

## Fertilisation azotée minérale : assagissement à la fin des années 80

Paul CASAGRANDE  
Catherine CHAPELLE

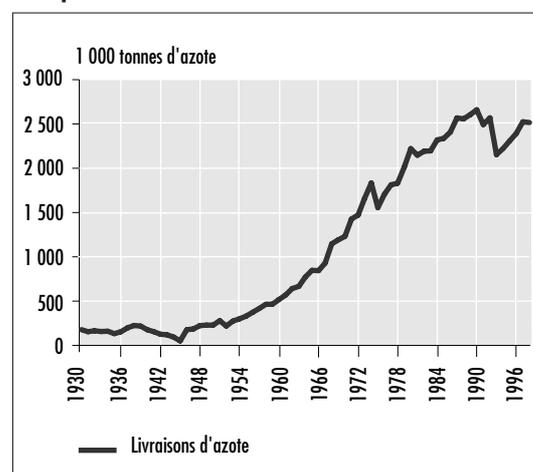
SCEES - Bureau de  
l'analyse de  
la conjoncture  
SCEES - Bureau des  
statistiques végétales  
et forestières

**Sur les vingt dernières années, les apports minéraux aux cultures ont marqué un arrêt sensible. Bien avant la réforme de la Politique agricole commune (PAC) de 1993, les doses ont cessé d'augmenter, conséquence d'une meilleure maîtrise des doses apportées par hectare à la plupart des grandes cultures. La mise en place des jachères dans le cadre de l'évolution de la PAC, au début des années quatre-vingt-dix, a ensuite également contribué à la baisse des apports globaux. Dans les années récentes, l'arrêt de la diminution des doses par hectare et le recul des surfaces en jachère ont toutefois gommé une partie importante de la baisse des apports.**

Pendant près de trente ans, de 1950 à 1980, l'intensification agricole s'est avant tout appuyée sur l'utilisation d'engrais minéraux, avec en premier chef les engrais azotés (graphique 1). Il en a résulté des risques de lessivage plus importants qu'avec les engrais organiques traditionnels, fumier entre autres, qui fixent l'azote sous des formes non solubles. Ce risque a pu être renforcé par l'accroissement des doses, non limitées par les disponibilités locales comme pour la matière organique. Par ailleurs, la spécialisation croissante des exploitations a renforcé l'utilisation des engrais minéraux dans les zones de grandes cultures et a concentré les déjections animales qui augmentent avec les productions animales dans d'autres régions.

Comment cela s'est-il traduit dans l'évolution des quantités d'azote apportées aux cultures ?

Graphique 1  
**Les quantités d'azote épandues ont fortement progressé à partir des années cinquante**



Source : UNIFA

Quel a été le lien avec l'évolution des rendements ? Le ralentissement des livraisons de la dernière décennie est-il simplement lié au développement des jachères ou y a-t-il eu également une évolution des pratiques conduisant à une diminution des quantités utilisées par hectare de culture ?

Le présent article s'efforce de répondre à ces questions à partir de l'étude des données statistiques disponibles sur la période 1981-1999 (encadré p. 5). L'objet n'est pas de réaliser un bilan des entrées/sorties d'azote (cf. article « Pollution azotée d'origine agricole : les progrès marquent le pas ») mais de retracer l'évolution des pratiques de fertilisation azotée minérale, en gardant présent à l'esprit leurs effets possibles sur les excédents azotés.

### Vers la maîtrise des doses d'azote minéral sur blé

En moyenne nationale, les doses d'azote minéral pratiquées sur blé tendre, telles qu'elles ont été relevées dans les enquêtes du SCEES, ont connu une croissance forte et régulière au cours des années 80 pour se stabiliser et même régresser légèrement après 1990 (graphique 2).

Les évolutions régionales sont assez parallèles de 1981 à 1987 : les doses augmentent fortement dans toutes les régions. Les évolutions divergent ensuite : certaines régions ralentissent puis stabilisent leur progression. C'est le cas de la majorité d'entre elles. D'autres connaissent une inversion de tendance entre 1987 et 1989 : leurs doses diminuent. Ce phénomène est très marqué pour la Bretagne, les Pays de la Loire, les deux régions normandes et, à un moindre degré, pour la Bourgogne, le Nord-Pas-de-Calais et la Picardie (graphiques 3, 4 et 5).

En niveau, les écarts vont du simple au double entre les régions. En fait, les besoins du blé dépendent de son rendement. La comparaison des doses pratiquées dans les différentes régions doit donc tenir compte des rendements obtenus. L'analyse révèle que les doses d'azote évoluent progressivement alors que les rendements connaissent de fortes variations aléatoires d'une année sur l'autre. Ainsi, les pratiques réelles de fertilisation azotée, et notamment les doses, semblent être déterminées plus pour un rendement moyen espéré qui évolue progressivement que pour le rendement réel de l'année.

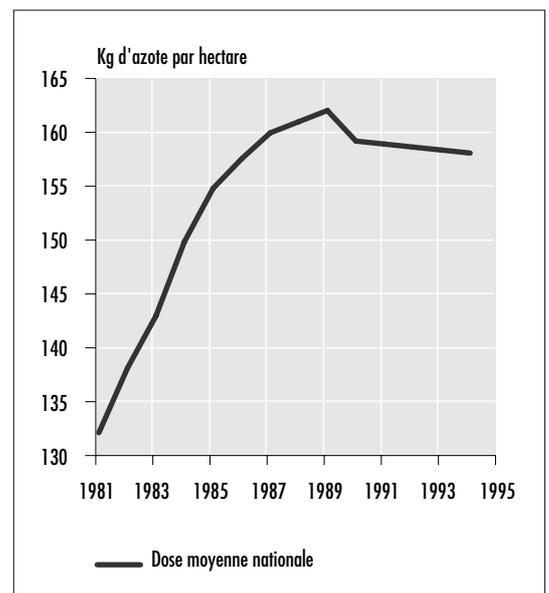
Ce rendement espéré a été approché en calculant la tendance linéaire du rendement réel de chaque région sur la période 1981-1999. Les tendances de rendement sont assez parallèles : la pente moyenne est de 1,2 quintal par hectare et par an. Celles de Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Lorraine, Pays de la Loire et Bretagne de 1,4 à 1,5, Midi-Pyrénées de 0,6, les autres entre 1 et 1,2.

La relation entre dose et rendement a été étudiée à travers le ratio « nombre d'unités d'azote par quintal de rendement ». Ce ratio sera qualifié de « dose relative », par opposition aux « doses » qui concernent les doses absolues d'azote.

Les écarts de doses relatives entre régions sont un peu moindres que ceux des doses mais restent élevés : le rapport entre les extrêmes est de 1,5 pour les doses relatives au lieu de 1,7 pour les doses.

Entre 1981 et 1986, on assiste à un rattrapage des doses relatives dans les zones qui connaissaient les niveaux les plus bas. À partir de 1986, l'ensemble des ratios régionaux baissent. La baisse est plus forte pour les quatre régions du grand Ouest. Pour le niveau national, les évolutions sont similaires. En effet, le ratio se rapproche sur la période 1981-1994 du niveau d'exportation par quintal de blé produit : le ratio vaut 2,3 en 1994 pour une exportation de 1,9 unité d'azote par quintal de

Graphique 2  
Tassement des doses d'azote sur blé à la fin des années 80



Source : AGRESTE - Enquêtes terres labourables

## Méthodologie d'analyse des apports azotés minéraux

### Reconstitution de doses moyennes nationales

Pour les principales grandes cultures (blé, orge, betterave industrielle, colza, tournesol), les doses d'azote minéral ont été reconstituées à partir des enquêtes du Scees depuis 1981. Il s'agit soit d'enquêtes par interview (1981, 1986 et 1994), soit d'enquêtes réalisées par correspondance en même temps que Terres Labourables de 1982 à 1990. Toutefois pour ces dernières, seule l'exploitation des données de 1982, 1985, 1989 et 1990 a été reprise dans ce travail.

Le champ géographique de ces enquêtes a été assez variable au cours du temps. Pour pouvoir comparer les résultats malgré les variations de champ, les résultats départementaux ont été complétés en faisant évoluer les départements manquants comme les départements enquêtés de la région. Certaines régions, entièrement manquantes certaines années, mais présentes lors des enquêtes lourdes, ont été estimées à partir de l'évolution de régions comparables. On a ainsi obtenu un champ commun couvrant de 70 à 95 % de la surface nationale, selon la culture et l'année.

Pour calculer une dose moyenne sur l'ensemble de la France, la dose moyenne obtenue sur le champ commun a été corrigée par un coefficient qui fait intervenir les rapports de rendements champ/hors champ, les surfaces du champ par rapport aux surfaces nationales et le ratio dose/rendement.

Enfin, les doses des années manquantes ont été estimées par interpolation linéaire.

Après 1994, les doses sont supposées rester au même niveau que 1994.

Pour les autres grandes cultures, non prises en compte par l'enquête, les doses ont été estimées « à dire d'experts ».

Pour les prairies, les seules données d'enquêtes disponibles sont celles de 1982 et 1998. L'hypothèse d'une évolution linéaire entre ces années a été retenue pour les doses comme pour la part des surfaces fertilisées. Pour toutes les cultures, les doses retenues sont des doses moyennes sur l'ensemble des surfaces et pas seulement sur les surfaces ayant reçu une fertilisation azotée.

### Doses et livraisons d'engrais

Afin de valider les résultats obtenus, les apports totaux d'azote ont été calculés en multipliant les doses obtenues par les surfaces issues de la SAA (Statistique Agricole Annuelle). Les résultats sont assez proches des tonnages de livraisons d'azote fournis par l'UNIFA (Union Nationale de l'Industrie des Engrais) : le plus grand écart est de 6 % entre les deux sources et à partir de 1994, l'écart est quasiment nul (graphique ci-contre). Cette bonne convergence après 1994 conforte l'hypothèse de la stabilisation des doses après cette date en attendant les résultats de l'enquête en cours sur les pratiques culturales 2001.

### Des doses par hectare aux apports globaux d'azote : le rôle de l'évolution de l'assolement

#### Calcul des apports globaux annuels

Le calcul a été réalisé sur la base suivante :

$P$  = apports de fertilisation azotée minérale pour l'année et la zone

$$P = \sum_i d_i \cdot s_i$$

$d_i$  = dose d'azote par hectare sur la culture  $i$  l'année considérée  
 $s_i$  = surface de la culture  $i$  en hectares l'année considérée

### Évolution de l'excédent entre deux années : effet doses et effet assolement

L'évolution entre les dates 1 et 2 des apports globaux est :

$$P_2 - P_1 = \sum_i d_i^2 \cdot s_i^2 - \sum_i d_i^1 \cdot s_i^1$$

On considère que l'effet assolement correspond à l'évolution qu'aurait eu l'apport global à doses constantes pour chacune des cultures par la seule évolution de leurs surfaces, soit :  $\sum_i d_i^1 \cdot (s_i^2 - s_i^1)$

On fait apparaître ce terme dans  $P_2 - P_1$  à l'aide du terme nul :  $d_i^1 \cdot s_i^2 - d_i^1 \cdot s_i^2$  :

$$P_2 - P_1 = \sum_i (d_i^2 - d_i^1) \cdot s_i^2 + \sum_i d_i^1 \cdot (s_i^2 - s_i^1)$$

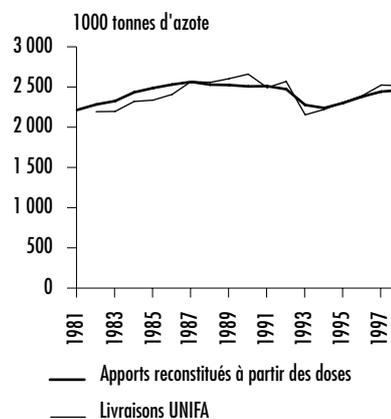
$P_2 - P_1$  = Effet de l'évolution des doses par culture + Effet de l'évolution de l'assolement

### Deux façons de présenter la décomposition de l'évolution de l'excédent

L'évolution sur la période étudiée peut être considérée de deux façons. La première correspond à la suite des évolutions année  $N$ /année  $N - 1$ , ce qui n'appelle pas d'observations particulières quant à l'interprétation, mais ne permet pas de visualiser le cumul des effets. La seconde correspond à la suite des évolutions année  $N$ /1981, qui permet de visualiser les effets cumulés, mais introduit un effet assolement dans l'évolution de l'effet dose, puisque cet effet est calculé sur la base des surfaces de l'année  $N$ .

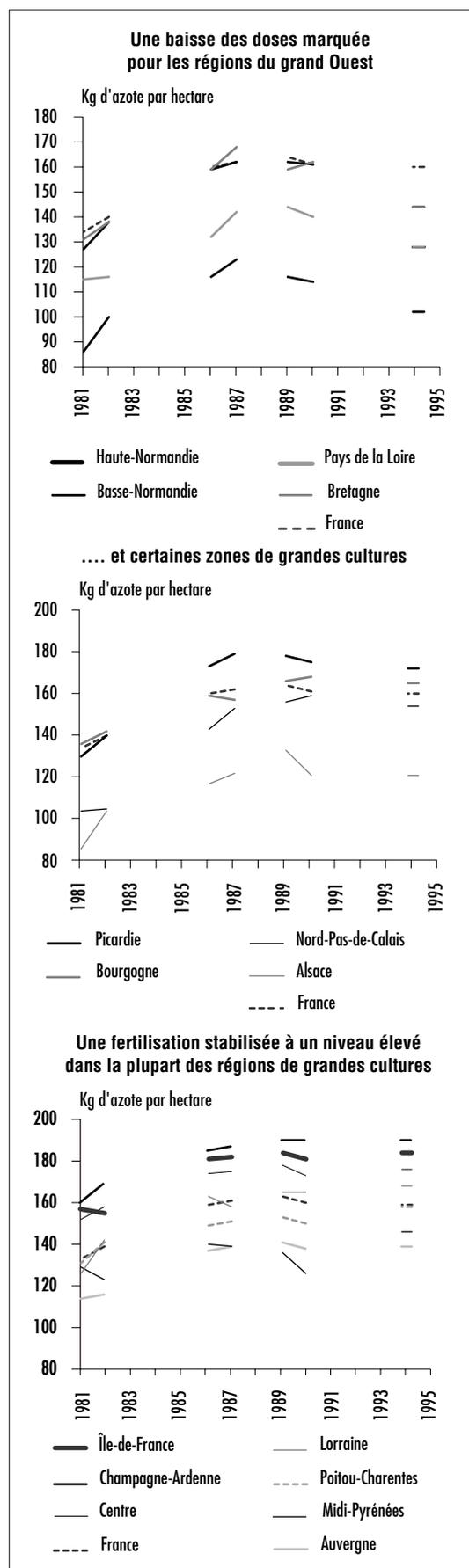
La première méthode est de ce fait privilégiée, la seconde n'étant présentée qu'à titre indicatif.

### Les apports reconstitués à partir des doses restituent l'évolution des livraisons enregistrées par l'UNIFA



Source : AGRESTE - UNIFA

Graphiques 3 - 4 - 5



Source : AGRESTE - Enquêtes terres labourables

rendement, après s'en être éloigné en début de période (de 2,5 en 1981 à 2,7 en 1986). Le retournement de tendance a eu lieu vers 1986-1987. Dans les comparaisons régionales, ce retournement est plus marqué pour le grand Ouest.

Par conséquent, ce retournement de tendance pour les doses relatives a précédé celui des doses de deux ou trois ans. En effet, de 1987 à 1990, les rendements continuaient à augmenter alors que les doses se stabilisaient. Ces phénomènes précèdent ainsi largement la réforme de la PAC de 1993, parfois évoquée comme point de rupture des pratiques de fertilisation.

Sur l'ensemble de la période, les régions à plus forte dose relative sont les régions de grandes cultures, celles qui utilisent peu ou pas de fertilisation organique. Parmi elles, les plus fortes doses relatives sont celles des régions à faible rendement : Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Centre, Lorraine, Bourgogne (graphique 6). Enfin les ratios les plus bas sont ceux des zones d'élevage de l'Ouest (Bretagne, Pays de la Loire, régions normandes) mais aussi de la Picardie, du Nord-Pas-de-Calais et d'Alsace (graphique 7). Bien entendu, seule est prise en compte ici la fumure minérale.

Dans le cas des doses relatives les plus élevées, le niveau de rendement ne justifie donc que faiblement le niveau des doses employées. Par contre, l'importance des déjections animales, rarement apportées sur blé mais souvent sur la culture qui l'a précédé, peuvent expliquer les faibles doses des régions du grand Ouest.

Enfin, en dehors de ces régions, de la Picardie, du Nord-Pas-de-Calais et de l'Alsace, il existe une relation linéaire entre la dose et le rendement tendanciel expliquant près de 80 % des variations de dose. La dose est proportionnelle au rendement (2 unités d'azote par quintal supplémentaire de rendement), plus une constante d'environ 40 unités : les doses sont globalement adaptées au rendement, mais en raison d'une constante relativement élevée (40 unités), il y a surdosage dans les zones à faible rendement.

En définitive, les doses paraissent dans certains cas, plus avoir été déterminées par des normes ou des habitudes de fertilisation que calculées en fonction d'un rendement réellement espéré, du moins au début de la période étudiée. Elles sont ainsi relativement élevées dans les zones de plus faible rendement. À partir de la fin des années 80, comme les

doses se stabilisent, la dose relative diminue par le seul effet de la progression des rendements. La stabilisation des doses peut correspondre, en partie, à une meilleure adéquation entre les pratiques de fertilisation et les besoins des cultures, mais aussi à une inertie de certaines pratiques de fertilisation. Selon l'enquête de 1994, encore 43 % des surfaces en blé auraient eu leur apport déterminé selon une dose « habituelle » et 32 % en tenant compte du rendement espéré.

## La limitation de la fertilisation minérale a concerné toutes les cultures

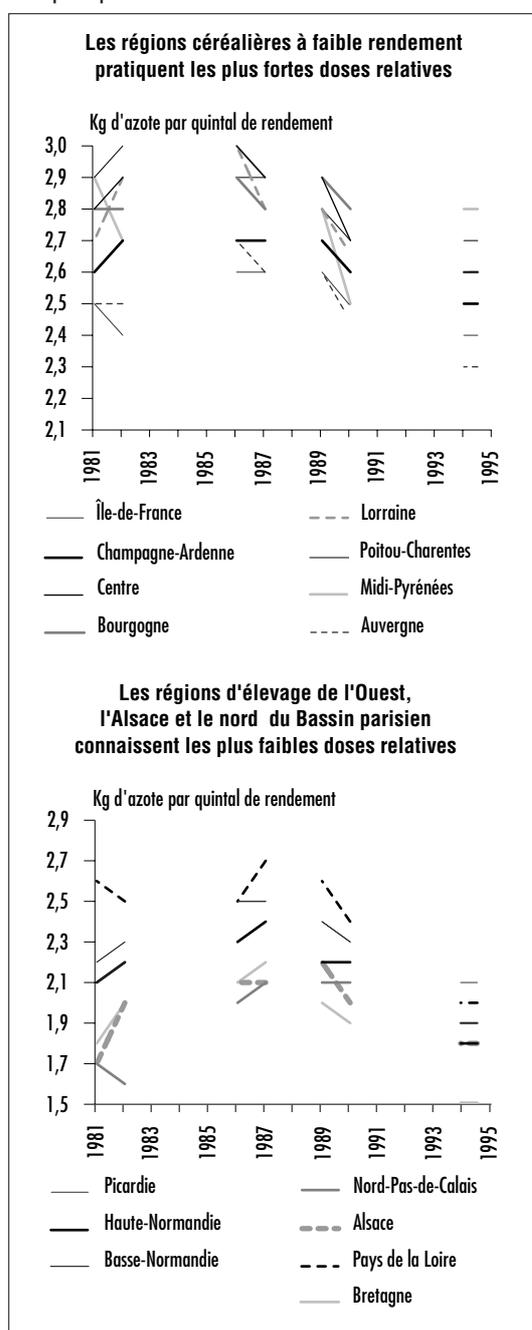
Représentant 42 % des surfaces fertilisables, l'ensemble des grandes cultures consomment 70 % des apports totaux d'azote. Le blé tendre représente, à lui seul, 17 % des surfaces fertilisables et 40 % de celles dédiées aux grandes cultures. Les principales autres grandes cultures sont le maïs, l'orge, le colza, le tournesol et les betteraves industrielles. Comme le blé, ces cultures connaissent un retournement de tendance de leurs doses relatives après 1986.

En effet, l'évolution nationale des doses utilisées sur orge est assez parallèle de celle du blé avec toutefois un niveau général inférieur et une baisse qui intervient non pas avant mais après 1990. Cette baisse s'observe dans la plupart des régions. Pour la pomme de terre, les résultats sont également proches de ceux du blé. Le colza est également comparable, avec toutefois une baisse dès 1986. Par contre, le maïs grain se démarque : les doses augmentent sur toute la période, avec toutefois une pente plus forte entre 1986 et 1990. Les évolutions régionales sont contrastées entre les régions du grand Ouest pour lesquelles les doses régressent après 1990 et la plupart des autres pour lesquelles elles progressent. À l'inverse, l'évolution des doses utilisées sur maïs ensilage, tournesol et betteraves se singularisent par leur réduction constante sur l'ensemble de la période.

Comme pour le blé, l'examen du ratio « dose/rendement tendanciel » nuance assez fortement l'évolution des doses en raison d'évolutions de rendement assez différentes : la croissance du rendement annuel de l'orge et du blé sont proches avec respectivement 1,1 et 1,2 q/ha, le maïs grain atteint 1,7 et le maïs ensilage seulement 0,4 comme le colza. Le rendement tendanciel du tournesol est quant à lui resté stable. Cela concourt à rapprocher les courbes d'évolution dans le temps : à partir de 1986, toutes les cultures connaissent une baisse du ratio. De 1981 à 1986, la progression sur céréales à paille s'oppose à la baisse ou la stabilité pour les autres cultures.

La baisse continue du ratio sur maïs est vraisemblablement liée à la forte croissance des rendements mais aussi à la fertilisation organique : en 1994, 25 % des maïs grain (71 % en Bretagne) et 75 % des maïs ensilage (82 % en Bretagne) en recevaient, contre 5 à 12 % pour les autres cultures (28 à 35 % en Bretagne).

Graphiques 6 - 7



Source : AGRESTE - Enquêtes terres labourables

## Mouvement inverse pour les prairies : l'augmentation de la part des surfaces fertilisées entraîne l'accroissement de l'azote épandu

Des éléments sur la fertilisation des prairies sont disponibles seulement dans les enquêtes « prairies » de 1982 et 1998. Le fait marquant entre ces deux dates est la progression des surfaces fertilisées : 65 % en 1998 contre 46 % des prairies en 1982. Même si les doses ont bien diminué sur la période, comme pour

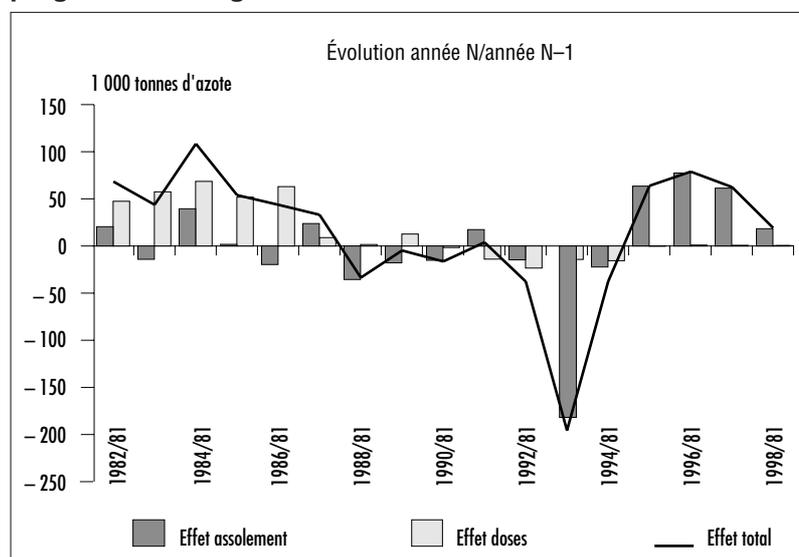
les grandes cultures - elles sont passées de 94 à 73 unités d'azote par hectare pour les surfaces ayant reçu une fumure minérale - cette diminution ne suffit pas à compenser l'augmentation de la part fertilisée des prairies. La dose moyenne sur l'ensemble des surfaces en prairies fertilisables (hors surfaces toujours en herbe (STH) à faible productivité) est, en effet, passée de 42 à 46 unités par hectare.

## Des doses par culture aux apports globaux : un rôle important des jachères

Comment se combinent la baisse des doses d'azote minéral sur les cultures et la légère hausse sur les prairies ? Quel rôle jouent les évolutions de leurs surfaces respectives ainsi que celles des surfaces en jachères qui ne reçoivent pas d'azote et se sont développées au détriment des grandes cultures ? Pour répondre à ces questions ont été calculés les effets respectifs de l'évolution des doses et de celle des surfaces dans l'évolution des apports totaux d'azote sur les surfaces agricoles (encadré p. 5).

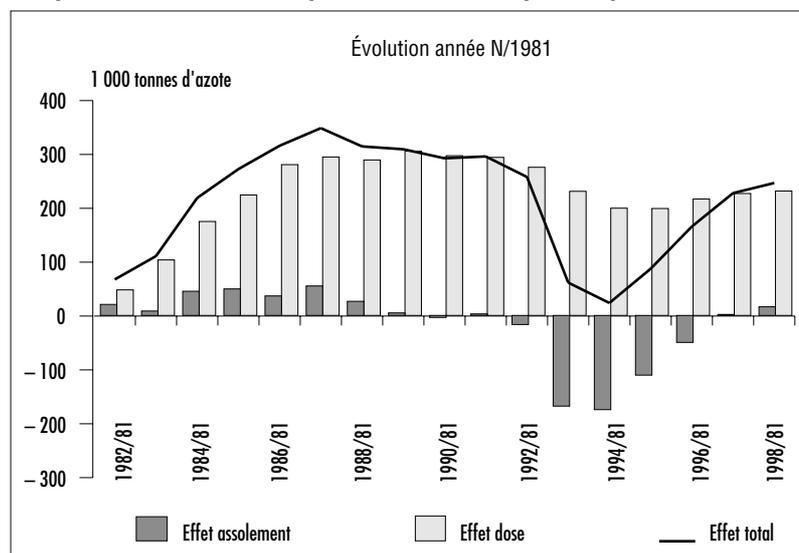
Globalement, les apports d'azote augmentent jusqu'en 1987, essentiellement sous l'effet de l'augmentation des doses, plus secondairement sous celui de l'évolution d'un assolement qui privilégie les cultures à fort besoin en azote. On assiste ensuite à une inversion de tendance avec une baisse des apports sous l'effet de l'évolution de l'assolement, renforcé par l'effet d'une baisse des doses à partir de 1990. Cette diminution des apports globaux d'azote est encore renforcée par la mise en place des jachères en 1993. Les effets de la baisse des doses et du développement des jachères sont ensuite progressivement gommés par l'effet assolement : d'une part, la diminution du taux de gel induit une diminution des surfaces gelées, et par conséquent un accroissement des surfaces cultivées et fertilisées ; d'autre part, le développement de cultures industrielles sur terres gelées réduit la proportion effectivement en jachère, qui, par construction, n'est ni consommatrice, ni exportatrice d'azote (graphiques 8 et 9). Les effets des prairies sont modestes par rapport à ceux des autres cultures, mais non négligeables. La réduction de leurs surfaces, quasi permanente sur la période, compense largement la légère augmentation de leurs doses dès 1988 (graphique 10). Ceci corrige finalement les effets des cultures en accentuant la baisse des apports, notamment à la fin des années 80.

Graphique 8  
Évolution interannuelle des apports globaux : les effets de la baisse des doses et du développement des jachères progressivement gommés



Source : AGRESTE - Enquêtes terres labourables - SAA

Graphique 9  
Évolution cumulée des apports globaux : les prairies limitent l'importance de la reprise après 1994



Source : AGRESTE - Enquêtes terres labourables - SAA

## Un retournement de tendance sans lien avec les prix

Le retournement de tendance de la pratique de la fertilisation azotée minérale de 1986-1987 ne s'explique ni par l'évolution des prix de l'azote, ni par celle du prix du produit des cultures.

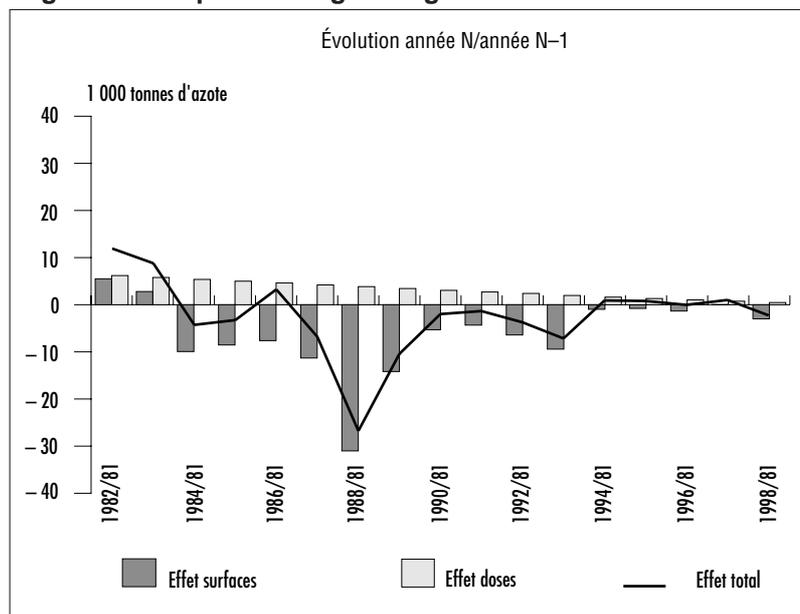
Le prix de l'azote est indirectement lié à celui du pétrole. En effet, les engrais azotés sont fabriqués à partir de gaz naturel. Le prix du gaz naturel suit le prix du pétrole en tendance, tout en pouvant diverger à court terme en raison de la spécificité de son marché. Les stocks d'engrais, les capacités de production peuvent également jouer de manière conjoncturelle. Depuis 25 ans, le prix de ces engrais en francs de 1976 a baissé irrégulièrement : après un palier de 1975 à 1985, il a connu une nette baisse en 1986 avec le « contre-choc » pétrolier, puis une baisse plus modérée et régulière jusqu'en 1995 et enfin une relative stabilisation. Le prix du blé a, quant à lui, baissé avec une relative régularité sur l'ensemble de la période. Au final, en raison d'une baisse plus importante du prix du blé que de celui de l'azote sur la période, le coût de l'engrais azoté nécessaire à la production d'un quintal de blé est passé sur la période de 5 à 10 % de la valeur de ce quintal.

De façon conjoncturelle, l'évolution de la dose d'azote utilisée par quintal de blé produit ne suit toutefois pas celle du rapport de « prix

azote/prix blé » : les doses augmentent lorsque le rapport augmente et baissent lorsque le rapport est stable. Ainsi, lorsque le prix du blé diminue alors que celui de l'azote est stable dans les années quatre-vingt, les doses augmentent. Le prix de l'azote n'a par conséquent pas d'effet limitant sur les pratiques de fertilisation. Il est néanmoins vrai que ce rapport demeure toujours relativement faible (graphique 11).

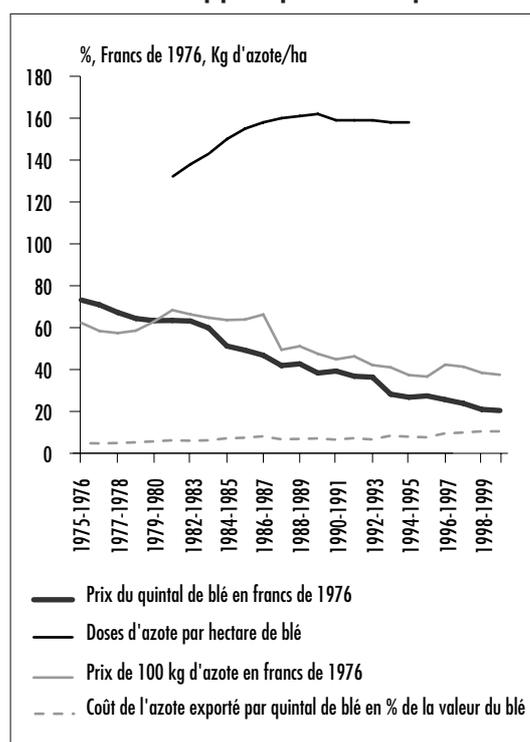
Le retournement de tendance de la fin des années 80 dans l'utilisation de l'azote peut correspondre à plusieurs phénomènes : la diffusion de méthodes plus fines de détermination du niveau de la fumure azotée (méthode du bilan, mesure des reliquats azotés), la prise de conscience des conséquences environnementales de tout excès de fertilisation, notamment lorsque des déjections animales sont déjà utilisées. Le souci aussi d'une gestion plus rigoureuse face aux restrictions de l'organisation des marchés (taxe de responsabilité, quantité maximale garantie, mise en place des premières jachères), signes avant-coureurs de la réforme de la politique agricole commune de 1993, porteurs d'incertitudes sur l'avenir.

Graphique 10  
Évolution des apports sur prairies : la réduction des surfaces a largement compensé la légère augmentation des doses



Source : AGRESTE - Enquêtes terres labourables - SAA

Graphique 11  
Les utilisations d'azote sont peu sensibles au rapport prix azote/prix blé



Source : AGRESTE - Enquêtes terres labourables

Dans ce contexte, le prix de l'azote a pu ne jouer qu'un rôle tout à fait secondaire, surtout si l'on suppose que, dans de nombreux cas, en raison d'un certain surdosage « par sécurité » des apports d'azote, une baisse des doses d'azote a pu être mise en œuvre sans provoquer de baisse du rendement des cultures.

## Éléments bibliographiques

CASAGRANDE P., CHAPELLE C. (2000), « Reconstitution des doses d'azote minéral à partir des enquêtes du SCEES depuis 1981 ». Documents de travail.

DUTHION R. (1999), « Estimer l'azote minéral épandu sur culture est un exercice délicat. L'exemple de la Bretagne ». AGRESTE - *Cahiers*, n° 46.

PALACIO-RABAUD V. (1999), « La fertilisation des prairies s'étend à doses modérées ». AGRESTE - *Primeur* n° 64.

CHAPELLE C. (1999), « Bilan de l'azote agricole - Détérioration de 1995 à 1997 ». AGRESTE - *Primeur*, n° 53.

RODES V., MAZIERES C. (1996), « Les pratiques culturales sur grandes cultures en 1994 ». AGRESTE - *Données chiffrées*, n° 85.

REVEL H., POUS B. (1988), « Techniques culturales en 1986 - Tournesol ». Série S *Productions Végétales et Forestières*, n° 40.

REVEL H., POUS B. (1988), « Techniques culturales en 1986 - Colza d'hiver ». Série S *Productions Végétales et Forestières*, n° 39.

REVEL H., POUS B. (1988), « Techniques culturales en 1986 - Maïs grain ». Série S *Productions Végétales et Forestières*, n° 36.

REVEL H., POUS B. (1988), « Techniques culturales en 1986 - Blé tendre d'hiver ». Série S *Productions Végétales et Forestières*, n° 34.

SPINDLER F., BOUESSE F. (1984), « Les prairies en 1982 ». AGRESTE - *Étude*, n° 233.

POUS B. (1983), « Les terres labourables et les grandes cultures en 1981 ». AGRESTE - *Étude*, n° 209.