

Partie IV

Options pour l'action

Chapitre 11 : Options pour utiliser moins et mieux l'azote

Chapitre 11. Options pour utiliser moins et mieux l'azote

Auteurs

Jean-Louis Peyraud

Pierre Cellier

Pierre Dupraz

Avec la contribution de tous les experts

Résumé

Ce chapitre s'appuie sur les connaissances analysées dans les chapitres précédents pour proposer des options afin de gérer mieux l'azote dans les systèmes de production animale. Des mesures techniques et des innovations sont d'ores et déjà disponibles pour diminuer les émissions d'ammoniac et du nitrate. Les marges de progrès les plus importantes concernent la gestion des effluents d'élevage et la gestion des rotations. Une approche plus radicale consiste à réduire fortement les entrées d'azote par le développement de systèmes à bas intrants. Il manque aujourd'hui des outils permettant aux éleveurs ou conseillers d'établir un diagnostic personnalisé et de décider des actions à mener. Le couplage du bilan des minéraux à l'exploitation avec des bilans partiels réalisés sur les différents postes de l'exploitation et des indicateurs d'émissions offre ici une perspective intéressante. Au-delà des exploitations des options peuvent s'envisager à des échelles territoriales. Des approches paysagères peuvent aussi valoriser les capacités épuratrices du milieu mais c'est surtout le traitement technologique des effluents d'élevage qui ouvre des marges de manœuvre pour la répartition spatiale des apports et une gestion de l'azote (et aussi du phosphore) à de larges échelles. Bien que peu documenté, un déplacement géographique partiel des productions, visant à diminuer le chargement animal et donc la charge azotée sur certains territoires pourrait aussi être exploré au cas par cas. Dans les territoires présentant une vulnérabilité toute particulière, ou lorsqu'un objectif de qualité des eaux est mis en priorité, plusieurs expériences relatent une réorganisation complète de l'activité agricole, avec un développement de la forêt, des prairies, de systèmes à bas intrants ou d'agriculture biologique. Pour soutenir ces orientations, les instruments politiques doivent être adaptés. Une politique de quotas avec pénalités en cas de dépassement se généralise en Europe du Nord. Elle présente l'avantage d'atteindre un résultat environnemental avec certitude, à condition d'être pleinement respectée et elle peut être différenciée en fonction de la sensibilité des milieux et des territoires. La réglementation environnementale gagnerait en efficacité par une modulation des normes en fonction de la sensibilité des territoires. Plusieurs travaux montrent aussi que la régulation environnementale pourrait être plus efficace si elle s'appliquait également au niveau de la filière. Enfin, des outils plus novateurs sont en débat. Ces pistes doivent tenir compte d'autres éléments du contexte pouvant infléchir la réflexion sur leur intérêt.

Chapitre 11. Options pour utiliser moins et mieux l'azote

11.1. Objectifs visés.....	505
11.2. Cadre de réflexion et outils d'analyse adaptés aux objectifs.....	506
11.3. Accroître l'efficacité de l'azote au sein des systèmes de production animale.....	508
11.3.1. Au niveau de l'atelier « gestion des effluents ».....	509
11.3.2. Au niveau de l'atelier « sol-cultures ».....	510
11.3.3. Au niveau de l'atelier « troupeau ».....	511
11.4. Gérer l'azote à l'échelle des territoires sensibles.....	511
11.4.1. Options dans les territoires avec de fortes charges animales.....	511
11.4.2. Une transformation plus radicale vers des systèmes à bas intrants et à très basses fuites d'azote.....	512
11.5. Effets indirects des mesures prises pour améliorer l'efficacité de l'azote sur les autres performances de l'exploitation.....	512
11.6. Pistes pour l'action publique.....	513
11.6.1. Des moyens d'action différents selon la relation entre les dommages et la localisation des émissions polluantes.....	513
11.6.2. Des pistes encore peu explorées.....	516
11.6.3. Des outils novateurs encore en débat.....	517
11.7. Des éléments qui peuvent affecter la gestion de l'azote au sein des systèmes de production.....	518

Au vu de l'état des lieux, de la connaissance des flux d'azote liés aux élevages, des outils et marges de régulations décrites dans les chapitres précédents, ce chapitre explore différentes voies pour utiliser moins et mieux l'azote au sein des systèmes de production animale afin de limiter les pertes et les impacts environnementaux associés et d'économiser les ressources (l'azote, mais aussi les autres ressources liées à son utilisation dans l'exploitation agricole).

En se fondant sur l'analyse de la bibliographie, il propose un cadre général de réflexion sur les moyens techniques, sociaux et économiques mobilisables afin de :

- 1) continuer et développer les actions visant à accroître l'efficacité de l'utilisation de l'azote par les élevages en intervenant sur les sources d'azote exogènes et en maximisant le recyclage de l'azote réactif dans le système de production animale ;
- 2) envisager des stratégies territoriales ou de filières de plus grande envergure afin de réduire les émissions d'azote, en particulier lorsque les milieux récepteurs sont plus vulnérables aux impacts environnementaux.

De manière pragmatique, cette approche "moins et mieux" ne tranche pas entre des efforts visant à améliorer l'efficacité des systèmes actuels par optimisation des différents processus et une reconfiguration des systèmes qui peut apparaître comme indispensable, dans certaines situations. Il paraît difficile, dans l'état actuel des connaissances, de préciser l'ampleur de la réduction des émissions d'azote réalisables : on peut toutefois penser qu'un effort important doit être entrepris pour les systèmes de production les plus émetteurs et/ou pour des territoires particulièrement sensibles aux pollutions azotées.

Nous distinguerons les actions selon leur niveau d'organisation : ateliers de travail au sein de l'exploitation ; exploitation, groupes d'exploitations, filière et territoire. Les leviers de l'action publique sont appréhendés selon que l'on peut facilement ou non relier la source et l'impact des émissions. Les pistes encore peu explorées et les outils encore en débat, évoqués tout au long du rapport sont ici listés. Enfin, quelques éléments pouvant affecter la gestion de l'azote au sein des systèmes de production animale soulignent que la problématique "azote en élevage" s'inscrit dans un contexte plus large pouvant infléchir significativement les évolutions.

11.1. Objectifs visés

Les relations entre élevage et environnement sont multifformes et cette complexité ouvre un éventail de possibilités, adaptées à des situations et enjeux différents (Tableau 11.1), pour tenter de faire évoluer la situation.

Tableau 11.1 : Objectifs visés selon la nature et le niveau de changement sollicités

	Meilleur recyclage de l'azote au sein des systèmes de production animale	Diminution de l'azote exogène entrant dans les systèmes de production animale
Améliorations des techniques et pratiques à l'échelle des exploitations	Amélioration des systèmes au sein de l'exploitation ou du territoire, en particulier par la valorisation des effluents organiques produits et la gestion des rotations	Désintensification des systèmes
Modifications de l'organisation des systèmes de production agricole	Maîtrise et réallocation des flux (par échanges, transport) y compris après traitement industriel et/ou des animaux	Généralisation de l'Agriculture biologique et/ou de systèmes à bas niveaux d'intrants sur certains territoires

Accroître l'efficacité d'utilisation des intrants azotés. Beaucoup de travaux scientifiques se sont déjà focalisés sur l'efficacité de l'azote en élevage et nombreuses sont les innovations, même si leur adoption est loin d'être généralisée dans les systèmes de production animale. L'amélioration de l'efficacité concerne tous les types de production (partie II), depuis l'agriculture biologique ou les systèmes à très bas intrants - dont l'enjeu est de valoriser au mieux une ressource souvent limitée - jusqu'aux systèmes les plus intensifs sur des territoires à forte charge animale, où l'enjeu est de limiter les fuites vers l'environnement. Des pertes d'azote sont inévitables mais elles correspondent aussi à des coûts financiers, puisque l'azote a le plus souvent été acheté (sauf lorsque cet azote correspond à de la fixation symbiotique). Le ciseau des prix entre les engrais et les aliments du bétail d'une part et les produits animaux d'autre part devrait de plus en plus inciter les éleveurs à économiser, à recycler au mieux ou à capter l'azote atmosphérique *via* les légumineuses. En effet, le prix des engrais minéraux suit le prix de l'énergie, orienté à la hausse sur le long terme, ce qui pourrait fragiliser les systèmes de production fort utilisateurs d'intrants. Il pourrait même s'accroître plus rapidement que le prix de l'énergie sous l'effet de la demande croissante des pays émergents et en raison de la concentration des producteurs d'engrais de plus en plus en position d'oligopole, voire de monopole au niveau local. Toute une gradation d'innovations, depuis des évolutions incrémentales des systèmes en place jusqu'à la conception de systèmes alternatifs, est possible.

Minimiser les fuites d'azote dans les territoires à enjeux environnementaux forts. Sur certains territoires, les enjeux environnementaux sont tels qu'ils nécessitent des choix radicaux en matière de gestion de l'azote, et ne particulièrement dans les systèmes de productions animales. Les zones de captage d'eau potable font ainsi l'objet d'un cadre réglementaire strict permettant de faire évoluer de façon très significative pratiques et systèmes agricoles. Quelques projets territoriaux liés à l'approvisionnement de villes ou d'une source d'eau minérale ont montré leur efficacité et leur viabilité dans la durée (voir chapitre 3). Les bassins versants en amont des littoraux à marées vertes sont aussi des territoires à fort enjeu environnemental. La réduction de la biomasse d'algues suppose une baisse drastique du taux de nitrate des eaux de surface, bien en deçà des normes de potabilité. De tels niveaux d'exigence imposent alors de développer des innovations techniques ou organisationnelles en rupture par rapport à l'existant et passent toujours par une diminution du chargement animal.

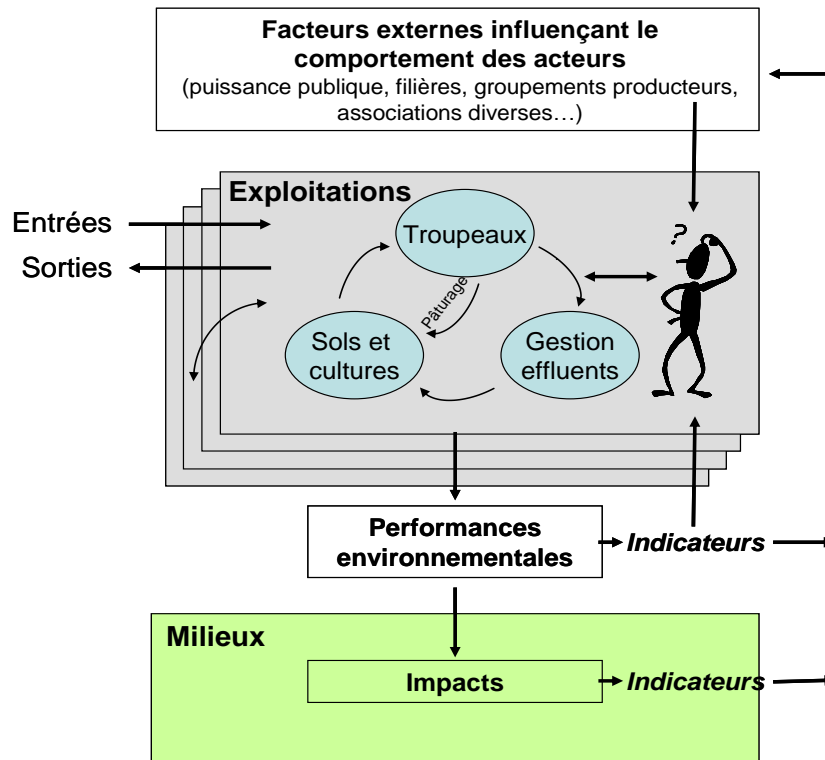
Mieux valoriser les produits issus d'élevages à hautes performances environnementales. Agriculture biologique, labels de qualité, indication d'origine... : les certifications assorties de cahiers des charges sont valorisées commercialement, le consommateur acceptant de payer un supplément. Cette segmentation du marché oriente les tendances, et les acteurs de l'aval des filières sont de plus en plus attentifs à l'image des produits. En production laitière – et bien que le lait soit un produit de masse - certains transformateurs cherchent déjà à se démarquer, avec des approches à grande échelle, par de nouvelles exigences à l'égard des éleveurs. Ainsi l'Irlande cherche aujourd'hui à valoriser l'image "verte" de sa viande bovine et du lait à l'exportation, notamment vers la France à travers la certification de ses élevages

11.2. Cadre de réflexion et outils d'analyse adaptés aux objectifs

Pour proposer des pistes d'actions pertinentes, il est nécessaire d'avoir un cadre de réflexion multi-échelles, privilégiant le niveau de l'exploitation puisqu'elle est le cadre des arbitrages de l'éleveur entre les différentes priorités, en intégrant :

- 1) les différents ateliers pouvant concourir aux performances de l'exploitation et leurs interactions (ateliers de production animale, de gestion des effluents et de cultures) ;
- 2) des niveaux plus englobant comme les groupes d'exploitations offrant de nouvelles marges de manœuvre (échanges d'effluents, par exemple) et les territoires où s'évaluent les impacts de l'activité agricole, et où de nouvelles possibilités de maîtrise des flux environnementaux peuvent être mises en œuvre (aménagement, réorganisation des activités), et
- 3) le niveau des acteurs des politiques publiques et territoriales (collectivités territoriales, agences de bassin, parcs naturels, collectivités territoriales ...) et des filières qui peuvent orienter les actions des éleveurs.

Figure 11.1 : Les différents leviers pour améliorer l'utilisation de l'azote au sein des Systèmes de Production Agricole (SPA)



Une démarche de progrès nécessite de disposer d'indicateurs pour évaluer les sources d'inefficacité et mesurer les améliorations réalisées suite à des changements de pratiques. Les indicateurs fondés sur le calcul d'un bilan ou d'un solde sont les plus couramment utilisés et assez faciles d'utilisation.

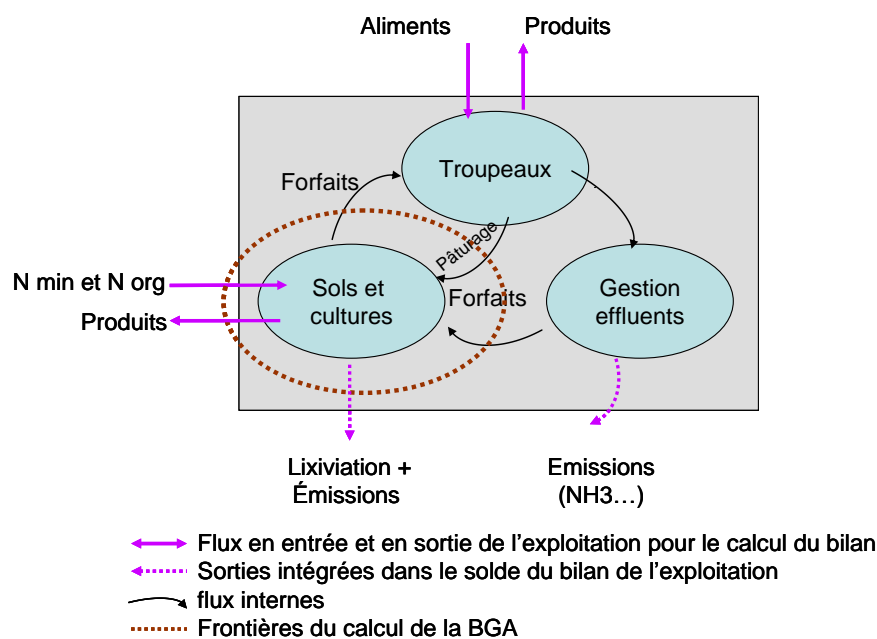
La Balance globale azotée (BGA), qui est l'outil de bilan actuellement employé par les politiques publiques en France, permet de raisonner l'équilibre de la fertilisation. C'est un outil accepté par les agriculteurs, ce qui lui confère un avantage dans le cadre d'une application réglementaire. Cependant il ne prend en compte qu'un seul poste, les sols et cultures, et reste centré principalement sur les fuites de nitrate alors que d'autres postes sont aussi sources de pertes. De plus, il est souvent peu/pas sensible aux changements de pratiques dès lors que les calculs ont recours à de nombreuses données forfaitaires (par ex pour les quantités d'effluents ou les quantités de fourrages valorisées). Il ne permet, à l'heure actuelle, pas non plus d'anticiper les évolutions futures de la réglementation sur les émissions d'ammoniac. Enfin, se fondant sur des estimations, le plus souvent peu vérifiables, ces bilans rendent finalement peu opérant, tout contrôle du respect des bonnes pratiques de fertilisation minérale. La récente révision des normes Corpen pour les ruminants permet toutefois de limiter les risques de sous-évaluation des apports.

Le bilan apparent à l'exploitation est plus intégrateur, mais il ne prend tout son sens que s'il est associé à des calculs de bilans au niveau des différents ateliers de l'exploitation. Le bilan sol-végétation (type BGA) pourrait faire partie intégrante d'un tel outil aux côtés d'un bilan à l'échelle du troupeau et d'un bilan sur la gestion des effluents (figure 5.1). En incluant dans le solde apports-exports toutes les pertes d'azote par volatilisation (bâtiment, stockage, épandage), par dénitrification liée aux apports de fertilisant ou d'effluents, par lixiviation/ruissellement vers les masses d'eau et la différence de stock d'azote dans les sols, il apporte une bonne estimation de la pression réellement exercée par l'azote sur l'environnement. Il est plus robuste que la BGA puisqu'il ne fait aucune hypothèse sur les flux internes au système (quantité d'effluents produits et à gérer, bilans fourragers) ni du type d'animaux présents. Un tel outil se met actuellement en place aux Pays-Bas, à la demande notamment des producteurs, qui y voient un moyen de réduire leurs charges en limitant les achats

d'azote : en sériant les sources majeures d'inefficacité, il permet aux éleveurs et conseillers d'envisager les pratiques correctrices les mieux adaptées à la situation de chaque exploitation.

En France, un tel outil pour raisonner l'efficacité de l'utilisation de l'azote reste à construire. C'est néanmoins cette démarche que nous adopterons dans la suite du texte pour envisager les principales pistes de progrès, en sus des pratiques déjà préconisées (par exemple réalisation de plans prévisionnels de fumure).

Figure 11.2 : Représentation schématique du calcul de la BGA (ellipse en tirets marron) et du calcul de bilan apparent de l'exploitation en prenant en compte les 3 ateliers principaux de l'exploitation



Le développement de suivis de réseaux d'exploitations est, dans cette perspective, d'un grand intérêt pour étudier en vraie grandeur une diversité de situations, acquérir davantage de connaissances sur les pratiques mises en œuvre dans les exploitations et mieux quantifier les effets directs ou indirects des innovations.

Plusieurs caractéristiques des pollutions azotées analysées dans les chapitres précédents peuvent décourager les acteurs concernés ou révéler l'inadaptation des mesures prises. Les délais de réponse du milieu sont sans aucun doute une difficulté majeure pour inciter à des changements de pratiques, car les efforts entrepris ne se concrétisent pas rapidement par une réduction perceptible des impacts (par exemple une réduction du développement des algues vertes). La seconde difficulté résulte de la diversité des formes d'azote réactif et de leur instabilité, qui font que les mesures ciblant certaines émissions pourraient être antinomiques d'autres. Enfin, tous les milieux n'ont pas la même sensibilité, les dommages causés aux écosystèmes dépendent de l'usage des sols, du climat, de la pédologie et de l'hydrologie des sites, et aussi de la position des sources de pollution agricole par rapport aux zones ciblées.

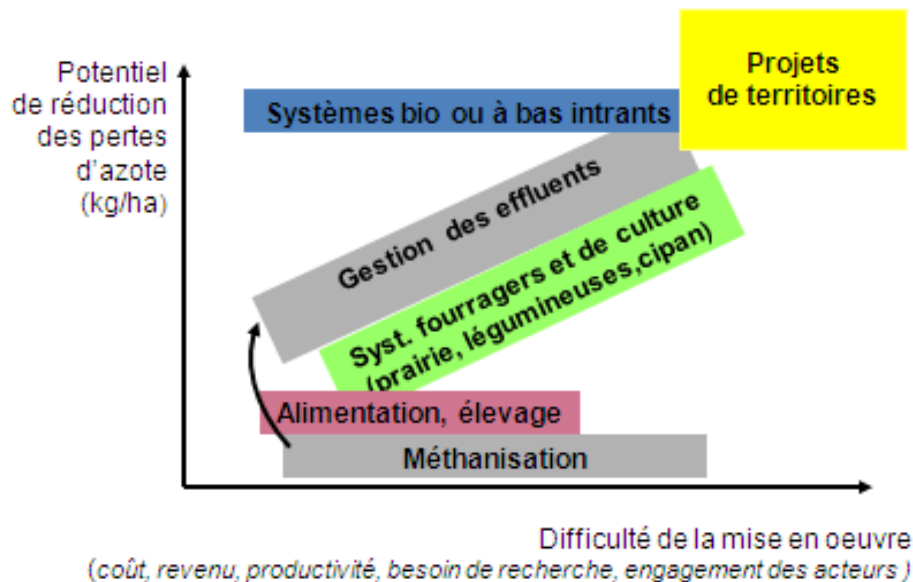
11.3. Accroître l'efficacité de l'azote au sein des systèmes de production animale

Cette partie synthétise les leviers d'action pour les différents ateliers du système de production animale.

Il existe dans la littérature un consensus général pour affirmer qu'une meilleure valorisation de l'azote des déjections est une voie majeure d'amélioration de l'efficacité de l'azote en élevage. La gestion du système fourrager et des systèmes de culture est une voie également importante pour mieux gérer l'azote, mais ici les

besoins de recherche restent importants en matière d'innovations techniques, notamment pour préserver une bonne productivité des légumineuses. Les actions sur la conduite de l'animal et son alimentation offrent des marges de progrès, cependant les gains d'efficacité à venir devraient être plus modestes que par le passé car cette voie fait l'objet de nombreuses recherches et développements et des progrès déjà importants ont été accomplis. Des actions peuvent aussi être envisagées au niveau des territoires. Elles font intervenir d'autres acteurs et impliquent souvent une désintensification des systèmes de production agricole. Exigeant une adhésion locale et une régulation économique, elles sont souvent difficiles à mettre en œuvre mais peuvent conduire à des progrès manifestes. La figure 11.3 est une représentation de l'agencement des différentes pistes selon les difficultés de mise en œuvre estimées et leur efficacité en termes de réduction des pertes azotées. Les difficultés peuvent être de types très différents : coût de mise en œuvre, perte de productivité, besoin de recherche car la solution n'est pas encore disponible, difficulté supposée d'acceptabilité par les acteurs, etc. Cette représentation découle de l'analyse de la littérature, mais comporte une part de subjectivité, les éléments de difficultés restant d'ordre qualitatif. L'efficacité globale du système suppose une gestion cohérente d'ensemble, tout écart par rapport à une étape donnée pouvant fortement pénaliser les efforts entrepris par ailleurs.

Figure 11.3 : Représentation schématique des différentes pistes selon un axe de difficultés appréhendées qualitativement et un axe de réductions des pertes azotées escomptées



11.3.1. Au niveau de l'atelier « gestion des effluents »

Une première voie vise à optimiser tous les maillons de la chaîne de gestion des effluents. Il est possible d'agir à la source en diminuant les apports protéiques de l'alimentation ce qui réduit l'excrétion d'urée et la quantité d'azote dans les effluents. Les modes de gestion des effluents en bâtiments affectent aussi les émissions (émissions de NH_3 sur lisier < litière de paille < sciure pour les porcheries ; stabulation libre sur lisier > animaux à l'attache avec des fumiers évacués pour les bovins) et sont décisives dans la régulation des volumes d'effluents à gérer.

Des innovations ont été développées pour mieux maîtriser les pertes d'azote - surtout NH_3 - dans les bâtiments (à l'émission des déjections), lors du stockage (couverture des fosses) et de l'épandage (application localisée grâce à l'utilisation de rampes, appelées pendillards ou de systèmes d'injection). Il importe toutefois de maîtriser l'ensemble de la chaîne de stockage et d'épandage pour préserver l'azote : les interactions entre les différentes étapes de la gestion sont en effet importantes. Par exemple, la couverture de la fosse réduit les émissions d'ammoniac au stockage, mais si les conditions d'épandage ne préservent pas l'azote, on émettra ensuite davantage d'ammoniac à ce stade où il y aura des fuites accrues par lixiviation du nitrate. Le problème du coût

des équipements spécifiques peut être surmonté par une organisation collective, via des CUMA par exemple, ou par l'entrepreneuriat.

L'autre voie privilégiée le traitement technologique des effluents. L'idée ici est de conserver l'azote émis par les animaux et de le recycler pour produire des produits exportables en dehors des zones d'élevage afin de « décharger » certains territoires en azote mais aussi en phosphore. Composts, résidus déshydratés ou boues séchées (certifiés NF fertilisants ou amendements organiques) peuvent être exportés en dehors des zones d'élevage. De telles filières d'échange ou de commercialisation de ces fertilisants se développent à des échelles locales (échanges locaux entre producteurs), régionales ou nationales (entreprises spécialisées). Le séchage des boues nécessite de l'énergie. Certains groupements de producteurs de porcs assurent déjà la collecte et la valorisation des coproduits de leurs adhérents en intégrant cette activité dans leur organisation industrielle de manière, par exemple, à valoriser la chaleur disponible à une étape (abattoir, méthanisation) pour le séchage de boues. Le renforcement de la réglementation sur le phosphore favorisera ces pratiques encore peu étudiées. Pour les lisiers, la séparation de phases, qui permet d'obtenir une phase solide ayant des concentrations en azote total et en phosphore beaucoup plus élevées (respectivement 2 et 4-5 fois) que le produit initial, est une étape préliminaire. Pour les fumiers, le compostage permet d'obtenir un produit final plus riche en éléments fertilisants (N, P, K) que le fumier initial, mais entraîne des pertes sous forme d'ammoniac et de N₂O ; ce n'est donc pas une pratique conservatrice de l'azote.

La méthanisation permet, quant à elle, de produire de l'énergie qui peut être ensuite utilisée pour le séchage de coproduits d'effluents d'élevage ou des boues de méthanisation elles-mêmes. En revanche, cette technologie accroît les proportions d'azote ammoniacal dans les résidus et donc les risques d'émissions lors du stockage et de l'épandage (+15% d'émissions de NH₃, émissions inconnues pour N₂O). Elle peut même conduire à augmenter la charge azotée à l'échelle de l'exploitation ou du territoire, car les effluents d'élevage étant peu méthanogènes, il est nécessaire d'introduire d'autres éléments exogènes (déchets verts, ensilage de maïs...) contenant de l'azote dans le méthaniseur.

La digestion aérobie, appliquée majoritairement au lisier de porc, et qui permet d'éliminer sous forme de N₂ environ 60 à 70% de l'azote du lisier entrant dans le système, est une technique efficace mais elle ne préserve pas la ressource « azote » et pourrait présenter un mauvais bilan économique à l'avenir avec le renchérissement du prix de l'énergie.

11.3.2. Au niveau de l'atelier « sol-cultures »

La littérature montre qu'il est possible de mieux valoriser l'azote en développant la prairie, surtout si elle comporte des légumineuses, et que la mise en place de cultures intermédiaires au sein de rotations limite les fuites par lixiviation du nitrate.

Le rôle des prairies et des légumineuses dans la régulation des flux d'azote au sein des systèmes de production. L'intérêt des prairies pour la qualité des eaux est d'autant plus important que les niveaux de fertilisation azotée sont faibles et qu'il s'agit de prairie permanente. La prairie utilisée en rotation, quant à elle, nécessite une bonne technicité pour en tirer le meilleur parti. La littérature montre qu'il y a des optima à définir entre productivité souhaitée des surfaces et risques de lixiviation du nitrate, qu'il y a intérêt à éviter des retournements de prairies trop fréquents (une durée de 5-6 ans minimum paraît souhaitable). Par ailleurs, la destruction des prairies au printemps, tout en réduisant le risque de lixiviation durant la période de drainage, permet des rendements élevés des cultures de printemps suivantes (ex. en maïs par rapport à un maïs en rotation culturale classique). Les risques de lixiviation étant faibles sous prairies fauchées, la pratique du zéro pâturage (affouragement en vert apporté aux animaux en stabulation) est intéressante, d'autant plus qu'elle permet une valorisation des lisiers. Elle est en revanche coûteuse en matériel et en énergie. Enfin, l'intérêt d'introduire des légumineuses fourragères dans les prairies d'associations reste d'abord lié aux économies d'azote minéral qu'elles procurent tout en fournissant un fourrage de bonne qualité ; leur intérêt sur la limitation des risques de lixiviation du nitrate est encore controversé et n'apparaît pas déterminant. En revanche, en exploitation de grandes cultures, l'introduction d'une luzernière pendant 3 ans permet de réduire sensiblement la lixiviation de nitrate. Les analyses conduites par ACV montrent aussi que les légumineuses réduiraient le potentiel d'eutrophisation.

Le rôle des cultures intermédiaires ou « Cipan » et des rotations pour réduire les risques de lixiviation est avéré depuis longtemps et cette pratique est aujourd'hui largement intégrée dans les zones vulnérables. Les Cipan contribuent fortement à la réduction des pertes hivernales par lixiviation mais comme elles augmentent le stock de matière organique des sols, leur usage doit s'évaluer sur le long terme. Plusieurs travaux montrent qu'il est possible de bien valoriser l'azote libéré après retournement d'une prairie temporaire. En particulier, la betterave est une culture « piège à nitrate » efficace lorsqu'elle est implantée derrière une prairie (prélèvement pouvant atteindre 400 kg/ha). En systèmes de culture, les légumineuses à graines sont aussi d'excellentes têtes de rotation qui ont des effets positifs sur le rendement des cultures suivantes (blé après pois, par exemple).

Les systèmes de culture permanents, qui évitent les sols nus, constituent une piste intéressante mais qui nécessite encore des recherches avant d'être opérationnelle. Ainsi, le développement de céréales sur des couverts permanents de légumineuses, apportant à la fois de l'azote et une protection contre la lixiviation, est encore mal maîtrisé. De même, les tentatives pour planter des céréales après prairie, sans destruction de celle-ci, sont jusqu'ici peu concluantes, les couverts herbacés ayant une aptitude à la compétition qui ne permet pas un développement satisfaisant de la céréale.

11.3.3. Au niveau de l'atelier « troupeau »

L'amélioration constante des connaissances en matière de nutrition azotée devrait permettre de réduire encore les apports totaux tant que le coût économique de ces stratégies ne sera pas limitant.

Les filières de monogastriques sont déjà largement sensibilisées à la bonne maîtrise de la nutrition des animaux pour des raisons de coût et aussi parce que l'aliment est quantitativement la première source d'entrée d'azote dans l'exploitation (figure 3.5). Dans le cas de l'élevage de porcs, la mise en place des références Corpen "biphases" en 1996 a été une étape marquante, conduisant à une réduction importante des rejets d'azote (15-20%) et de phosphore (20-25%). Les progrès sont continus avec l'utilisation d'acides aminés de synthèse qui permettent de couvrir au mieux les besoins des animaux tout en réduisant les teneurs en azote des rations. Des perspectives d'amélioration existent également avec l'apparition de technologies novatrices (alimentation de précision) permettant d'ajuster les apports en fonction des animaux et des conditions de milieu. Une démarche similaire est utilisée en élevage de volailles. Toutefois chez les volailles, les performances semblent se dégrader plus rapidement avec la réduction de la teneur en protéines que chez le porc.

Chez les ruminants, les risques de pertes dépendent plus du chargement que des rejets de l'animal *per se*. Les éleveurs prennent souvent des marges de sécurité par rapport aux recommandations d'alimentation, surtout tant que les tourteaux restent à des prix bas. Supprimer ces marges permettrait de réduire rapidement les pertes sans conséquence sur la productivité des animaux. Trouver des innovations pour réduire la dégradation des protéines de l'aliment dans le rumen est un autre enjeu, surtout si l'utilisation des tourteaux tannés, qui était une spécificité française, venait à être remise en cause (pour des raisons de santé humaine, le tannage étant effectué par traitement au formol). L'utilisation de tannins naturels ou d'huiles essentielles fait l'objet de nombreux travaux, mais qui ne sont pas encore probants.

L'amélioration génétique des animaux est continue et contribue à réduire les rejets par unité produite. Ainsi en 25 ans, la quantité d'azote excrété par kg de porc produit a été réduite de 30%. Chez les ruminants laitiers, l'efficacité s'accroît aussi avec le potentiel de production, mais dans un marché restreint soit par contingentement volontaire (quota), soit faute de débouchés commerciaux, l'augmentation de la production laitière par animal entraîne une réduction du cheptel et le bilan azoté de l'exploitation dépendra alors avant tout de l'utilisation des surfaces ainsi libérées. En outre, l'accroissement du potentiel laitier s'accompagne toujours d'un accroissement des besoins en concentrés qui sont le plus souvent achetés hors de l'exploitation.

11.4. Gérer l'azote à l'échelle des territoires sensibles

11.4.1. Options dans les territoires avec de fortes charges animales

Diverses stratégies peuvent limiter certains impacts liés à la concentration des élevages spécialisés et favoriser les rôles d'épuration des milieux. Des synergies entre exploitations spécialisées dans des secteurs complémentaires peuvent s'envisager à une échelle territoriale compatible avec les contraintes logistiques. Les technologies de

traitement des effluents (voir 5.3.1) interviennent à ce niveau dans la mesure où elles permettent de mieux contrôler la valeur agronomique des effluents, de les transporter plus facilement et de sécuriser leurs conditions d'utilisation (désodorisation, hygiénisation). C'est le cas des digestats issus de méthanisation ainsi que du compost de fumier, qui est souvent présenté comme une possibilité d'élargir son utilisation vers les cultures (céréales).

A l'échelle des paysages, les haies et les terrains boisés contribuent à la capture des émissions diffuses ou ponctuelles (NH_3) et les zones humides contribuent à l'élimination du nitrate, même si ces zones ne peuvent pas en dénitrifier des quantités très importantes, notamment du fait de leur surface le plus souvent limitée à quelques pour cent des territoires. L'ensemble de ces aménagements paysagers doit être réfléchi dans leur globalité et sur la durée pour obtenir une cohérence d'ensemble et un contrôle optimal, sous peine de risque de transfert de pollution.

11.4.2. Une transformation plus radicale vers des systèmes à bas intrants et à très basses fuites d'azote

Les systèmes d'élevage à bas intrants sont ceux qui limitent au maximum les achats d'intrants azotés, mais ils ont alors des niveaux de productivité souvent plus modestes compte tenu des technologies aujourd'hui disponibles. Ces systèmes peuvent répondre aux préoccupations de territoires où la maîtrise des pertes d'azote est devenue une priorité mais ils ne sont pas généralisables à l'ensemble d'une filière.

Bas intrants en agriculture conventionnelle. Dans les systèmes à bas intrants, l'adéquation entre le potentiel de production des fourrages et le niveau de production des animaux, ainsi que la valorisation des ressources locales pour l'autonomie alimentaire, permettent généralement d'avoir une efficacité élevée de l'azote à l'échelle de l'exploitation. Plusieurs travaux confirment que, en élevage de ruminants au moins, ces stratégies maintiennent le revenu de l'éleveur, voire l'accroissent dans certains cas, notamment du fait d'une forte baisse des charges opérationnelles et de structure.

L'agriculture biologique. Les marges de manœuvre de l'agriculture biologique (AB) apparaissent plus importantes en élevage de ruminants qu'en élevage de monogastriques. Toutes les études publiées concluent ainsi à un excès de bilan azoté beaucoup plus faible et à une meilleure efficacité de l'azote dans les exploitations laitières en AB comparées aux systèmes conventionnels. L'absence de fertilisation minérale et les chargements modérés, alliés à des rotations culturales optimisées, conduisent à des niveaux de lixiviation faibles : une réduction de 50% est annoncée dans une enquête réalisée dans 18 pays européens.

11.5. Effets indirects des mesures prises pour améliorer l'efficacité de l'azote sur les autres performances de l'exploitation

Dans le corpus bibliographique, l'essentiel des publications traitait de l'effet des facteurs sur un seul flux environnemental (lixiviation de nitrate, émission de NH_3 ...), et très peu de travaux ont développé des approches multicritères. Toutefois, la mise en perspective de l'ensemble des données permet de tirer quelques conclusions quant aux effets de mesures sur l'azote, sur les risques de transfert de pollution entre les différentes voies de pertes de l'azote (vers l'air ou vers l'eau), sur les risques de fuite de phosphore, les émissions de GES, la consommation d'énergie fossile, le revenu des éleveurs et la productivité des surfaces. Faute d'informations toujours précises, les effets indirects des actions sont qualifiés par des symboles mathématiques et non par des chiffres dans le tableau 5.2.

Les actions portant sur l'alimentation et la conduite des troupeaux en réduisant l'excrétion azotée, notamment celle par l'urine, permettent de réduire à la fois les risques de pertes par lixiviation et par émissions de NH_3 et de N_2O . Elles auront peu d'effet sur les autres critères d'intérêt ou auront tendance à les améliorer légèrement. On peut notamment escompter une réduction des émissions de GES.

Les actions sur la gestion des effluents sont plus ambivalentes quant à leurs effets. Une maîtrise non complète des différentes étapes peut conduire à des transferts de pollution. En revanche, une gestion vigilante de l'azote des effluents permettra aussi de réduire les émissions de GES et la consommation d'énergie fossile en réduisant les besoins en engrais minéraux. Les effets sur la productivité ne sont pas significatifs, et ceux sur le revenu dépendront du prix des engrais minéraux.

Les pistes envisagées au niveau de la conduite des systèmes fourragers et de cultures pour réduire les pertes par lixiviation permettront aussi de limiter les risques de pertes de phosphore par ruissellement, de limiter les émissions de GES et la consommation d'énergie, dès l'instant où elles permettent de limiter le recours aux engrais minéraux. En revanche, ces pistes peuvent conduire à des réductions de productivité des surfaces. Des innovations sont ici nécessaires pour en tirer le meilleur parti.

Les systèmes à bas intrants et l'AB permettent de réduire les pertes d'azote et aussi très sensiblement la consommation d'énergie non renouvelable et les pertes de phosphore. D'une façon générale, le bilan comparatif entre ces systèmes et des systèmes conventionnels est variable selon qu'on l'exprime par unité produite ou par hectare de terre utilisé. Notamment, le bilan GES de ces systèmes est discutable et plusieurs travaux concluent à des émissions de GES par unité produite plus élevées en AB. Ces systèmes réduisent la productivité des surfaces mais peuvent assurer un bon revenu lorsqu'ils sont bien maîtrisés. Cependant, dans ces systèmes, la production étant réduite par unité de surface et dans l'hypothèse où la consommation est maintenue, ce qui est vraisemblable, il peut en résulter un accroissement de la production dans une autre région ou une partie du monde, avec une utilisation accrue de surfaces agricoles. Ceci explique que le bilan environnemental global soit difficile à évaluer pour les GES, la consommation d'énergie et l'utilisation de surface, alors que l'effet est localement très positif pour les impacts eutrophisation et acidification.

Les projets territoriaux visent principalement à réduire les pertes par lixiviation du nitrate. Plusieurs d'entre eux proposant des systèmes à bas intrants, ils ramènent au point précédent.

Tableau 11.2 : Effets indirects des mesures prises pour améliorer l'efficacité de l'azote sur les autres performances de l'exploitation (0 pas d'effet, + : le gain sur l'azote s'accompagne d'un gain sur un autre critère, - : les effets sont antagonistes compte tenu des technologies disponibles aujourd'hui)

	Transfert pollution N	Épargne de P	Abattement GES	Gains conso Energie	Revenu par UTA	Productivité (/ha)
Alimentation	0 ou +					
Gestion Effluents	variable	0 ou +	+		variable	
S. Fourrager S. Culture	0	+ à ++			variable (besoin innovation)	
Bas intrants	0	+	0 (pb frontières système)	++	+ ou -	--
Projets territoriaux	0	+	?	++	? (commanditaire)	--

11.6. Pistes pour l'action publique

11.6.1. Des moyens d'action différents selon la relation entre les dommages et la localisation des émissions polluantes

Les instruments à disposition

En économie du bien-être, la politique publique devrait égaliser le coût marginal d'abattement des pollutions à la valeur marginale des dommages qui en résultent. Mais comme dans la plupart des cas, la valeur marginale des dommages n'est estimée qu'avec une grande marge d'erreur, les politiques environnementales visent des objectifs quantitatifs négociés politiquement. Une politique efficace doit chercher à égaliser les coûts marginaux

d'abattement entre pollueurs afin de minimiser le coût total de la politique, i.e., de la somme des coûts supportés par les contribuables et par les agents économiques concernés. Plusieurs instruments permettent théoriquement de remplir cette condition i) la taxe sur les émissions polluantes, fixée au niveau du coût marginal d'abattement correspondant à l'objectif quantitatif de pollution, ii) une subvention par unité de réduction de pollution, fixée au même niveau, et iii) un marché des droits de pollution, la somme des droits égalant cet objectif de pollution. Ils nécessitent tous que les pouvoirs publics connaissent la pollution de chaque pollueur mais les coûts de transaction sont différents entre ces instruments (coûts d'information, d'inspection et d'administration ainsi que des coûts liés à d'éventuels contentieux)...

Une taxation des émissions azotées à la hauteur de leur dommage marginal, qui constituerait la politique la plus efficace, n'est pas possible à mettre en œuvre. En effet, les pouvoirs publics en charge de la régulation sont dans l'incapacité d'acquiescer à un coût raisonnable les informations nécessaires au niveau de chaque exploitation agricole à la fois sur les émissions elles-mêmes et sur leurs dommages. Il est donc nécessaire d'asseoir la politique sur d'autres variables que les émissions polluantes mais qui leur soient aussi corrélées que possible. Pour ce faire il est utile de distinguer les pollutions selon la dépendance fonctionnelle entre la distribution géographique des émissions et la distribution géographique des dommages.

Localisation des dommages indépendante de la localisation des émissions polluantes (GES)

Quand la localisation des dommages est indépendante de la localisation des sources de nuisances, comme pour les gaz à effet de serre, comme le dioxyde d'azote, le coût marginal d'abattement doit être égalisé pour toutes les émissions. Assis sur un indicateur commun comme la tonne d'équivalent CO₂, l'instrument le plus simple est une taxe uniforme de toutes les activités polluantes, qu'il s'agisse de chauffage, de transport, de fermentation entérique, de stockage et de manutention des effluents d'élevage ou de fertilisation. La mise en œuvre d'une telle taxe pour la fertilisation est facile si un coefficient d'émission peut-être attribué à chaque type de fertilisant (ammonitrate, urée par exemples). Elle se complique si ce coefficient dépend fortement des conditions de fertilisation : température, humidité, type de sol. Pour le stockage et l'épandage de fumier et de lisier, une telle taxe, si elle est pertinente, suppose un enregistrement et un contrôle coûteux des quantités d'azote concernées. Cet enregistrement est cependant réalisé pour d'autres raisons.

La mise en place de quotas d'émission individuels et échangeables est une alternative classique de la taxe, dans le cadre d'un quota national ou européen dégressif dans le temps. Cette alternative a trois avantages. Elle permettrait de déduire les éventuelles séquestrations de carbone des exploitations agricoles de leurs émissions. Les quotas initiaux peuvent être distribués gratuitement aux agriculteurs, tandis qu'une taxe leur coûte immédiatement. Théoriquement elle permet d'atteindre le facteur 4 de manière plus fiable. L'inconvénient majeur des quotas échangeables est le coût de mise en place et de gestion de ce nouveau marché, celui qui concerne déjà les plus gros émetteurs industriels ne fonctionnant pas très bien. L'intégration de l'agriculture dans la politique européenne du climat par une taxe ou des quotas se traduirait de toute façon par un renchérissement du coût et une baisse de la production des produits animaux européens. Si les produits animaux extra européens n'étaient pas soumis à la même politique, une forte baisse de la production européenne serait attendue, en raison de la perte de compétitivité due au coût de réduction des émissions. En revanche si des droits de douanes, logiquement indexés sur les émissions de ces importations, étaient appliqués aux frontières de l'UE, la hausse relative du prix européen constituerait une incitation à consommer moins de produits animaux en Europe et se traduirait par une moindre baisse de la production européenne.

Localisation des dommages dépendante de la localisation des émissions polluantes

Quand la localisation des dommages dépend de celle des émissions polluantes, la variabilité géographique de l'intensité des dommages implique une différenciation géographique de la politique. Autrement dit, là où les problèmes environnementaux consécutifs à la pollution de l'eau sont jugés sévères, les coûts marginaux d'abattement et la réduction des émissions doivent être plus élevés. C'est le cas de la pollution de l'eau par le nitrate et des pollutions de proximité liées aux sources d'ammoniac. Contrairement aux GES, la pollution de l'eau fait l'objet de nombreuses politiques en vigueur actuellement ou antérieurement.

A défaut de pouvoir taxer les émissions polluantes, la taxation des intrants polluants a l'avantage de requérir peu d'information et d'être facile à appliquer. Cependant les diverses expériences étudiées en Europe se sont avérées inadaptées. En pratique un taux de taxe élevé serait nécessaire pour réduire l'excès d'azote, la taxe renchérit alors le coût de l'azote productif, i.e., absorbé par les cultures. La redevance pollution appliquée en

France aux élevages est une taxe de ce type qui est d'autant moins corrélée aux émissions polluantes qu'elle est découplée du chargement depuis 2006, elle n'est donc ni incitative, ni efficace, sans pour autant avoir été simplifiée de manière à réduire les coûts administratifs.

Les politiques de l'eau observables en Europe s'attachent principalement à mettre en œuvre un équilibre de la fertilisation au travers de références imposées par la réglementation, tandis que la sensibilité des milieux est gérée par la différenciation de ces références selon différents zonages géographiques. La mise en œuvre de ces politiques est d'autant plus coûteuse en coûts d'information et d'administration que ces références et ces zonages sont plus précis, donc plus nombreux. Selon les pays, les dispositifs diffèrent cependant quant à la répartition des coûts de maîtrise des pollutions. L'application du principe de responsabilité environnementale (encore appelée « pollueur payeur ») a de la peine à s'imposer, y compris dans l'union européenne et en particulier en France où la directive cadre sur l'eau requiert la récupération de ces coûts auprès des pollueurs.

Ces politiques sont confrontées à plusieurs écueils. Le premier écueil est l'incomplétude du dispositif visant à mettre en œuvre l'équilibre de la fertilisation. C'est le cas du dispositif français qui, sauf dans les zones d'actions complémentaires et les bassins versants en contentieux, se limitent à maintenir un équilibre entre quantité d'effluents organiques et surfaces d'épandage, sans limiter la fertilisation minérale. Le deuxième écueil est l'inadéquation, donc l'inefficacité du système de contrôle et de sanction. Le contrôle de la conformité des cahiers d'épandage n'est pas suffisant si aucun moyen n'est mis en œuvre pour vérifier leur adéquation avec les pratiques réelles de fertilisation. Un recouplement avec les achats d'engrais, qui n'est pas mis en œuvre en France, serait un progrès peu coûteux. En outre les sanctions doivent être élevées pour être dissuasives en raison de contrôles sur place nécessairement rares étant donné leur coût. Le troisième écueil concerne l'efficacité allocative (i.e. coût d'application de la politique à contrainte environnementale fixée), notamment pour la politique des quotas. La préconisation des économistes est classiquement de créer un marché de ces quotas afin qu'ils se déplacent vers les entreprises les plus rentables. Ce choix n'a pas été fait en France où la gestion des droits à produire, les autorisations d'exploiter et la validation des plans d'épandage sont confiés à l'administration et à un ensemble de possibilités de dérogations permettant certaines adaptations structurelles et certaines installations, afin d'intégrer d'autres objectifs relevant de la politique des structures et de la cohabitation entre filières animales. En conséquence des ajustements se produisent sur le marché de la terre, mais de manière lente et imparfaite compte tenu de sa rigidité. L'inefficacité allocative est également difficile à garantir dans les politiques ciblant des technologies particulières car elles reviennent à privilégier certaines combinaisons productives. Par exemple, le plan national de la reconquête de la qualité de l'eau en Bretagne, en privilégiant le soutien public au traitement des effluents d'élevages hors sol conduit à un coût total pour les éleveurs et l'Etat beaucoup plus élevé que la simple application de la directive « Nitrates » et même deux fois plus élevés qu'un marché des droits d'épandage. Un tel marché permettrait une substitution optimale de l'azote organique à l'azote minéral alors que le soutien au traitement ne dispense pas de s'assurer de l'équilibre de la fertilisation.

Le marché de l'épandage, né de dispositions juridiques encadrant les pratiques d'épandage dans les zones saturées en azote, offre des potentialités indéniables. Au sein de ces zones, une sorte de marché existe déjà, même si le mode d'adjudication des réserves départementales d'azote par les commissions départementales d'orientation agricole reste très éloigné d'un vrai mécanisme de marché. En ajustant de manière plus fluide et transparente les quantités à épandre aux terres à épandre, selon une logique de l'offre et la demande, un vrai marché de droits ne peut que conduire à une meilleure efficacité environnementale et économique. Cependant, cette mécanique séduisante reste limitée en pratique. Pour des raisons de calendrier d'épandage et de coût de transport, les effluents d'élevage font principalement l'objet d'une gestion de proximité. Or, ces zones déjà saturées en azote limitent de fait les possibilités d'un tel marché de droits, y compris pour la substitution de l'azote organique à l'azote minéral. Pour développer l'offre de surfaces à épandre, les effluents concernés doivent répondre à certaines caractéristiques préalables (en particulier, liées à leur taux de matière sèche, d'éléments fertilisants et dates d'épandage). Et à l'instar du marché de droits qui existe pour les quotas d'émission de GES, un marché des droits d'épandage doit se doter d'une police. Cela implique notamment un contrôle de la fertilisation des agriculteurs qui cèdent leur droit d'épandage sur tout ou partie de leur exploitation, même s'ils ne sont pas eux-mêmes éleveurs.

.. Un dispositif qui peut gagner en efficacité

Au final le dispositif français est caractérisé par un empilement de réglementation et de plans d'accompagnement qui peine à trouver un compromis efficace entre le respect des directives européennes, le maintien d'une production compétitive et l'urgence environnementale dans certaines zones. Si les exemples étrangers, comme le Danemark, montrent que le tâtonnement dans le choix des politiques n'est pas une exception française, ils montrent aussi que faire respecter la réglementation est finalement indispensable et n'empêche pas les ajustements structurels et la compétitivité dès lors que cette réglementation est bien stabilisée. Enfin, la vulnérabilité de certains milieux interdit certaines utilisations du sol, comme les cultures arables ou même le pâturage dans les cas les plus aigus. Dans ces cas particuliers, l'action publique doit nécessairement envisager une prise de contrôle du foncier agricole et un dédommagement des exploitations agricoles éventuellement contraintes de déménager.

11.6.2. Des pistes encore peu explorées

La notion de charge critique est à la base des négociations de la Convention sur le Transfert de Pollution Atmosphérique à Longue Distance (convention de Genève, protocole de Göteborg) à propos des plafonds d'émissions pour minimiser les impacts sur les écosystèmes naturels en se donnant des objectifs quantifiés vis-à-vis du dépassement des charges critiques à un horizon temporel défini. Cette notion de charge critique pourrait être transposable à l'ensemble des émissions d'azote d'un territoire donné, en considérant d'une part les émissions vers l'air et l'eau, et d'autre part la sensibilité des milieux récepteurs proches (écosystèmes sensibles, masses d'eau souterraines, superficielles et maritimes) et distants (atmosphère pour les GES et les transferts à longue distance). Les politiques qui découlent du Grenelle de l'Environnement comportent une approche en termes de charge critique dans leur déclinaison vers les collectivités territoriales (décret 2011-687 du 17 juin 2011). Les échelles les plus pertinentes seraient soit le bassin de production (logique économique), soit la petite région agricole (logique agro-environnementale), ou encore la zone source d'une cible sensible (logique environnementale : baie sensible aux marées vertes, espace naturel protégé...). Les facteurs de variation de cette charge critique sont donc non seulement les caractéristiques locales du territoire, mais également leur proximité éventuelle à des zones sensibles ou d'utilité publique (zones d'approvisionnement en eau potable) *via* les risques de transfert horizontaux d'ammoniac et nitrate. Une telle approche permettrait de pallier les inconvénients liés à la norme uniforme des 170 kg d'azote organique (voire des 210 kg d'azote total) en proposant d'utiliser un critère plus intégrateur et de le faire varier selon les potentialités du milieu et les risques, ou éventuellement la proportion de surface en herbe à l'échelle des exploitations. En théorie, l'efficacité de cette piste est forte, puisqu'elle permet d'adapter les efforts à consentir en fonction des enjeux environnementaux locaux, mais elle nécessiterait la mobilisation de l'ensemble des acteurs pour l'appropriation et l'acceptation de la démarche, la mise au point d'un outil de calcul de cette charge et une évaluation ex-ante et ex-post des mesures adoptées.

La localisation et la réorganisation des filières sur le territoire régional ou national. Si la littérature rend compte des phénomènes de concentration des filières d'élevage, il n'existe pas d'étude sur les possibilités de relocalisation partielle des productions visant à désintensifier l'élevage dans certains territoires. Pourtant l'analyse de la littérature disponible laisse apparaître des pistes, sans doute techniquement réalistes, dont il conviendrait d'analyser la faisabilité organisationnelle, sociale et économique. Les territoires d'élevage français sont en effet marqués par des différences très importantes de niveau d'excès de bilan azoté par unité de surface, certains n'arrivant pas (ou mal) à gérer des excès d'azote alors que d'autres pourraient accroître leur charge animale. Ce constat peut aussi s'appliquer entre différents cantons dans une même région. Il y a là sans doute des compensations à trouver pour réduire les impacts environnementaux dans certains bassins de production tout en maintenant leur compétitivité et une agriculture dynamique sur d'autres territoires. Par exemple, l'externalisation de l'élevage des génisses issues des troupeaux laitiers de l'Ouest vers les bassins allaitants traditionnels du Grand Massif Central pourrait réduire la charge azotée à l'Ouest sans entamer le potentiel de production régional.

Le bail rural environnemental. Depuis la réforme du droit des baux ruraux par la loi d'orientation agricole du 5 janvier 2006, il est désormais possible de conclure des baux ruraux environnementaux entre acteurs privés, et aussi avec des personnes publiques ou des associations de protection de l'environnement. Le bail rural à clauses

environnementales est envisagé pour des espaces associés à la protection de l'eau (captage d'eau, zones humides...), des espaces naturels (réserves naturelles, parcs naturels régionaux...) ou pour la protection de la biodiversité (zones Natura 2000, par exemple). Parmi les clauses environnementales, certaines ont un intérêt évident dans le cadre de lutte contre la pollution azotée (non-retournement des prairies, couverture végétale du sol périodique ou permanente...). Bien qu'intéressant, cet outil n'a encore que peu ou pas été utilisé depuis sa création.

Quel niveau d'organisation pertinent pour appliquer des mesures de régulation environnementales ? Des travaux économiques montrent qu'il peut être efficace de cibler plutôt l'acheteur du bien produit par le pollueur que le pollueur lui-même. Dans le cas de l'élevage, on peut ainsi se demander s'il est plus efficace de cibler les mesures sur l'éleveur ou sur l'industrie des filières animales (coopératives, industries d'abattage, de découpe et de transformation ou laiteries) qui s'approvisionnent massivement auprès d'éleveurs localisés dans les cantons classés en ZES. Les économistes développent ainsi une série d'arguments montrant que la régulation environnementale pourrait être plus efficace si elle s'appliquait également à ces acteurs. Les auteurs relèvent que les coûts associés à l'administration de la directive « Nitrates » seraient par exemple significativement plus faibles si la régulation portait sur la demande, et non sur l'offre, car le nombre d'industriels est plus restreint que le nombre d'éleveurs. De plus, le phénomène d'agglomération des élevages à l'origine des excès d'azote contribue, dans le même temps, à réduire les coûts de production des industriels des filières animales. Enfin, d'autres travaux montrent que lorsque les éleveurs et les industriels sont liés par des doubles contrats (les industriels fournissent des intrants aux éleveurs qui, eux, leur vendent leur production) l'instauration d'une taxe sur la pollution devient optimale si elle porte à la fois sur les éleveurs et sur les industriels, notamment du fait que les contrats passés n'internalisent pas l'impact environnemental des activités d'élevage. Dernier argument avancé : les industriels des filières animales ayant des capacités financières supérieures à celles des éleveurs, ils seraient davantage incités à mettre en place des innovations valorisant mieux les rejets d'azote (et aussi de phosphore).

11.6.3. Des outils novateurs encore en débat

Les paiements pour services environnementaux (PSE). Le concept de service écosystémique a été pensé initialement pour faire valoir la contribution de la biodiversité à la création de richesse. Le *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) a ensuite proposé un classement d'une variété de services rendus par les écosystèmes (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)¹. La notion de service écosystémique est définie par la directive de 2004/35 sur la responsabilité environnementale.

Le PSE s'entend, lui, comme outil de prévention ou de réparation de dommages environnementaux. La littérature sur les paiements pour services environnementaux est aujourd'hui prolifique sur le principe lui-même, mais peu développée sur son application ou l'analyse de cas. La forme privilégiée pour ces paiements semble être la voie contractuelle entre les bénéficiaires et les fournisseurs de services environnementaux. Concernant la rémunération pour services rendus sur l'eau, c'est l'exemple de Vittel qui est régulièrement cité. Néanmoins, certains aspects des PSE restent flous et la légitimité même de ces paiements discutée (ex : propriété des services vendus qui sont généralement des biens publics, prix des services, prise en compte des inconnues scientifiques, effets écologiques antagonistes...). Cette notion peut-elle contribuer à réhabiliter l'intérêt de l'épandage de matières organiques pour la qualité des sols ? C'est le point de vue de certains auteurs et le sens de certaines recherches en cours sur les sols.

La réflexion sur le statut des effluents. Les effluents d'élevage, tout en étant des engrais organiques, présentent des caractéristiques de nature à les qualifier juridiquement de déchets. Cette qualification n'a cependant pas été retenue par la Cour de justice des Communautés européennes (2005), qui les classe dans la catégorie des « sous-produits », qui est donc leur statut réglementaire actuel. La littérature scientifique explore également peu cette thématique. Cette qualification de déchets est surtout rejetée par les agriculteurs. Pourtant, dans la conception du droit européen, la qualification de « déchets » ne vise pas à empêcher leur utilisation. Si

¹ Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Business and Industry*. Washington, DC: World Resources Institute, 31 p.
<http://www.maweb.org/documents/document.353.aspx.pdf>

elle était appliquée aux effluents, loin de condamner leur potentiel fertilisant, elle l'encadrerait. La gestion des déchets repose en effet sur une hiérarchie d'actions qui privilégie dans l'ordre : la prévention, la préparation en vue du réemploi, le recyclage, puis toute autre forme de valorisation, notamment à visée énergétique, et en dernier recours l'élimination (incinération sans récupération d'énergie ou mise à la décharge). L'épandage agricole des effluents d'élevage constituerait, dès lors, la solution privilégiée dans cette logique européenne. En revanche, adopter la qualification de déchets signifie aussi un régime plus rigoureux des conditions de gestion des effluents. A l'instar de l'épandage des boues des stations d'épuration, leur traçabilité, leur suivi agronomique, leurs effets sur la qualité des sols, de l'eau, de l'air pourraient être exigés et la responsabilité de la filière d'épandage clarifiée. Enfin, le droit prévoit qu'un déchet peut être requalifié en « produit » dès lors qu'une opération de valorisation permet à la substance qui en résulte de retrouver la qualité de produit. Elle bénéficie alors d'un régime juridique moins contraignant. Les effluents issus d'un compostage ou d'une épuration biologique ou de tout autre traitement technologique pourraient prétendre à ce statut de « produits ».

11.7. Des éléments qui peuvent affecter la gestion de l'azote au sein des systèmes de production

L'augmentation du prix de l'énergie pourrait rendre le bilan énergétique de l'exploitation agricole plus stratégique dans l'analyse comparée des différents systèmes de production. Les simulations économiques concluent alors que les itinéraires techniques moins consommateurs d'énergie seront favorisés. Ainsi, l'augmentation du prix de l'énergie en 2008 et la hausse concomitante des prix relatifs des engrais minéraux ont entraîné une baisse directe de la consommation d'engrais minéral. Mais dans le même temps, l'usage des effluents d'élevage dépend de la quantité de travail qui y est associée. Le développement d'engrais organiques techniques pouvant être expédiés vers des régions de cultures pourrait alors trouver une rentabilité économique en substitution partielle des engrais minéraux. Toutefois cette stratégie pourrait aussi contribuer à renforcer le phénomène d'agglomération des productions animales

La poursuite de la déréglementation des marchés agricoles. Les travaux de modélisation indiquent que la poursuite des dérégulations pourrait se répercuter sur l'organisation économique et spatiale des filières. En ce qui concerne la problématique azote, l'approvisionnement en azote par les engrais minéraux et les protéines importées (soja essentiellement) pourrait évoluer, mais peu de travaux de recherche explorent cette question à ce jour. Il n'est pas possible de trancher entre une plus grande concentration de la production permettant de valoriser les avantages acquis de la concentration (notamment si on assiste à un développement des engrais organiques qui peuvent s'exporter) et la recherche d'une plus grande autonomie territoriale en ressources par une réassociation entre élevages et cultures (les zones d'élevage verraient les activités céréalières se développer pour sécuriser leur approvisionnement).

L'agrandissement des exploitations. Plus rapidement et sans doute plus directement, l'agrandissement des exploitations et le prix attractif des céréales pourraient conduire un certain nombre d'exploitations à arrêter les productions animales au profit de la céréaliculture. Ce phénomène s'observe déjà sur certains territoires en France. Quelques études prospectives récemment publiées concluent à une diminution de l'élevage en Europe, diminution qui serait d'ailleurs plus importante dans les territoires déjà les moins productifs.

Une évolution de la consommation de produits animaux. Les productions animales sont aujourd'hui critiquées pour leur impact sur l'environnement, leur forte consommation de surfaces, les émissions associées à leur production et aussi pour des raisons de bien-être animal et de santé des consommateurs. Des travaux envisagent une érosion de la consommation de viande (phénomène qui s'observe dans certains pays ou certaines catégories de la population) qui se traduirait *in fine* par une diminution de la production animale si la tendance n'est pas compensée par des exportations (forte croissance de la demande en Asie).