

I. L'Autriche, l'Allemagne, le Luxembourg

utilisent pour l'analyse de P_2O_5 et de K_2O du sol la méthode Egner-Riehm au lactate avec interprétation en fonction du climat et des conditions physiques du sol.

En ce qui concerne le besoin en chaux, il est établi par la méthode de mesure du pH de Schachtschabel, on distingue généralement dans ces pays le chaulage de redressement et le chaulage d'entretien et l'on tient compte de l'optimum de pH suivant l'analyse physique du sol.

II. En Belgique

On fait appel à la méthode d'analyse Egner-Riehm pour P, K, Ca, Mg. Pour le pH on opère dans les deux milieux, aqueux et salin. Pour le cuivre et le manganèse on utilise l'acétate de soude. L'interprétation de l'analyse se fait en fonction des caractères physiques et pédologiques du sol et en fonction des résultats culturaux. De même interprète-t-on pour le besoin en chaux les résultats du double pH (H_2O et KCl) en tenant compte de la catégorie de sol, de l'humus et de la culture envisagée. Le pH optimum est déterminé par culture, région et sol.

III. Au Danemark

L'analyse des sols est le critère de base du Conseil de fumure. Le P_2O_5 est recherché par solution sulfurique demi-normale, la potasse par l'acétate d'ammoniaque normal, des méthodes chimiques permettent la recherche des teneurs en manganèse, cuivre, magnésium, zinc, molybdène, bore.

IV. En Espagne

L'analyse chimique du sol effectuée par des méthodes officielles est interprétée en fonction du climat, des prévisions culturales et des types de sols pour lesquels on se réfère d'ailleurs à la Carte Nationale d'Agronomie. Le besoin en chaux étudié par mesure du pH est interprété en fonction du complexe absorbant et de la nature des cultures.

V. En France

Les analyses de sol sont considérées comme l'un des tests élémentaires du diagnostic des besoins d'engrais et l'on y fait appel de plus en plus pour P_2O_5 et K_2O . L'analyse est pratiquée par les laboratoires de l'Institut National de la Recherche Agronomique ou des laboratoires privés, selon les méthodes Schloesing-de Sigmond, Dyer ou Truog pour le P_2O_5 , la méthode de dosage de la potasse échangeable par l'acétate de sodium ou la méthode de Schloesing. On opère également, soit en laboratoire, soit sur le terrain, par la méthode Morgan-Barbier pour les deux éléments; le diagnostic foliaire est aussi utilisé lorsqu'il s'agit de fumures de vignes ou de vergers.

L'interprétation, dans un pays à sols et climats si variés, joue un rôle essentiel, surtout dans les terrains argileux ou dans les sols calcaires, elle est généralement effectuée sur place et non par les laboratoires.

La mesure du pH s'effectue plus généralement en milieu aqueux qu'en milieu salin — la méthode colorimétrique est souvent pratiquée sur le terrain même.

VI. En Italie

Les méthodes d'analyses sont diverses suivant les laboratoires qui les appliquent; en P_2O_5 ce sont surtout des méthodes italiennes qui sont mises en œuvre, méthode Ferrari, Thommasi-Marimpetri, Alinari, Antoniani et Mitscherlich; pour la potasse on fait appel aux méthodes Dirk, Scheffer, Riehm, Morgan et Mitscherlich.

L'interprétation se fait évidemment en fonction de la composition physique des sols et de leur étude pédologique.

La question du chaulage est nettement secondaire dans ce pays où les horizons calcaires sont presque la généralité.

VII. Au Liban

On utilise le Kjeldahl pour l'azote; la méthode de Truog pour le P_2O_5 , sauf en sols calcaires, l'acétate d'ammoniaque pour K_2O ; l'interprétation tient compte de la texture et surtout de

la teneur en CaO ; la recherche du besoin en chaux ne se pose pas dans ce pays calcaire.

VIII. Aux Pays-Bas

L'analyse effectuée en principe au laboratoire d'Oosterbeek porte sur P, K, Ca (pH et $CaCO_3$), Mg et dans les cas de doute sur Fe, Cu, Mn; pour le pH on opère en milieu salin (pH—KCl), le calcaire est recherché d'après Scheibler, le P_2O_5 par Egner-Riehm-Domingo, la potasse par l'acide chlorhydrique décinormal, le magnésium dans le chlorure de sodium demi-normal, le cuivre par l'eau chaude et le Manganèse par le réactif Morgan.

L'interprétation fait intervenir le type de sol.

IX. Au Portugal

On applique pour l'analyse des méthodes officielles, soit le Kjeldahl pour l'Azote et la dissolution dans l'acide chlorhydrique à 10% pour P_2O_5 et K_2O , les organismes privés utilisent fréquemment le lactate Egner-Riehm ou la méthode Truog. Le besoin en chaux est fixé par la méthode de Schachtschabel, on tient un grand compte de la faible teneur en matière organique des sols pour ne chauler qu'au minimum.

X. Au Royaume-Uni

L'analyse est faite surtout selon la méthode Morgan pour P et K, parfois par méthode Dyers (acide citrique 0,5N) ou l'acide acétique. L'interprétation se fait en fonction de l'optimum économique de la fumure pour chaque culture; pour la chaux on se base sur des essais, pour les oligo-éléments sur les symptômes de carences.

La recherche des carences s'effectue généralement dans tous les pays sur alerte donnée par des symptômes visuels; toutefois quelques pays commencent à pratiquer des recherches systématiques par analyses du sol (Allemagne, Autriche, Hollande, Danemark, Belgique) voire par analyses foliaires (Liban). D'autres ne pratiquent jamais l'analyse du sol même comme contrôle. Certains pays n'ont d'ailleurs pas observé de carences d'oligo-éléments jusqu'à ce jour, il en est ainsi pour le Luxembourg qui attribue raisonnablement le fait à ce qu'il utilise beaucoup de Scories Thomas.

La couverture des besoins d'acide phosphorique et de potasse s'effectue de manières diverses suivant les pays en raison des conditions de climats et de sols qui sont elles-mêmes très variées.

I. En Autriche

P_2O_5 et K_2O sont apportés en fumure de fond à l'automne, toutefois en sols légers il faut craindre les lessivages de potasse, en général ces fumures sont apportées, pour chacune des cultures de l'assolement, séparément, en fonction des exportations probables de la culture entreprise, avec majoration en cas de sols pauvres.

Les apports d'engrais se font par épandage sur toute la surface, au semoir, ou à la main en pays accidenté. Dans certaines régions de culture intensive on a recours à la ferti-irrigation par aspersion.

II. En Allemagne

Les fumures de P_2O_5 et K_2O sont effectuées en tenant compte du niveau de richesse des sols et des exportations selon rendements prévisibles de chacune des récoltes envisagées, elles s'effectuent au semoir en épandage sur toute la surface.

III. En Belgique

Les apports d'engrais sont effectués pour chaque récolte à produire et selon les besoins de cette culture. P_2O_5 et K_2O sont appliqués en épandage uniforme avant semis ou plantation, en fin d'hiver sur les prairies. L'azote est appliqué aussi uniformément, partie avant semis, partie en couverture. La localisation est rarement employée.

Pour une plante sarclée nouvellement introduite (betterave sucrière à semis automnal) de récents expériences italiennes ont conduit à retenir comme possibles des limites de 60—70 kg d'azote par ha (7).

2. Choix de l'engrais

Ces derniers temps on manifeste la tendance à ne plus donner grande importance à ce problème, au moins du point de vue de l'efficacité des engrais employés. Ainsi, selon des expériences avec blé conduites par l'Institut d'Agronomie de l'Université de Bari (2c), on n'aurait pas trouvé de différences entre l'emploi des nitrate de chaux, nitrate d'ammoniaque, sulfate d'ammoniaque et urée. Il en résulterait seulement une question économique qui porterait à donner la préférence au nitrate d'ammoniaque. En réalité, dans des cas particuliers on ne peut pas faire compte de la nature des terrains et des aptitudes physiologiques des plantes. Il est vrai que les terrains méditerranéens ont la plupart du temps une réaction alcaline ou à tendance neutre et, par là, on peut s'orienter vers des engrais physiologiquement acides, mais les terrains acides ne manquent pas pour lesquels les engrais à fonction alcaline, apportant entre autres du calcium, sont plus avantageux⁹⁾. C'est ainsi qu'entrent en jeu les formes d'azote à épandre, qui dépendent à leur tour des exigences des plantes dans les diverses phases du cycle végétatif et dans le climat considéré. Dans des conditions de semi-aridité, il semble opportun de se rappeler deux formes d'engrais entrées récemment dans les productions industrielles: l'urée et l'urée-formol qui, à des degrés divers se trouvent décomposés progressivement, donnant de l'azote minéral aux plantes au fur et à mesure de leur croissance.

3. Epoque d'épandage

Pour beaucoup de cultures herbacées, les besoins d'azote sont nets dès les débuts de leur développement: un cas typique est représenté par le blé (et les céréales analogues) pour qui existe la phase d'accumulation hivernale durant laquelle les petites plantes concentrent dans leurs tissus une quantité élevée de nitrate.

En général, l'expérimentation des dernières années (2—8, 12—13—23—32) a confirmé le concept de la régularisation des apports azotés avec le degré de développement atteint par les plantes et selon l'énergie d'assimilation manifestée au cours des phases du cycle végétatif. Il en est résulté l'intérêt de fractionner presque toujours les apports azotés en partie au semis, en partie à la couverture, en intervenant avec les premiers au moyen d'azote ammoniacal ou amidique ou ammoniac-nitrique et avec les seconds au moyen de nitrate. Il ne faut pas intervenir au moment du semis seulement avec de l'azote nitrique, si l'on tient compte du processus de lessivage, qui, souvent, se remarque, en particulier dans les terrains légers pendant la saison automnale. En couverture, pendant les périodes hivernales, quand la température est plus basse et quand la sursaturation hydrique des terrains est plus grande, d'où des processus de dénitrification ralentis, les apports nitriques donnent un plus grand profit.

Dans tous les cas, les apports d'azote doivent être effectués en temps opportun, en tenant compte du «jeu» de l'humidité dans le terrain et ils doivent être suspendus avant la fin de la saison pluvieuse. Même si les apports tardifs d'azote (exemple: pour le blé dans la phase de l'épiaison) ont conduit plusieurs fois à des résultats favorables, influençant quelques propriétés des caryopses (3, 33), la conclusion générale demeure de ne pas accélérer la pousse avec des apports d'azote vers l'époque où le manque de précipitations et l'augmentation de température accroissent les phénomènes d'évaporation du sol et de transpiration des plantes, en amoindrissant les réserves hydriques de ce même sol.

Dans la fumure précédant les semis, l'opportunité peut apparaître d'apporter en mélange les nitrates avec les phosphates

⁹⁾ Selon les recherches de Midelburg (24) un excès d'azote en terrain acide augmente la pression osmotique de la solution circulante en empêchant l'absorption de l'eau par une partie des racines.

(ex. éventuellement avec des sels potassiques) en employant des engrais simples, ou même en associant l'azote avec les autres éléments, employant les engrais complexes ou les engrais composés.

Là se pose une question de caractère surtout économique. Les références expérimentales que l'on possède, même si elles ne sont pas nombreuses, tendent surtout à démontrer qu'il n'existe pas de différences d'efficacité entre les engrais simples et complexes apportés à parité d'éléments nutritifs.

En culture irriguée et en milieu aride, la fumure azotée ne soulève pas de problème du point de vue technique et mène, en général, à des accroissements productifs d'un ordre de grandeur important. Dans les milieux méditerranéens on peut parvenir à des cultures surintensives soit avec des plantes potagères et industrielles, soit avec des plantes fourragères; dans les cultures potagères de la Campanie, outre les apports de substances organiques, on parvient à des emplois d'azote qui atteignent 150—200 kg d'azote par ha, répartis de façon adéquate au cours du cycle végétatif (6). Dans la culture de la betterave sucrière, on apporte 80—90 kg d'azote par ha, toujours fractionnés au moment du semis et en couverture. Dans les herbages d'été (maïs, sorgho) on emploie les quantités de 60—80 kg par ha. Malheureusement, il n'arrive pas toujours qu'aux productions élevées, résultant de fortes fumures azotées et d'irrigation, correspondent des apports adéquats de fertilisants phosphatés et potassiques.

Tandis que l'efficacité de la fumure azotée comme on l'a montré, se trouve aussi en rapport avec la disponibilité du sol en ces éléments.

Nous avons jusqu'alors parlé de la fumure pour cultures herbacées mais nous ne pouvons pas oublier l'important problème de la fertilisation des pâturages et des prairies permanentes.

Dans les régions méditerranéennes ces terrains «saldi» utilisés pour le pacage occupent de vastes étendues.

Ce sont des raisons de milieu physique, à relier en particulier à la nature et à la profondeur du sol qui imposent une aussi vaste surface de pâturages. D'autre part, le pâturage doit être considéré aujourd'hui de façon particulière, parce qu'il permet d'élever du bétail avec les moindres dépenses de production. Les régions de pâturage méditerranéennes prédominent dans les contrées de collines et de montagnes où, très souvent, on a des terrains de potentiel faible. En général, dans ces régions à altitude élevée, la pluviosité est supérieure et mieux distribuée bien que la sécheresse d'été se fasse aussi toujours sentir. Les effets de l'aridité sont accentués par des facteurs pédologiques. Souvent même dans des conditions favorables, il ne faut pas s'orienter vers des cultures labourées pour limiter les processus d'érosion.

Ce n'est pas ici le lieu de traiter des moyens destinés à améliorer les prés, moyens qui vont de la régulation du régime des eaux de pluie jusqu'au dépierrage, à l'élimination des mauvaises herbes, à la rotation de l'exploitation. Il faut rappeler que, parmi ces moyens s'insère la fertilisation minérale, car on ne peut pas se fier uniquement à la fertilisation organique. Dans ces régions de pâturage on doit tenter d'instaurer un meilleur équilibre dans la flore. De là l'importance des fumures phosphatées en raison de l'influence qu'elles ont sur le développement des légumineuses. Mais il n'est pas douteux que dans les pâturages méditerranéens les graminées ont, elles aussi, leur importance, sur lesquelles l'influence de l'azote reste dominante. L'expérimentation n'est pas riche en documentation mais elle laisse paraître l'utilité des apports azotés¹⁰⁾; il faut même ajouter des engrais riches aussi en calcium, fait compte du fait que les terrains de pâturage de

¹⁰⁾ Samailova (30) conseille l'enfouissement profond des engrais azotés pour faciliter le développement des appareils radiculaires. La profondeur d'enfouissement aurait aussi des répercussions sur la compacité de la couche herbeuse. Toute cela ayant une influence favorable dans la limitation des processus d'érosion du terrain.