

de l'acide superphosphorique. On a fabriqué des solutions non acides qui ne contiennent que du phosphate et de la potasse et qui sont très concentrées. On a obtenu la plus forte solubilité pour le rapport 0 : 3 : 4; la composition de cette solution était 0-27-36 et le pH de 11,4. Pour un rapport 0 : 1 : 1, il était nécessaire d'avoir une concentration plus faible afin d'éviter la cristallisation à 0° C ou au-dessus; cette solution était 0-25-25 avec pH 7,1.

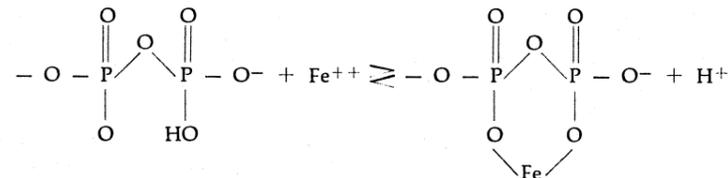
On a également fabriqué des solutions contenant diverses proportions d'azote afin de déterminer l'augmentation de la concentration selon l'emploi du chlorure de potassium. Pour toutes les proportions essayées de produits nutritifs, il y a des augmentations valables. Le tableau suivant donne une comparaison entre des solutions obtenues à partir des deux sources de potasse (stabilité à 0° C).

Hydroxyde de potassium	Chlorure de potassium
11-11-11	9-9-9
7-14-14	5-10-10
6-12-18	3-6-9
8-24-8	7-21-7
6-18-18	3-9-9

Dans d'autres essais, on a démontré que l'on pouvait employer le carbonate de potassium de la même façon que l'hydroxyde de potassium et que les résultats étaient semblables en ce qui concernait les concentrations du produit obtenu. On a rencontré quelques difficultés avec l'écume lors du dégagement de gaz carbonique. Cependant la difficulté s'est trouvée résolue par l'emploi d'un batteur mécanique d'écume.

#### Utilisation de l'acide obtenu par voie humide

On a beaucoup étudié le problème du traitement des impuretés, pour l'acide obtenu par voie humide afin de pouvoir, grâce à lui, réaliser une économie dans la fabrication des engrais composés liquides. Comme nous l'avons constaté plus



WILBANKS et ses collaborateurs ont étudié l'utilisation de l'acide superphosphorique en tant qu'isolant pour l'acide du type par voie humide; la quantité d'isolant nécessaire pour donner un produit propre après l'ammonisation, dépend de la concentration en produits fertilisants et de la teneur en impuretés de l'acide. On a réussi des solutions satisfaisantes 8-24-0 et 10-20-0 avec environ 20% du phosphate total apporté sous forme d'acide superphosphorique ou d'acide superphosphorique ammonié. Pour d'autres solutions, comme 16-16-0; 8-16-8, 7-21-7 et 9-9-9, il fallait ajouter 30 à 40% de P<sup>2</sup>O<sup>5</sup> comme isolant. On obtient les meilleurs résultats en mettant l'un après l'autre dans le mélangeur l'acide du type par voie humide, l'isolant, l'ammoniaque, l'eau, de manière à réduire l'hydrolyse des polyphosphates et à isoler les impuretés avant qu'elles ne puissent précipiter. Il est possible d'ajouter l'isolant après neutralisation de l'acide obtenu par voie humide. Cependant les impuretés précipitées sont quelque peu difficiles à extraire de la solution, ce qui rend l'opération plus délicate que lorsque l'isolement a lieu avant la précipitation.

La méthode par isolement a été largement adoptée dans l'industrie des engrais composés liquides.

**Enlèvement des impuretés:** C'est la méthode qui paraît la plus simple pour résoudre le problème. Cependant on y rencontre de graves difficultés soit avant, soit après l'ammonisation de l'acide.

On a étudié l'enlèvement des impuretés de l'acide, ou la méthode voisine qui consiste à prévenir la dissolution des im-

haut, certains fabricants utilisent l'acide directement sans aucun traitement particulier des impuretés. Cependant, il est de beaucoup préférable de transporter très rapidement le produit dans les champs lorsqu'il est préparé. Lors d'un stockage prolongé, les impuretés précipitées se stabilisent et peuvent être la cause de difficultés lors des manipulations. De plus, de nombreux fabricants préfèrent fabriquer une solution claire et éviter ainsi des ennuis.

L'acide produit par voie humide contient plusieurs types d'impuretés en solution, principalement des composés du calcium, du fer, de l'aluminium et du fluor. Le fer et l'aluminium donnent le plus d'ennuis dans la fabrication des engrais composés liquides puisque, en plus de l'ammonisation, ils précipitent sous forme d'une masse volumineuse de phosphate d'ammoniaque et de métal. Des produits similaires se forment lorsqu'on fabrique des phosphates d'ammoniaque sous forme solide à partir d'acides du type «par voie humide». MILLER et ses collaborateurs ont étudié l'influence des conditions de l'ammonisation sur les propriétés du précipité. Ils ont trouvé que, bien que le précipité soit insoluble dans l'eau, il est presque complètement soluble dans le citrate à moins que ne se maintienne pendant un long moment durant l'ammonisation, un pH faible (inférieur à 2,0 environ).

**Séparation des impuretés:** On peut isoler les cations tels que le fer et l'aluminium à l'aide de certaines matières jusqu'à ce que la précipitation ne puisse intervenir lorsque l'acide dans lequel ils sont dissous, est neutralisé. Des chélates tels que l'acide tétracétique d'éthylènediamine sont efficaces mais relativement coûteux. Le moyen le plus apte à combiner efficacité et bas prix est fourni par l'acide superphosphorique; les polyphosphates de l'acide agissent comme des agents de séparation efficaces. On ne comprend pas bien encore le mécanisme de la formation du complexe métallique avec les polyphosphates, mais il est probable qu'une action chélatante entre en jeu. On a proposé la réaction suivante:

puretés depuis le minerai de phosphate pendant la fabrication de l'acide, mais on n'a pu développer aucune méthode économiquement rentable pour l'industrie des engrais. Le minerai contient du fer et de l'aluminium sous des formes solubles, et une fois dissous, ils sont difficiles à enlever en quantités suffisantes pour permettre d'obtenir un produit clair après ammonisation.

Plus prometteur est l'enlèvement après neutralisation de l'acide. Cependant le précipité contient une partie du phosphate sous forme de phosphate d'ammoniaque ou de métal, et ne peut être rejeté sans perte économique sévère. Si le produit est élaboré dans une usine où l'on fabrique également des engrais solides, le précipité peut être incorporé à ceux-ci pour regagner la valeur du phosphate. Un seul fabricant utilise ce procédé; il incorpore le précipité aux engrais solides de phosphate d'ammoniaque et le liquide épuré (8-24-0) est donné comme solution de base aux producteurs d'engrais composés liquides. Alors que ce procédé fonctionne bien pour les fabricants, producteurs également d'engrais solides, il ne convient pas aux nombreuses usines où on ne fait que des engrais liquides.

A partir des solides, on peut obtenir le liquide épuré soit par filtrage soit par décantation. Cependant le taux de filtrage est faible et la décantation lente, à moins d'utiliser une technique d'ammonisation spéciale (problèmes étudiés par POTTS et ses collaborateurs). On obtient les meilleurs résultats, par neutralisation continue, en pratiquant l'ammonisation en deux stades: pH d'environ 4,0 dans le 1er stade et le reste de l'ammoniaque ajouté dans le second. La concentration optimale

eaux, s'améliore par la rotation de cultures appropriées, se perfectionne grâce aux fumures de fond tant minérales qu'organiques. Elle exige pour cette raison d'énormes quantités d'engrais phosphatés simples, et des engrais potassiques également, aux effets plus lents, des cultures qui puissent en profiter au maximum avant leur dissolution afin que l'enrichissement du terrain puisse bénéficier d'un mécanisme biologique adapté qui améliore et augmente l'apport organique.

Le problème de la fumure directe, au contraire, nous ramène toujours aux équilibres chimiques de la nutrition végétale; le fait, par conséquent, d'englober dans le même grain plusieurs éléments réunis selon des rapports adéquats représente une solution avantageuse de cette technique moderne de la fumure.

Cette dernière permet d'intervenir plus directement sur la culture que sur le terrain et la preuve qu'une telle méthode est valable c'est que dans les terrains les plus pauvres, l'action des complexes apparaît de façon très évidente, même si la fumure a été effectuée à doses réduites.

On peut en dire autant des fumures de surface faites avec des complexes binaires et ternaires. Les cultures parviennent à les absorber avec des résultats positifs évidents, alors que certains éléments, qui se déplaçant difficilement dans le terrain, font partie de leur composition, comme le phosphore et le potassium.

La théorie de la solution circulante réduisant les équilibres chimiques à un rapport déterminé avec la phase solide ne semble pas devoir être le seul mécanisme d'action qui puisse expliquer le pouvoir de nutrition du terrain vis-à-vis de la culture.

Les contacts entre les racines et les complexes d'absorption jouent également un rôle primordial. Grâce à eux, les racines prennent un développement remarquable, et, attirées par des appes chemiotropiques, elles vont explorer les zones de terrain où les éléments nutritifs sont plus concentrés et où les réserves d'oxygène sont plus riches.

Le travail accompli par la plante est énorme. Son système de racelles, continuellement renouvelé, se mesure dans le cycle végétatif et dans un volume de terre modeste, en kilomètres; c'est pourquoi l'exploration pour la recherche de la nourriture supplée à cet état de distribution des éléments nutritifs qu'on pourrait juger insuffisant.

Avec la diffusion des complexes l'agriculture italienne s'est orientée vers une consommation de potasse accrue, tant il est vrai que les engrais ternaires sont beaucoup plus employés que les binaires. Ceci s'est produit en peu de temps et malgré les prévisions qu'on avait pu faire quant à l'efficacité réelle de la potasse sur des terrains notoirement bien pourvus comme le sont, en particulier, les terrains argileux.

Les travaux d'expériences repris sur de nouvelles bases, selon des concepts plus conformes aux équilibres chimiques de la

nutrition, ont mis en évidence pour certaines cultures, et plus spécialement pour les fourragères et les légumineuses, l'importance de cet élément, même en doses réduites, qui permet des actions stimulantes capables de réduire des antagonismes chimiques dangereux lorsqu'on opère, par exemple, avec de fortes doses d'azotés, à base ammoniacale ou dans des terrains trop riches en calcium.

Le fait est que le potassium, à cet égard, est en passe de devenir le troisième élément stabilisateur dans la fumure directe.

Le progrès technique, industriel et agronomique de la fertilisation en Italie offre, surtout depuis une dizaine d'années, des côtés nettement positifs.

On peut constater, en effet, l'influence déterminante de principes scientifico-techniques d'une agriculture qui évolue parallèlement à la production des engrais.

Cette étroite collaboration entre les exigences de l'agriculture et celles de la grande industrie promet certainement, par la suite, des avantages communs.

La production des engrais est aujourd'hui supérieure, et de bien loin, à la consommation. Selon les estimations de Perdisa<sup>3)</sup> la consommation intérieure absorbe à peine 58% de l'azote et 75% de l'anhydride phosphorique.

Signalons, en outre, que le pouvoir de production de certains engrais, dont les complexes, a des marges suffisantes pour garantir un prompt accroissement de la production.

On a donc tout lieu d'espérer en une consommation d'engrais plus forte. On peut également prévoir des perfectionnements qualitatifs ultérieurs qui chercheront à enrichir les complexes de quelque autre élément important comme le magnésium, par exemple, qui agit favorablement sur les précipités phosphatés moins solubles; on s'intéresse de plus en plus aussi à des complexes de réaction et de produits qui présentent une plus grande stabilité à l'air.

Il est déjà possible d'entrevoir certaines orientations essentielles de l'agriculture de demain: la spécialisation très développée, la superficie des terres irriguées accrue. De telle mesure visent naturellement à obtenir des rendements à des coûts peu élevés et avec des anticipations de la culture rapide.

Ceci implique une activité économique productive accélérée où le problème de la fumure a un rôle essentiel et dynamique par excellence.

L'agriculture de demain verra sans doute sa consommation d'engrais augmenter selon le nouveau rythme de production et cela sera d'autant plus facile qu'on pourra aborder avec la plus grande simplicité certains aspects techniques de la fertilisation du sol.

<sup>3)</sup> L. PERDISA: «Production et consommation des engrais chimiques en Italie» - Engrais et fumures, octobre 1961.

Please, forward your affiliation to our CENTRE CIEC for one of the following categories

- A: Big Industries, Institutions, syndical Organizations, Research Stations interested in the economy, production and application of fertilizers and trace-elements whose contribution quota is Swiss Francs 1000.— per year.
- B: Smaller corporations, Societies, Organizations than comprised below category A with an annual subscription of Swiss Francs 500.— per year.
- C: Smaller Manufacturers, Organizations, Societies than comprised below category B, with an annual subscription of Swiss Francs 300.— per year.

The Members of our Centre are entitled to attend all international conferences and congresses organized by our institution. They are entitled to present papers, as well as suggestions and to share in the discussions about plants to realize for the interest of the development of production and consumption of fertilizers and soil improvers and consequently in the interest of the development of the Agriculture on international base.

For further requests, please write to

the Secretary General of the CIEC  
Beethovenstrasse No. 24, ZURICH (Switzerland)