

la perte moyenne annuelle d'azote est de l'ordre de 26 kg. dans les parcelles «Paille +P, K». Mais il est difficile de démêler la part qui revient à la modification de l'activité des flores microbiennes de celle qui résulte de l'augmentation des résidus de récolte (essentiellement des racines) et des possibilités de changement de composition de ceux-ci. D'ailleurs, si la question a un sens pour le Scientifique bien qu'il ne puisse y répondre que par des expérimentations de longue durée en sol nu, elle n'en a guère pour l'Agriculteur. Ainsi que le constate ALLISON (23), au lieu de se soucier de fertiliser les résidus des récoltes avec de l'azote minéral, il serait beaucoup plus profitable de se concentrer sur la façon de fertiliser la culture suivante.

Nous n'avons pas à discuter ici des problèmes mécaniques et des problèmes de travail du sol posés par l'enfouissement des pailles ou d'autres fumures organiques, mais nous ne saurions terminer cette partie de notre exposé sans insister sur un point qui touche directement la nutrition minérale. On sait que celle-ci, sauf pour certaines espèces cultivées comme le riz, est étroitement dépendante des conditions d'aérobiose. Par conséquent, en aucun cas les fumures organiques enfouies ne doivent déterminer de zones réductrices à leur voisinage ou même diminuer trop sensiblement l'approvisionnement en oxygène du système racinaire. La contribution des fumures organiques à la fertilisation ne peut être envisagée que dans des sols bien drainés et normalement aérés et les conditions de leur enfouissement sont importantes.

III. Relations entre fumures minérales et fumures organiques suivant les types d'exploitation

Sans pouvoir entrer dans le détail des rotations, d'ailleurs parfois bouleversées par des accidents économiques ou climatiques, et en schématisant, on peut distinguer quatre grands types d'utilisation du sol dans les exploitations sans bétail:

- les cultures des céréales et plantes sarclées
- le vignoble homogène
- le verger
- les cultures maraîchères

les deux derniers étant essentiellement en zone irriguée.

Grande culture

La rotation qui fournit les résidus riches en cellulose et en lignine les plus importants est la rotation maïs-blé puisque le poids des résidus chaume et racines est de 1600 à 3200 kg. par hectare par an pour le blé et de 3000 à 5000 kg. pour le maïs (éteules et racines) représentant une moyenne annuelle d'humus stable de 450 à 900 kg. L'enfouissement des pailles représente de 40 à 70 quintaux par hectare de paille de blé et de 30 à 50 quintaux par hectare de tiges de maïs.

Quand les tiges et pailles sont enfouies, il est possible que dans des sols assez argileux le bilan humique soit satisfaisant si les fumures minérales sont telles que les résidus enfouis soient assez importants. Mais il est incontestable que l'on manque de chiffres précis en Europe pour différents climats et différents types de sols et en raison de l'importance économique de cette question il serait utile que la documentation des Agronomes soit développée.

Vignoble

Le vignoble homogène est, par contre, une culture très dégradante, les engrais verts et les apports de fumier y sont peu utilisés. Il est très vraisemblable que l'on atteint un équilibre pour les vignobles ayant plus de 80 ans. Cet équilibre est remis en cause à chaque défonçage lorsqu'une culture de luzerne ou de céréales est pratiquée entre les deux plantations.

Les engrais verts d'hiver, qui ne sont pas possibles dans

toutes les situations, ainsi que les importations de fumier sont peu utilisés dans le vignoble, où, par contre, les engrais complets organiques ont toujours connu une certaine faveur. Une restitution partielle de matières organiques par les sarments hachés, les marcs ou les fumiers artificiels à base de marcs de raisin intervient dans quelques cas mais n'a jamais fait l'objet d'une étude systématique en ce qui concerne son importance dans le bilan. Les conséquences sur la nutrition et le rendement du vignoble n'ont jamais pu être exactement appréciées.

Cultures fruitières

Le problème d'approvisionnement en matières organiques des sols de vergers paraît devoir se régler assez facilement si le développement actuel de l'enherbement avec fauchage périodique en zone irriguée se révèle à la longue vraiment bénéfique. Par contre, avec cette technique, la mise au point des fumures minérales, à la fois sur les plans quantitatifs et qualitatifs et sur celui des conditions d'épandages, revêt une importance extrême en raison de la compétition entre l'herbe et l'arbre.

L'enherbement provoque d'autre part, d'importantes modifications du système racinaire et l'on sait les inconvénients que présente l'utilisation trop prolongée du même engrais vert ou de la même couverture végétale.

Dans les régions où les engrais verts d'hiver peuvent être utilisés, on peut citer les avantages du seigle. Dans des expériences effectuées en France dans le Département du Var, il ressort qu'entre le début Octobre et la fin Mars, un seigle (variété Petkus) peut fournir 10 tonnes de matière sèche à l'hectare semé, représentant 200 kg. d'azote organique. Des fumures azotées minérales variables suivant les années sont indispensables mais cette culture récupère de l'azote nitrique du sol en automne qui pourrait être perdu par lessivage d'hiver.

Si elle valorise l'unité d'azote minéral, tout en fournissant une quantité importante d'hydrates de carbone, elle ne saurait toutefois être recommencée au-delà de 3 années successives. Il en est de même de certaines légumineuses utilisées comme engrais vert d'hiver comme le lupin blanc en sols non calcaires, légers et bien drainés qui ne réussissent pas au-delà de quelques années successives.

Pour la production des agrumes, les enfouissements de paille ont donné d'excellents résultats dans les essais de longue durée de Boufarik (BLONDEL, 1962) (24). Dans une expérience de longue durée installée en 1949, les excédents de rendement dans les parcelles avec paille ont été en moyenne de 47 % de 1954 à 1960.

Cultures maraîchères et florales

Dans la culture maraîchère occasionnelle pratiquée en grande culture comme plante sarclée (petits pois par exemple) on rentre dans le cas général de l'assolement de grande culture. Il ne s'agira donc ici que de la culture maraîchère spécialisée. Pendant longtemps celle-ci s'est cantonnée soit autour des grandes villes soit dans des zones humifères d'anciens marais soit dans des régions sableuses particulièrement favorables à une production spéciale (carottes de la région Nantaise).

Dans le voisinage des grandes villes, cette culture a bénéficié de conditions économiques favorables en raison de la proximité des débouchés. Elle a donc été une très large utilisatrice de fumiers qui lui étaient généralement très accessibles à la fois au point de vue économique et sur le plan de possibilités d'approvisionnement.

Si l'on excepte certaines régions atlantiques où la matière organique apportée provient en partie de la mer (goëmons), on constate que la culture de légumes et de primeurs de plus en plus recherchée par le marché Européen vient surtout des régions périphériques de la Méditerranée, dans des zones irriguées plus ou moins récemment mises en valeur, souvent pauvres en matière organique à l'origine de ces nouvelles conditions d'exploitation. Dans ces régions, le fumier est géné-

Production et utilisation des engrais liquides

(Traduction française)

par A. V. SLACK, Tennessee Valley Authority, Wilson-Dam, Alabama (USA)

L'emploi des engrais liquides sur une grande échelle connaît un développement relativement récent dans l'industrie des engrais. Jusqu'aux environs de 1945, tous les engrais pratiquement étaient fabriqués et manipulés sous forme solide. Dans les 15 dernières années, cependant, l'emploi des liquides s'est accru rapidement, surtout aux USA.

La principale raison de cette augmentation se situe dans l'économie réalisée dans la production et la manutention des engrais liquides. On réduit le prix de revient en supprimant les opérations de séchage et de granulation, et le transport de matériaux par pompage est normalement moins coûteux que l'utilisation de tout un équipement pour transporter des engrais solides. On élimine également le durcissement, les mauvais semis et la ségrégation des produits nutritifs, problèmes liés bien souvent aux fertilisants solides. Cependant, les engrais liquides ont leurs inconvénients particuliers, inconvénients qui ont fait l'objet d'une multitude de recherches.

Parmi ces inconvénients, on peut citer le coût d'un vaste stockage, la corrosion, et la teneur relativement faible en produits nutritifs.

On doit s'attendre, parallèlement à la technologie moderne, au développement de l'emploi des fertilisants liquides. Dans d'autres branches de l'industrie, le maniement d'une énorme quantité de matériaux sous forme liquide, s'est rapidement développé parce que les prix de la manutention se trouvaient réduits. Cette méthode est spécialement applicable aux engrais à cause du bas prix des matériaux, des divers stades de manipulation impliqués, et du tonnage important utilisé. On peut y ajouter les rapides progrès de la mécanisation dans les fermes, puisque normalement les liquides sont plus faciles à stocker que les solides.

Dans cet article, nous nous proposons de mettre l'accent sur le mode d'utilisation des engrais liquides aux USA. A la connaissance de l'auteur, on utilise peu les engrais liquides dans les autres parties du monde, sauf en quantités limitées dans les régions limitrophes du Canada et du Mexique. On sait, cependant, que la France, l'Inde et le Royaume-Uni s'intéressent de plus en plus aux fertilisants liquides et que la fabrication y a démarré.

Il y a 2 principaux types d'engrais liquides aux USA.

D'une part les liquides qui ne contiennent que de l'azote et d'autre part des solutions contenant deux produits nutritifs ou plus, principalement azote et phosphate ou azote, phosphate et potasse. On utilise très rarement des produits contenant du phosphate seul ou de la potasse seule.

Les liquides azotés et les engrais composés liquides constituent deux branches indépendantes de l'industrie américaine des fertilisants liquides. Elles diffèrent dans plusieurs domaines, comprenant la structure de l'industrie, la répartition géographique, et les procédés d'utilisation. C'est pour cette raison que nous les traiterons séparément dans ce rapport.

Les engrais azotés liquides

Les engrais liquides azotés comprennent l'ammoniac anhydre et des solutions dans l'eau, d'ammoniaque, de nitrate d'ammonium et d'urée. Pour ce dernier groupe, on utilise quelque peu la dissolution des matières isolées dans l'eau; cependant, le processus habituel est d'utiliser un mélange de 2 des 3 composants ou davantage. Les plus importantes classifications de ce groupe sont: «l'aqua ammonia» (solution d'ammoniaque dans l'eau); la solution azotée, de type sous-pression (solution

d'ammoniaque + nitrate d'ammonium — et ou — urée); et solution azotée, de type sans pression (solution de nitrate d'ammonium — et ou — d'urée).

Les liquides azotés peuvent généralement se classer sous les appellations de «sous pression» et «sans pression». Les premiers comprennent l'eau ammoniacale et toute solution contenant de l'ammoniaque libre. Le type sans pression contient seulement du nitrate d'ammonium ou de l'urée ou les deux. Le principal avantage des liquides du type sous pression est la modicité du prix de revient dû à l'emploi de l'ammoniaque, qui est le moins cher des matériaux azotés utilisés. Cependant, la mise sous pression donne lieu à des problèmes de stockage et d'utilisation et rend nécessaire l'emploi d'un appareillage plus dispendieux que celui utilisé pour les autres solutions. Les deux sortes de liquides azotés reviennent meilleur marché que les engrais azotés solides. Une rapide comparaison entre les prix à la production, de l'azote contenu, (comparaison ayant pour base les prix de gros courants, les solides étant ensachés) montre:

Matériaux	Index
Ammoniaque	
Anhydre	1.0
en solution dans l'eau	1.03
Solution azotée	
type sous pression	1.18
type sans pression	1.48
Engrais solides	1.87—2.46

Ainsi les liquides azotés ont au départ un avantage quant au prix sur les solides, en plus de l'économie sur les manipulations et les procédés d'utilisation provenant de l'état liquide. C'est ce qui a entraîné un accroissement rapide de l'emploi des solutions azotées durant ces 15 dernières années.

La Figure 1 montre l'utilisation et le stade où se trouvent les liquides azotés. Tout montre un accroissement rapide, surtout dans les 5 dernières années. L'ammoniac anhydre continue à être le liquide azoté primordial, avec les solutions azotées en seconde place qui acquièrent rapidement de l'importance.

L'emploi des engrais azotés liquides a gagné du terrain sur celui des engrais solides depuis quelques années et l'a maintenant dépassé. Le tableau suivant montre les stades relatifs des deux types d'engrais ces 15 dernières années.

Année	% d'azote total en application directe	
	Solide	Liquide
1947	92	8
1952	82	18
1957	59	41
1961	47	53

Fabrication et répartition

Un compte-rendu complet de la fabrication des liquides azotés est hors de notre sujet ici; cependant il faut que nous en parlions un peu pour pouvoir examiner les problèmes de leur répartition et de leur application. L'ammoniac anhydre (82 % N) est le matériau de base de presque tous les liquides azotés et de la plupart des solides. Il est fabriqué en grande quantité par un procédé catalytique à haute pression, principalement à partir du gaz naturel en tant que matière première avec faible utilisation de gaz de four à coke et de sous-produits (hydrogène) venant du pétrole. Il y a en ce moment environ 70 installations aux USA qui fonctionnent ou sont en construction.