

Interactions entre systèmes fourragers et systèmes de grandes cultures à l'échelle d'un territoire.

Intérêts pour l'environnement

Gilles Lemaire

Unité d'Ecophysiologie des Plantes Fourragères, INRA, F-86600 Lusignan ; lemaire@lusignan.inra.fr

Résumé

La simplification extrême des systèmes de culture constatée dans de nombreuses régions agricoles depuis plusieurs décennies associée à l'intensification de la production est concomitante (i) de l'érosion importante de la biodiversité tant végétale qu'animale, (ii) de la dégradation accélérée de la qualité des eaux et (iii) de la dégradation dans certains cas de la qualité des sols. Dans bon nombre de régions traditionnelles de polyculture-élevage, caractérisées encore jusqu'à récemment par des assolements assez diversifiés, la spécialisation de plus en plus poussée des exploitations du fait de la disparition plus ou moins prononcée de l'élevage entraîne une assez grande uniformisation des modes d'occupation des terres à l'échelle des paysages. Les milieux pérennes, tels que les prairies ou les cultures fourragères pluriannuelles (la luzerne, par exemple) peuvent jouer un rôle important à l'échelle d'un territoire, à la fois comme élément plus ou moins fixe et peu perturbé du paysage vis-à-vis des populations et communautés végétales et animales, et comme élément régulateur des cycles biogéochimiques (C, N, H₂O, P...) et donc des flux d'éléments pouvant avoir un impact environnemental. De plus, à l'échelle spatiale, l'introduction de surfaces à végétation pérenne peut jouer un rôle important à l'échelle du paysage : création de zones « refuges » pour certaines espèces jouant un effet « île » dans la dynamique de population, lutte contre l'érosion, préservation de la qualité des eaux superficielles. Ainsi, non seulement l'importance en surface des prairies et cultures fourragères pérennes doit être considérée mais aussi leur mode d'insertion spatiale au sein d'un territoire.

Dans certaines régions, le maintien de ces surfaces pérennes ne pourra être réalisé qu'au travers d'une politique volontariste de maintien d'activités d'élevage au sein des différents territoires. La disparition ou non de l'élevage des exploitations de polyculture-élevage n'obéit pas toujours à une pure logique économique, mais est souvent dictée par des considérations plus personnelles des exploitants qu'il serait grave de ne pas prendre en considération : temps et pénibilité du travail, mode de vie. On peut penser que la spécialisation des exploitations agricoles va aller en s'accroissant : (i) céréaliculture sur de plus grandes surfaces pour certaines et (ii) élevage avec des troupeaux plus importants et moins de surfaces pour d'autres. Il s'agit alors de retrouver des modes d'interactions entre ces deux activités au niveau local à travers la coopération d'exploitations elles-mêmes spécialisées. Ainsi, certaines productions fourragères pourraient être externalisées des exploitations d'élevage vers des exploitations céréalières permettant ainsi une diversification de leurs assolements avec tous les avantages agronomiques et environnementaux qui peuvent en découler. Ces interactions peuvent prendre différentes formes, depuis la pratique des assolements en commun jusqu'à des commercialisations de fourrages conservés. L'association entre activité d'élevage d'herbivores utilisant le maximum de ressources fourragères produites localement et la production céréalière reste la base d'un développement territorial durable. Ceci implique la mise en place de nouveaux modes d'organisation entre exploitations au niveau local.

Introduction

L'avenir des régions de polyculture-élevage, faute d'une stratégie de développement cohérente, est orienté tout naturellement par les forces économiques et les contraintes de la Politique Agricole Commune (PAC) vers une uniformisation des modes d'occupation des sols liée à la céréaliculture tandis que l'élevage continue à se concentrer sur d'autres territoires, à des densités peu supportables. Pour l'essentiel, les problèmes environnementaux (pollution des eaux, érosion de biodiversité) sont issus de l'uniformisation des modes d'occupation des sols (même système de culture simplifié appliqué à l'ensemble du territoire), soulignant l'obligation et l'urgence d'une refonte nécessaire des systèmes agricoles actuellement engagés dans une voie sans issue d'un point de vue environnemental.

Depuis le 16^{ème} siècle, la **durabilité** de la production agricole a été assurée par le maintien de la « capacité productive » des terres grâce aux effets bénéfiques de l'introduction des cultures fourragères et des prairies dans les assolements (SÉBILLOTTE, 1980). Le concept de *ley-farming* a permis de systématiser le principe des rotations entre prairies et cultures céréalières afin de tirer parti au mieux des effets bénéfiques des prairies en tant que précédents culturaux (CHAZAL et DUMONT, 1955). Cependant, dans le même temps, à partir de 1960, l'intensification rapide de la production agricole et les contraintes économiques et sociales pesant sur les exploitations ont accéléré leur spécialisation provoquant ainsi une séparation entre l'élevage ayant recours aux prairies d'un côté et les grandes cultures d'un autre côté. Cette spécialisation des exploitations entraîne la spécialisation de territoires entiers : plaines céréalières intensives et zones de concentration d'élevages intensifs, qui sont toutes deux confrontées à de graves problèmes d'environnement.

La durabilité des systèmes de production agricole ne se mesure plus actuellement seulement par leur capacité à maintenir un certain niveau de production de denrées agricoles, mais essentiellement par leur capacité à maintenir à moyen et long terme un environnement conforme aux différentes attentes de la société dans les territoires ruraux où ils sont insérés. Il nous apparaît donc important d'analyser le rôle des systèmes fourragers (prairies et cultures fourragères) sur les différentes fonctions environnementales en complément des rôles qu'elles peuvent jouer sur les fonctions productives de l'agriculture. **Les fonctions environnementales de l'agriculture** (biodiversité, qualité des eaux, qualité de l'air...) **ne peuvent pas être abordées à l'échelle de la seule exploitation mais à l'échelle d'un territoire** qui regroupe l'activité d'un nombre plus ou moins important d'exploitations plus ou moins spécialisées (céréales ou élevage). Ces exploitations peuvent entretenir entre elles des échanges de biens et de services qui peuvent contribuer au développement agricole durable du territoire qu'elles partagent.

L'objectif de cet article est (i) d'analyser les services agronomiques et environnementaux qui peuvent être produits par les surfaces de prairies et de cultures fourragères pérennes, (ii) d'identifier les interactions spatiales et temporelles que ces surfaces peuvent avoir avec les systèmes de cultures annuelles à l'échelle d'un territoire et enfin (iii) de voir dans quelles mesures ces services pourraient être maintenus, voire amplifiés, à l'échelle d'un territoire par des formes de coopération entre exploitations spécialisées.

1. Les effets environnementaux des prairies et cultures fourragères pérennes

La prairie peut être définie comme l'ensemble indissociable constitué (i) d'une végétation pérenne herbacée soumise à des prélèvements plus ou moins intenses et fréquents de sa biomasse aérienne pour fournir une ressource fourragère aux herbivores, (ii) du sol qui supporte cette végétation et qui est le siège des recyclages de matières organiques et d'éléments minéraux et (iii) des organismes résidents dans le sol ou dans la végétation qui participent directement ou indirectement aux cycles biogéochimiques. Dans cet exposé, nous assimilerons les cultures fourragères pluriannuelles, telles que la luzerne ou le trèfle violet, à la prairie.

En France, les surfaces de prairies ont fortement régressé depuis 1970. La conversion de prairies en cultures annuelles conduit à des pertes de CO₂ dans l'atmosphère (BOUWMAN, 1990). Le bilan des prairies temporaires en termes de **puits de carbone** n'est pas clairement établi. Il semble cependant que la séquestration de C pendant la phase « prairie » (de 3 à 6 ans) excède assez nettement les

pertes par minéralisation pendant la phase de remise en culture (3-4 ans) donnant ainsi au système prairie-cultures un rôle de puits de carbone (CHABBI, données non publiées).

La **lixiviation du nitrate** sous prairies de fauche est faible grâce à l'activité permanente du couvert végétal, alors qu'elle peut être importante sous prairies pâturées du fait des rejets importants de N extrêmement localisés, lorsque le chargement animal est élevé. Ainsi, le chargement animal est un bon indicateur du risque de pollution (SIMON *et al.*, 1997). Des pratiques raisonnées permettent de limiter fortement ces risques. L'**émission de N₂O** par les sols de prairie est assez mal évaluée. En situation de fauche, ces pertes doivent être réduites du fait du faible temps de résidence du nitrate dans le sol. En prairies pâturées, ces pertes sont dépendantes des apports de fertilisants en conditions humides (JARVIS *et al.*, 1991).

La prairie favorise l'infiltration de l'eau et limite le ruissellement (SÉBILLOTTE, 1980). De ce fait, elle protège les eaux superficielles des pollutions phosphatées et des pesticides introduits dans les systèmes cultivés (BENOIT *et al.*, 2000). Par la nature de ses apports de matières organiques, la végétation prairiale entretient une diversité de la microflore et de la microfaune et, réciproquement, les communautés microbiennes et faunistiques du sol modifient la disponibilité des nutriments et les propriétés physiques des sols (CANNAVACCIULO *et al.*, 1998). Ces phénomènes persistent dans les sols au-delà du retournement de la prairie et contribuent à l'amélioration de la **qualité des sols**. De plus, l'accumulation de matières organiques sous prairie peut contribuer au piégeage à long terme de certains xénobiotiques (pesticides et/ou métaux traces) qui sont introduits dans les sols dans les phases de culture.

La prairie est un milieu clé dans les **processus métapopulationnels de colonisation / extinction** pour une quantité d'organismes (insectes, mollusques, micromammifères, etc.), **sources alimentaires** de tout un cortège **d'oiseaux et de mammifères à forte valeur patrimoniale** dont la prairie est par ailleurs, bien souvent, le site de reproduction. Elle joue donc un rôle important dans le maintien de la **biodiversité** à l'échelle du paysage. En retour, la prairie abrite des populations d'invertébrés très divers qui jouent un rôle fonctionnel important dans les cycles de C et N.

L'approche environnementale et écologique du fonctionnement d'un territoire rural implique de définir les fonctions que l'on veut analyser ou optimiser sur ce territoire et de déterminer les portions d'espace qui sont pertinentes pour ces différentes fonctions. Ainsi, pour les fonctions liées aux flux atmosphériques (émissions de gaz traces, flux de CO₂ et effet de serre...), on peut considérer qu'une simple intégration spatiale des flux locaux est suffisante pour rendre compte de l'impact global d'un mode d'occupation du sol et d'organisation d'un territoire, hormis pour les flux de NH₃ pour lesquels des interactions spatiales entre zones émettrices et zones réceptrices doivent être prises en compte. Pour les flux vers l'hydrosphère, il devient indispensable de discrétiser le territoire en fonction de son réseau hydrographique et de caractériser de manière suffisamment précise les zones contributives et les zones réceptrices des flux hydriques horizontaux afin de rendre compte des différents impacts sur les risques d'érosion, les pollutions des eaux superficielles et les pollutions des nappes profondes (CURMI *et al.*, 1998). Ainsi, le rôle et l'impact d'une prairie sur la qualité des eaux à l'échelle d'un territoire dépend essentiellement de son positionnement spatial au sein du paysage : interception des flux de ruissellement et de circulation « hypodermique » en bas de coteaux cultivés, zones de dénitrification dans les bas-fond, protection des ripisylves. Ainsi, certaines fonctions environnementales peuvent imposer localement le maintien de prairies permanentes et l'application de modes de conduite particuliers comme la fauche en bord de rivière par exemple, alors que le retournement de prairies temporaires et la pratique du pâturage peuvent être avantageusement préconisés dans d'autres portions moins sensibles du territoire. L'influence de l'organisation spatiale des systèmes de culture sur les flux d'azote dans les bassins versants a pu être mise en évidence en couplant les modèles de production, de transformation et de transfert de l'azote mis en jeu lors des activités agricoles (RUIZ *et al.*, 2002 ; BENOIT *et al.*, 1995). Les caractéristiques des prairies, notamment celles conduites en fauche, les rendent aptes à intercepter et valoriser en fond de vallée une part des excédents d'azote provenant des cultures intensives situées en amont.

Lorsqu'on veut prendre en compte le rôle de la prairie pour des fonctions écologiques à l'échelle d'un territoire, il est nécessaire d'analyser le paysage en fonction des systèmes écologiques visés : dynamique des populations végétales, dynamique des populations animales (insectes, batraciens, reptiles, oiseaux et mammifères) et leurs interrelations (BAUDRY *et al.*, 2000). Ces fonctions écologiques elles-mêmes doivent être précisées en fonctions d'objectifs qui peuvent être assez

différents : conservation et protection patrimoniale d'espèces, gestion dynamique de la biodiversité, écologie des paysages... Le maintien de surfaces de prairies temporaires dans les plaines céréalières et surtout une disposition spatiale favorisant la fragmentation des soles cultivées sont hautement favorables au maintien des populations d'oiseaux du fait du maintien des réseaux trophiques nécessaires à leur alimentation (insectes, petits mammifères) et du maintien d'une diversité d'habitats (CLERE et BRETAGNOLLE, 2001).

Si la prairie apparaît globalement comme un mode d'occupation du sol ayant des effets environnementaux plutôt positifs, le sens de ces effets et leurs intensités dépendent des modalités de conduite de la prairie (fauche vs pâturage, niveau de chargement, nature et quantité des apports fertilisants, légumineuses vs graminées) et des modalités d'insertion de ces prairies dans les rotations. Il convient donc d'entreprendre une étude visant à optimiser ces effets dans le cadre de systèmes de culture et de systèmes de production réalistes.

2. La prairie temporaire dans les systèmes de culture

Dans un système de polyculture-élevage mettant en jeu des assolements avec prairies temporaires et cultures annuelles, le rôle et les impacts environnementaux des prairies s'analyse à deux pas de temps : celui de la culture et celui de la rotation.

Au niveau des prairies, en fonction de leurs modalités de conduite, il s'agit de caractériser leur fonctionnement et d'en déduire les impacts environnementaux :

- effets sur les régimes hydriques, incidences sur les risques d'érosion et la gestion des ressources en eau ;
- séquestration du CO₂ atmosphérique et contribution au ralentissement de l'effet de serre ;
- régulation du cycle de N et diminution des concentrations en nitrate dans les eaux ;
- régulation des émissions de gaz traces.

Ces effets sont sensiblement analogues à ceux qui sont communément attribués aux forêts. Ils découlent du caractère pérenne de la végétation qui, couvrant le sol en permanence, intercepte les pluies et maintient, par son activité photosynthétique continue, un influx important de carbone. Outre son accumulation dans des formes de matières organiques fortement stabilisées, ce carbone fournit le substrat énergétique indispensable à l'activité des réseaux trophiques qui déterminent la dynamique du système sol-végétation. Cette dynamique s'établit sur des **temps caractéristiques** plus ou moins longs et les situations de quasi-équilibre ne sont atteintes que dans des prairies dites « naturelles » ou « permanentes », en régime stabilisé de conduite. Dans le cas des prairies temporaires qui sont assolées avec des cultures annuelles, il est important de prendre en compte la dynamique d'évolution de la prairie depuis sa phase d'installation jusqu'à sa destruction.

Ceci nous conduit à considérer également les effets des prairies temporaires au niveau des cultures annuelles qui leur succèdent. L'effet précédent des prairies dans les systèmes de culture a été étudié par l'Agronomie (BOIFFIN et FLEURY, 1974 ; JACQUARD et CROISIER, 1970 ; SÉBILLOTTE, 1980) mais essentiellement pour les fonctions de production des cultures suivantes, alors que les impacts environnementaux que la prairie est susceptible d'induire lors des phases de retournement n'ont été que plus rarement analysés (VERTES *et al.*, 2001). De plus, les effets à plus long terme sur les propriétés dynamiques et la qualité des sols n'ont pas été réellement analysés. Il devient alors illusoire de vouloir relier directement des modalités de pratiques à leurs conséquences environnementales à partir d'observations et de dispositifs expérimentaux de trop courte durée (MARIOTTI, 1997). Nous avons évoqué le rôle de la prairie par son effet « précédent », mais on peut aussi analyser son rôle par des effets « suivant ». Ainsi, certains xénobiotiques, pesticides notamment, introduits dans les systèmes de culture annuels, pourraient se trouver séquestrés et immobilisés à moyen ou long terme dans certains compartiments de la matière organique élaborée sous prairies (BENOIT *et al.*, 2000). Il conviendrait alors de contrôler les conditions de remise en circulation de ces molécules ou/et de leurs métabolites lors des phases de remise en culture après le retournement de la prairie. Par ailleurs, l'introduction de la prairie dans les systèmes de culture céréalières peut modifier sensiblement la dynamique des populations des adventices et des pathogènes. Ceci peut se traduire par des réductions d'utilisation de pesticides qu'il conviendrait de quantifier à l'échelle du système de culture.

3. La prairie dans les systèmes fourragers en exploitation de polyculture-élevage

Le rôle environnemental des prairies doit être compatible ou du moins associé à leur fonction de production de ressources fourragères dans le cadre d'un système d'élevage d'herbivores domestiques. L'agrandissement général des exploitations en surface et en cheptel et les contraintes environnementales qui pèsent dans les régions les plus intensives ont permis un renouveau de l'élevage à l'herbe qui bénéficie en outre d'une image très positive pour la qualité des produits (COULON et PRIOLO, 2002). Hormis dans les régions purement herbagères, la prairie ne constitue pas en elle-même la totalité de la ressource fourragère et elle est associée au maïs ensilage ou/et aux céréales pour les stocks hivernaux et les compléments. Ainsi, même dans les exploitations spécialisées en production animale, il existe divers degrés d'association prairies-cultures :

- **une séparation spatiale entre la sole prairiale et la sole cultivée** qui interagissent alors entre elles par l'intermédiaire des flux d'aliments et de matières organiques ;

- **une intégration de la sole prairiale et de la sole cultivée** au sein de **systèmes de culture**, ces deux ensembles interagissant entre eux à la fois par les **successions culturelles** et les flux de matières organiques.

Il est important de compléter cet inventaire par l'addition éventuelle d'une sole de culture « de vente » dont les productions sont exportées hors de l'exploitation. La spécialisation des exploitations implique essentiellement la disparition de l'activité d'élevage au sein de ce type d'exploitations qui deviennent alors exclusivement céréalières entraînant alors la disparition des prairies.

Les choix qui peuvent être faits quant à la place des prairies, à leurs modes de conduite et d'utilisation, aux équilibres entre prairies et cultures annuelles au sein des exploitations de polyculture-élevage dépendent des choix qui sont faits à l'échelle du système d'élevage et de production : lait ou viande, types et races d'animaux, performances zootechniques visées, qualité et traçabilité des produits, autonomie alimentaire... Tous ces choix conduisent à définir des exigences alimentaires spécifiques et donc à établir des systèmes fourragers différents, chacun d'entre eux pouvant faire appel à des ressources fourragères provenant de systèmes de culture différents au sein de la même exploitation.

L'analyse de la place, du rôle et des impacts environnementaux des différents types de prairies correspondant à différentes modalités de conduite, au sein des systèmes de polyculture-élevage, nécessite donc que soit réalisé le couplage entre trois types d'approche :

- **une approche analytique des processus dynamiques de l'écosystème « prairie »** et des conséquences des perturbations appliquées au système liées aux interventions anthropiques : destruction et retournement, apport d'intrants, modification de mode de conduite (chargement, fauche/pâturage) ;

- **une approche de conception et d'évaluation de systèmes de culture** associant des prairies temporaires de différents types et de plus ou moins longue durée, sur la base d'hypothèses de travail sur les fonctions environnementales attendues et de leur cohérence vis-à-vis d'objectifs de production agronomiques et zootechniques réalistes ;

- **une approche de conception et d'évaluation de systèmes fourragers** combinant, dans le cadre préétabli de systèmes d'élevage, différents systèmes de culture pour réaliser des calendriers fourragers correspondant à différents objectifs.

Ces trois approches doivent être intimement combinées à partir de dispositifs expérimentaux communs et d'outils de modélisation. Elles doivent permettre d'évaluer :

- le rôle environnemental que les différents types de prairies seraient susceptibles de remplir ;
- la place que les prairies devraient occuper dans les systèmes de culture (durée et fréquence d'occupation des sols) pour y exercer des fonctions environnementales significatives ;
- les conséquences environnementales de certains choix de systèmes d'élevage et de systèmes de production à l'échelle des exploitations de polyculture-élevage et notamment les conséquences résultant de leur spécialisation.

4. Vers de nouveaux modes d'organisation entre exploitations agricoles au sein d'un territoire

La spécialisation des exploitations agricoles est une tendance difficilement réversible, entraînant de manière passive la spécialisation de territoires ruraux entiers. La simplification des modes d'occupation des sols et la monotonie qui en résulte affectent gravement la qualité des paysages et leur fonctionnement et sont responsables de nombreuses atteintes à l'environnement. Si l'on souhaite maintenir la place de la prairie dans ces territoires et lui faire jouer les rôles environnemental et écologique qu'on lui accorde, il est nécessaire d'imaginer et de concevoir une organisation territoriale d'exploitations agricoles qui auraient des spécialisations différentes (élevage ou céréales) et qui échangeraient des flux de matières et des services permettant de concilier leurs fonctions de production propres avec les fonctions environnementales et écologiques définies collectivement à l'échelle du territoire qu'elles partagent.

Un grand nombre de régions françaises ou européennes, traditionnellement caractérisées par des systèmes équilibrés de polyculture-élevage, telles que le Poitou-Charentes, la Lorraine et la majeure partie du grand Sud-Ouest voient actuellement leurs territoires ruraux se structurer en vastes zones au sein desquelles l'élevage a disparu ou est en voie de disparition. Ces zones devenues essentiellement, sinon exclusivement, céréalières ont vu leurs superficies de prairies régresser de manière très considérable (diminution de 25% des surfaces de prairies temporaires en France entre 1980 et 2000) et sont confrontées aujourd'hui à de graves problèmes de qualité de l'eau.

Si les objectifs environnementaux et écologiques pour la gestion de ces territoires nécessitent de maintenir ou de réintroduire une certaine proportion de prairies dans l'occupation des sols, selon un maillage et des dispositions spatiales déterminées et avec des modes de conduites bien spécifiés, il convient alors de maintenir ou de concevoir les systèmes de production animale qui valoriseront ces surfaces prairiales en faisant en sorte que leurs impacts environnementaux et écologiques soient acceptables. On peut alors concevoir plusieurs niveaux d'intégration et d'organisation spatiales entre exploitations agricoles au sein d'un même territoire :

- un maillage d'exploitations céréalières avec quelques îlots d'exploitations herbagères dans les zones résiduelles maintenues en prairies permanentes pour des raisons de sensibilités locales du milieu (zones humides, zones de captage avec cahier des charges spécifiques, zones Natura 2000), exploitant ces ressources fourragères avec des systèmes d'élevage appropriés. Dans ces conditions, les échanges et interactions entre ces exploitations restent limités à des fournitures de grains ou de paille dans un sens, des épandages de fumiers et lisiers dans l'autre sens et n'offrent que peu d'intérêt novateur ;

- une interpénétration plus profonde des exploitations céréalières et des exploitations d'élevage qui pourrait alors prendre la forme de véritables associations de type « coopératif » entre des entités de production spécialisées gérant une portion commune du territoire.

Ce dernier type d'organisation, dont il convient de déterminer le contenu agronomique et les formes juridiques, sociales et administratives, nous apparaît pouvoir ouvrir des degrés de libertés supplémentaires pour réaliser à l'échelle d'un territoire des compromis entre les objectifs de production agricole et les objectifs de préservation ou même d'amélioration de l'environnement. En effet, un certain nombre de solutions techniques qu'il est possible d'imaginer au niveau de la conduite des systèmes de culture, ou au niveau des choix de systèmes fourragers et qu'il convient de tester et d'évaluer, peuvent s'avérer peu réalistes lorsqu'elles sont confrontées aux contraintes qui pèsent sur l'exploitation agricole individuelle. Une organisation collective territoriale entre exploitations spécialisées devrait permettre de rendre plus réalistes et plus acceptables certaines des solutions envisagées, pour peu que l'on puisse identifier les mécanismes d'échange et de coopération qu'il est nécessaire de faire émerger.

A ce stade de la réflexion, il n'est pas possible de préciser plus avant les modes d'organisation et de contractualisation qu'il serait nécessaire de mettre en place. Ceci doit faire l'objet en soi d'un véritable programme de recherche commun de la part des Sciences Economiques et Sociales et de l'Agronomie. Il est cependant possible d'identifier certaines formes d'interactions à promouvoir. Ainsi, l'inclusion de certaines prairies temporaires utilisées par une exploitation d'élevage dans les rotations d'une exploitation céréalière voisine pourrait permettre un « bénéfice » environnemental plus grand

au niveau global qu'une simple coexistence spatiale des deux systèmes séparés. Cela mérite au moins d'être quantifié et analysé afin de savoir à quelles conditions ce bénéfice environnemental serait optimisé. Dans un tel système, les prairies de fauche sont plus facilement exportables hors de l'exploitation d'élevage que les prairies pâturées. Or c'est justement l'exploitation par la fauche qui permet de maximiser la plupart des fonctions environnementales de la prairie. Un tel système d'échange permettrait sans doute de maintenir ou de réintroduire la luzerne dans un certain nombre de régions françaises. Des foins de luzerne ou de mélanges luzerne-graminées pourraient ainsi être produits au sein de rotations céréalières et valorisés dans des exploitations d'élevage voisines sur la base de contrats ou dans le cadre d'un marché local de foin. De tels échanges existent déjà localement. Ils pourraient être systématisés et organisés de manière à apporter certaines garanties indispensables. On peut ainsi envisager l'intervention d'opérateurs privés ou coopératifs permettant de réguler un marché local de foin.

Les exploitations d'élevage les plus intensives vont voir augmenter la taille de leurs troupeaux pour des raisons économiques. Pour des raisons de temps de travail et de qualité de vie, les éleveurs vont avoir tendance à simplifier leurs systèmes fourragers. Dans ces conditions, l'externalisation d'une partie de leur production fourragère peut être une réponse appropriée, les éleveurs pouvant ainsi se concentrer sur l'ensemble des pratiques plus directement liées à l'élevage : la gestion du pâturage, la traite, la surveillance et la santé des animaux. Le développement actuel des rations complètes sèches par les éleveurs laitiers est un exemple d'externalisation d'une partie de l'alimentation des troupeaux. Il est envisageable, en lieu et place de la paille, d'introduire des foins de luzerne ou d'associations graminées-légumineuses dans ces rations, ce qui diminuerait la quantité de concentrés utilisés et permettrait de garder une certaine autonomie alimentaire au niveau local. Aujourd'hui, bon nombre d'éleveurs caprins laitiers de la région Poitou-Charentes s'approvisionnent en luzerne déshydratée produite en Champagne. Il apparaîtrait plus durable que cette luzerne puisse être produite localement par des exploitations céréalières qui en tireraient ainsi un bénéfice environnemental, agronomique et pourquoi pas financier pour peu que cette filière courte soit éligible à des aides spécifiques.

De la même manière, on peut imaginer que, dans une région à ressource en eau très limitée pour l'irrigation comme la région Poitou-Charentes, la dépendance des exploitations d'élevage vis-à-vis de l'irrigation du maïs ensilage risque de devenir assez rapidement insoutenable. Dans ces conditions, la possibilité d'utilisation directe, sous forme d'ensilage « grain immature » des céréales d'hiver produites par une exploitation voisine, peut s'avérer intéressante pour les deux partenaires, pour peu, là encore, que des aides spécifiques puissent être orientées en ce sens. On peut même faire l'hypothèse que les itinéraires techniques pour produire des céréales « à ensiler » pourraient être plus acceptables pour l'environnement (pas de traitements phytosanitaires). Une évaluation environnementale sur des critères de gestion quantitative et qualitative des ressources en eau permettrait de proposer des contreparties financières à la baisse éventuelle des performances zootechniques induites par la consommation de céréales immatures.

Enfin, pour compléter cette analyse, il nous semblerait nécessaire que les filières de production animales puissent être impliquées dans cette approche territoriale des relations entre céréaliculture et élevage afin d'analyser le bénéfice qu'elles peuvent retirer d'une identification plus forte des produits animaux aux territoires. En effet, une meilleure association entre exploitations d'élevage et exploitations de grandes cultures permet de réaliser une autonomie alimentaire des élevages à l'échelle d'un territoire et d'assurer ainsi une garantie de traçabilité et de qualité des produits valorisable sur le plan économique (LEMAIRE *et al.*, 2003).

Conclusions

La démarche que nous proposons est basée sur cinq points :

- **1. La simplification des assolements céréalières et l'uniformisation des paysages qui en découle ne permettent plus de préserver (i) la qualité des eaux, (ii) la qualité des sols et (iii) la biodiversité.** Il s'agit d'un constat qu'il convient cependant de préciser et de quantifier.

- **2. Le maintien d'un minimum d'élevage (ou sa réintroduction) utilisant des surfaces de prairies doit permettre le maintien d'un certain nombre de services environnementaux et**

écologiques, ainsi qu'une activité rurale plus intense au sein des territoires céréaliers. Il s'agit de proposer un mode d'occupation des terres qui ne soit plus seulement basé sur des contraintes réglementaires (bandes enherbées, jachères...) mais sur une activité de production agricole ayant sa propre logique économique et sociale et participant ainsi à un développement rural local.

- 3. Les services environnementaux seront obtenus (i) par les effets directs des surfaces en prairies sur les cycles biogéochimiques et la biodiversité et (ii) par leurs effets indirects via les interactions spatiales et temporelles positives avec les systèmes de production céréaliers. Il s'agit de « revisiter » les effets « prairie » à la lumière des exigences environnementales pour optimiser le compromis entre fonction de production et fonctions environnementales.

- 4. La spécialisation des exploitations étant une tendance lourde, les interactions entre surfaces prairiales et systèmes de culture céréaliers devront en partie s'effectuer via de nouveaux modes d'organisation entre exploitations spécialisées, à une échelle locale, qu'il conviendra de concevoir et de mettre en place. En effet, à une échelle territoriale plus large que la seule exploitation agricole, de nouveaux degrés de libertés peuvent émerger du fait des interactions spatiales possibles entre systèmes de production.

- 5. Une plus grande autonomie alimentaire des troupeaux à l'échelle locale permise par les interactions entre cultures et élevage peut conduire à une meilleure valorisation des produits animaux dans le cadre des filières. Ceci implique la prise en compte des stratégies des filières animales et végétales pour qu'une stratégie territoriale commune soit mise en œuvre.

Nous n'avons fait ici qu'identifier les nouveaux défis que les exploitations des zones de polyculture-élevage doivent relever afin de répondre aux exigences de plus en plus pressantes de la société concernant une approche globale et cohérente du développement rural durable. Pour être réellement durable, le développement ne doit plus être seulement considéré comme l'ultime conséquence des contraintes économiques qui pèsent sur la seule fonction de production agricole et des choix qui sont effectués individuellement par les exploitations agricoles qui doivent s'y adapter. L'approche multi-échelle que nous proposons nous semble pouvoir permettre aux agronomes de renouer avec le rôle d'innovateurs et de concepteurs de nouveaux systèmes de production qui est fondamentalement le leur. Cette approche doit également servir de cadre de réflexion aux différents acteurs du développement rural (agriculteurs, collectivités locales, gestionnaires des milieux, pouvoirs publics, acteurs des filières de production et de transformation...) pour concevoir et co-construire des schémas prospectifs de développement durable et mettre en œuvre des actions concertées cohérentes. Sortir du cadre de contrainte et de la logique inhérente à l'exploitation agricole individuelle en intégrant des dimensions spatiales et temporelles plus larges permet de trouver de nouveaux degrés de libertés pour la conception de systèmes innovants. Bien entendu, il importe qu'en même temps, et de manière coordonnée, soient menées les études et analyses sur les nouveaux modes d'organisation des systèmes de production aux échelles spatiales pertinentes et que les conditions socio-économiques nécessaires à leur émergence soient identifiées. Ce dernier aspect n'est plus à proprement parler du domaine de l'agronome mais il ne peut plus en ignorer la réalité. Ainsi, l'approche résolument multi-échelle du développement rural durable doit s'accompagner d'une approche résolument multi-disciplinaire mettant en jeu les domaines des Sciences Agronomiques, des Sciences de l'Environnement, de l'Ecologie et des Sciences Economiques et Sociales dans le cadre de projets de recherche coordonnés. Les liens et solidarités territoriales qu'il est nécessaire de faire émerger entre exploitations agricoles doivent avoir des fondements agronomiques si on veut leur faire jouer un rôle dans la durabilité des modes de développement ruraux. C'est aux agronomes d'établir ces fondements et d'en évaluer la pertinence par rapport aux autres fonctions environnementales et écologiques. La liaison entre activités de production végétale et de production animale reste un des fondements de la science agronomique. Le cadre et les conditions de mise en œuvre de cette liaison évoluent en fonction des contraintes et des attentes de la société. L'exploitation agricole ne représente plus le cadre exclusif d'exercice de l'agronomie qui doit s'ouvrir à d'autres acteurs à l'échelle des territoires.

Ce « modèle » de complémentarités entre ressources territoriales et fonctionnement d'exploitations interroge la capacité des exploitations spatialement proches à s'organiser selon des fonctions complémentaires. Il s'agit donc de gérer localement des complémentarités et de valoriser tout à la fois les proximités géographiques et les différences de fonctionnement des exploitations céréalères et d'élevage. **L'enjeu est alors la capacité locale des agriculteurs et des organismes**

économiques à créer des modes de coopération capables d'articuler ces complémentarités et ces différences entre systèmes de production végétale et animale alors que la structuration par filière tend à les disjoindre et les restreindre dans des territoires différents.

Références bibliographiques

- BAUDRY J., BUREL F., THENAIL C., LE COEUR D., (2000) : A holistic landscape ecological study of the interactions between farming activities and ecological patterns in Brittany, France., *Landscape and Urban Planning*, 50: 119-128.
- BENOÎT M., SAINTOT D., GAURY F., (1995). Mesures en parcelles d'Agriculteurs des pertes de nitrate. Variabilité sous divers systèmes de culture et modélisation de la qualité de l'eau d'un bassin d'alimentation. *C. R. Acad. Agri.* 81, 175-188.
- BENOIT P., BARRIUSO E., VIDON P., RÉAL B. (2000). – Isoproturon movement and dissipation in undisturbed soil cores from a grassed buffer strip. *Agronomie*, 20, 297-307
- BOIFFIN J., FLEURY A., (1974). Quelques conséquences agronomiques du retournement des prairies permanentes. *Annales Agronomiques*, 25, 555-573.
- BOUWMAN AF., (1990). Land use related sources of greenhouse gases : present emissions and possible futur trends. *Land Use Policy*, 7 :154-164
- CANNAVACCIUOLO M., A. BELLIDO, D. CLUZEAU, C. GASCUEL, P. TREHEN, (1998). A geostatistical approach to the study of the earthworm distribution in grasslands. *Appl. Soil Ecol.*, 9:345-349
- CHAZAL P., DUMONT R., (1955). La nécessaire révolution fourragère et l'expérience lyonnaise. *Le Journal de la France Agricole*, Paris.
- CLERE E, BRETAGNOLLE V., (2001). Disponibilité alimentaire pour les oiseaux en milieu agricole : biomasse et diversité des arthropodes capturés par la méthode des pots-pièges. *Rev. Ecol (Terre Vie)*, 56,
- COULON J.B., PRIOLO A., (2002). Influence of forage feeding on the composition and organoleptic properties of meat and dairy products : bases for a « terroir » effect. In : Durand JL, Emile JC, Huyghe C. and Lemaire G. (eds), *Multi-function grasslands, qualityforages, animal products and landscapes. Proceedings of the 19th European Grassland Congress*, La Rochelle, France., EGF, Grassland Science in Europe, 7, 513-524.
- CURMI P, DURAND P., GASCUEL-ODOUX C., MÉROT P., WALTER C., TAHA A., (1998). Hydromorphic soils, hydrology and water quality: spatial distribution and functional modelling at different scales. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 50, 127-142.
- JACQUARD P., CROISIER L., (1970). Etude des effets résiduels des cultures fourragères sur les cultures arables : III- bilan de six années d'essais sur l'étude globale des effets résiduels et de leur durée. *Annales Agronomiques*, 21, 247-268.
- JARVIS SC, D. BARRACLOUGH, J. WILLIAMS, A.J. ROOK. (1991). Patterns of denitrification loss from grazed grasslands: Effect of N fertilizer inputs at different sites. *Plant and Soil*, 131:77-88.
- LEMAIRE G., BENOIT M, VERTES F, (2002). Rechercher de nouvelles organisations à l'échelle du territoire pour concilier autonomie protéique et préservation de l'environnement. *Fourrages*, 175, 303-318.
- MARIOTTI A., (1997). Quelques réflexions sur les cycles biogéochimiques de l'azote dans les agrosystèmes. In : Lemaire G. et Nicolardot B. (eds), *Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes. INRA Editions*, 83, 9-24.
- RUIZ L., AUROUSSEAU P., BAUDRY J., BEAUJOUAN V., CELLIER P., DURAND P., GASCUEL-ODOUX C., LETERME P., PEYRAUD J.L., THENAIL C., WALTER C., (2002). Conception, de bassins versants virtuels : vers un outil pour l'étude de l'influence de l'organisation spatiale de l'activité agricole et du milieu physique sur les flux d'azote dans les bassins versants. *Actes du Colloque Ecospace*, (INRA Editions), Paris 1999.
- SÉBILLOTTE M., (1980). Rôles de la prairie dans la succession culturale ; *Fourrages*, 83, 79-124.
- SIMON J.C., PEYRAUD J.L., DECAU M.L., DELABY L., VERTES F., DELAGARDE R., (1997). Gestion de l'azote dans les systèmes prairiaux pâturés permanents ou de longue durée. In : Lemaire G. et Nicolardot B. (eds), *Maîtrise de l'azote dans les agro-systèmes, INRA Editions*, 83, 201-216.
- VERTES F., LAURENT F., RECOUS S., LETERME P., MARY B., (2001). Nitrogen mineralization under bare soils after the destruction of grazed pasture. In : Rees R.M., Ball B.C., Campbell C.D., and Watson C.A. (eds), *Sustainable management of soil organic matter, CABI Publishing* : 240-246.