

dage durant les plantations ou pour l'apport supplémentaire d'engrais, on se sert surtout de la force de pesanteur. Le processus d'épandage des solutions du type sans pression est semblable à celui que l'on emploie pour les engrais composés liquides, nous le verrons plus loin en détail.

Il est très important de pouvoir mesurer les fertilisants liquides pendant l'épandage. Pour cela, on maintient la pression constante à un orifice calibré et en fonction de la vitesse de l'applicateur de long du champ, on calcule la quantité utilisée. L'ammoniac anhydre fournit sa propre pression; avec les autres liquides on se sert de pompes ou de la pression de l'air. Une méthode plus étudiée consiste en l'utilisation d'une pompe calibrée mue par une roue reliée au sol ce qui rend nécessaire le maintien de la constance de vitesse de l'épandage. Quelle que soit la méthode employée, il faut faire attention pendant l'épandage de l'ammoniac anhydre d'éviter qu'il n'y ait vaporisation avant que l'ammoniac ne passe le point de mesure; c'est ce que l'on obtient en utilisant un échangeur de chaleur pour refroidir l'ammoniac qui entre dans le dispositif de mesure à l'aide de gaz éjecté au-delà du dispositif.

A l'ouest des USA on épand le liquide azoté dans l'eau d'irrigation, ceci surtout pour l'irrigation par rigoles. Dans certaines régions de notre pays, on pratique l'irrigation par nappes, mais c'est assez peu fréquent.

On mesure l'ammoniac anhydre fourni par des cylindres à l'eau d'irrigation, sous sa propre pression. La solution d'ammoniac et les solutions azotées sont en général appliquées au moyen de la force de pesanteur. Les pertes venant des liquides qui contiennent de l'ammoniac libre peuvent être très variables, allant jusqu'à 26% dans les conditions de haute température de l'eau et de faible perméabilité du sol. SOKOLOFF a remarqué que l'on peut réduire les pertes en restreignant l'épandage aux jours frais, humides et non venteux, en gardant la concentration de l'ammoniac dans l'eau inférieure à 110 p.p.m., en réduisant au maximum la surface de l'eau à l'aide de rigoles étroites et en évitant de la troubler.

L'épandage des liquides azotés dans le cas d'irrigation par arrosage se borne en général aux solutions de type sans pression. On introduit la solution dans l'eau soit par la pesanteur, soit par pression différentielle; on obtient celle-ci en ajustant un orifice à la ligne de flottaison. La pression créée à cet orifice se transmet au réservoir de fertilisant liquide, de là, s'exerçant sur la solution fertilisante, la force à s'écouler dans le sens du courant.

Dans le cas d'irrigation par arrosage, l'épandage de liquides azotés signifie application directe sur le feuillage. Il faut prendre soin de diluer suffisamment le fertilisant afin d'éviter de brûler les plantes.

#### Ce que se passe dans le sol

Les différences de comportement dans le sol des liquides azotés et des solides azotés sont en rapport avec ces liquides qui contiennent de l'ammoniac libre. Ceux qui ne contiennent que du nitrate d'ammonium ou de l'urée ont une action semblable au nitrate d'ammonium ou à l'urée puisqu'on a démontré que cette dernière se dissout en quelques minutes dans un sol humide et devient, en fait, une solution azotée. Cependant l'ammoniac libre a une action quelque peu spécifique qu'on peut ou non trouver dans l'emploi des solides. Le plus proche parallélisme dans le groupe des solides est l'emploi de l'urée qui s'hydrolyse en ammoniac dans le sol rapidement.

#### Influence sur les propriétés du sol et sa population

L'une des principales conséquences de l'apport d'ammoniac au sol est l'augmentation de son pH à un niveau relativement élevé dans la zone d'épandage. BURGESS et HAWKINS ont démontré que le pH initial provenant de l'apport d'ammoniac anhydre peut atteindre 9,5. Cette valeur élevée ne se maintient pas longtemps: au fur et à mesure de la nitrification, le pH tombe et, éventuellement, une insuffisance du pH peut se déclarer. Cependant, le dernier ne diffère pas beaucoup de

celui qui provient de l'emploi de quantités équivalentes de matériaux tels que le nitrate d'ammonium et l'urée.

On dit que l'élévation temporaire du pH rend les sols argileux lourds plus raides et plus compacts dans la zone d'épandage. Cependant ce ne paraît pas être une conséquence très grave puisque seul un volume relativement faible est touché.

Un pH élevé provoque également la nitrification, en comparaison avec les engrais qui n'accroissent pas le pH. ENO et BLUE ont fait des comparaisons entre les taux de nitrification de l'ammoniac anhydre et du sulfate d'ammonium dans un sol de pH 5,1 à 28° C. L'ammoniac augmente le pH jusqu'à 9,1 (pour une application de 380 p.p.m.) tandis que la même quantité de sulfate d'ammonium abaisse le pH à 4,1. Il n'y a pas nitrification dans le cas du sulfate d'ammonium, en 63 jours, du sol traité, tandis que 25% de l'ammoniac se nitrifie dans une même période. L'emploi d'une plus grande quantité d'ammoniac (780 p.p.m.) jusqu'à augmentation du pH initial (jusqu'à 9,6) réduit le degré de nitrification à 10%.

La pauvreté de la nitrification lorsque le pH est élevé est due probablement à une action toxique sur les bactéries de nitrification. L'ammoniac est toxique pour les autres membres de la population microbienne du sol. Un apport de 100 livres d'azote par acre (111 kg par ha) sous forme d'ammoniac anhydre réduit le nombre de champignons, de bactéries et d'actinomycètes du sol. Cependant, cette action toxique se limite à une zone de 3 inches (8 cm) de rayon (autour du point d'injection). En 3 jours le nombre de bactéries et d'actinomycètes était redevenu normal, mais l'action néfaste sur les champignons persiste au moins 38 jours.

L'action toxique s'accroît rapidement avec la concentration. ENO et ses collaborateurs ont démontré que l'application d'ammoniac en quantité suffisante pour obtenir un pH supérieur à 9 a une action très marquée sur la population des champignons et des nématodes. Pour un apport de 608 p.p.m. et un pH de 9,4, il y a très peu d'organismes qui survivent. On atteint des concentrations de ce genre dans les zones d'épandage d'ammoniac anhydre; cependant, le volume du sol atteignant ces chiffres est relativement faible. Ce qui signifie qu'il n'est pas évident que cette toxicité envers les micro-organismes ait quelque influence sur la croissance des végétaux.

Une autre conséquence de l'élévation temporaire du pH est que les autres produits nutritifs présents dans le sol deviennent mieux assimilables. STANLEY et SMITH montrent qu'un apport de 100 livres d'azote par acre (111 kg/ha) sous forme d'ammoniac augmente l'assimilabilité des composés phosphatés et potassiques du sol et réduit la quantité de calcium assimilable. De nouveau, la proportion de sol intéressé est faible par rapport à l'action profitable obtenue.

**Lessivage et époque de l'épandage:** L'ammoniac adsorbé par les particules du sol résiste fort bien au lessivage, tandis que la plupart des autres types de composés azotés n'étant pas adsorbés, peuvent se perdre par dissolution dans l'eau qui traverse le sol. Considérant cet avantage de l'ammoniac, il paraît possible d'épandre l'engrais azoté pendant la morte-saison ou l'hiver en vue de son utilisation par les cultures durant le printemps suivant. Ceci a le gros avantage d'éviter la bousculade dans tous les domaines de la production lorsque la plus grande partie des engrais utilisés est épandue en quelques semaines au printemps. Cependant, cette méthode exige que la température reste basse durant tout l'hiver. La nitrification est annihilée par la basse température du sol mais les températures au-dessus du point de gel permettent aux bactéries de nitrifier l'ammoniac jusqu'à une forme lessivable.

NELSON et UHLAND ont établi les corrélations possibles entre la température du sol et la quantité de pluie afin de déterminer les régions des USA qui seraient les plus adaptées à l'épandage d'ammoniac sous forme d'aspersion. Les régions les plus aptes seraient un groupe d'états s'étendant du Dakota nord au Texas dans lesquels la température du sol et les pluies sont toutes les deux relativement faibles en hiver. La région la moins apte à cet épandage serait la partie sud-est de notre pays où on trouve des conditions contraires.

fumier artificiel, ce qui est en accord avec les résultats obtenus à Toulouse par SOUBIES et ses collaborateurs.

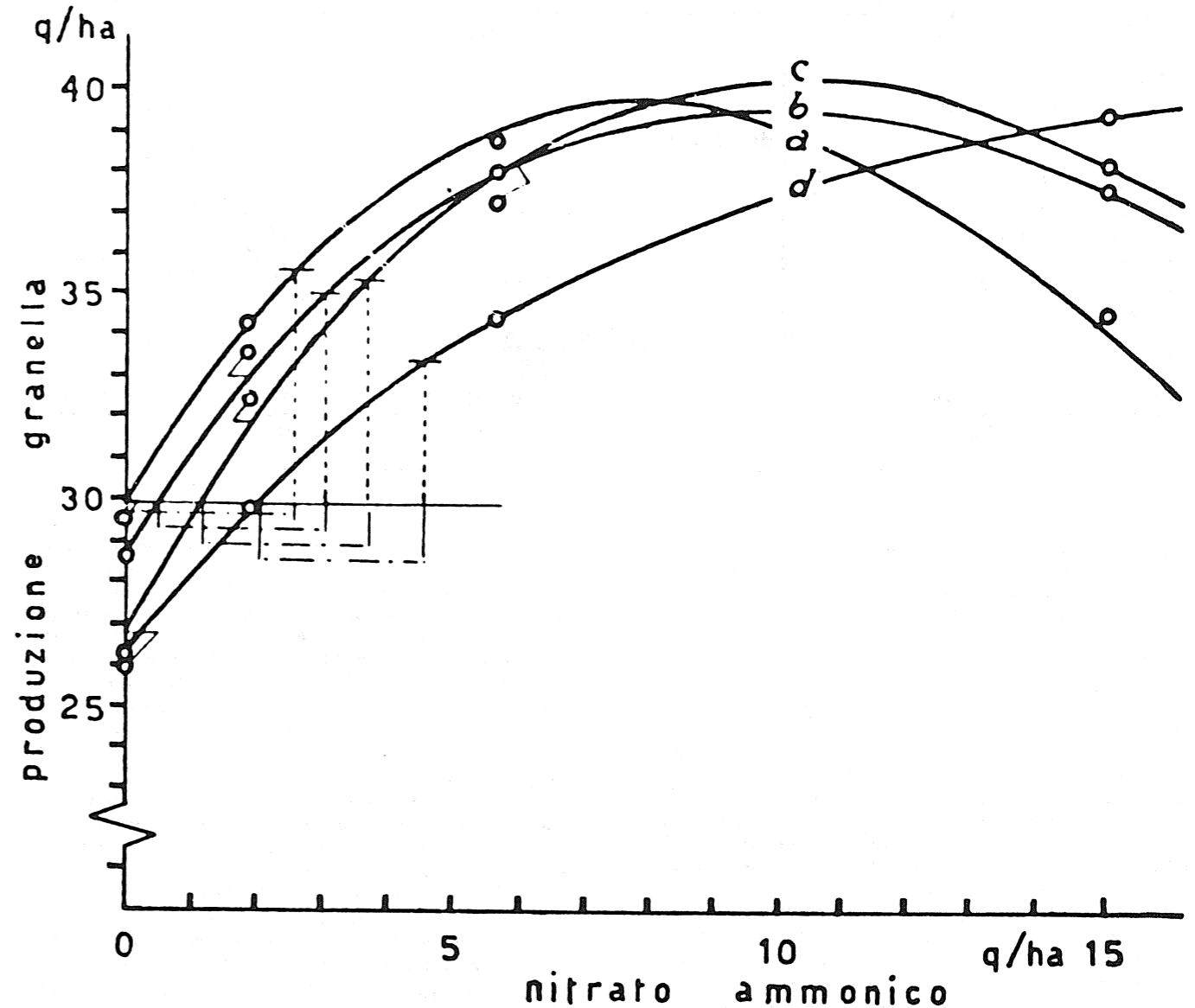
LEFEVRE, Mme BLANC-AICARD et DROUINEAU indiquent qu'il peut être utile de connaître le régime du métabolisme de l'azote minéral dans le sol utilisé et qu'il peut être avantageux de différer l'apport d'azote à la paille quand le sol est naturellement riche en azote nitrique, ce qui est le cas des sols méditerranéens en automne. On reporte ainsi la fumure azotée minérale au semis ou à la plantation.

L'action de la paille enfouie a été étudiée en Italie du Sud par CAVAZZA dans 3 champs d'expérience pendant 4 ans. Cet auteur constate une action très nette sur la structure, une augmentation de la stabilité à l'eau et une amélioration

de la perméabilité. Cette action est supérieure à celle du fumier et du précédent cultural.

Dans la courbe ci-dessous (graphique No 1) due à L. CAVAZZA (16), on voit clairement qu'il faut d'autant plus d'azote que l'on a enterré plus de paille. D'autre part, l'effet dépressif des fortes quantités d'azote ne se manifeste pas pour la dose de paille enterrée la plus élevée. Il est vrai qu'il s'agit ici d'une quantité très importante (20 tonnes/hectare).

Le même auteur donne également la courbe des quantités d'azote nécessaires pour éviter les effets dépressifs suivant la quantité de paille enfouie pour deux champs d'expériences (Bari et Foggia); les deux courbes sont très différentes. On constate



Graphique no 1 D'après L. CAVAZZA, 1952. Effet de la fumure azotée sur la production en grain de blé avec de la paille enterrée en diverses quantités. (FOGGIA), a) terre sans paille, b) avec 25 q/ha de paille enterrée, c) avec 75 q/ha de paille enterrée, d) avec 200 q/ha de paille enterrée.

qu'il faut 50% d'azote minéral en plus dans le sol de Bari quand on enfouit 5 tonnes de paille; la différence entre les deux sols va en diminuant avec la dose de paille enfouie.

Dans une série d'expériences poursuivies de 1949 à 1954, G. BARBIER et P. BOISCHOT (17) ont étudié l'effet de doses croissantes d'azote dans des parcelles sans paille et dans des parcelles recevant 5 tonnes de paille par hectare. Les résultats figurent dans le graphique No 2.

On constate qu'il sont variables suivant les années et les

cultures. Pour la betterave, la paille augmente surtout le rendement pour les fortes doses d'azote; la paille permettant même d'obtenir un rendement maximum plus élevé. Pour le blé, par contre, les résultats sont plus irréguliers, la paille pouvant avoir un effet dépressif à toutes les doses d'azote (1952) ou augmenter très fortement le rendement maximum (Blé de printemps 1950). Ces résultats irréguliers sur céréales peuvent être le fait des conditions de préparation physique des sols au moment des semis, l'enfouissage des pailles pou-