

POSSIBILITÉS D'ACCROISSEMENT DE LA  
PRODUCTION DES HERBAGES  
DANS L'AGRICULTURE EUROPÉENNE,  
GRACE A LA FERTILISATION AZOTÉE (1)

**L**A FERTILISATION AZOTÉE EST DEVENUE L'UN DES PRINCIPAUX MOYENS POUR ACCROITRE LE RENDEMENT DES HERBAGES. L'UTILISATION DE L'AZOTE DANS L'AGRICULTURE et dans l'horticulture en Europe de l'Ouest avait déjà été pratiquée d'une façon générale après la première guerre mondiale, tandis que dans beaucoup d'autres pays l'application de l'azote aux herbages ne s'est développée qu'au cours des dix dernières années. Ce rapport représente un essai de compilation des différents aperçus sur le développement et les perspectives de l'utilisation des engrais azotés sur les herbages. A cause du manque d'information écrite à ce sujet, nous avons demandé et obtenu des renseignements d'un certain nombre de collègues dans les centres de recherche agronomique ou dans l'industrie de l'azote des différents pays européens. Nous aimerions leur exprimer ici notre gratitude. Une bonne partie de l'information utilisée dans cette revue a été basée sur des approximations, puisque un manque de données réelles existait. Par conséquent, ce rapport ne repré-

sente qu'une étude approximative. Nous espérons que cette constatation jouera le rôle de stimulant pour qu'une compilation des données plus concrètes puisse être réalisée.

Un aperçu sur la quantité d'azote utilisée sur l'ensemble des surfaces exploitées sera exposé d'abord ; il sera suivi de considérations sur l'application des engrais azotés sur les herbages. Ensuite, l'influence de la fertilisation azotée sur les rendements en fourrage sera examinée. Pour conclure, nous envisagerons les répercussions dues à une fertilisation optimale, sur les industries de l'azote et sur la production du fourrage et du bétail. Des données provenant de treize pays : Autriche, Belgique, Tchécoslovaquie, Danemark, Finlande, France, Allemagne de l'Ouest, Italie, Hollande, Norvège, Suède, Suisse et Angleterre furent utilisées dans ce rapport.

### LA QUANTITE TOTALE D'AZOTE UTILISEE

Selon les données mises à notre disposition, en tout 3,78 millions de tonnes d'azote furent utilisées en 1964 dans les pays mentionnés ici, c'est-à-dire une moyenne de 38 kg/ha de terre cultivée. Dans le tableau I sont présentées les moyennes des quantités utilisées par pays. Dans ce calcul, il ne fut tenu compte que des surfaces qui valaient la peine d'être fertilisées. Pour ces treize pays, cela représente un total de 96 millions d'hectares. Il ne fut pas tenu compte, non plus, des herbages de régions de montagne qui sont, soit cultivés extensivement, soit pas du tout, à cause des conditions climatiques ou de leur situation économique et politique. Ces herbages, situés surtout dans les Alpes, en Italie, au Sud de la France et en Angleterre, représentent une surface de 20 millions d'hectares.

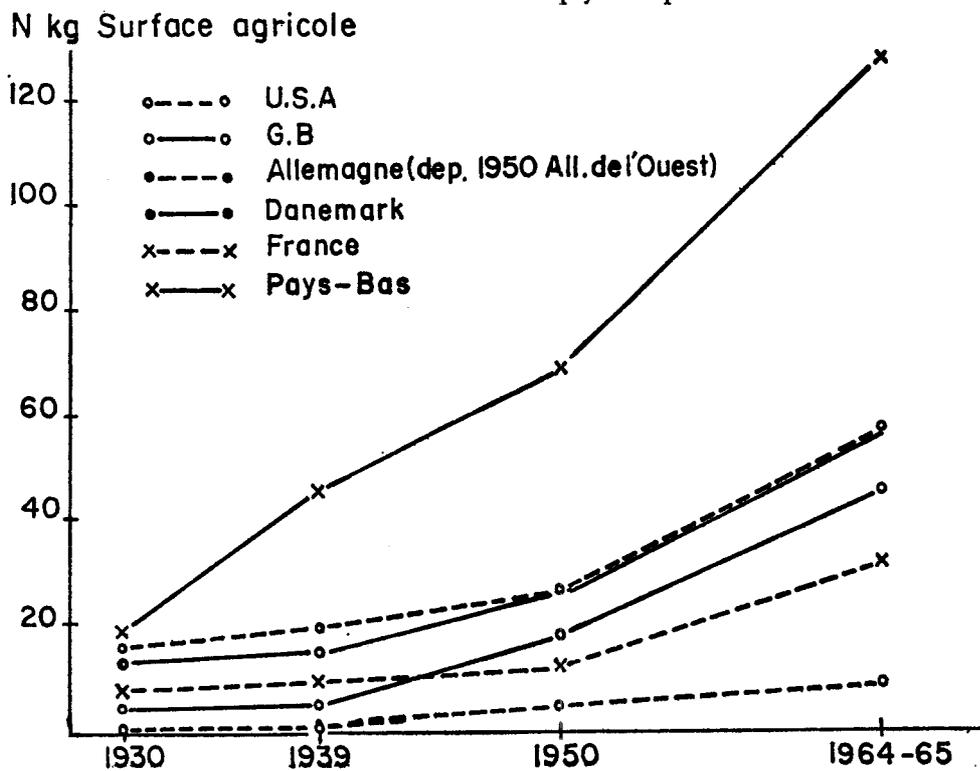
Les chiffres présentés dans ce tableau démontrent d'une façon très claire que l'utilisation de l'azote par ha est très variable. A l'une des extrémités de l'échelle on observe des doses de l'ordre de 120 kg/ha pour la Hollande et à l'autre extrémité moins de 30 kg/ha sont utilisés en Autriche, Italie, Suisse et Tchécoslovaquie. Toutefois, ces quantités sont beaucoup plus élevées que celles utilisées n'importe où ailleurs ; par exemple, 8 kg/ha seulement ont été utilisés aux U.S.A. pendant la même période.

La progression de l'emploi de l'azote dans un certain nombre de pays est schématisée dans la figure 1.

**TABLEAU I**  
**QUANTITES D'AZOTE UTILISEES PAR HECTARE**  
**DE TERRE CULTIVEE EN 1964-1965**

|                              |      |    |
|------------------------------|------|----|
| Finlande .....               | 40   | kg |
| Suède .....                  | 38   | kg |
| Norvège .....                | 57   | kg |
| Danemark .....               | 56   | kg |
| Allemagne de l'Ouest .....   | 55,5 | kg |
| Angleterre .....             | 43   | kg |
| Hollande .....               | 124  | kg |
| Belgique et Luxembourg ..... | 69   | kg |
| France .....                 | 30   | kg |
| Italie .....                 | 23   | kg |
| Suisse .....                 | 21   | kg |
| Autriche .....               | 29   | kg |
| Tchécoslovaquie .....        | 24   | kg |

*Fig. 1.* — Progression de l'emploi de l'azote par hectare de terre cultivée dans un certain nombre de pays européens et aux U.S.A.



### L'APPLICATION DE L'AZOTE SUR LES HERBAGES

Il a été constaté, en général, que l'intérêt porté à la fertilisation azotée des herbages ne s'était manifesté que tardivement par rapport à ce qui s'est passé pour les cultures assolées. Les progrès qui ont été faits en Hollande et en Angleterre confirment ce fait. Les graphiques 2 et 3 montrent les tendances qui se manifestent en Hollande et dans les régions agricoles de l'Angleterre. Nous voyons que jusqu'à la guerre mondiale, la quantité d'engrais azotés utilisée pour les herbages était beaucoup plus faible que celle appliquée aux terres cultivées. Après cette période, l'utilisation des fertilisants pour les prairies s'était accrue sensiblement et avait même dépassé celle que l'on affectait aux terres cultivées ; en 1960, cette progression continuait. La fertilisation des prairies en Angleterre est très en retard. En 1956, les quantités d'engrais appliquées aux pâtures temporaires dans ce pays étaient du même niveau que celles qu'on apportait aux Orges, mais depuis 1962, l'emploi des engrais pour les cultures arables augmente constamment. Selon TANNER (17) toutefois, il fut observé pendant ces dernières années que les taux utilisés pour les herbages s'étaient accrus plus rapidement que ceux des terres cultivées.

Les données en provenance de France, d'Italie, de Norvège, de l'Allemagne de l'Ouest et de Tchécoslovaquie sur la répartition des fertilisants utilisés pour les prairies et pour les terres arables sont présentées dans le graphique 4, avec celles d'Angleterre et de Hollande. Ceci fait apparaître que les données des autres pays concordent avec celles des Pays-Bas à l'exception de celles qui proviennent de Norvège, sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir. La tendance générale qui découle de ces données présentées dans le graphique 4 se présente ainsi : en présence de faibles investissements en engrais, l'application d'azote aux cultures arables prédomine. La Hollande d'avant 1930 représente un cas spécial, puisque la pratique de la fertilisation des herbages était alors presque inconnue. Toutefois, lorsque le niveau des apports aux terres arables atteint le stade optimal pour un grand nombre d'exploitations, l'intérêt pour la fertilisation des prairies s'accroît, de sorte qu'à partir du moment où l'on utilise 60 kg/ha de terre cultivée, la vitesse d'augmentation des doses d'engrais appliqués aux prairies, commence à dépasser celui des terres cultivées. Le fait qu'en présence d'un faible niveau général d'investissement en engrais, l'application de l'azote prédomine, peut s'expliquer facilement, si l'on considère que dans les conditions européennes le profit monétaire obtenu par l'accroissement des rendements dû à l'azote est

Fig. 2. — Progression de l'emploi de l'azote par hectare de prairie ou de culture aux Pays-Bas.

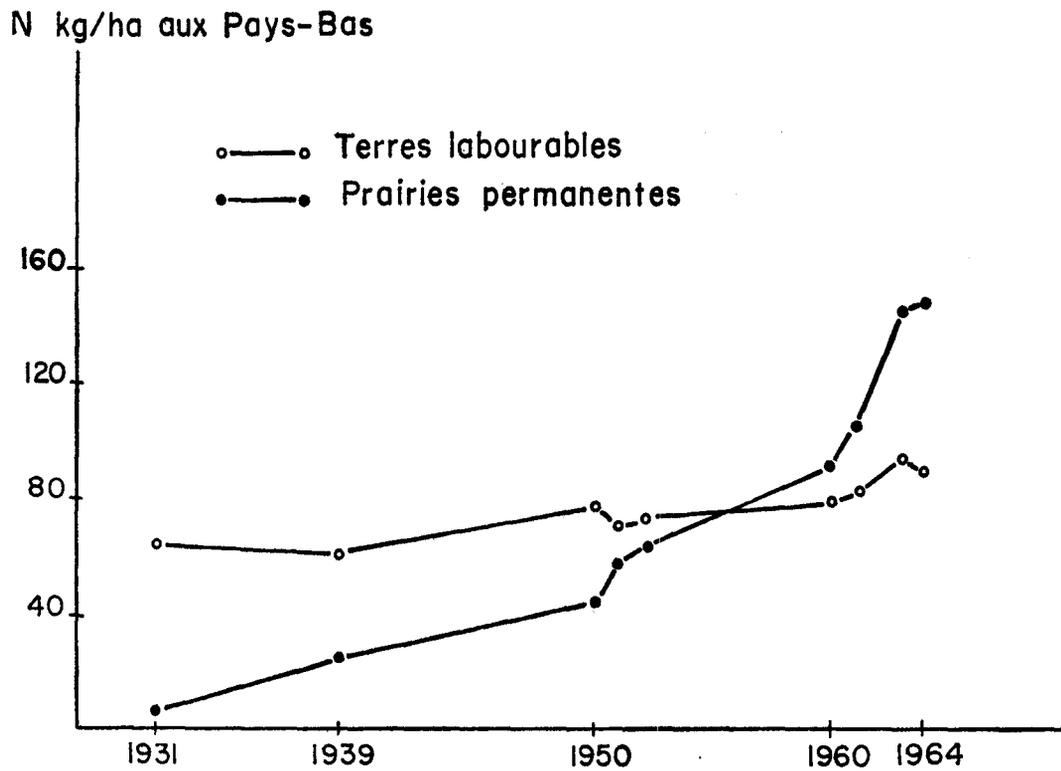


Fig. 3. — Progression de l'emploi de l'azote par hectare de prairie et de quelques cultures arables en Angleterre.

N kg/ha en  
Grande-Bretagne

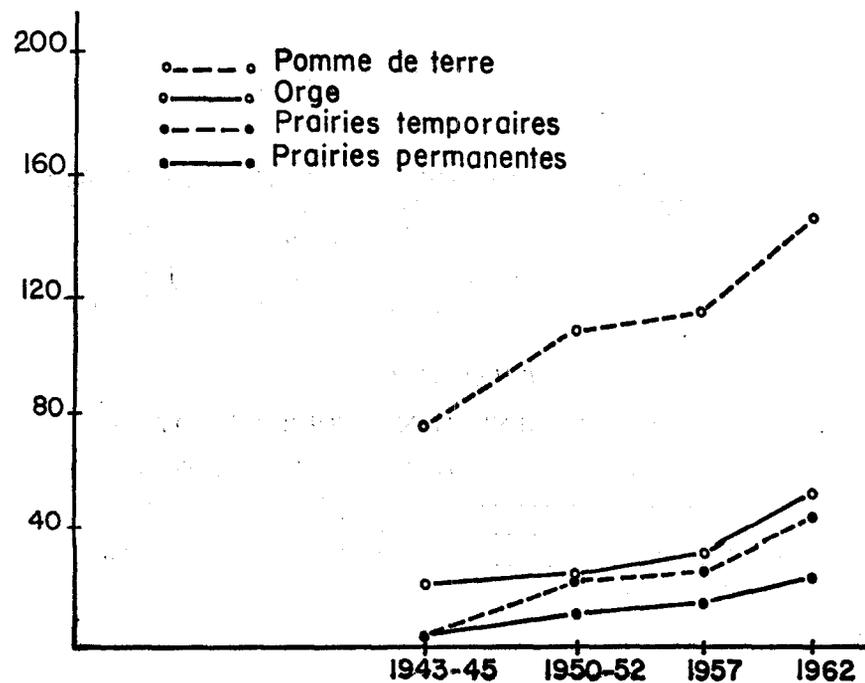
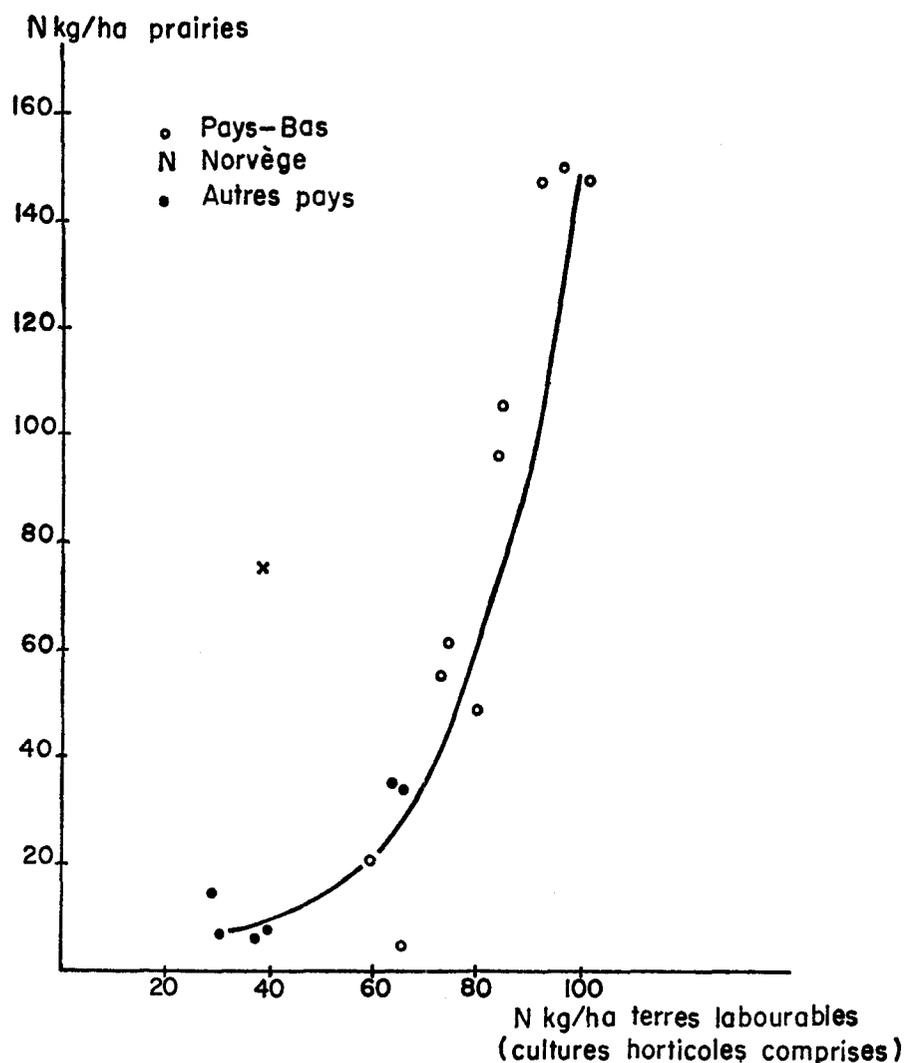


Fig. 4. — Proportion de la fertilisation azotée appliquée à la prairie et aux terres cultivées.



beaucoup plus élevé dans le cas des céréales, que celui obtenu pour les fourrages verts et le foin, même si les quantités appliquées aux céréales et aux cultures en ligne ne dépassent pas, respectivement, 50 et 100 kg/ha.

Les résultats d'essais faits en Allemagne et résumés par JACOB (7) donnent une idée des accroissements de rendement obtenus en appliquant des fumures azotées :

TABLEAU II

ACCROISSEMENT DES RENDEMENTS POUR 1 kg D'AZOTE

|                                | Grains ou racines | Paille ou fanes |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|
| Céréales .....                 | 17 kg             | 50 kg           |
| Pommes de terre .....          | 105 kg            | —               |
| Betteraves industrielles ..... | 116 kg            | 25 kg           |
| 64 Fourrage (foin) .....       | 35 kg             |                 |

*Azote et prairies*

En calculant le bénéfice obtenu par ces accroissements de rendement, nous nous apercevons qu'il est de deux à trois fois plus élevé pour les cultures arables que pour les fourrages.

Lorsqu'à l'échelle nationale, la moyenne des apports atteint 60 kg pour les terres arables, il existe généralement un assez grand nombre d'exploitations proches de l'utilisation optimale. Un apport supplémentaire d'azote ne donnerait qu'un revenu très faible et les résultats obtenus sur les prairies seraient meilleurs que ceux qu'on pourrait attendre des surfaces cultivées. Dès lors, on peut considérer que la fertilisation des terres arables atteint un plafond, puisque les doses optimales d'azote à fournir aux céréales, même aux variétés modernes, ne dépassent pas, en moyenne, 70-100 kg/ha et 120-170 kg/ha pour la betterave industrielle. Toutefois, pour les prairies, les taux optima sont beaucoup plus élevés, surtout lorsqu'il s'agit de pâturages.

L'essor pris par la pratique de la fertilisation des prairies dans certains pays, malgré le faible niveau de fertilisation des terres arables (par rapport à la situation des Pays-Bas il y a trente-cinq ans), est dû surtout à l'accroissement de nos connaissances sur les possibilités offertes par la fertilisation des prairies et à l'amélioration de la productivité du bétail.

Ainsi que nous l'avons remarqué, la Norvège occupe une place spéciale dans ce graphique. Dans ce pays, malgré le fait que dans beaucoup de régions les sols et le climat sont défavorables, la fertilisation azotée atteint un niveau assez élevé. On estime que le niveau de la fertilisation des terres cultivées est très faible. Il est possible qu'en Norvège, où les cultures sont défavorisées par les conditions climatiques, la limite d'une utilisation économique est vite atteinte, de sorte que le profit obtenu par un faible apport de fertilisants dans les terres arables équivaut à celui que l'on obtient par une fertilisation des herbages. Le développement précoce dans ce pays des industries de l'azote a sans doute contribué à l'élévation du niveau de fertilisation des prairies. La Finlande et la Suède peuvent se comparer sous bien des rapports à la Norvège mais, malgré leurs conditions de culture qui sont plus favorables, les quantités d'azote appliquées aux prairies restent assez faibles.

La figure 4 illustre les relations existant entre la fertilisation azotée des prairies et celle des terres arables ou horticoles ; les courbes représentent la fonction suivante:

$$\log y = 0,0216 x + 0,0898 \quad (r = 0,87)$$

y = kg N par ha de prairie

x = kg N par ha de terre arable et horticole.

Cette formule fut appliquée aux pays pour lesquels des données concrètes sur l'utilisation de l'azote faisaient défaut ; leurs apports d'azote pour les prairies ont été calculés de cette façon.

Les taux de fertilisation appliqués aux prairies, qui furent obtenus par cette formule, variaient respectivement de 12 à 58 kg pour la Suisse et la Belgique. Les apports d'azote, en 1964, dans les prairies et pour l'ensemble des treize pays, furent évalués par cette formule à 27 kg, comparativement aux 46 kg utilisés dans les terres arables et horticoles.

### **LES NIVEAUX OPTIMAUX DE FERTILISATION AZOTEE**

Les données sur les niveaux optimaux de la fertilisation des terres arables varient relativement peu dans les différents pays. En ce qui concerne les prairies, il existe une forte divergence d'opinion pour des raisons telles que : climat, type de prairie, conditions d'exploitation, prix, etc...

D'un côté, on trouve les conditions de la Hollande avec ses prairies permanentes qui, dans la majorité des cas, sont pâturées et où la croissance du Trèfle n'est pas assurée. Ici on estime qu'un apport de 200 kg de N par ha est profitable et l'élévation d'un niveau général passant de 150 kg à 250-300 kg est considérée comme réalisable. D'autre part, dans des pays tels que la France, l'Italie ou la Tchécoslovaquie, il y a beaucoup de prairies qui contiennent une forte proportion de Trèfle, et qui sont destinés à la fauche ; les prairies ne sont pas fertilisées parce que les engrais azotés n'ont que peu ou pas d'effet.

Les conditions des autres pays se trouvent entre ces deux extrêmes. En Angleterre, WILLIAMS (19) conclut, après des recherches très poussées sur des prairies contenant du Trèfle et destinées à la fauche, que dans des conditions d'une exploitation normale, il n'y a pas de réductions dans l'effet de l'azote pour des doses allant jusqu'à 200 kg/ha ; au-dessus de ce niveau, les essais faits à Hurley ont démontré qu'il existait une relation linéaire entre le rendement en matière sèche et l'apport d'engrais azotés jusqu'au niveau de 500 kg de N par ha. Pendant ces dernières années, le niveau moyen d'emploi de l'azote s'est accru, en Grande-Bretagne, d'une façon très sensible. Selon

66 BOYD (20), déjà en 1962, 7 % des prairies temporaires exploitées en

pâture recevaient des doses d'azote dépassant 188 kg par ha. On observe une forte variation entre les apports réalisés dans les diverses exploitations britanniques. Ce fait a été observé également par KOOPMANS (9) en Hollande. Dans le tableau III sont présentés quelques chiffres caractérisant la situation que l'on trouve dans deux pays.

**TABLEAU III**  
**VARIATIONS DES QUANTITES D'AZOTE UTILISEES**  
**SUR LES PRAIRIES EN HOLLANDE ET EN ANGLETERRE**  
*(En % des effectifs par tranches d'utilisation)*

| <i>Hollande 1952</i> |          | <i>Angleterre 1962</i><br><i>Pâture rationnée</i><br><i>sur prairies temporaires</i> |          |
|----------------------|----------|--|----------|
| <i>N kg/ha</i>       | <i>%</i> | <i>N kg/ha</i>   | <i>%</i> |
| 0                    | 15       | 0  | 7        |
| 1-64                 | 42       | 1-63   | 26       |
| 65-104               | 25       | 64-126   | 42       |
| 105-185              | 16       | 127-188  | 18       |
| 185                  | 2        | 188  | 7        |

En Scandinavie, l'emploi de prairies temporaires à base de Trèfle est très fréquent, surtout au Danemark où l'on considère depuis longtemps qu'une fertilisation azotée ne peut donner un accroissement de rendement valable pour ce genre de prairies. Toutefois, selon les conclusions de STEEN (15) publiées dans une revue bibliographique, la culture du Trèfle en Suède ne permet pas d'obtenir des rendements élevés. Les résultats qui proviennent d'un grand nombre d'essais établis dans ces pays ont démontré aussi qu'un accroissement substantiel des rendements pourrait être obtenu par une application d'azote aux prairies temporaires. Dans leurs communications personnelles, JANTTI, STEEN et BENTHOLM ont conclu que le niveau optimum d'azote à appliquer aux prairies permanentes en Finlande, en Suède et au Danemark se situait aux environs de 200-300 kg/ha.

En Allemagne, les prairies permanentes prédominent. Dans ce pays, les herbages sont utilisés pour une forte proportion en fauche ; une exploitation extensive y est difficilement réalisable. L'application d'une fertilisation azotée peut augmenter les rendements d'une façon considérable, mais un retard des dates de fauche détermine une baisse de la qualité du foin et du

peuplement. Dans les conditions actuelles, les apports optimaux pour les prairies en Allemagne ne peuvent, de ce fait, être établis à un niveau très élevé. En supposant qu'un apport de 250 kg est rentable pour les prairies temporaires et 60 à 80 kg pour les prairies de fauche, on peut évaluer le niveau moyen applicable pour l'ensemble des surfaces à 140 kg. En se basant sur les résultats des travaux des différents auteurs, SCHUHLY (13) prévoit que le niveau ne dépassera pas, pendant les dix prochaines années, 80 kg par ha. Dans une communication personnelle, REGAL estime que dans les conditions actuelles de la Tchécoslovaquie, avec une application de 100 kg par ha aux prairies, les taux optimum seraient atteints ; cette donnée est à rapprocher des doses courantes actuelles qui sont de l'ordre de 15 kg/ha. VAN SLIJCKEN estime que le potentiel de la Belgique est approximativement égal à celui de la Hollande. Dans certaines régions de ce pays, le niveau atteint par la fertilisation azotée est déjà assez élevé, tandis que dans d'autres il est encore faible. Il estime qu'une application de 300 kg/ha est raisonnable. Dans d'autres pays tels que la France, l'Italie, la Suisse et l'Autriche, les quantités d'engrais azotés utilisées pour les prairies sont, selon les données reçues, encore très faibles, c'est-à-dire 4 à 12 kg par ha. La majeure partie des prairies de ces pays n'ont reçu, jusqu'à présent, aucune fertilisation. Toutefois, un certain nombre d'exploitations appliquent déjà de 150 à 200 kg par ha. L'épandage du lisier pratiqué en Suisse est une des causes du fait que, dans ce pays, l'usage des engrais azotés est très limité.

GROS (5) estime qu'en 1970 le niveau de l'utilisation de l'azote en France sera triplé.

De l'avis d'OELKER (12) (Italie), il est possible que le niveau futur dépasse de trois fois l'actuel, mais il ne cite pas de doses optimales d'emploi. Il ressort clairement de ce qui a été exposé préalablement qu'il est très difficile de faire une évaluation valable pour ces pays. Toutefois, on sait qu'il est possible d'obtenir des accroissements substantiels de rendements en appliquant de l'azote sur les prairies bien exploitées de ces pays. Ceci n'est pas le cas pour les prairies de montagne et pour celles des régions sèches de la France et de l'Italie. De ce fait, elles ne sont pas entrées en ligne de compte.

On a supposé, après une estimation prudente, qu'en appliquant aux surfaces qui restent des quantités d'azote de l'ordre de 50 kg/ha, on pourrait obtenir un accroissement normal des rendements.

Les apports « optimaux » par ha calculés sur la base des données mentionnées préalablement sont présentés dans le tableau IV. Si nous multiplions ces chiffres par les surfaces herbagères, nous obtenons une estimation des

besoins qui est quatre fois plus élevée que l'utilisation actuelle : 4,6 millions de tonnes d'azote contre 1,1 million de tonnes. Les surfaces des prairies temporaires, en Angleterre, Hollande et en Scandinavie ont été incluses dans cette évaluation. Les cultures en fourrage vert des autres pays n'ont toutefois pas été incluses, du fait de la prédominance des cultures pures de Trèfle et de Luzerne. Selon cette évaluation, l'accroissement de l'utilisation de l'azote pour les prairies serait de l'ordre de 3,5 millions de tonnes : il serait voisin de la quantité totale utilisée dans ces pays pour l'année 1964.

Cette augmentation de 25 à 105 kg/ha des taux d'azote appliqués semble assez élevée ; même si cette tendance générale à l'augmentation se maintient, elle ne pourra se réaliser que dans un futur assez lointain. Après la deuxième guerre mondiale, l'utilisation de l'azote s'était considérablement accrue et, après 1950, la quantité totale d'azote utilisée dans les pays mentionnés dans cette étude a doublé dans l'espace des six ou dix dernières années. Cette progression fut plus lente pour la Belgique, la Suède et l'Allemagne de l'Ouest ; l'accroissement observé pour une période de dix années n'est que de 50-70 % ce qui, dans quatorze ou dix-sept années, équivaldrait à un doublement de la demande. Dans le cas où cette tendance se manifesterait à propos de la fertilisation des prairies, l'accroissement indiqué ci-dessus serait atteint dans quinze à trente ans.

*TABLEAU IV*  
EVALUATION DE LA FERTILISATION OPTIMALE  
POUR LES PRAIRIES  
(en kg/ha)

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| Finlande .....               | 140 |
| Suède .....                  | 200 |
| Norvège .....                | 200 |
| Danemark .....               | 200 |
| Allemagne de l'Ouest .....   | 140 |
| Angleterre .....             | 200 |
| Hollande .....               | 250 |
| Belgique et Luxembourg ..... | 250 |
| France .....                 | 50  |
| Italie .....                 | 50  |
| Suisse .....                 | 50  |
| Autriche .....               | 50  |
| Tchécoslovaquie .....        | 100 |

## INFLUENCE DE LA FERTILISATION AZOTÉE

### SUR LES PRAIRIES

L'action de la fertilisation azotée sur les rendements des prairies étant soumise à l'influence d'un certain nombre de facteurs, il importe d'en mentionner quelques uns. De ce fait, les facteurs suivants seront examinés dans l'ordre : application d'autres engrais minéraux, relations avec l'humidité, pourcentage de Trèfle dans les prairies, niveau de fertilisation azotée, enfin, mode d'exploitation des prairies.

Les résultats d'un grand nombre d'essais ont démontré que l'influence de l'azote sur l'accroissement des rendements diminue rapidement s'il n'est pas accompagné d'un apport adéquat de phosphore et de potassium, ainsi que d'autres éléments. Le maintien d'un niveau général de la fertilité est un facteur essentiel pour que l'utilisation de l'azote soit profitable. Pour le grand nombre de prairies qui ne reçoivent presque pas de fertilisants, il est nécessaire, toutefois, d'augmenter considérablement les apports en d'autres éléments nutritifs. La croissance d'une prairie peut s'arrêter complètement à la suite d'une forte sécheresse ; dans ce cas, on ne peut s'attendre à ce que l'azote fasse de l'effet. De ce fait, les applications de l'azote en été donnent, dans des conditions de l'Europe de l'Ouest et du Nord, des résultats qui sont parfois décevants. Toutefois, en première coupe, on observe presque toujours un accroissement considérable des rendements. MINDERHOUD (11) observa que, dans des conditions des Pays-Bas, l'action de l'azote se trouvait diminuée par un excès d'humidité, tandis que le même phénomène n'apparaissait pendant la sécheresse que quand celle-ci avait une tendance à se prolonger. Toutefois, dans des conditions de l'Europe de l'Ouest, de telles circonstances ne se manifestent que rarement. L'application de l'azote sur les prairies dans le Sud de l'Europe est, par contre, considérablement limitée.

Un grand nombre de travaux, concernant l'influence de la présence de Trèfle sur l'action fertilisante de l'azote, ont été faits surtout en Angleterre et en Scandinavie (15). Nous aimerions citer ici, à titre d'exemple, un résumé fait par LARSON (10) des résultats obtenus sur un grand nombre d'essais suédois.

TABLEAU V

ACTION DE L'AZOTE PAR RAPPORT A L'ABONDANCE DE TREFLE

| <i>Teneur en Trèfle</i> | <i>kg fourrage/kg N<br/>(de 60 à 0 kg N)</i> |
|-------------------------|--|
| 20-40 %                 | 35   |
| < 20 %                  | 27   |
| 41-60 %                 | 16   |
| > 60 %                  | 10   |

Les résultats présentés dans le tableau V démontrent que lorsqu'une échelle de distribution, allant de 0 à 60 kg de N par coupe est dépassée, la réponse par kg de N décroît de 35 kg de fourrage comportant moins de 20 % de Trèfle à 10 kg de fourrage ayant plus de 60 % de Trèfle. Ces résultats correspondent à ceux trouvés pour les prairies permanentes en Allemagne et en Hollande ainsi qu'en d'autres pays. De ce fait, il faudrait tenir compte d'une réduction de la réponse aux apports d'azote, lorsque les prairies permanentes comportent plus de 20 % de Trèfle.

Les réponses des mélanges fourragers du Sud de l'Europe, composés en partie ou en totalité de Trèfle et de Luzerne, aux fertilisants azotés sont très faibles. La teneur en Trèfles des prairies temporaires situées au Nord et à l'Ouest de l'Europe varie considérablement ; généralement, après la première année, elle est inférieure à 30 %. L'application des fertilisants azotés sur ces prairies détermine un accroissement marqué des rendements ; l'effet obtenu reste toutefois moins marqué que celui qui est observé dans les prairies permanentes. BAKER R.D. et BAKER H.K. ont noté des réponses qui équivalaient à 4,8-5,2 kg d'unité-amidon pour 1 kg d'azote, dans des prairies temporaires, par rapport à 3,9-6,2 pour des prairies permanentes. HOPE (6) observa des réponses de 2,0-3,5 pour les prairies temporaires comparativement à 5,8-6,8 pour les prairies permanentes. Les évaluations pour la Suède et la Finlande font ressortir que l'influence de l'azote sur les prairies temporaires, tout en étant en moyenne plus faible que celle des prairies permanentes, était quand même assez considérable. Il est vrai qu'en général, dans des conditions d'une bonne utilisation, l'accroissement des rendements suit une progression linéaire allant jusqu'à des niveaux de 40-60 kg d'azote

par coupe et de 200 kg par an. BOSCH (3) avait fait à ce sujet des recherches approfondies en Hollande, et il observe que jusqu'à un niveau de 200 kg d'azote par an, les réponses étaient plus ou moins constantes. Par les résultats qu'il obtint en Belgique, VAN SLIJCKEN (4) confirma les observations faites préalablement ; il constata qu'à un niveau de 200-300 kg d'azote, l'effet était aussi marquant que lorsque les doses appliquées étaient plus faibles.

La nécessité d'une adaptation de la fertilisation, afin d'en retirer le maximum de profit, avait été déjà mentionnée préalablement. Dans beaucoup de cas, cela implique l'introduction de changements considérables dans la question des exploitations. Souvent, l'action de l'azote fut évaluée dans des conditions d'essais où, par rapport à une exploitation normale, plus de soins furent apportés. Dans tous les cas, l'évaluation de la réponse nette obtenue dans les conditions d'une exploitation normale, doit être théoriquement inférieure de 30 % au rendement brut en matière sèche obtenu sur les parcelles d'essai. Toutefois, dans un grand nombre d'essais, la réponse nette fut déterminée sur des animaux de pâture ou sur les fourrages.

En nous basant sur les résultats publiés dans les différents rapports et sur ceux qui nous furent communiqués, voici les réponses théoriques des rendements calculés en unités amidon par kg d'azote :

|  |   |                               |     |
|--|---|-------------------------------|-----|
| Finlande, Suède,<br>Norvège et Danemark .....          | } | Prairies pauvres en Trèfle .. | 6-8 |
|  |   | Prairies temporaires .....    | 5-6 |
|  |   | Moyenne .....                 | 6   |
| Angleterre .....                                       | } | Prairies permanentes .....    | 6-7 |
|  |   | Prairies temporaires .....    | 4-5 |
|  |   | Moyenne .....                 | 5,5 |
| Allemagne, Pays-Bas, Belgique et Tchécoslovaquie ..... |   |                               | 7   |
| France, Italie, Suisse et Autriche .....               |   |                               | 6   |

Nous nous rendons compte qu'ici aussi la base qui sert à ces évaluations est assez discutable. Toutefois, ces chiffres qui proviennent de différentes sources concordent assez bien entre eux, de sorte que l'ordre de grandeur des réponses peut être considéré comme étant juste, à peu de chose près. Selon les évaluations précédentes, un accroissement de l'ordre de 3,5 millions de tonnes de la quantité d'azote utilisée représenterait une possibilité d'augmentation du rendement qui équivaldrait à 21,6 millions de tonnes d'unités-amidon ou à 31 millions de tonnes de grains à utilisation fourragère.

## **L'INFLUENCE D'UN ACCROISSEMENT DES APPORTS D'ENGRAIS AZOTES SUR LA PRODUCTION ANIMALE**

On ne peut tirer parti d'une prairie qu'à travers des produits animaux. Dans un grand nombre de régions, l'emploi des engrais azotés fut limité par la peur de nuire ainsi à la qualité des prairies et d'intoxiquer le bétail. L'expérience acquise pendant ces vingt dernières années, au cours desquelles des milliers de producteurs d'animaux, dans l'Ouest de l'Europe, se sont mis à utiliser intensivement la fertilisation azotée, a démontré que ces problèmes et ces inconvénients pouvaient être limités et évités grâce à une conduite judicieuse des exploitations. En Hollande, un grand nombre de fermes ont appliqué avec succès des doses d'azote de l'ordre de 200 kg par ha, et plus. A un moment donné, il avait semblé que la tétanie des animaux avait une tendance à s'étendre, à cause de l'intensification des méthodes d'exploitation. Depuis, il a été démontré que cette maladie peut être tenue en échec, même en présence d'une fertilisation azotée intensive. Sur un troupeau de cinq cents vaches laitières appartenant à une exploitation où des expérimentations sur la fertilisation azotée furent conduites, DE GROOT et DEUNING (4) n'observèrent, pour une période de huit ans, que quatre cas de tétanie, c'est-à-dire moins de un par an.

Même en Hollande, la tétanie tend à disparaître. Pendant une période de cinq ans (1961-1964) le nombre des cas enregistrés par rapport au nombre total des vaches laitières fut respectivement de 2,7 - 1,7 - 1,7 et de 1,2 %, tandis que les doses d'azote appliquées pendant la période ont augmenté de 100 kg à 140 kg par ha.

Nous estimons qu'une application d'azote n'est profitable que lorsque les quantités apportées sont converties en une production animale valable. Pour pouvoir déterminer les résultats de cette production, nous allons supposer que le surcroît du rendement en fourrage produit en Europe de l'Ouest sera consommé par un troupeau comprenant 50 % de vaches laitières et 50 % de jeunes animaux et de bétail à viande ; que le rendement en lait par vache serait de l'ordre de 3.500 kg par an et que le gain en poids vif des vaches laitières serait de 50 kg par an, alors que celui des animaux d'élevage atteindrait 200 kg, le rendement à l'abattage étant de l'ordre de 55 %. Dans le cas où 75 % des aliments consommés seraient composés de produits

fourragers, les rendements en production animale et les quantités d'aliments consommés par mille animaux par an, seraient les suivants :

Rendement en lait ..... 1.750 tonnes  
 Rendement en viande ..... 69 tonnes

Quantité de produits fourragers consommés (en unités-amidon) :

par 1.000 vaches laitières ..... 1.600 tonnes  
 par les autres bovins ..... 915 tonnes

L'accroissement des rendements en fourrage obtenu à l'aide d'une fertilisation azotée résulterait, selon cette évaluation, en un accroissement de la production animale qui se présenterait ainsi :

#### TABLEAU VI

#### INFLUENCE D'UNE FERTILISATION AZOTÉE SUR L'ACCROISSEMENT DU CHEPTEL BOVIN ET SUR LA PRODUCTION DE LAIT ET DE VIANDE

|                               |      |          | <i>Pourcentage<br/>d'accroissement<br/>par rapport au niveau<br/>de production 1963-1964</i> |
|-------------------------------|------|----------|--|
| Nombre de bovins .....        | 17,2 | millions | 21,9 %   |
| Nombre de vaches laitières .. | 8,6  | »        | 25,3 %   |
| Production laitière .....     | 30,1 | » de t   | 29,4 %   |
| Production de viande .....    | 1,18 | » »      | 19,9 %   |

Dans cette estimation, aucune expansion préférentielle de la production laitière n'a été supposée. On estime que l'accroissement d'utilisation de la fertilisation azotée, évalué selon les tendances d'une période allant de 1950 à 1964, pourrait se réaliser dans quinze ou trente ans. Cela aurait comme conséquence que l'accroissement de la production de lait et de viande qui résulterait de cette fertilisation azotée atteindrait respectivement 1 à 2 % et 0,7 à 1,3 % par an.

Sur la base de rendements croissants en fourrage obtenus sur des surfaces constantes, l'expansion de la production laitière pourrait garder la vitesse acquise, si l'augmentation de la fertilisation azotée conserve sa vitesse de

progression. Selon les calculs présentés ici, le taux d'accroissement de la production en viande ne suivrait pas celui des rendements en fourrage. Même si la totalité des surplus en fourrage pouvait être utilisée pour l'engraissement des bovins, il faudrait, pour maintenir le niveau d'accroissement annuel à 3 %, avoir recours à d'autres aliments.

### CONSEQUENCES POUR L'INDUSTRIE DE L'AZOTE

Les données du tableau VII résument l'expansion de la production d' $\text{NH}_3$  dans l'Ouest européen pendant les trois dernières années, et donnent une idée des possibilités de son accroissement au cours des années à venir.

TABLEAU VII

#### PRODUCTION DE $\text{NH}_3$ DANS L'EUROPE DE L'OUEST

(y compris l'N non transformé en engrais)

1 000 tonnes de N

|                           | 1963-64 | 1964-65 | 1965-66 | 1966-67 | 1967-68 | 1968-69 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Belgique .....            | 406     | 455     | 478     | 800     | 1 045   | 1 045   |
| Allemagne de l'Ouest .... | 1 786   | 1 936   | 1 955   | 2 260   | 2 770   | 2 770   |
| Angleterre .....          | 753     | 826     | 855     | 1 175   | 1 380   | 1 670   |
| Danemark .....            | 28      | 28      | 28      | 28      | 28      | 28      |
| Finlande .....            | 55      | 65      | 75      | 75      | 75      | 146     |
| France .....              | 1 204   | 1 325   | 1 400   | 1 620   | 2 000   | 2 610   |
| Italie .....              | 968     | 1 010   | 1 196   | 1 196   | 1 196   | 1 196   |
| Hollande .....            | 520     | 535     | 615     | 1 110   | 1 110   | 1 420   |
| Norvège .....             | 300     | 350     | 450     | 450     | 740     | 740     |
| Autriche .....            | 210     | 240     | 270     | 300     | 300     | 300     |
| Suède .....               | 88      | 110     | 110     | 110     | 110     | 110     |
| Suisse .....              | 29      | 29      | 29      | 29      | 29      | 29      |
| Total .....               | 6 347   | 6 911   | 7 491   | 9 153   | 10 783  | 12 064  |

Les données précédentes résument les programmes publiés des diverses industries chimiques.

Même si l'on tient compte du fait que 10 % environ de cet NH<sub>3</sub> est utilisé à d'autres fins que la fabrication d'engrais, le supplément d'N de 3,5 millions de tonnes nécessaires pour la fertilisation des prairies en 1980-1990 sera disponible en 1969.

Il est visible que si l'expansion projetée devait se réaliser même à une allure plus modeste, il n'y a aucun danger pour que les disponibilités en engrais azotés deviennent un goulot d'étranglement, même si les programmes d'utilisation sur prairies deviennent plus exigeants.

M.L. 't HART et H. Van der MOLEN.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- (1) BAKER R.D. et BAKER H.K. (1965) : *J. Br. Grassld Soc.*, 20, 182.
- (2) BENTHOLM B.R. (1965) : Communication personnelle.
- (3) BOSCH S. (1965) : *Stikstof*, 4, N° 47, 423.
- (4) GROOT Th. de et KEUNING J.A. (1965) : *Stikstof*, N° 9, 20.
- (5) GROS A. (1966) : *Stikstof*, N° 10.
- (6) HOPE R. (1964) : *Agriculture*, Lond., 71, 68.
- (7) JACOB A. (1941) : *Chemikerzeitung*, 65, 455.
- (8) JANTTI A. (1965) : Communication personnelle.
- (9) KOOPMANS J. (1960) : *Versl. landbouwk. Onderz.*, N° 66, 5.
- (10) LARSON C. (1959) : *Särtr. Småskr. 120 St Jordbr. Förs.*, 1.
- (11) MINDERHOUD J.W. (1960) : Thèse, Wageningen.
- (12) OELKER G. (1966) : *Stikstof*, N° 10.
- (13) SCHUHLY P. (1966) : *Stikstof*, N° 10.
- (14) SLIJCKEN A. Van (1965) : Communication personnelle.
- (15) STEEN E. (1966) : *Rapport 1<sup>re</sup> Réunion générale de la Féd. Europ. des Herbages.*
- (16) STURM F. (1966) : *Stikstof*, N° 10.
- (17) TANNER C.C. (1966) : *Stikstof*, N° 10.
- (18) VOIGTLANDER G. (1966) : *Rapport 1<sup>er</sup> Réunion générale de la Fédération Européenne des Herbages.*
- (19) WILLIAMS T.E. (1965) : Communication personnelle.
- (20) YATES F. et BOYD D.A. (1965) : *Outl. Agric.*, 4, N° 5, 203.

*Azote et prairies  
en Europe*