

d'élévation des rendements et d'amélioration des revenus qu'offre un renforcement des fumures. Dans l'économie des champs labourés, on en est venu petit à petit à l'évidence de la nécessité d'obtenir de hauts rendements par une fumure appropriée. Par contre, l'économie des prairies permanentes qui occupent une part considérable des surfaces agricoles utilisables, est restée encore nettement en arrière. Une augmentation des rendements des prairies obtenue par un emploi accru des fumures minérales aurait une répercussion décisive sur l'amélioration des revenus agricoles parce que dans l'exploitation agricole familiale dont l'effectif en travailleurs est pratiquement constant, un revenu plus élevé ne peut être atteint que par une plus grande productivité du travail.»

M. le Professeur BONDORFF de Copenhague-Lyngby, qui, par ailleurs, est président de la Commission des Engrais de l'OECE fit un exposé dont voici le résumé officiel:

«Questions de fumures vues à l'échelle mondiale. Les sources de phosphate, d'importance vitale, s'épuisent-elles?»

«**La fumure minérale est le seul moyen dont dispose l'humanité pour maintenir et élever la capacité de production du sol.** En rapport étroit avec cette constatation, se place la question de l'emploi le plus rationnel de la fumure dans le but d'assurer la nourriture. C'est avec ces constatations impressionnantes qu'au IIIe Congrès Mondial des Fertilisants qui s'est tenu à Heidelberg, le Professeur K. A. BONDORFF, Lyngby (Danemark), souligna la signification centrale des engrais minéraux pour les possibilités de vie sur cette terre. C'est en fait, un problème mondial que celui de savoir si, à la longue, on pourra arriver à couvrir le besoin constamment croissant en engrais du commerce.

L'approvisionnement en azote se présente essentiellement comme un problème d'énergie, car la matière première, l'air, est partout présente. La fourniture à tous les pays, d'une part suffisante de la **potasse provenant des mines** d'Europe et d'Amérique du Nord, est rendue difficile par le coût élevé des transports. Les réserves mondiales en **phosphore** sont en vérité grandes; elles ne sont pourtant pas inépuisables. **Cet important aliment des plantes peut un jour devenir le facteur limitant pour le maintien de la vie humaine.** Comme il est d'importance considérable pour la qualité des récoltes, mais comme par ailleurs les engrais phosphatés sont riches dans le sol et ne sont pas aussi bien utilisés par les plantes que l'azote et la potasse. le devoir des savants est de chercher à parvenir à une utilisation conservatrice des phosphates. Les apports d'engrais phosphatés réalisés dans maints pays, depuis déjà des dizaines d'années, n'ont laissé dans les sols aucun reliquat en phosphore utilisables par les plantes, si bien qu'il n'est pas seulement indispensable, mais encore constamment rentable, de continuer à employer une fumure phosphatée.

Pour autant qu'un approvisionnement suffisant en engrais du commerce soit un **problème de transport**, la fabrication de produits concentrés et d'engrais composés le facilite, même s'il n'était pas absolument sûr que de tels engrais correspondent aux exigences exactes de la pratique. Une autre question est celle de savoir si l'exigence formulée jusqu'ici d'une certaine solubilité des éléments utiles dans les engrais a encore sa pleine justification. Le Professeur BONDORFF tient pour possible qu'au cours du développement futur, les formes aujourd'hui facilement solubles soient, un jour, remplacées par des produits dont les éléments ne sont pas fixés par le sol et qui ne conduisent pas à une haute concentration saline de la solution du sol, tout en étant cependant accessibles aux plantes, en fonction de leur besoin au cours de leur croissance. Il y a déjà pour cela un certain nombre d'arguments.

Il n'est pas douteux que l'emploi des engrais du commerce a conduit dans de nombreux cas à un accroissement de la qualité. Si pourtant les rapports optima des éléments entre eux ne sont pas maintenus, comme c'est, en maints endroits le cas, à la suite du rapport non favorable de l'acide phosphorique à l'azote, la qualité en souffre. Le problème de la qualité ne peut pourtant en aucun cas, être résolu en renonçant aux engrais du commerce. C'est beaucoup plus une question de fer-

tilisation rationnellement établie qui n'est pas encore résolue partout dans le monde.

A ce point de vue, **le problème de l'humus** mérite aussi une considération particulière avec ses incidences sur le maintien de la fertilité des sols. Bien qu'il ne soit pas encore reconnu dans tous les pays dans sa signification, il existe pourtant partout. Cela demande encore une étude approfondie. La solution de ces problèmes et d'autres repose encore d'autant plus sur une collaboration internationale. L'intérêt commun de la science, de l'agriculture et des industries du monde entier, est de fabriquer suffisamment d'engrais correspondant aux besoins de la pratique et de les employer de façon rationnelle pour obtenir un accroissement de la production de nourriture et améliorer la qualité des récoltes.»

Le Dr LINSER de Linz (Autriche) a montré d'une part la complexité de la pénétration des principes fertilisants dans les plantes et l'interdépendance des divers éléments dans la nutrition végétale.

Le Professeur Dr SCHARRER de Giessen passa en revue les oligo-éléments et montra leur mode d'action, le résumé officiel de cette étude s'exprime ainsi:

«Les éléments-traces: des nains aux forces de géants»

«La fumure de nos plantes de culture, résulte aujourd'hui du principe de restitution au sols des éléments enlevés par les récoltes successives par les engrais de ferme et ceux du commerce. La plante a besoin pour sa croissance normale de quantités importantes d'éléments nommés éléments majeurs (azote, acide phosphorique, potasse, chaux) et d'une gamme d'autres éléments, comme le bore, le cuivre, le manganèse et le zinc dont de faibles traces suffisent déjà (éléments-traces).

La capacité de production de ces éléments est extraordinairement grande, comme leur influence sur la qualité des produits. Déjà une prise de sel, pourrait-on dire, suffit à préserver des troubles de croissance. Mais un apport utile et un excès dommageable d'éléments-traces peuvent être très proches l'un de l'autre. Il est donc requis de doser leur emploi avec précision, suivant le besoin des plantes et en aucun cas, il ne faut fumer avec un excès de ces produits. Au IIIe Congrès Mondial des Fertilisants qui s'est tenu à Heidelberg, le chimiste agricole, Professeur Dr h. c. SCHARRER, Giessen, connu dans le monde entier pour ses travaux sur les éléments-traces, rapporta les résultats les plus récents obtenus sur ce terrain par la recherche scientifique. Il montre qu'une fourniture convenable d'éléments-trace aux plantes est aussi d'une grande signification pour la santé de l'homme et des animaux. La production d'aliments de haute qualité suppose un approvisionnement suffisant des cultures en éléments-traces.»

Le biologiste Dr NICHOLAS de Long Ashton (Bristol) et le Professeur Dr NEHRING de Rostock montrèrent comment, le premier dans le domaine végétal, le second dans les productions animales, les principes fertilisants et les oligo-éléments permettent de couvrir les besoins de la plante en vue de son meilleur équilibre biologique donc de son rendement et de sa meilleure composition nutritive et, par suite, de sa qualité alimentaire pour les animaux et pour l'homme: «... une fumure appropriée garantit, à côté du rendement fourrager, **une meilleure qualité des plantes fourragères...**» et «... d'une nutrition carencée des plantes fourragères résultent presque toujours des produits qui doivent être considérés comme de qualité inférieure et qui peuvent provoquer des troubles de santé» et la conclusion est la suivante:

«Il est démontré qu'une fumure harmonisée et adaptée aux besoins nutritifs des plantes fourragères, qui garantit aussi des rendements optima, laisse espérer des produits qui peuvent être considérés comme étant d'un haute valeur pour la nutrition humaine et animale. Beaucoup de problèmes isolés sont encore à étudier. Le Professeur NEHRING demande avec raison une collaboration étroite de tous les chercheurs qui s'occupent de la nutrition végétale, animale et humaine.»

Dans une intervention courte mais précise, M. GUERILLOT, Professeur à l'Ecole de Grignon, montra les résultats déjà obtenus dans son expérimentation sur l'influence des engrais

Solubilité de l'acide phosphorique des engrais

par MM. les professeurs FABRIS et FERRARI

Le Centre International des Engrais Chimiques — CIEC — a mis très opportunément à l'ordre du jour de la réunion qui a eu lieu à Paris le 5 février 1958, au siège de l'ANPEA, la question de la solubilité de l'acide phosphorique, à la suite de l'apparition sur le marché des nouveaux engrais phosphatés ayant des caractéristiques de solubilité différentes de celles que possèdent les produits traditionnels, particulièrement des engrais composés à base de superphosphates ammoniés.

Les représentants italiens au sein de la Commission Internationale pour l'Uniformisation des Méthodes d'Analyse, MM. FABRIS et FERRARI, ont présenté le rapport suivant:

Le 28 septembre 1955, dans la réunion du Comité international pour l'unification des méthodes d'analyse, on a traité le sujet de la solubilité de l'acide phosphorique dans les engrais: à cette occasion on a décidé d'adopter comme solvant le réactif de PETERMANN, c'est-à-dire une solution exactement définie de citrate d'ammoniaque (voir livre de SCHMITT (1), à la page 26).

Un examen approfondi des méthodes d'analyse des engrais phosphatés dans les pays de l'OECE (2) laisse voir qu'il n'y a pas un accord complet au sujet des modalités adoptées pour porter en solution les phosphates solubles en liquides citro-ammoniacaux, tandis que cet accord serait très souhaitable pour faciliter le commerce international des engrais, même en vue du Marché Européen Commun (MEC).

On remarque que des 14 pays (Norvège, Suède, Danemark, Royaume-Uni, Irlande, Pays-Bas, Belgique, Luxembourg, France, Allemagne, Suisse, Autriche, Portugal, Italie) 10 emploient le citrate de PETERMANN (Norvège, Suède, Danemark, Pays-Bas, qui emploie même un citrate d'ammoniaque neutre, Belgique, Luxembourg, Allemagne, Suisse, Autriche et Portugal), 2 (Royaume-Uni et Irlande) n'effectuent pas le dosage de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque, 1 (Italie) emploie un citrate d'ammoniaque neutre contenant 400 g. d'acide citrique par litre, et 1 (France) emploie un citrate d'ammoniaque contenant la même quantité d'acide citrique du citrate italien, c'est-à-dire 400 g. par litre, mais contenant une quantité d'ammoniaque remarquablement plus grande. En effet, tandis que dans la Note d'introduction (à la page 12 du document OECE (2)), on dit que même en France le P₂O₅ soluble dans le citrate d'ammoniaque est déterminé à l'aide du citrate alcalin (PETERMANN), à la page 130 du même document on décrit la préparation du citrate d'ammoniaque de la façon suivante: «400 g. d'acide citrique cristallisé sont dissous dans une capsule, à froid, par une quantité suffisante d'ammoniaque de densité 0,92. On complète le volume de 1 litre avec de l'ammoniaque.»

Il est opportun de souligner que même les pays qui ont adopté le citrate de PETERMANN, prescrivent d'opérer en des conditions différentes au regard du rapport entre le poids de l'échantillon pris pour l'analyse et le volume du solvant, les durées du contact et de l'agitation, et aussi au regard des modalités de l'agitation même. En outre, presque tous les pays qui ont adopté le citrate d'ammoniaque PETERMANN, lorsqu'il s'agit de doser les phosphates solubles dans ce réactif, dans des engrais qui contiennent même de l'acide phosphorique soluble dans l'eau, prescrivent d'effectuer l'extraction au moyen du citrate PETERMANN **en agissant sur le résidu du lavage à l'eau**, qui a le but d'éloigner préalablement les produits solubles dans l'eau. Seulement l'Allemagne et l'Autriche, même pour les superphosphates, effectuent l'attaque des phosphates solubles dans le citrate d'ammoniaque faisant agir le citrate PETERMANN **directement** sur la prise d'essai.

Il est opportun de rappeler ici que la modification de PETERMANN dans la préparation du citrate d'ammoniaque a été motivée par le fait que «si l'on veut doser l'acide phosphorique soluble dans l'eau et l'acide soluble dans le citrate en

une seule opération, on doit nécessairement employer du citrate ammoniacal, car, sans cela, l'acide phosphorique libre décomposerait le citrate d'ammoniaque et l'acide citrique, rendu libre, dissoudrait du phosphate tricalcique» (voir GRAN-DEAU (3)).

D'ailleurs, il est nécessaire de considérer ce que le Rapporteur français a écrit à la page 132 du document de l'OECE (2): **Dosage de l'acide phosphorique solubilisé** (d'après l'arrêté du 6 août 1934: voir aussi LEROUX (4)):

Dans les superphosphates, il y a surtout à doser l'acide phosphorique modifié par le traitement chimique, existant à l'état soluble à l'eau et au citrate d'ammoniaque. Le plus souvent, ces deux derniers sont dosés en bloc, puisqu'on leur attribue une valeur commerciale peu différente. Il semblerait donc qu'en traitant directement par du citrate d'ammoniaque, on devrait dissoudre tout l'acide phosphorique existant sous ces deux formes. Il en est ainsi, en effet, lorsque l'engrais ne contient pas de magnésie; mais, en présence de cette base, il se forme du phosphate ammoniaco-magnésien, insoluble dans le citrate, et tout l'acide phosphorique correspondant à la magnésie, échappe au traitement citro-ammoniacal.

La magnésie se trouve dans la matière à l'état de sulfate ou de phosphate acide solubles dans l'eau; on peut donc l'éliminer au préalable par un lavage et opérer le traitement par le citrate d'ammoniaque sur le résidu débarrassé de magnésie. Les deux liqueurs réunies après coup contiennent tout l'acide phosphorique qui a été modifié par l'action de l'acide sulfurique.

Mais le lavage à l'eau nécessite quelques précautions; les superphosphates contiennent, en général, des acides libres d'un côté, et du phosphate non attaqué d'un autre côté: la réaction de l'un sur l'autre n'a pas pu se faire dans le mélange dont l'homogénéité n'est jamais parfaite. Si l'on traite par l'eau un semblable produit et qu'on laisse le contact se prolonger, l'acide libre peut se porter sur le phosphate non attaqué et le solubiliser. On obtiendrait ainsi dans le dosage, une quantité d'acide phosphorique soluble plus grande que celle qui existe en réalité dans le produit examiné; de là, la nécessité de pratiquer très rapidement le lavage à l'eau.

Les précédents renvois conduisent à la conclusion que la méthode d'extraction de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque suivant PETERMANN, décrite au No 3, b) du chapitre C: **Traitement du superphosphate, du phosphate bicalcique, des engrais binaires KP et ternaires NPK par une solution de citrate d'ammoniaque** décrite par le Professeur SCHMITT, dans sa qualité de Président de la Commission internationale du CIEC, comme officiellement adoptée par la même Commission (5), doit être ultérieurement examinée et perfectionnée, afin d'éviter ce que le Rapporteur français a clairement exposé sur l'effet que les sels solubles de magnésium exercent sur l'extraction de l'acide phosphorique des engrais au moyen des liquides citro-ammoniacaux. An notre avis, il faut aussi mettre encore en discussion le choix du citrate d'ammoniaque le plus convenable: neutre ou alcalin.

En effet, comme on vient de dire, l'emploi du citrate alcalin, selon PETERMANN, trouve sa justification lorsqu'on veut extraire, en une seule opération, les phosphates solubles dans l'eau et ceux qui sont solubles dans le citrate d'ammoniaque. Comme on vient de voir, l'artifice n'est possible qu'en l'absence de sels de magnésium solubles: tous les pays de l'OECE qui ont adopté le citrate de PETERMANN, à l'exception de l'Allemagne et de l'Autriche, conseillent en effet d'éloigner, au moyen de lavage à l'eau, les composés solubles, avant d'effectuer l'attaque avec le citrate PETERMANN. A notre avis, la nécessité que l'on a remarquée d'effectuer ce préalable lavage à l'eau, rend justifié le successif emploi du citrate PETERMANN et pose de nouveau, par conséquent, en discussion