTIVITES AGRICOLES, OCCUPANT ET ENTRETENANT L'ESPACE, ET LE DEVELOPPEMENT D'ESPECES OCCASIONNANT DES DEGATS.

IV. LES MOYENS ET LES MESURES POUR MAINTENIR ET RESTAURER LA BIODIVERSITE .

L'évaluation des actions agri-environnementales menées depuis 1987 a permis de mettre en évidence qu'il fallait conforter les trajectoires économiques et sociales de systèmes actuels à forte biodiversité, et ne pas uniquement miser, à grand renfort d'aides publiques, sur le seul changement de pratiques en vigueur néfastes à la biodiversité.

Il y a plusieurs niveaux d'interventions qui engagent plus ou moins l'agriculteur sur les court, moyen et long termes, et nécessitent donc des niveaux d'aide publique variables.

4.1. MODIFICATIONS D'OCCUPATION DU SOL : ENGAGEMENT DE L'AGRICULTEUR DANS LE MOYEN ET LONG TERMES.

- aménagement/gestion ou recréation de linéaires (talus, fossés, haies diverses, bosquets, bandes d'herbes) ; d'où la proposition de 5 % de la SAU à consacrer au réaménagement de linéaires en faveur de l'environnement. Cet aménagement aura des impacts simultanément sur la faune et la flore sauvages, l'eau (quantité/inondation, qualité), l'érosion, le paysage.
- aménagement "surfaciques" = modifications profondes de parcelles entières ; destinés par exemple à :
 - la restauration et l'entretien des micro zones humides, régularisant les débits d'écoulement, et facilitant l'auto-épuration (traitement des eaux de drainage ?).
 - l'entretien des zones naturelles d'épandage des crues.
 - La création et l'entretien de "remises" boisées.
 - l'entretien et la recréation de mares.
 - l'insertion paysagère du bâti.
 - la reconversion en herbages de terres cultivées.
 - l'affectation de partie de parcelles à des objectifs fauniques, floristiques, ou paysagers.
- modification de la taille et de la forme des parcelles : essentielle à la restauration de la biodiversité.
⇒ avec des répercussions :
 - sur le système d'exploitation, sur le régime et la qualité des eaux, le paysage,
 - sur l'organisation collective des agriculteurs, de type CUMA, devant leur permettre de réaliser certaines tâches spécialisées ou d'entretien du territoire ;
 - sur l'emploi, lié à l'entretien du territoire.

4.2. MODIFICATIONS DES USAGES (AFFECTATION D'UNE PARCELLE A UNE OPTION VEGETALE DONNEE) ; ENGAGEMENT DE L'AGRICULTEUR SUR LE COURT TERME.

- rythme et modalités d'usage des parcelles en herbe ; organisation de la pression spatio-temporelle de pâturages et du rythme de fauchage.
- pratique d'intercultures.
- diversification des cultures ; instaurer un frein à la monoculture (pourcentage au maximum que peut occuper une sole pour l'assolement) est essentiel pour restaurer la biodiversité.

4.3. MODIFICATION DES PRATIQUES DE GESTION (ITINERAIRES TECHNIQUES, CULTURAUX OU DE GESTION DE L'HERBE ENGAGEMENT DE L'AGRICULTEUR SUR LE COURT TERME.

- taille et entretien des structures linéaires
- gestion des intrants à mieux raisonner : fertilisants, pesticides
- travaux du sol : simplification, préservant structure et faune du sol
- modalités de fauches : dates, matériel, façon de travailler sur le terrain (coupe par le centre)
- submersion temporaire en hiver des prairies
- raisonnement de l'irrigation

V. LE PROJET TERRITORIAL DE L'AGRICULTEUR :

5.1. L'AUDIT ENVIRONNEMENTAL :

Les méthodes de caractérisation de l'état initial, des forces et faiblesses du système sont multiples, mais encore toutes au stade expérimental. Les critères de biodiversité ont fait l'objet de la fiche technique n°93 de l'ONC. Des méthodes plus simples (diagnostic d'auto-évaluation de FARRE) ou plus complexes (indicateurs agro-écologiques du groupe spécialisé créé par le Ministère de l'Agriculture) sont disponibles pour réaliser un audit environnemental complet et approfondi.

Une cartographie détaillée de l'exploitation, sur laquelle figureront les infrastructures (routes, chemins, bâtis,...), le parcellaire exact (et non par uniquement le parcellaire cadastral), les potentialités agronomiques des terres, les zones à risques d'érosion, d'inondation, d'engorgement, constitue un préalable essentiel à la réflexion territoriale. La multiplication des inventaires d'espèces de faune et de flore sauvages n'est possible qu'en partenariat avec des spécialistes, ce qui facilitera l'ouverture vers l'extérieur.

5.2. LE PROJET TERRITORIAL DE L'EXPLOITATION :

Les agriculteurs sont appelés à définir leur projet territorial, c'est à dire l'intégration de leur exploitation dans une dynamique de territoire. L'enjeu territorial ne peut être défini nationalement, mais uniquement par les diverses composantes sociales de cette entité, dans les cadres définis par l'Etat en aménagement du territoire, par les projets collectifs de territoire (Pays, PNR, SDAGE et SAGE, E.P.C.I., ...etc.), et par le Comité Départemental d'Orient Agricole. Le projet local de l'agriculteur doit être en conformité avec les orientations de ces structures régionales, et prendre en comptes les opportunités financières qui y sont attachées.

Toute démarche tendant à rapprocher et intégrer l'agriculture dans les diverses structures d'élaboration d'objectifs locaux de développement devra être financièrement encouragée.

Le projet devra demain s'inscrire dans les cahiers des charges locaux des contrats territoriaux d'exploitation, contrats passés entre Etat et les agriculteurs pour encadrer le versement des aides publiques agricoles hors les aides aux productions financées par la PAC.

VI. QUELQUES EXEMPLES CONCRETS :

6.1. RECONSTITUTION D'UN MAILLAGE ECOLOGIQUE EN GRANDES CULTURES.

La reconstitution des éléments fixes du paysage a fait l'objet de plusieurs expérimentations. La plantation de haies basse tige, en Eure et Loir, dans le Loir et Cher, et dans la Marne, sur 3 rangs et représentant 6 m de large, couplées avec de la jachère fixe "environnement et faune sauvage" implantée de part et d'autre, a permis :

- a/ - d'augmenter les densités et les indices de reproduction de perdrix grise,
- b/ - de diversifier la capacité d'accueil pour d'autres espèces de gibier (chevreuil, faisan),
- c/ - de modifier les peuplements d'oiseaux nicheurs non gibier, d'insectes carabidés,...etc.

La nature des plantes cultivées sur la jachère influe sur la diversité faunistique. L'atelier "bords des champs" du XXIIIème Congrès UIBG a fait le point sur cette question. Les Actes sont en cours de publication.

Les bandes enherbées se révèlent très favorables aux vers de terre.

Le remplacement des linéaires ligneux par des bandes de cultures récoltées cassant la monotonie des grandes parcelles a donné de bons résultats dans l'Aisne. Le positionnement de la jachère en linéaires (bandes) représente une solution intéressante qui serait plus facilement généralisable s'il était autorisé de semer des bandes inférieures à 20 m de large. La réglementation actuelle permet de coupler la "Jachère environnement et faune sauvage" en bande de moins de 20m en bordure d'une parcelle destinée à accueillir une jachère énergétique.

6.2. REDUCTION DE LA TAILLE MOYENNE DES PARCELLES.

Des expériences sont tentées, notamment dans l'Aisne, pour ramener la taille moyenne des parcelles à 10-15ha. Cette réduction est obtenue par découpage des grandes unités parcellaires par, soit des bandes d'herbe, soit des "jachères environnement et faune sauvage" (voire énergétique), ou encore des bandes de cultures destinées à être récoltées. Ces pratiques restent compatibles avec le souci de maintenir des unités homogènes régulièrement suivies pour évaluer les besoins exacts des plantes et les risques .

6.3. MISE EN ŒUVRE D'UNE GESTION ECOLOGIQUE ET MODERNE DE LA HAIE EXISTANTE.

Il n'est pas souhaitable de rester cantonné à la recréation d'éléments nouveaux, et il convient aussi de maintenir en bon état le réseau de linéaires existant et de bien le gérer. Des innovations en termes de mécanisation (lamier), la mise au point par l'IDF de pratiques originales de gestion sylvicole de ce que l'on appelle la "forêt linéaire", des conventions avec les services de l'Equipement ou des communes pour l'entretien, le renforcement des structures collectives de gestion (type CUMA, initiatives nouvelles des CIVAM,...), et enfin la multiplication et l'approfondissement des études préalables au remembrement ont amélioré la situation, mais il reste beaucoup à faire. Des expériences sont en cours dans de très nombreuses régions bocagères (Vendée, Loire-Atlantique, Mayenne, Indre, etc...).

6.4. SIMPLIFICATION DES TRAVAUX DU SOL

De nombreux essais sont conduits, soit dans le cadre de programmes coordonnés par l'ITCF, soit par des Sociétés commerciales de ou de machinisme. La restauration de la structure du sol par suppression du labour profond annuel est connexe au développement de la faune du sol ; comme cela est prouvé chez E. PELARD, Président d'Agri-environnement 2000. La simplification des travaux du sol réorganise les peuplements d'animaux consommateurs de vers de terre (vanneaux, carabes, ...).

VII. REMONERATION DES EFFORTS EN FAVEUR DE LA BIODIVERSITE.

L'exploitation est appelée de plus en plus à "internaliser" les coûts externes liés à la correction des impacts négatifs de son activité. Pour l'aider dans cette nécessaire évolution vers une meilleure prise en compte de l'environnement, les structures publiques ont mis en place de nombreuses aides au changement ou de maintien de systèmes et de pratiques. L'importance de ces aides sera conditionnée par la cohérence technique (compatibilité des mesures sectorielles en faveur des diverses facettes de l'environnement) et la cohérence spatiale des projets (évolution coordonnée de plusieurs exploitations en situation de voisinage pour espérer un impact réel, à l'échelle du bassin versant, de l'unité de vie de populations animales,...etc.). Un projet dont les mesures seront favorables en terme à la fois de paysage, de prévention des pollutions, et de biodiversité, puis s'appliquant sur une superficie de plusieurs milliers d'hectares, sera plus facilement soutenues. Il est fortement souhaité que ces aides soient plus souvent contractualisées sur le long terme pour autoriser des actions en profondeur et durables.

Il est prouvé aujourd'hui qu'une utilisation intelligente des jachères obligatoires et primées (Politique PAC 1992) permet d'accroître la biodiversité (animaux supérieurs, insectes et arachnides, flore sauvage). L'insertion de l'exploitation dans un territoire où sont identifiés des enjeux environnementaux forts permet de bénéficier des mesures agri-environnementales intégrant des primes de compensation des surcoûts de gestion (Règlement CEE 2078/92). Des aides au boisement (Règlement CEE 2080/92), peuvent être affectées à la création d'un réseau de linéaires boisés ou des remises d'une taille suffisante. Par ailleurs, de plus en plus de programmes coordonnés par les Agences de Bassin aident les agriculteurs à restructurer leur territoire pour limiter les risques d'érosion et de pollution. Les fonds socio-structurels peuvent être mobilisés pour des réorientations de systèmes d'exploitation valorisant les ressources naturelles, ou assurant l'entretien du territoire.

Les Collectivités Locales, avec éventuellement le soutien de fonds nationaux ou communautaires, les Conservatoires d'Espaces Naturels, certaines Fondations, comme La Fondation pour la Protection des Habitats, créée par L'Union Nationale des Fédérations Départementales des Chasseurs, peuvent se rendre acquéreurs des espaces qui perdent leur finalité agricole originale (linéaires le long des voies de communication, zones humides, pelouses sèches,...).

Les structures cynégétiques ont, à de multiples reprises, incité les agriculteurs à opter pour ces voies d'avenir (prime additionnelle pour la jachère environnement et faune sauvage, prise en charge des frais de plantations et/ou d'entretien des haies,...). La rémunération du droit de chasse, sur un plan plus général, les aides cynégétiques accordées aux aménagements en faveur du gibier, valorisent l'effort en faveur de la biodiversité consenti par l'agriculteur.

Le flux économique peut être accru si l'exploitation s'oriente vers une promotion touristique de son patrimoine, ce qui impliquera la résolution de problèmes liés au multi-usage de l'espace rural.

CONCLUSION

Le chantier actuel de mise au point, par tâtonnements successifs, d'un développement durable en agriculture relève du domaine "Recherche - Action". De nombreuses incertitudes demeurent et l'élargissement de l'éventail des préoccupations environnementales, économiques et sociales exige un suivi permanent du changement par des indicateurs multiples. De plus en plus de temps doit être consacré au suivi de ces indicateurs qui permettent de mieux cibler les interventions.

L'amélioration de la biodiversité peut permettre une meilleure valorisation par la chasse des espèces gibier, l'amélioration du cadre de vie de l'exploitant, et le développement des potentialités touristiques du territoire. Le futur contrat territorial d'exploitant devrait intégrer le souci de maintenir la biodiversité, dans une perspective d'équilibre autant socio-économique qu'environnemental sur le long terme.

TEMOIGNAGE D'ETIENNE PELARD **Agriculteur FARRE d'Eure-et-Loir**

*Un exemple d'évolution vers l'agriculture durable :
L'exemple de Louville en Beauce d'Eure et Loir*

I. ORIGINE DE L'ACTION

Pour situer l'origine de cette action, je dis souvent à mes collègues agriculteurs, "Nous avons bien répondu à la demande de production agricole mais nous avons délaissé l'aspect environnemental. La diminution constante de la petite faune de plaine sur nos exploitations en est le témoignage !.... De cette réflexion et de celles d'autres agriculteurs est née en 1993, la volonté d'agir pour rétablir la biodiversité sur le plateau agricole en reconstituant les éléments fixes du paysage.

Une opération locale Mesure Agri-Environnementales a donc été mise en place en 1995 sur le territoire du Groupement d'Intérêt Cynégétique du Moulin qui recouvre les communes de Louville et de Ouarville.

Comme toute action bénéficiant d'une aide publique, il a fallu mettre en place des évaluations pour vérifier les incidences des aménagements par rapport aux objectifs fixés :

L'objectif prioritaire étant d'agir sur les espèces patrimoniales, caractéristiques des milieux étudiés (oedionème criard, perdrix grise, alouette des champs, bruant proyer...). Le deuxième se situe à un niveau fonctionnel puisque l'implantation des haies basses vise à influencer des relations interspécifiques de type prédateur /proie.

II. Présentation du site et des changements opérés dans la gestion agricole.

2.1 . SITUATION GEOGRAPHIQUE ET PRESENTATION DE LA ZONE :

Les communes de Louville la Chenard et de Ouarville s'étendent sur 3250 hectares en Eure et Loir, à environ 25 km au sud-est de Chartres et donc au cœur de la Grande Beauce. L'activité de ces deux communes est l'agriculture, une agriculture performante faisant appel à l'irrigation.

Le paysage est typiquement beauceron avec de vastes plaines ouvertes parsemées de bosquets ou de petits bois.

2.2 . COMPOSITION DES AMENAGEMENTS :

11745 mètres de haies basses et 2740 mètres d'intercalaires constitués de cultures (J.E.F.S.) sur une largeur de 6 mètres ont donc été implantés au cours de l'hiver 1994/1995, représentant une emprise de gel sur 20 ans de 8,69 hectares.

Certains agriculteurs ont cumulé, avec cet aménagement; l'utilisation des Jachères Faunes Sauvages, en bandes, le long des haies, d'une largeur de huit mètres de chaque côté.

Les haies basses ont une emprise de 6 mètres et sont constituées de parties arbustives à trois rangs et de bandes intercalaires où sont installées des cultures favorables à la faune sauvage.

Les plants sont espacés de 1,2 mètres. Les espèces végétales ne dépassent pas trois mètres à l'âge adulte. Les arbres de hauts jets sont absents de la constitution de ces haies afin de respecter le champ de vision en plaine et de ne pas bouleverser le paysage beauceron.

En ce qui me concerne, et pour compléter cette action, et pour mieux mettre en adéquation les objectifs économiques et écologiques, nous avons également travaillé sur les deux points suivants :

- une agriculture de précision et d'analyse, qui représente des sources d'économie financières et un respect de l'environnement.
- l'utilisation des systèmes dits "intégrés", du type techniques simplifiées sans retournement du sol, qui favorisent la stabilité structurale et qui accroissent son activité biologique (ver de terre).

III . CHOIX DES GROUPEES ET ESPECES INDICATEURS OBSERVES POUR L'EVALUATION

Ils tiennent compte de l'attachement des acteurs à une espèce donnée, aux peuplements qui sont sensibles aux modifications des habitats, à la facilité de mise en place sur le terrain et enfin, être complémentaires ; ce sont d'abord les passereaux nicheurs, la perdrix grise, les carabes, et les autres espèces gibiers.

IV . RESULTATS

4.1. LES PASSEREAUX NICHEURS

L'état initial a été réalisé l'année de plantation et il a permis de définir cinq unités écologiques regroupant les mêmes caractéristiques paysagères, et elles permettent le suivi des oiseaux dans le temps par une mesure de similitude (coefficient de STEINHAUS).

C'est dans la classe écologique n°1, qui comprend la haie de 6 mètres, avec de part et d'autre une jachère environnement et faune sauvage de 8 mètres, que l'on a obtenu les meilleurs résultats par rapport aux espèces patrimoniales choisies.

La haie bien développée et continue, avec bande d'herbe sur un côté, favorise moins ces espèces.

Il faut probablement attendre quelques années pour voir fonctionner l'effet corridor et faire bouger les espèces inféodées à la haie.

4.2. LES INSECTES

Ce suivi est effectué par un étudiant en thèse au laboratoire d'Ecologie "CNRS" de JUSSIEU. Il porte sur les populations de *carabidae* qui sont des auxiliaires de l'agriculture.

L'utilisation de techniques de piégeage a permis de montrer que plus on s'éloigne de la haie basse, plus le nombre d'espèces de *Carabidae* diminue, et, plus la dominance des espèces les plus abondantes est prononcée. Cela entraîne une diminution de la diversité structurelle de la communauté. Bien que ce suivi ne soit pas encore terminé, il confirme que les plantations de haies basses sont favorables au développement des insectes (dont les auxiliaires pour l'agriculture). Ceci est important puisque ces derniers représentent la base de l'alimentation des jeunes perdreaux pendant les premiers jours de leur vie.

4.3. LA PERDRIX GRISE

Les comptages des couples reproducteurs au printemps (comptage par battue et L.P.A.) montrent que les densités augmentent sur les secteurs aménagés.

Il reste à analyser l'influence des aménagements sur la reproduction.

4.4. LES AUTRES ESPECES GIBIERS : LIEVRES, CHEVREUILS

Comme sur d'autres secteurs de Beauce, non aménagés, ces espèces connaissent un développement intéressant. Ces résultats sont certainement liés à la bonne gestion des effectifs par les plans de chasse.

V. CONCLUSIONS

Les premiers enseignements obtenus montrent l'intérêt de reconstituer les éléments fixes du paysage et de consacrer un pourcentage de la S.A.U. pour la Faune Sauvage.

On note la limite de l'action et de son efficacité, si les agriculteurs d'une même unité spatiale n'œuvrent pas dans le même sens.

QUESTIONS

M. Claude GLEIZES, Président du Conseil Scientifique de FARRE

Se pose pour les agriculteurs le problème de la fixation d'objectifs. Cela doit se faire en concertation avec les autres acteurs. Comment les agriculteurs peuvent-ils participer à cette concertation et garder leur autonomie de décision ? C'est un problème très général que l'on retrouve dans le cas de la biodiversité mais que l'on peut généraliser à presque tous les problèmes rencontrés par l'agriculture lorsque celle-ci doit protéger l'environnement.

M. ?, agriculteur de l'Aisne

Je suis touché par les mesures agri-environnementales Natura 2000. Nous avons la chance d'avoir aujourd'hui avec nous un représentant du Ministère. Pourrait-il nous apporter des éclaircissements sur les différentes directives ?

M. Paul HAVET, ONC

Travaillant à l'Office national de la Chasse, je suis un agent public d'un établissement qui est sous la tutelle du ministère de l'Environnement. Je n'ai pas en charge particulièrement le dossier Natura 2000, mais je vais vous dire ce que j'en connais.

La directive Habitat, Faune et Flore a pour objet de protéger des territoires en vue d'assurer la conservation d'espèces animales ou végétales rares ou menacées. L'origine de l'action repose sur l'identification des espèces ou des écosystèmes remarquables, c'est pourquoi la première phase de la mise en œuvre d'un réseau de territoires, appelé réseau Natura 2000, consiste en une démarche, dite scientifique, d'identification des enjeux de conservation, des enjeux patrimoniaux.

Cette identification réalisée, le périmètre des territoires qui seront soumis à une identification particulière est signifié à Bruxelles, avec un cahier des charges de gestion et une démarche de concertation qui est lancée au niveau du département. Cette démarche est sous la responsabilité des préfets, qui ont la charge de la préservation du patrimoine et de la gestion des activités humaines sur ces territoires. Il importe donc, après avoir identifié quelles sont les espèces animales et végétales à conserver, de définir quels sont les itinéraires de gestion agricoles, forestiers, piscicoles ou autres sur des écosystèmes qui ne sont pas "anthropisés", qui ne sont pas gérés, et il importe également de déterminer quels sont les éléments du cahier des charges. C'est actuellement discuté dans les différents départements.

Nous avons mis à votre disposition quelques documents. Le premier consiste en une fiche technique sur les critères de prise en compte de la biodiversité dans la gestion agricole. Cela va un peu plus loin que les critères d'auto-évaluation par l'exploitant, et cela développe notamment un certain nombre de critères d'identification, par exemple ceux des valeurs de la haie au regard de la biodiversité.

Le second, c'est une brochure sur l'intérêt des éléments fixes du paysage, qu'il s'agisse de l'intérêt pour les biodiversités ou des avantages que peuvent présenter ces éléments fixes dans des stratégies d'amélioration du paysage, de prévention des pollutions, de prévention des risques d'érosion, etc.

M. Laurent GIGOUT, animateur comité FARRE de l'Ain

M. Havet, vous parlez énormément de l'intérêt écologique, voire agronomique et économique, de la haie. Mais existe-t-il actuellement des expérimentations plein champ, grande nature, qui nous permettent de prouver à des agriculteurs que, en maintenant une haie en place, demain, on fera des économies et on vivra mieux ?

M. Paul HAVET, ONC

Actuellement, dans une exploitation, des surfaces sont dévolues à la production agricole et d'autres ne le sont pas. Notamment dans le cadre des mesures d'impact 1992, il y a eu un certain nombre de programmes de retrait de la production agricole de terres qui étaient autrefois cultivées et qui ne le sont plus. Sur ces espaces identifiés et dits "naturels", il n'y a plus de productions agricoles.

Pour qu'on puisse redessiner des éléments fixes du paysage, il est nécessaire que la puissance publique soutienne l'effort qui va être réalisé dans les exploitations en dédommageant l'agriculteur pour le manque à gagner. La restauration des éléments fixes du paysage exige que la collectivité publique fasse un effort. Par exemple, l'effort de M. Pelard a été soutenu financièrement dans le cadre des mesures agri-environnementales, cela a fait l'objet d'une opération locale agri-environnementale : une aide de 3 000 francs par hectare et par an a été accordée pour les surfaces qui ont été retirées de la production.

La réponse n'est pas suffisante. Ce qui est intéressant, c'est de voir comment ces éléments fixes qui ont été recomposés interfèrent avec la gestion agricole. Ont-ils des effets bénéfiques ou négatifs sur la gestion agricole ? Ces effets bénéfiques ou négatifs ont-ils des incidences économiques ? Si ces éléments salissent beaucoup les

parcelles, l'effet sera plutôt négatif. Si les éléments favorisent le développement d'insectes ou de prédateurs des ravageurs, l'incidence sera plutôt positive. C'est dans cette voie que se développent les travaux de suivi et les travaux d'évaluation. Aujourd'hui, on est incapable de dire exactement quelles sont les incidences économiques de la gestion de ces zones dites naturelles sur la partie productive de l'exploitation.

Ce que l'on essaye de juger et d'évaluer, c'est la réorganisation du système vivant sur l'exploitation dans les différents compartiments, les oiseaux, les insectes, les vers de terre, grâce à ces nouveaux éléments. On détermine les relations qui existent entre ces parties retirées de la production et la parcelle cultivée. On observe des choses extrêmement intéressantes, notamment en matière de redistribution des insectes, et je pense qu'on peut attendre des effets bénéfiques.

Certaines choses sont prouvées scientifiquement, par l'INRA notamment, dans le cadre de systèmes d'arboriculture. Les haies ont des impacts positifs en matière de lutte intégrée : elles abritent les prédateurs de ravageurs. Nous avons des preuves de l'efficacité du système de développement de la haie. Dans le cas des grandes cultures, nous ne savons pas encore vraiment si ces éléments fixes présenteront un intérêt. Cela a un retentissement positif très fort en termes de biodiversité générale sur l'exploitation : davantage d'espèces sont présentes grâce à ces éléments fixes.

M. Jean-Claude IGNAZI, Président d'Honneur du COMIFER

Je reviens sur la notion de responsabilité de l'agriculteur par rapport à celle d'un ensemble d'agriculteurs, qu'il s'agisse d'une parcelle du territoire, de performance, de biodiversité ou de ressources en eau. Il faudrait qu'on arrive à rassembler les expériences des uns et des autres pour trouver ensemble le moyen de persuader les individus, agriculteurs ou non. M. Pelard a dit tout à l'heure que ce n'était pas simple de convaincre les seize agriculteurs du groupement d'Ouarville de travailler ensemble. Je crois savoir qu'ils sont motivés par un intérêt ludique commun, qui est peut-être celui de la battue aux perdreaux. Mais ce problème, on le rencontre partout ! On l'a bien identifié quand il s'agissait de la protection des périmètres de captage ou de la lutte contre l'érosion. A ce propos, la lutte contre l'érosion, dans des territoires où la topographie le justifie, peut générer et justifier la replantation de haies, la formation de talus, voire l'implantation de zones non cultivées, etc. Cela peut présenter un effet positif sur la limitation des flux polluants et sur la biodiversité.

Il faudrait tenter d'analyser ensemble l'aspect psychosociologique de l'influence du groupe sur l'agriculteur isolé. C'est très difficile. Comme beaucoup ici, je suis personnellement contre l'approche plutôt nord-européenne de la réglementation visant à faire évoluer les choses. En France, si l'on ne persuade pas, on n'arrive à rien. Je ne sais pas quelle serait l'instance adéquate, mais je crois qu'il existe de nombreuses expériences dont on pourrait tirer parti d'un point de vue socio-économique.

Mme Christiane LAMBERT, agricultrice FARRE du Maine-et-Loire

Dans votre propos sur la biodiversité, vous avez très bien défini la révolution culturelle que cela représentait. Au départ, l'agriculture consistait à sélectionner certaines espèces utiles, à les cultiver et à les améliorer, et on éliminait les espèces considérées inutiles. Aujourd'hui, l'intérêt pour la biodiversité, manifesté par les agriculteurs mais surtout par d'autres intervenants, fait qu'on s'intéresse à ces espèces jugées inutiles. Reconnaissez que, pour les agriculteurs, qui sont rationnels et pragmatiques, c'est une révolution culturelle !

Il faut parler de l'intérêt collectif pour convaincre quelques récalcitrants individualistes, mais il faut de surcroît que les agriculteurs comprennent que des exigences extérieures ou des conseillers extérieurs à l'agriculture interviendront. Cela représente beaucoup de changements en une fois ! Très souvent, on présente cela de façon conflictuelle, avec les Khmers verts d'un côté et les anti-Khmers verts de l'autre. On assiste fréquemment (la question de Natura 2000 le prouve) à des conflits locaux qui débouchent sur des situations inextricables.

Nous avons rencontré hier, dans le département, les représentants de la pêche, de la chasse, de la ligue de protection des oiseaux et toutes les autres associations environnementales, dans le cadre du Contrat Territorial d'Exploitation. Il y a une ouverture, et si nous arrivions à démontrer aux agriculteurs qu'il est intéressant, économiquement parlant, de s'intéresser à la biodiversité, d'avoir des haies, une faune et une flore très diversifiées, nous aurions davantage d'atouts pour convaincre et pour faire évoluer les pratiques agricoles. Il n'y a pas que le pragmatisme et l'économie, mais il ne faut pas oublier que les agriculteurs vivent de l'agriculture. Si les exigences nouvelles en matière de biodiversité ne sont pas suivies, de façon durable ou transitoire, d'accompagnements aidant à passer ces phases de transition, il est normal, même si c'est regrettable, qu'il reste des récalcitrants et un certain attentisme.

Il est nécessaire d'apporter des réponses concrètes, palpables et vérifiables sur des territoires de grandes surfaces et dans des zones extrêmement diversifiées pour prouver l'intérêt de ce que nous avançons : c'est relativement facile en ce qui concerne la faune utile (abeilles ou autres), mais on a plus de mal quand il s'agit de la faune qui était considérée jusque là comme inutile.

M. Paul HAVET, ONC

Je crois qu'il est intéressant que les agriculteurs se regroupent et puissent présenter une proposition de projet territorial qui réponde à l'attente de la société. Les chasseurs, qui s'intéressent à une production non agricole et non industrielle, sont des éléments et des ferments sociaux ; ils peuvent constituer un levier d'action. On voit très facilement se réunir des groupes autour de l'intérêt cynégétique. Ils se posent des questions sur l'Agriculture Raisonnée, sur l'agriculture intégrée.

Au lieu de les critiquer, il serait peut-être préférable de les considérer comme des éléments positifs de la société. Ce qui est tout à fait d'actualité, bien que le CTE n'existe que dans un texte, c'est un Contrat territorial. Il faut présenter des propositions pour donner un contenu à celui-ci. Cela dépend de nous. Nous n'avons pas de certitudes, mais il faut expérimenter de nouveaux modes de gestion et évaluer, au fur et à mesure, l'efficacité et l'impact de ces mesures.

SYNTHESE SUR LES BASES SCIENTIFIQUES DES OUTILS ET DE LEUR MISE EN ŒUVRE

Pierre STENGEL, directeur scientifique adjoint environnement de l'INRA

J'ai d'abord été chercheur en sciences du sol, puis je suis devenu responsable des recherches en sciences du sol à l'INRA. Cela m'a rendu plus sensible aux problématiques environnementales qu'à celles de production. J'ai découvert le public que vous formez aujourd'hui avec intérêt. Pour discuter des relations entre agriculture et environnement, qui sont au cœur de vos projets, il me paraît tout à fait indispensable d'avoir affaire à des personnes avec lesquelles on puisse discuter directement en tant qu'utilisateur. J'y reviendrai à propos des relations nouvelles qui s'instaurent entre recherche et utilisateurs de recherche au sujet de ces problèmes.

Ainsi, ma motivation était forte à cet égard, et j'ai d'abord cherché à savoir comment réaliser cette synthèse. J'ai pensé qu'il fallait revenir sur ce que contient la notion d'Agriculture Raisonnée. J'ai tenté de le résumer de façon extrêmement synthétique, en me disant qu'il s'agissait de contribuer à une nouvelle légitimation sociale de l'agriculture en montrant que celle-ci veut et sait s'adapter aux conditions de la durabilité tout en maintenant un niveau de productivité élevé et rentable.

Dès lors, on voit que la réponse aux interrogations sera technique et qu'elle aura des relations très privilégiées avec la recherche. L'agriculture se trouve confrontée à de nouvelles contraintes. Pour faire de l'Agriculture Raisonnée, il faut trouver dans l'innovation technique le moyen de répondre, par des performances élevées, à un système qui est devenu à la fois très exigeant et très complexe. Ensuite, il est nécessaire de se placer dans une dynamique qui permettra de faire évoluer ce système et de le faire progresser constamment. Il faut toujours être en attente de nouveaux résultats et de nouvelles innovations.

On voit donc bien que l'Agriculture Raisonnée attend beaucoup de la recherche. Quel est le contenu de cette attente ?

On attend d'abord de nouveaux produits qui permettront aux agriculteurs de réussir conformément à leurs espoirs et à leurs ambitions. C'est délicat, car réaliser une telle performance est un peu aléatoire. Par définition, si la recherche est la recherche, c'est qu'elle ne sait pas exactement ce qu'elle doit trouver. De plus, cela reviendrait à faire l'état de l'art de la recherche agronomique mondiale puisque l'essentiel de cette recherche consiste à répondre aux besoins de l'Agriculture Raisonnée.

Je me suis un peu refusé à faire cela, d'autant plus que vous venez d'écouter des exposés sur ces sujets, notamment sur les aspects directement en relation avec la gestion des intrants. Je vais plutôt analyser en quoi les nouvelles problématiques auxquelles les agriculteurs et les chercheurs sont confrontés induisent de nouvelles exigences. Quelle est la nature de ces nouvelles exigences ? Quelles sont les grands enjeux que nous avons à traiter ? En quoi cela soulève-t-il des difficultés scientifiques, qu'il s'agisse de difficultés de recherche ou de difficultés en termes de production d'innovations utilisables par les acteurs que vous êtes ?

Si je devais synthétiser ce que j'ai entendu aujourd'hui, je dirais que l'Agriculture Raisonnée se veut être une agriculture de précision, mais pas de façon restrictive. Il ne s'agit pas de dire : "J'utilise un GPS, de l'information spatialisée, une base de données, un programme et je gère mes intrants." On recherche donc la précision. C'est important puisque cette recherche va répondre à un certain nombre d'objectifs qui auront des contenus relativement variés.

La première des exigences, on l'a beaucoup vu à propos de la fertilisation azotée, c'est l'optimisation de l'efficacité des intrants. On a parlé de l'optimum sur les courbes. L'optimum est égal au maximum puisqu'il s'agit d'atteindre le pallier. De plus en plus, l'utilisation optimale des intrants se situera ailleurs qu'au niveau de l'optimum de production. Quelles sont les raisons ? La première raison, c'est que pour d'autres considérations, on pourra être amené à réduire les doses, doses qui, utilisées de façon plus importante, seraient capables d'assurer le maximum. De plus, on est dans une période d'évolution comparative entre les coûts des intrants et les prix des produits, ce qui fait que, progressivement, l'optimum économique ne sera plus nécessairement l'optimum de production. Ce n'est pas vrai pour l'instant, mais c'est la tendance vers laquelle on s'oriente. La part respective des différentes composantes de la rémunération de l'agriculture peut changer. C'est quelque chose qui peut se produire, mais pas forcément dans toutes les productions.

Il faut donc désormais raisonner en termes d'optimum en partie économique, mais il faut également prendre d'autres critères en compte. Il va falloir savoir améliorer les courbes de réponse ou les fonctions de production,

pour parler comme les économistes. Il ne s'agit pas seulement d'une relation quantité apportée/rendement, mais également d'une relation quantité apportée/réduction de risques, notamment lorsqu'il s'agit de l'utilisation de produits phytosanitaires. Quel est le changement important ?

Jusqu'à une époque récente, il s'agissait de savoir quel était le maximum de production, compte tenu d'un sol et d'un climat donnés. Ce n'est pas très facile mais on est capable de le faire, sous réserve que les données soient disponibles, notamment les données sols. En revanche, lorsque la réponse varie selon la date et les conditions d'apports, notamment de produits phytosanitaires, l'exercice est beaucoup moins certain puisqu'on sait que, si l'on se trompe, cela fait varier les résultats. De plus la variabilité peut être beaucoup plus forte puisqu'on est dans un domaine sensible. Lorsque plusieurs facteurs interviennent dans un domaine sensible, les interactions entre ces facteurs peuvent avoir des effets multipliés en s'amplifiant les uns les autres. Un certain nombre d'événements cumulés peuvent induire des variabilités, des résultats plus grands. Donc il faut s'adapter à la situation, renoncer à la profusion ou à la stratégie d'assurance, et se placer dans une situation de risques accrus.

Un des éléments importants du système, c'est justement l'évaluation des risques. Il faut être capable d'estimer des fréquences de perte, soit par rapport à l'objectif visé, soit par rapport au fait que cet objectif était inférieur au potentiel. On ne peut pas réaliser ce travail uniquement à partir de statistiques de résultats constatés, mais il faut le réaliser également de manière prospective.

Les outils doivent changer et il faut être capable de décrire des conditions de culture dans des conditions de stress (stress lorsqu'on manque d'approvisionnement en intrants correspondant à une nutrition hydrominérale, stress biologique parce qu'on aura supporté un minimum d'attaques d'organismes qui vivent dans la parcelle). On a besoin de développer cela, mais à l'heure actuelle, peu de recherches s'orientent dans ce domaine. On sait décrire le comportement des cultures quand tout va bien, mais dès lors que ces cultures sont un peu malades, dès lors qu'elles manquent d'un certain nombre d'éléments minéraux, dès lors qu'elles manquent d'eau, on ne dispose que de références extrêmement empiriques et on ne sait pas très bien prévoir ce qui se passera. C'est un premier élément, qui met en évidence le fait que nos recherches doivent être plus précises.

Deuxième élément (on en a beaucoup parlé à propos de l'azote) : il faut assurer la qualité des produits, c'est une exigence de plus en plus forte. La fourniture d'intrants doit donc être calculée, non plus seulement par rapport à un rendement, mais par rapport à une qualité des produits. Globalement, la question n'est pas fondamentalement différente de la précédente. Il s'agit d'apprendre à mieux décrire le fonctionnement d'une culture et de savoir le relier aux variations de la disponibilité de sa nutrition et aux variations de sécurité en termes d'attaque parasitaire. Il faut faire preuve de plus de discrimination pour prévoir, non seulement la quantité des grains, mais aussi la quantité des protéines ou la composition des tissus. Comme on connaît assez bien les fonctions métaboliques, ce n'est pas quelque chose de radicalement nouveau, même si cela complexifie le problème.

Ce qui complexifie également le problème (on l'a soulevé notamment à propos de la fertilisation azotée du blé), c'est que, entre l'assurance de la teneur en protéines et un optimum de fertilisation raisonnée uniquement à partir du bilan prévisionnel, il peut y avoir un certain nombre de contradictions, liées au fait qu'il faut optimiser suivant deux critères un peu différents. Mais il n'y a pas véritablement de changement fondamental.

Ce n'est pas tout à fait le cas en ce qui concerne un autre aspect du problème, qui est la valorisation de la diversité du milieu, et notamment des terroirs, permettant d'assurer ou de promouvoir la qualité des produits.

Je ne parlerai pas beaucoup des risques de pollution ; on pourra y revenir dans la discussion, si vous le souhaitez. Les outils de pilotage sont fondamentaux. Il nous faut des outils de pilotage ayant des capacités de réaction rapides, et il nous faut des coûts d'acquisition de données relativement limités.

Le dernier élément est celui qui me paraît le plus contraignant vis-à-vis des exigences de gain de précision en matière de pilotage de l'agriculture : il s'agit du respect des contraintes environnementales. On n'arrête pas de changer d'ordre de grandeur dans les précisions exigées. Par exemple, le pilotage de la nutrition azotée ne peut se faire qu'avec une précision relativement limitée en termes de quantités apportées. Quand on se préoccupe de fuites de nitrates, on sait que la norme des 50 milligrammes par litre correspond à peu de kilos d'azote perdus par un hectare. Un hectare drainé, c'est 100 millimètres, cela représente quelques kilos d'azote drainés. Si c'est 200 millimètres, cela représente une dizaine de kilos. On sait donc calculer précisément les quantités.

Fait qui devient préoccupant : les parcelles fertilisées sont capables d'émettre des oxydes d'azote, notamment du N_2O , qui est un gaz à effet de serre et qui, de plus, s'attaque à la couche d'ozone. On sait que les émissions sont de quelques kilos par hectare au maximum, dans la plupart des cas. Donc, si l'on veut gérer cela en pilotant les intrants, on sait que les ordres de grandeur seront de l'ordre du kilo. Vous conviendrez avec moi que c'est très difficile à gérer, car on est en dessous du 1 %, et que, même dans des conditions industrielles, gérer les flux de matières en dessous du 1 %, c'est remarquablement efficace.

Je ne parlerai pas des pesticides, car la norme de 0,1 microgramme par litre, même pour les nouvelles molécules qu'on n'apporte qu'à des doses de l'ordre du décagramme par hectare, cela correspond à des pertes de l'ordre de 1/1 000, voire de 1/10 000. Avec ce genre d'ordre de grandeur, on est confronté au fait que l'agriculture ne doit pas seulement devenir une agriculture de précision, mais une agriculture d'extrême précision. C'est nécessaire si l'on veut répondre aux exigences que formulent les citoyens au travers des normes et des règlements. Il faut donc entreprendre un important travail de recherche.

En matière d'environnement, non seulement il faut être plus précis, mais il faut aussi être très attentif à la notion de risque et de fréquence. Je vous ai dit ce qu'il en était en termes de taux de fuite de pesticides. Il faut savoir

que, dans de nombreux cas, ces taux de fuite correspondent à des événements qui peuvent se produire une fois par an, une fois tous les deux ans, voire une fois tous les cinq ans. Il ne suffit donc pas de savoir qu'on a réduit les risques en moyenne, mais il faut savoir si un grand orage ou si une pluie ruisselante qui se produirait malencontreusement après un apport ne va pas entraîner des pertes suffisamment importantes pour gâcher tout l'effort entrepris les années précédentes pour réduire les doses.

Cela nécessite beaucoup de recherches. Traiter les cas rares représente quelque chose de très difficile puisque, par nature, ces cas ne se produisent pas de façon fréquente. Très souvent, toutes les prévisions qu'on avait faites sur ces cas sont invalidées. Par exemple, en matière d'hydrologie, la plupart des modèles n'ont pas été étudiés pour prévoir ce qui se passerait quand un énorme orage produit des ruissellements et cause des entraînements de produits toxiques. C'est donc une grande difficulté scientifique, et ces dernières années, la recherche environnementale et agricole a investi principalement dans ces domaines.

Ensuite, il faut être capable d'étendre nos capacités de prévision. Étendre, cela signifie tout d'abord étendre dans le temps. On a fait allusion au temps à diverses reprises, notamment à propos des apports de matières organiques, de carbone et d'azote au sol. C'est quelque chose qui devient tout à fait général. On a de plus en plus besoin d'être capable de décrire ce qui se passe tout au long de l'année, on ne peut plus ne pas tenir compte du temps ou se référer uniquement à un pas de temps d'un an. Il ne suffit plus de savoir combien d'azote le sol minéralisera, il faut également savoir à quel rythme et à quelle époque. De la même façon, on n'a plus seulement besoin de savoir combien la plante prélèvera d'azote pour former ses grains, il faut savoir à quel moment elle le prélèvera.

Cette prévision doit être de plus en plus étendue dans la durée. Pourquoi ? Parce que beaucoup d'effets environnementaux que l'on veut suivre ne sont pas des effets annuels. Pensons aux effets des pollutions, que ces pollutions soient d'origine intra ou extra-agricole (par exemple les pesticides et les pollutions par les boues urbaines) : on sait bien que leurs effets se produiront à long terme. Prévoir le long terme est une des plus grandes difficultés auxquelles nous sommes confrontés. Par exemple, il faut savoir si les pesticides s'accumulent dans le sol. On sait qu'ils disparaissent, mais dans beaucoup de cas, on les retrouve intégrés dans les matières organiques du sol. Y sont-ils durablement intégrés ? Sont-ils libérables ? A quel rythme ? Ce problème de prévision est tout à fait essentiel. Il ne faut pas oublier les conséquences à long terme des décisions que nous prenons aujourd'hui.

Une autre difficulté réside dans le fait que beaucoup des problèmes auxquels nous avons fait allusion aujourd'hui ne sont pas directement observables. Ce qui a changé entre l'agriculture que nous voulons imaginer et l'agriculture antérieure, c'est que, auparavant, lorsque le seul objectif était le rendement, il était assez facile de voir si ce qu'on avait fait était inefficace ou si on avait gaspillé. Mais il s'agit aujourd'hui d'un système dont les effets sont beaucoup plus diversifiés et beaucoup moins visibles directement. Pensons par exemple à la teneur en nitrates ou à la teneur de pesticides dans l'eau. Leur impact sur la rivière proche n'est pas directement observable par l'agriculteur. On peut imaginer qu'il voit le gibier qui se trouve dans ses parcelles, mais il n'est pas certain qu'il aille se rendre compte dans quelle mesure l'étang, qui est à quelques kilomètres, a été affecté par ses actions. Le problème réside dans le fait que le pilotage n'est plus directement accessible à l'individu qui enregistre les effets directs de ses décisions. Cela implique tout un système d'enregistrements, en partie externe à l'exploitation, et cela implique de disposer au départ d'outils de prévision permettant de savoir quels seront les effets externes et à long terme des décisions que l'on prend aujourd'hui.

Ainsi, incontestablement, ce besoin de prévision est au cœur de nos problématiques de recherche. Quels sont les outils dont nous disposons ? Nous avons des modèles. Qu'est-ce qu'un modèle ? Ce n'est pas quelque chose de radicalement nouveau par rapport à ce que vous connaissez : les modèles prennent en compte le temps pour décrire le déroulement d'un certain nombre de phénomènes. Les chercheurs en font tous les jours. C'est devenu, grâce à la puissance des outils de calcul actuels, et notamment grâce à l'informatique, l'outil quotidien des chercheurs. Ceux-ci produisent des modèles pour tous les mécanismes qu'ils étudient : les mécanismes génétiques de fonctionnement de la plante, les mécanismes de fonctionnement de la plante entière jusqu'au fonctionnement de la parcelle. Cela peut aller jusqu'à l'échelle d'un bassin versant ou d'une petite région. Donc les chercheurs élaborent des modèles. La question est de savoir si ce genre d'outil peut être rapidement utilisable et peut se substituer aux moyens actuellement disponibles pour prendre les décisions. Il est très difficile de transformer des outils de description de la réalité du fonctionnement des objets que nous étudions, notamment du fonctionnement de la parcelle, en outils utilisables par le technicien de l'agriculture, par le bureau d'études et par l'agriculteur lui-même. La première difficulté consiste à passer d'un modèle qui, très souvent, fonctionne sur des échelles extrêmement réduites (un morceau de plante, un organe) et avec des pas de temps très courts (l'heure, la journée) à un modèle qui décrit le fonctionnement de la plante pendant toute la saison. Cela, on saura bientôt le faire, du moins dans les conditions que j'ai indiquées tout à l'heure. La satisfaction des besoins de la plante n'est pas trop mal assurée. Il faut ensuite être capable de collecter les données nécessaires. C'est peut-être, à l'heure actuelle, le point le plus difficile si l'on veut utiliser un modèle qui représente le fonctionnement d'une plante et qui sera capable de prédire son rendement, la façon dont elle prélève de l'azote, et peut-être, *in fine*, les risques de lessivage de nitrates en fin de saison. Il faut disposer de beaucoup de données sur le sol, sur le climat et avoir une bonne connaissance des variétés qu'on utilise. La collecte de références est certainement l'une des plus grandes difficultés pour passer des résultats de la recherche à leur utilisation.

Enfin, il faut adapter cela aux besoins de l'utilisateur. Il faut mettre au point un outil qui intéresse l'utilisateur ; celui-ci doit être capable de le manipuler et il doit pouvoir en comprendre le fonctionnement. Il faut donc construire avec lui l'outil dont il a besoin, ce qui n'est pas le plus simple.

Donc on élabore ces modèles et on sait maintenant décrire le fonctionnement d'une parcelle. On sait ce que devient l'azote et ce que deviennent les pesticides. Mais il faut savoir dans quelle mesure nos prévisions sont exactes. Il est hors de question d'expérimenter tous les facteurs qui entrent en jeu dans le fonctionnement d'une parcelle. On ne peut pas tester simultanément la dose d'azote, le climat de l'année, la quantité de pesticides apportée et le lessivage plus ou moins important déclenché par ces produits. Il faut suivre cela à grande échelle. C'est un problème de dispositif d'observation et un problème d'association avec les agriculteurs, qui aideront la recherche en enregistrant ce qu'ils font et en observant les résultats que cela entraîne.

Le rapprochement entre la recherche et l'Agriculture Raisonnée qui enregistre ce qu'elle fait et qui observe les résultats nous permet de savoir si ce qu'on produit a une quelconque efficacité. A terme, cela permettra également à la recherche d'avoir les moyens de réaliser les outils dont vous avez besoin.

Il faut donc rechercher la précision et être capable de prévoir. Prévoir, c'est d'abord fournir des modèles, être capable de les utiliser et vous permettre également de les utiliser. On impose à la recherche un certain nombre d'exigences nouvelles. La première exigence consiste à concevoir, définir et valider les indicateurs. Pourquoi ? Parce qu'on peut très difficilement imaginer qu'un ensemble d'agriculteurs qui transforment leur façon de gérer le territoire puissent disposer d'un système d'enregistrement analytique de toutes les données, permettant de savoir si la façon de raisonner est devenue efficace. Prenons par exemple le cas des pesticides ou celui de la qualité de l'eau en général. On ne peut pas demander à un collectif d'agriculteurs de payer toutes les analyses mesurant la quantité de nitrates, de pesticides ou d'autres polluants minéraux dans l'eau. C'est absolument ruineux et c'est impensable.

Il faut qu'on trouve d'autres moyens de quantifier les sorties. Cette demande, qui nous est adressée par tout le monde, est souvent assortie de conditions impossibles. On nous demande un indicateur unique, une espèce dont l'abondance serait le révélateur unique de la qualité du milieu. Évidemment, nous repoussons ce genre de demandes absurdes. En revanche, nous acceptons de plus en plus l'idée de devoir fournir aux agriculteurs des indicateurs qui soient capables de mesurer la qualité des milieux et qui soient économiquement accessibles. Il faudra les valider, c'est un important travail de recherche.

Nous devons également concevoir, pour différentes catégories d'acteurs, et notamment pour les agriculteurs, des dispositifs d'observation. Il ne s'agit pas seulement de disposer d'indicateurs, mais aussi de se demander comment on pourrait surveiller les progrès du raisonnement agricole.

Il faut donc gagner en précision, il faut gagner en prévision et améliorer la durée de prévision. Dernier point : il faut gagner en intégration. Cela a été évoqué à plusieurs reprises : on ne peut pas raisonner les techniques indépendamment les unes des autres. On ne peut pas raisonner les systèmes de culture sans tenir compte des interactions entre les cultures, et surtout, on peut de moins en moins raisonner les techniques sans tenir compte de leurs interactions entre elles et avec l'environnement.

Il est clair que l'Agriculture Raisonnée sera une agriculture de précision et qu'elle sera une agriculture intégrée. La recherche a des difficultés à apporter une réponse : étudier l'ensemble des facteurs en cause (à la fois les facteurs productifs et les facteurs environnementaux) n'est déjà pas facile ; étudier leurs interactions entre eux devient extrêmement complexe. Mais on doit désormais étudier ce qu'on appelle un système, un système très particulier, très compliqué, dont on veut multiplier en permanence les composantes. Par exemple, jusqu'à une époque récente, on s'est préoccupé du sol et des eaux. De plus en plus, il faut y intégrer les composantes atmosphériques. Le système est devenu soudainement de plus en plus complexe, il évolue en permanence. La réaction consiste à élaborer des modèles qui, eux-mêmes, sont de plus en plus lourds et de plus en plus gigantesques. On se demande comment les transformer en outils de décision.

Tout ce qui touche à la problématique des sciences de la connaissance, des sciences de la pédagogie, de la communication et à l'interaction entre l'utilisateur et le concepteur d'outils devient une question extrêmement cruciale. Si l'on conçoit des outils intégrés séduisants pour le chercheur, séduisants pour réfléchir, mais complètement inopérants lorsqu'il s'agit de prendre des décisions, nous serons en difficulté. Il n'est pas certain que l'Agriculture Raisonnée sache facilement s'intégrer si on lui demande de prendre en compte de plus en plus de choses.

Enfin, il faut intégrer l'agriculture spatialement. On vient d'en parler à propos de la biodiversité. L'Agriculture Raisonnée est de moins en moins une agriculture de la parcelle. C'est toujours une agriculture de l'exploitation, cela l'a toujours été, mais cela implique une différenciation spatiale des parcelles qui sont situées dans des bassins versants, dans des périmètres d'alimentation de nappe, dans des périmètres de captage, dans des zones d'habitat de la faune. Donc, c'est de plus en plus une action à l'échelle du territoire qui s'impose. On doit intégrer les actions sur chaque parcelle à l'échelle du paysage et à l'échelle du territoire.

Dernier élément : la recherche effectue quelques changements fondamentaux par rapport aux années antérieures, celles du productivisme triomphant, qui ne sont pas encore si lointaines. A cette époque, la recherche et l'agriculture étaient étroitement associées pour atteindre un objectif unique et simple : il s'agissait de trouver les moyens de produire de la façon la plus économique et la plus performante possible.

Donc la recherche agronomique était fondamentalement au service de l'agriculture et avait le même objectif qu'elle. Le changement fondamental réside dans le fait que la recherche, aujourd'hui, est d'abord créatrice des problèmes que vous avez à résoudre. C'est elle qui découvre que des pesticides sont présents dans l'atmosphère ; c'est elle qui découvre que, lorsqu'on traite par des pesticides, il ne faut pas seulement se préoccuper de l'eau

mais également de ce qui se volatilise. Elle introduit un nouveau problème pour l'Agriculture Raisonnée. Elle n'est pas seulement pourvoyeuse de solutions, elle fabrique également des questions.

Le deuxième problème, c'est qu'elle doit rendre compte de son efficacité, non plus seulement à partir des critères propres à l'agriculture (productivité, efficacité), mais aussi par rapport à des critères posés par l'ensemble de la société. Elle doit montrer que ce qu'elle produit est efficace pour améliorer le système. Ainsi, les relations entre recherche agronomique et agriculture se modifient.

Par ailleurs, la recherche joue un rôle décisif dans la légitimation de l'Agriculture Raisonnée. C'est elle qui, *in fine*, produira les outils permettant de dire que l'Agriculture Raisonnée est efficace. Elle interviendra dans l'arbitrage final. C'est grâce aux outils que nous fabriquons que nous saurons si nous avons effectivement amélioré les écosystèmes, la qualité des eaux et la qualité de l'air. Cela signifie-t-il qu'il y a conflit ou opposition ? Je ne le crois pas. Je pense qu'il faut simplement concevoir un nouveau système de relations entre recherche et agriculture.

Le problème, c'est que le système traditionnel (où la recherche trouve une solution et la transforme en une innovation pratique à travers un système de transferts) ne peut plus véritablement fonctionner suivant les mêmes méthodes. En effet, on ne produit plus directement des techniques uniformes, généralisables et expérimentées. Nous ne pouvons plus vraiment expérimenter toutes les conséquences de ce que nous réalisons, il faut les observer, et pour cela, nous avons besoin de vous. Le système change complètement et il faut en concevoir un nouveau qui permette de transférer les résultats de la recherche, mais qui permette également de transformer ces résultats en innovations. Ce système est automatiquement interactif entre les utilisateurs et les producteurs.

Dans cette nouvelle conception du système de relations entre recherche et agriculture, avec tous les intermédiaires qui existent entre les deux, actuellement, il est certain que la partie finale, qui est l'observation des actions et de leurs conséquences, sera essentielle pour l'avenir. Il me semble que, dans le réseau de l'Agriculture Raisonnée, la connaissance de plus en plus générale et en temps réel des actions de l'agriculture et de leurs résultats est la condition de notre progrès commun, à la fois pour nous poser des problèmes et pour y trouver des réponses.

EXPOSE CONCLUSIF

Guy POIRIER, ministère de l'Agriculture et de la Pêche

Merci Monsieur le Président. Je voudrais d'abord présenter les excuses du directeur de l'Espace rural et de la Forêt. Il regrette de ne pas pouvoir venir. Puisqu'il y a seulement dix minutes qu'on m'a demandé de parler devant vous, je n'ai rien pu préparer. Vous voudrez donc bien excuser la sécheresse de mon propos.

Je connais bien FARRE et son ancien président, Jean THIAULT, ancien collègue que je salue. Je connais également certaines personnes qui sont présentes autour de cette table. Je sais que les gens du réseau FARRE sont à la fois des témoins et des acteurs. Je sais que quelque chose bouge dans notre agriculture, cela bouge et bouge vite.

En effet, en l'espace d'une cinquantaine d'années, nous avons connu trois révolutions. La première, c'était celle du "produire plus". La deuxième, c'était celle du "produire moins". Celle que nous vivons aujourd'hui, c'est celle du "produire mieux". Cela représente beaucoup en peu de temps à l'égard des mêmes hommes, des mêmes structures, des mêmes institutions, des mêmes administrations et quelquefois des mêmes politiques.

La révolution du "produire plus" est intervenue au moment où nous nous sommes engagés dans la formidable aventure de ce qu'on a appelé le Marché commun, qui est devenu l'Union européenne. Nous devons faire en sorte que les pays d'Europe arrivent à l'autosuffisance alimentaire. De plus, il s'agissait de dégager des parts de marché par rapport à une Amérique toute puissante au sortir de la guerre. C'était un défi formidable qui nous obligeait à changer nos solidarités.

Les solidarités que nous avons connues dans la période précédente étaient des solidarités de territoire, des solidarités de pays. Nous étions des hommes de pays bien identifiés, bien structurés autour d'un pôle géographique. Nous devions vivre à l'intérieur et faire vivre des équilibres. L'homme de pays, le paysan, allait devenir agriculteur. Cette solidarité avait été vécue pendant des centaines d'années, presque des millénaires. On allait la changer pour édifier, pour structurer et pour consolider des filières. Nous devenions des hommes de marchés. L'agriculteur, l'éleveur du pays d'Auge devenait solidaire de l'éleveur du pays du Morvan.

La connaissance des prix, la connaissance des marchés, la connaissance des structures étaient aussi importantes pour le producteur des Charentes que pour le producteur des Landes. Il y avait donc un nouveau défi à relever, il fallait organiser les filières, organiser ces solidarités autour des secteurs du développement, autour des secteurs de la recherche et autour de tous les marchés que l'on mettait en place. C'était un formidable défi auquel on était peu préparé. Il a fallu organiser à la fois l'ensemble de la production et tout ce qui tournait autour pour arriver à faire en sorte que cela fonctionne. Cela a bien fonctionné.

Cela a tellement bien fonctionné que, dans les années 75, on ne parlait plus de suffisance alimentaire mais de surproduction. Le problème qui était alors posé était celui de la gestion des stocks de beurre, de lait, de crème et les frigos qui étaient trop pleins. On nous donnait l'image d'un train continu de Paris à Strasbourg pour nous permettre d'imaginer le surplus de production laitière que nous avions.

Comment, à partir de là, réorganiser notre production ? Comment faire pour vivre une nouvelle agriculture ? Pour répondre à ce problème, on a contingenté les productions. On a mis en œuvre la politique des quotas laitiers, qui a été suivie par une politique de jachères, de quantités maximales garanties, etc. Nous étions passés du "produire plus" au "produire moins". C'était la deuxième révolution. Elle a été mal vécue, elle a soulevé des problèmes qui étaient au cœur du développement agricole, mais elle a réussi et personne, aujourd'hui, n'est prêt à remettre en cause les contingentements et les quotas laitiers. Si on n'avait pas mené cette politique, il y a fort à parier que les prix à la production auraient peut-être subi des baisses de l'ordre de 25 à 30 %. Même si cela a été difficile à accepter, on a compris qu'il n'y avait pas d'autre choix.

Maintenant, nous sommes devant un nouveau défi, le défi du "produire mieux". Il s'est posé il y a quelques années et il est beaucoup plus complexe que les autres. "Produire mieux", ce n'est pas uniquement produire mieux des produits alimentaires, c'est aussi mieux gérer les aspects périphériques qui conditionnent la production. Il faut produire mieux du paysage, de l'espace, de l'air, de l'eau. Il ne s'agit pas uniquement de produire des produits agricoles, de produire des produits de qualité, il faut également intégrer l'ensemble des données qui conditionnent la vie agricole dans une nouvelle donne. Il faut essayer de répondre à une nouvelle demande sociale très forte qui s'exerce de manière assez floue. Cette demande vient de personnes qui ne connaissent plus le monde agricole parce qu'ils en sont éloignés depuis longtemps. Ce sont maintenant les urbains, 85 % de la population, qui adressent aux agriculteurs des demandes sociales de plus en plus fortes. Les agriculteurs, qui sont de moins en moins nombreux, sont obligés d'y répondre, bien qu'ils doivent gérer un territoire identique au point de vue superficieux.

Voilà le formidable défi auquel nous avons à répondre, voilà les enjeux devant lesquels nous nous trouvons à l'aube de ce millénaire. Nous avons besoin de beaucoup d'énergie, nous avons besoin que les administrations, que les organisations professionnelles, que les chercheurs, que les agents du développement et que les agents de formation se réunissent pour essayer de confronter leurs expériences et pour voir comment il est possible de répondre à tous ces problèmes à la fois. C'est difficile parce que c'est immédiat.

Que se passe-t-il ? Pourquoi ? Qu'est-ce qu'on y peut ? Il existe une demande sociale forte. Elle est exercée par un monde urbain. Elle est désordonnée. Quand on réclame un paysage de qualité, de quel paysage s'agit-il ? C'est souvent un paysage rêvé, le paysage de son enfance. C'est lui qui sert de référence, qui nous sert de point d'appui, c'est celui auquel on tient. Pourtant, les temps ont changé, les paysages urbains et les urbains ont changé également. Ils formulent une demande floue, dans laquelle la notion de qualitatif a beaucoup de mal à s'intégrer dans les notions de rationalité. La qualité de l'eau, on peut la mesurer, c'est vrai ; on connaît les doses dangereuses pour la santé. Mais là aussi, les scientifiques ont des points de désaccord et les débats sont ouverts. Comment peut-on trancher ? Ce n'est pas toujours facile.

Dans la mesure où la demande sociale est forte, désordonnée, peu structurée, peu organisée, il est très difficile d'apporter des réponses. Un autre élément est essentiel : l'agriculteur a une revendication simple, il veut pouvoir vivre de son revenu. Il veut avoir une exploitation agricole appelée à perdurer et transmissible à ses enfants.

Existe-t-il une possibilité de rendre compatibles la demande sociale exercée de l'extérieur et les problèmes internes que l'exploitant agricole rencontre à partir des dimensions qu'il connaît et au travers de l'interprétation des marchés au niveau international ? Voilà des enjeux extrêmement complexes. C'est la raison pour laquelle l'approche faite par le ministère de l'Agriculture, en liaison avec l'ensemble des partenaires, a été très pragmatique. On a essayé de voir progressivement, au coup par coup, ce que pouvait donner telle ou telle expérience. On a conduit des opérations qui n'étaient peut-être pas, dans un premier temps, des réponses globales, mais qui avaient le mérite d'être des réponses pratiques.

Je prends quelques exemples. Lorsque, dans les années 1990, on a commencé à réfléchir au problème des fertilisations à travers l'opération Ferti-Mieux, on a rassemblé des agriculteurs, mais également des scientifiques, des agents du développement et des personnels de l'administration, pour voir si l'on pouvait conduire la fertilisation d'une manière différente, et dans ce cas, comment on pouvait le faire. On a commencé par rédiger une sorte de cahier des charges. On a regardé s'il pouvait être accepté, s'il ne remettait pas en cause les enjeux de l'exploitation. On s'est demandé comment le gérer et comment l'appliquer dans les régions, comment s'y prendre pour que cela puisse être relayé par les agents de développement.

Ferti-Mieux, qui était, dans un premier temps, une opération pilote, est devenu un élément de référence. Dans toutes les régions de France, dans tous les départements, dans presque toutes les collectivités, on peut s'appuyer sur Ferti-Mieux. C'est une expérience assez intéressante et efficace. C'est la raison pour laquelle, après Ferti-Mieux, on a lancé une autre opération de même nature : Iri-Mieux. Demain, on lancera Phyto-Mieux. C'est une approche pragmatique. On essaie de faire en sorte que l'agriculteur commence à rechercher, non pas une production maximale, mais une production lui permettant de conforter son revenu et de faire perdurer son exploitation en intégrant la dimension environnementale.

L'agriculteur a une obligation : il doit sauvegarder les milieux dans lesquels il vit. C'est le fameux article 19 d'agriculture/environnement, appelé ensuite mesures agri-environnementales. Certes, on a tâtonné, cela a été difficile. L'interprétation était relativement modeste, il n'y avait pas de courant écologiste puissant en France. Lorsque, en 1990, on a annoncé quatre opérations expérimentales, il a fallu les chercher. Aujourd'hui, nous en sommes à plus de 200 ou 250 opérations, qui ne sont plus expérimentales. Les agriculteurs ont maintenant pris en compte la dimension des espaces à préserver, la dimension de l'environnement qui était fragile et qu'il fallait sauvegarder. Parce que l'équilibre naturel était nécessaire, il fallait sauvegarder la faune et la flore, il fallait éviter les incendies et la déprise agricole. Des opérations ont été conduites et ont donné pleinement satisfaction, à tel point qu'elles prendront une autre dimension demain. Tout cela est resté partiel, partiel, limité peut-être.

C'est dans ce cadre-là, parce qu'on voulait aller plus loin et concilier l'aspect économique, la nécessité de faire perdurer l'exploitation agricole avec l'obligation d'intégrer la dimension environnementale, qu'on a lancé les Plans de développement durable. Il s'agissait, avec des agriculteurs volontaires pour se livrer à cette expérimentation, de voir si l'agriculture pouvait être viable économiquement et intégrer les problèmes environnementaux. C'était l'opération "Plan de développement durable". Dans soixante régions, 1 200 agriculteurs ont participé à cette immense réflexion. Cela a donné des résultats. On a vu qu'il n'y avait ni antinomie ni antagonisme entre la demande sociale et le développement économique, qu'il n'y a pas d'opposition entre la prise en compte de l'environnement et des objectifs économiques.

Parallèlement, les organisations professionnelles, appuyées par l'administration, lançaient de manière complémentaire l'opération FARRE, dans des régions très spécifiques et sur des bases professionnelles plus identifiées. Les résultats de cette opération sont à saluer. C'était intéressant mais, encore une fois, partiel. C'est la raison pour laquelle, dans la Loi d'orientation agricole actuellement en débat à l'Assemblée nationale et au Sénat (une première lecture l'a approuvée et le Sénat devrait en débattre à la fin du mois), ont été lancés les Contrats territoriaux d'exploitation. Ces Contrats Territoriaux d'Exploitation, qui font l'objet de grands débats dans les départements, devraient permettre de répondre à cette triple question :

1 - Comment donner une perspective d'avenir à l'agriculture à travers l'économie des exploitations ? Quels projets l'agriculteur peut-il avoir dans une exploitation ? Projet de diversification ? Projet d'amélioration de la

plus-value ou de la qualité à travers la traçabilité ou la vente directe ? Quels projets économiques l'agriculteur peut-il avoir ? Comment l'aider à bâtir ces projets ? ;

2 - Comment l'exploitation agricole peut-elle s'intégrer au mieux dans le territoire en essayant d'intégrer la dimension du paysage, de l'eau, de l'air, des sols et de l'espace ? Comment va-t-on soutenir un projet qui intégrera ces dimensions ? ;

3 - Comment l'agriculteur peut-il être un agent de développement social ? Comment peut-il répondre au formidable défi de la fin de ce millénaire qui est le défi de l'emploi ?

Voici les perspectives décidées par les administratifs et soutenues par les politiques à travers le Contrat Territorial d'Exploitation.

Ce Contrat Territorial d'Exploitation est donc le reflet de la triple volonté économique, environnementale et sociale de raisonner le développement agricole. C'est par là que l'ensemble des aides devrait passer, à terme. A terme, parce qu'il faut procéder par étapes. Au fur et à mesure que les esprits évolueront, au fur et à mesure que les expériences se dérouleront, il faudra répondre à cette perspective. Parce que rien n'est figé et parce qu'on n'avait pas d'idée précise, on a lancé l'opération de préfiguration. On a posé la question aux départements : " En fonction des problématiques qui se posent dans vos territoires, dans vos régions, dans vos petits pays agricoles, quels sont les grands problèmes qui se posent ? S'agit-il de problèmes en matière d'environnement, en matière de territoires, en matière de développement de pays ? Qu'est-ce que pourrait être un Contrat Territorial d'Exploitation dans ce cadre-là ? Quelle est la valorisation des productions que vous pouvez mettre en place ? Comment peut-on arriver à articuler cette dimension environnementale et économique ? "

C'est actuellement l'objet du débat qui est en train de se terminer dans les différents départements. Dans quelques jours, les rapports des départements arriveront à l'administration centrale. On fera un examen attentif des synthèses. A partir de ces synthèses, des propositions claires seront présentées au Cabinet. Des orientations précises seront données au Contrat Territorial d'Exploitation et aux financements qui devront permettre à l'agriculteur volontaire de contractualiser avec l'État. On passera donc de la logique de guichet, employée jusqu'à présent, à une nouvelle logique, celle de contrat. Il existe une demande sociale et l'agriculteur est prêt à y répondre. A partir de ce moment-là, on peut s'engager.

Ce sont des perspectives nouvelles. On pourra peut-être faire en sorte que l'État, les collectivités locales territoriales et les agriculteurs, individuellement et collectivement, abordent le troisième millénaire. Tout cela n'aura été possible que parce qu'il y aura eu des gens qui auront réfléchi et intégré toutes ces dimensions. Vous en êtes à la fois les témoins et les acteurs. C'est la raison pour laquelle je me devais, au nom du ministre de l'Agriculture, de saluer vos efforts et vous remercier pour tout le travail que vous avez réalisé. Vous avez semé ; aujourd'hui, on va récolter, j'espère qu'on récoltera ensemble.

CONCLUSION

**Claude GLEIZES, Président du Conseil Scientifique de FARRE
Membre de l'Académie d'Agriculture de France**

Je remercie M. Poirier d'avoir rappelé les grands défis auxquels l'agriculture a dû répondre. Le défi auquel elle est confrontée aujourd'hui, c'est celui du "produire mieux", du "produire propre", celui du respect de l'environnement. M. Poirier a également parlé des Contrats Territoriaux d'Exploitation et de l'intérêt que l'action de FARRE peut présenter pour développer l'agriculture durable.

Le Conseil scientifique de FARRE avait choisi de faire un tour d'horizon des outils qui permettent de respecter l'environnement. C'était un parti pris qui laissait des lacunes. En particulier, nous n'avons pas du tout parlé des problèmes posés par l'irrigation. Nous pourrions peut-être y revenir ultérieurement.

Je crois qu'on a pu faire apprécier l'ampleur de l'ensemble des outils qui sont mis à notre disposition. On a pu appréhender leurs méthodologies et voir ce qui se passait dans la réalité, grâce aux témoignages de certains d'entre vous. Cela me paraît important dans cette deuxième rencontre. En ce qui concerne les outils, on a parfois des querelles de vocabulaire. On peut mettre beaucoup de choses sous ce terme : il existe des outils matériels, comme les épandeurs d'engrais ou les pulvérisateurs, mais il existe également de nombreux outils intellectuels. On a beaucoup parlé des outils que sont les codes de bonne pratique ou les recommandations. D'autres outils sont les appuis aux agriculteurs, les appuis institutionnels. Mais on a aussi beaucoup parlé de l'outil de diagnostic (comme par exemple CORPEN et DEXEL).

Je me permettrai d'évoquer le document que le Conseil Scientifique met à la disposition du réseau FARRE. L'an dernier, vous avez eu une première version d'un document d'auto-diagnostic qui recouvrait l'ensemble des pratiques culturales et qui, à cause de cela, était sommaire. Cette année, ce document actualisé sera remis aux membres du réseau. Il ne traite plus de l'ensemble des pratiques culturales de façon globale, il est diversifié. On trouve un fascicule concernant les grandes cultures, un autre concernant les cultures maraîchères, et un autre concernant les cultures fruitières (arboriculture et viticulture). Ultérieurement, il y aura un fascicule relatif à l'élevage.

Ce document est un guide permettant à l'agriculteur de réaliser un auto-diagnostic de ses pratiques et de les situer par rapport aux exigences de la protection de l'environnement. C'est une série de questions auxquelles l'agriculteur est appelé à répondre en conscience. Il n'a pas de justificatifs à produire, il répond simplement à des questions par oui ou par non. Quand on répond par non, cela signifie en général que quelque chose ne fonctionne pas. Quelques questions ne concernent pas l'agriculteur.

Ce n'est pas du tout un moyen de juger ou de contrôler qui que ce soit, c'est un outil permettant à l'agriculteur de progresser. On lui demande de dire à FARRE quels sont les points qui lui paraissent très faciles à atteindre et quels sont ceux qui lui paraissent difficiles. Ce serait intéressant de savoir, pour les membres du réseau, quels sont les points les plus difficiles, ceux sur lesquels on risque d'accrocher. Cela permettrait de savoir s'il faut reformuler des questions ou donner des explications, de façon à progresser.

Au-delà des outils, j'ai retenu deux choses de ces deuxièmes Rencontres FARRE de l'Agriculture Raisonnée. La première, Claude BESNAULT y a fait allusion tout à l'heure et Pierre STENGEL l'a très largement développée, c'est le problème de l'agriculture de précision. On peut dire que toute agriculture est tenue maintenant de devenir une agriculture de précision. L'exemple de ces quantités énormes d'azote que l'on manipule alors que l'on doit avoir des fuites très peu importantes illustre bien ce qu'est l'agriculture d'aujourd'hui et ce qu'elle doit être. C'est vrai pour l'azote, mais c'est également vrai pour beaucoup de choses.

Quelquefois l'agriculture est face à des produits qu'elle ne connaît pas. Je pense aux boues de stations d'épuration, par exemple. Il faut pourtant qu'elle les gère avec précision. Ces boues contiennent des matières fertilisantes, mais également des produits que l'on préférerait ne pas voir s'accumuler dans les sols. Les normes fixées ici ou là posent problème. Cette précision, à laquelle l'agriculture doit parvenir, est donc essentielle.

Deuxième point : nous sommes revenus sur les réflexions que nous avons eues l'année dernière au sujet des relations entre agriculture, environnement et société. On l'a vu pour la faune et la flore, il est possible de mener une action qui inscrira les exploitations agricoles dans une dynamique de territoire. Je crois qu'on peut dire que tous les objectifs environnementaux relèvent de cette réflexion. En général, ces objectifs sont fixés au niveau national ou au niveau européen par des directives, des règlements, des lois. Mais en fait, les actions qui découlent de tous ces règlements ne peuvent être déterminées qu'au niveau local, et à aucun autre. La concertation entre les différents acteurs et tous les intéressés ne peut avoir lieu qu'au niveau local. C'est le seul niveau qui permette de tenir compte des pratiques agricoles réelles. La concertation est d'autant plus nécessaire que la responsabilité de l'agriculture est énorme. Celle-ci travaille sur la presque totalité du territoire, mais elle ne représente qu'une infime part de la population. Il est donc absolument nécessaire que l'agriculture puisse

s'insérer dans les objectifs de gestion du territoire. Comment y arriver ? C'est bien à l'agriculteur de décider de ses actions. Il prend ses décisions en fonction de la faisabilité technique, en fonction de ses intérêts économiques et en fonction de l'impact sur l'environnement, mais il ne peut le faire que dans le cadre d'objectifs qui ont été fixés dans cette dynamique de territoire.

Comment cette dynamique de territoire est-elle déterminée ? Il faut que les différents acteurs réfléchissent à l'organisation de la concertation et aux modalités de participation de l'agriculture. Ce n'est pas facile.

Par exemple, le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) fera appel à la participation de tous les usagers, mais on sait que, dans les SAGE, la proportion est de deux élus pour un fonctionnaire et un usager. Il n'y aura donc pas beaucoup d'usagers car, à chaque fois qu'on en désignera un de plus, il faudra ajouter trois personnes à côté de lui. C'est un sujet dont il faudra discuter. Par ailleurs, comment prendra-t-on les décisions relatives au partage des charges ? On a évoqué ce problème du financement. Cela mérite de se concerter et il faut réfléchir au moyen de participer à cette concertation.

Cela pourrait être un thème de travail à l'avenir. Il est très important que, au sein de FARRE, on réfléchisse à ces questions et qu'on essaie de tirer parti des expériences des uns et des autres. Beaucoup de choses se réalisent sur le terrain, il serait intéressant que ceux qui sont déjà engagés dans une expérience puissent en faire bénéficier tout le monde.

Je vous remercie de votre attention et je remercie tous ceux qui ont présenté des exposés aujourd'hui.