

## COMPTE RENDU

# SYMPOSIUM SUR L'ANALYSE DU SOL ET SES RELATIONS AVEC LA COMPOSITION ET LA CROISSANCE DES PLANTES

BRISTOL (3-5 avril 1963)

par

J.-P. COLONNA

Chargé de Recherches de l'ORSTOM, Agrophysiologiste à l'IRAT

Centre de Recherches Agronomiques de Boukoko (République Centrafricaine)

Ce Symposium, organisé par le Groupe Agriculture de la « Society of Chemical Industry », s'est déroulé, du 3 au 5 avril 1963 : au « New Lecture Theatre, Engineering Laboratories, University of Bristol » et au « Churchill Hall, Stoke Bishop, Bristol 9 ».

Une vingtaine de communications y furent présentées et il se termina par la visite de la Station de Recherches de Long Ashton, station qui dépend de l'Université de Bristol et qui travaille avec de larges moyens sur tous les aspects de la culture des arbres fruitiers, sur la fabrication des cidres et jus de fruits et la conservation des aliments. Les activités de cette station sont en grande partie orientées vers des études concernant la chimie, la biochimie, la physiologie végétale, la nutrition des fruits, la composition des plantes, la microbiologie, les statistiques, etc.

Ces travaux sont confiés à une cinquantaine de chercheurs scientifiques, assistés d'un nombreux personnel qualifié, disposant de champs expérimentaux étendus, de laboratoires modernes, d'installations de cultures artificielles et contrôlées (serres, aquiculture, culture sur sable) particulièrement efficaces, importantes et bien agencées.

Nous donnons ci-après un bref résumé analytique de la plupart des communications discutées à cette réunion. Les articles tirés de ces communications paraîtront dans le « Journal of the Science of Food and Agriculture ». La discrimination des différents facteurs du sol, la recherche analytique, les relations entre le sol et la plante, la physiologie de l'absorption, la translocation des éléments minéraux, la physiologie de la nutrition, semblent être parmi d'autres des problèmes à l'ordre du jour dans la recherche agronomique en Angleterre et dans les pays ayant envoyé des représentants à ce Symposium. Ces problèmes sont abordés en vue d'une rentabilité plus grande de l'agriculture et de la fertilisation. Les études sur l'évolution des sols, sur les mécanismes biologiques et chimiques dans le sol, sur les mécanismes physiologiques de la plante, ont pour but pratique d'obtenir la meilleure réponse de la plante et d'éviter au maximum le gaspillage dans l'utilisation des engrais.

**Basis and evaluation of Soiltesting**, D<sup>r</sup> VAN DER PAAUW. Institute for soil fertility. Groningen, Nederland.

L'analyse des sols doit permettre d'indiquer quelle quantité exacte de fertilisants il faut utiliser dans les circonstances particulières de chaque site. Pour cela, des relations de cause à effet doivent être mises en évidence entre les conditions du sol et la croissance ou, plus généralement, la réponse de la plante. Dans la recherche de ces corrélations, plusieurs difficultés apparaissent.

Tout d'abord, d'après quels principes doit-on conduire ces recherches ? Les renseignements obtenus par les méthodes biologiques doivent être complétés par la connaissance du sol au point de vue chimique et physique, par la connaissance de la physiologie de la plante et tout particulièrement de sa physiologie de l'absorption. Des concepts tels celui de l'échangeabilité des cations, des lois comme celle des facteurs limitants de BLACKMAN sont utiles pour approfondir des problèmes complexes. Les réalités de la pratique agricole ne doivent jamais être perdues de vue comme le soulignait de VRIES (des exemples concernant l'élément phosphore illustrent les idées exposées par l'auteur).

Le choix d'une méthode d'analyse doit ensuite intervenir. Dans la détermination du phosphore soluble du sol doit-on commencer par une centrifugation, une percolation, une extraction ? Si les différentes méthodes d'analyses donnent des résultats semblables, le problème est simplifié, mais, dans le cas contraire, un choix important est nécessaire. La recherche analytique doit donc aller de pair avec les études sur la fertilité des sols. Mais l'application pratique de la méthode choisie est aussi une source de difficultés. Les erreurs d'analyse et les erreurs d'échantillonnage doivent être connues. Les premières varient de 3 à 5 % actuellement ; quant aux secondes, une erreur standard de 10 % avec des échantillons composés du mélange de quarante petits prélèvements semble acceptable.

En dehors de ces limitations techniques, il faut se demander dans quelle mesure l'étude du sol peut permettre de prévoir la réponse de la plante. MITSCHERLICH et LIEBIG ont chacun donné leurs idées en ce qui concerne les relations entre un facteur du sol et la réponse de la plante du point de vue quantitatif. On peut se demander alors s'il y a des différences dans la façon dont les plantes utilisent les éléments nutritifs du sol. Pour l'azote comme pour l'eau, on peut arriver à un épuisement presque total, et c'est alors la représentation de LIEBIG qui est valable.

Par contre, dans le cas du phosphore, une grande quantité du phosphore du sol peut être non utilisée et si dans l'environnement immédiat de la surface racinaire la concentration en phosphore est trop faible, le phosphore est constamment un facteur limitant, on arrive à la représentation de MITSCHERLICH.

Des expériences au champ, comme celles de BRAY dans l'Illinois, ont confirmé la valeur de ces considérations. Il est probable que dans la pratique agricole les conditions correspondant aux vues de MITSCHERLICH seront plus généralement réalisées que les conditions un peu extraordinaires nécessaires pour qu'apparaisse la représentation de LIEBIG. L'efficacité des méthodes employées à Groningen est due en partie à l'utilisation des connaissances acquises sur les mécanismes de la disponibilité des éléments minéraux dans le sol. Ainsi, pour le potassium, la quantité de potassium échangeable n'exprime qu'un aspect de la disponibilité du potassium, car celle-ci peut être contrebalancée physiologiquement par les effets des cations antagonistes.

Il faut tenir compte de ces deux groupes de facteurs : complexe absorbant du sol et cations antagonistes, si on veut avoir une idée plus exacte de la disponibilité réelle du potassium. Le pH peut être considéré comme une mesure approximative du dernier groupe de facteurs. Dès lors on a essayé d'exprimer ces effets combinés par une formule. Potassium, magnésium et sodium ont été étudiés en tenant compte de ces considérations et les corrélations recherchées en furent améliorées.

A Groningen, le rendement et la qualité de la récolte sont considérés comme le résultat final des actions combinées d'un grand nombre de facteurs et de leurs interactions. Cette optique, la nature des facteurs du sol, la difficulté de les faire varier expérimentalement, ont été à l'origine d'une méthode spéciale de recherche sans isolement des facteurs simples : les expériences que la nature elle-même organise ont été utilisées. La part du chercheur est seulement de déterminer l'ensemble des données de l'expérience naturelle. Ceci aboutit à l'utilisation de séries importantes de champs expérimentaux, où sont répétés les mêmes essais, les résultats étant interprétés grâce aux statistiques.

Ces méthodes entraînent des travaux importants et sont d'un coût élevé. Des expériences à long terme sont en effet nécessaires pour étudier les effets de la variabilité des facteurs climatiques sur la réponse de la plante, pour étudier l'évolution du sol subissant un traitement fertilisant, pour étudier les besoins des différentes récoltes obtenues au cours de la rotation. De même, les séries d'expériences au champ doivent être répétées dans les différents types de sols et les expériences en pots sont recommandées pour obtenir

une idée de la valeur générale d'application de ces méthodes. Un autre point important est que la réponse quantitative de la plante n'est pas toujours le critère intéressant, même du point de vue économique. La composition qualitative de la récolte est quelquefois plus intéressante que la quantité de la récolte, comme cela peut être le cas pour les fourrages dont la qualité est liée, entre autres, à la teneur en Mg et Na.

De toute façon, quoique les problèmes de fertilisation soient des problèmes économiques, aucun doute ne peut exister sur leur nature physiologique fondamentale. L'analyse chimique de la récolte permet une bonne connaissance des conditions de nutrition de la plante; souvent des différences dans les teneurs des plantes, ou des diverses parties des plantes, permettent d'étudier l'action d'un facteur du sol sur la plante, bien mieux que des différences quantitatives dans les récoltes. Des symptômes de déficiences minérales clairement définis sont aussi particulièrement utiles dans l'évaluation de la fertilité d'un sol.

Enfin les expériences en pots amènent la possibilité d'éliminer certains facteurs non contrôlables, complètent les expériences au champ et donnent plus de vigueur et de généralité aux conclusions tirées de ces expériences, lorsque les résultats sont en concordance. Pour terminer, il semble que la recherche de relations de cause à effet entre les facteurs du sol et la réponse de la plante a progressé et progressera encore dans la mesure où une claire discrimination de ces facteurs sera possible.

**Relationship between isotopically exchangeable calcium and absorption by plants**, P. NEWBOULD (ARC Radiobiological laboratory, Letcombe Regis, Wantage, Berkshire).

L'idée que les plantes absorbent le calcium à partir d'une seule source dans le sol ne permet pas d'expliquer les résultats obtenus. Pourtant il n'y a pas de raison de croire que l'acceptation de cette idée puisse conduire à des interprétations erronées dans la pratique. Dans les conditions du champ, la mesure de la quantité de calcium disponible, par extraction à l'acétate d'ammonium, ou la mesure de la quantité d'ions calcium disponibles par échange isotopique donnent des évaluations comparables et également valables du calcium disponible dans le sol, sauf pour les sols très acides, ou pour les sols contenant du carbonate de calcium.

**Availability of soil and fertilizer phosphates to growing crops**, S. Mc CONAGHY and J.W.B. STEWART (Ministry of Agriculture, Northern Ireland, and the Queen's University, Belfast).

Les A.A. se sont efforcés de déterminer quelle quantité de phosphates, du sol et des fertilisants, était disponible pour la plante. Plusieurs méthodes d'extraction ont été comparées. Les résultats obtenus par la méthode de OLSEN (extraction par une solution de bicarbonate de sodium) semblent permettre de prévoir la croissance probable et l'absorption en phosphates de plantes poussant dans divers types de sols.

De même, l'extraction par la méthode de EGNER donne des chiffres en corrélation avec l'absorption des phosphates par la plante, sauf sur les sols basaltiques. Les teneurs en phosphates des extraits aqueux permettent de classer les sols dans le

même ordre que les chiffres obtenus par la méthode de OLSEN. Les auteurs ont utilisé des phosphates radioactifs pour contrôler l'utilisation des fertilisants par la plante.

**Some effects of reaction (pH) changes in a basaltic soil on the mineral composition of growing crops, J.W.B. STEWART and S. MC CONAGHY (id.).**

Sont présentés ici quelques résultats obtenus sur radis, avoine, orge, betterave, etc. ayant poussé sur un sol basaltique amené à différents pH. Lorsque le pH du sol est de l'ordre de 4,5 on constate une croissance faible, même pour les espèces tolérant une acidité élevée, sauf pour le radis. L'application de phosphates provoque une légère augmentation de la croissance, mais dans ces conditions l'acidité du sol reste le facteur limitant de la croissance.

Lorsque l'acidité du sol s'accroît, on assiste à une augmentation des teneurs en magnésium, en manganèse et en fer, chez les espèces étudiées; la teneur en calcium de la matière sèche décroît. Les betteraves et les radis poussant sur des parcelles ayant reçu beaucoup de chaux montrent des symptômes de déficience en bore. Les teneurs en zinc et en cuivre ne sont pas affectées par les traitements, elles varient de 20 à 63 ppm pour le zinc et de 2 à 10 ppm pour le cuivre. La teneur en aluminium de la matière sèche montre un léger accroissement avec l'augmentation de l'acidité chez le radis alors qu'il n'y a aucun changement chez les plantes étudiées.

**Evaluations of soil phosphate status by pot experiments, conventional extraction methods and labile phosphate values estimated with the aid of 32 P, E.G. WILLIAMS, A.H. KNIGHT. The Macaulay Institute for soil research. Aberdeen. Scotland.**

Le phosphore dans le sol doit être défini non seulement par un facteur quantitatif traduisant la quantité de phosphore assimilable, mais aussi par un facteur d'intensité indiquant la facilité ou la difficulté avec laquelle le sol libère le phosphore assimilable. D'autres facteurs interviennent, comme par exemple sur de longues périodes, le passage du phosphore d'une forme peu disponible pour la plante à une forme plus assimilable. Les auteurs ont étudié les valeurs des différentes « formes » du phosphore dans le sol, obtenues avec diverses méthodes, et ont cherché à les mettre en relation avec la production et l'absorption du phosphore par la plante. Ces expériences ont porté sur quarante sols, la plante utilisée était l'avoine. La quantité de phosphore assimilable est mesurée par la détermination de la valeur « L » (**Larsen value**) obtenue à partir de plantes croissant sur un sol où a été incorporé du phosphore radioactif; cette valeur donne une idée du phosphore du sol disponible, sous forme inorganique et échangeable isotopiquement.

Les chiffres de phosphore assimilable total obtenus par diverses méthodes d'extraction forte sont comparables à ceux de la valeur de Larsen et donnent aussi une idée valable de la quantité de P réellement assimilable du sol. Cette concordance permet de déterminer quelles sont les méthodes d'extraction qui n'attaquent pas les sources de phosphore du sol non assimilable par les plantes.

Les méthodes d'extraction faible permettent de déterminer une valeur, que l'on peut appeler le

« phosphore facilement soluble » qui est plus faible que le « phosphore assimilable total » extrait par des méthodes plus violentes, ou mesuré par la valeur « L ». Cette valeur « phosphore facilement soluble » donne une idée de ce que l'auteur appelle le facteur d'intensité. De plus, le phosphore dans la phase solide du sol est déterminé à l'aide de P marqué. La proportion de phosphore dans la phase liquide et dans la phase solide du sol donne aussi une idée de la force de rétention du P dans le sol. Les corrélations les meilleures avec la production (réponse de la plante) sont trouvées pour les chiffres obtenus par les méthodes d'extraction douce, avec des pH proches de la neutralité, avec de faibles temps d'extraction, avec des anions relativement inactifs et un rapport extractant/sol faible; comme les méthodes au lactate et au bicarbonate.

Les corrélations obtenues avec les méthodes d'extraction forte sont moins bonnes, ce qui laisse supposer qu'une partie du phosphore non assimilable est extrait par ces méthodes.

Les corrélations entre la mesure quantitative totale du phosphore assimilable (valeur « L » ou extraction forte concordante) et la production sont moins bonnes que les corrélations entre « phosphore facilement soluble » et récolte. Ces mesures de la quantité du phosphore assimilable du sol montrent de meilleures corrélations avec la quantité de P absorbé par la plante qu'avec la production.

Les auteurs estiment donc que le facteur intensité est aussi important que le facteur quantitatif, lorsque l'on veut parler du phosphore assimilable du sol.

**Behaviour of carrier free phosphorus - 32 in natural soils in relations to the measurement of labile soil phosphorus, D. GUNARY (School of Agriculture, Nottingham University, Sutton Bormington, Notts).**

Lorsque du phosphore marqué est ajouté à une suspension de sol, des échanges ioniques se produisent entre le phosphore marqué de la solution et les ions phosphore de la phase solide. L'auteur, lui, essaye de voir ce qui se passe sur un sol dont la structure physique est intacte et non plus sur un sol en suspension. Il conclut que le processus d'équilibration est lent et peut être limité dans certains sols par la faible vitesse avec laquelle le phosphore marqué, distribué d'abord sur la surface des particules du sol passe, pour une distribution uniforme, vers le centre de ces particules.

**Soil analysis values, and phosphorus uptake by oats, K. SIMPSON.**

L'expérience rapportée par l'auteur a pour but d'étudier les relations entre, d'une part le « phosphore facilement soluble » du sol, et la valeur « L » (calculée à partir de l'absorption par l'avoine du phosphore total et du 32P d'un engrais phosphoré marqué), et d'autre part, le phosphore absorbé par les plantes croissant à deux températures de sol différentes. Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

La valeur « L » permet de prévoir l'absorption du phosphore par l'avoine, à partir de sols n'ayant subi aucun apport de P, d'une façon plus satisfaisante que les valeurs obtenues par les méthodes d'extraction du phosphore du sol, utilisant l'acide citrique à 1% ou l'acide chlorhydrique 0,2N. De

plus, cette valeur « L » montre bien l'accroissement du phosphore disponible (labile-P) entraîné par l'augmentation de la température du sol, dans un sol déficient en phosphates. Les extractions à l'acide citrique et à l'acide chlorhydrique 0,2N réalisées en cours de végétation donnent des indications intéressantes sur les taux de fixation par les deux sols étudiés du phosphore supplémentaire fourni à ces sols. Après une forte addition de superphosphates, on assiste à une diminution du phosphore du sol extrait par les méthodes précédentes; ceci semble indiquer qu'il y a eu une transformation en phosphates moins solubles. Les valeurs du phosphore du sol extrait par l'acide citrique à 1% et par l'acide chlorhydrique 0,2N sont en corrélation étroite avec l'absorption de phosphore par la plante au cours des saisons.

**Experiments on cumulative dressings of fertilizers on calcareous soils in South West England.**

Part I : description and soil analysis, R.D. RUSSELL (Soil Chemistry Department, NAAS, S.W. Region, Westbury-on-Trym, Bristol).

Cette communication réunit les préliminaires d'une étude plus importante qui a pour but de déterminer quelles sont les parts des engrais qui ne sont pas utilisées par les plantes, qui restent et s'accroissent dans les sols. Cette étude a pour but d'éviter le gaspillage dans l'utilisation des engrais.

**Experiments on cumulative dressings of fertilizers on calcareous soils in South-West England.**

Part II : phosphorus uptake by ryegrass in the greenhouse, C.E.G. MATTINGLY, R.D. RUSSELL, B.M. JEPHCOTT.

Deux expériences furent réalisées en serre sur plusieurs échantillons de différents sols calcaires déjà décrits précédemment. L'état du phosphore dans ces sols fut évalué en utilisant la production du « raygrass » comme test. L'importance des récoltes permettait de classer ces sols en trois groupes.

Le premier groupe ayant une réponse élevée, le second une réponse modérée, le dernier une réponse faible. Les valeurs moyennes données par chacune des méthodes d'analyses s'accroissaient dans le même ordre. La quantité de phosphore absorbé par la plante, quarante jours après le semis, était en corrélation étroite avec le phosphore soluble extrait du sol par  $\text{NaHCO}_3$  0,5 M, et en corrélation moins bonne avec le phosphore soluble extrait par l'acide citrique à 1%. L'auteur considère le « potentiel chimique du phosphore monocalcique » défini par SCHOFIELD\* comme étant la « fonction la meilleure pour donner un indice numérique de la condition qui contrôle principalement la disponibilité des phosphates dans le sol ». Ce potentiel chimique du phosphate monocalcique est donné par la formule :

$$\mu_i = \mu_o + 2,303 RT \log_{10} [\text{Ca} (\text{H}_2 \text{PO}_4)_2]$$

où  $\mu_o$  est la valeur du potentiel chimique du phosphate monocalcique dans un état standard. R est la constante des gaz. T la température absolue.

Ce potentiel chimique du phosphate monocalcique, mesuré dans le sol avant la récolte, commande en partie l'absorption du phosphore pendant les premières semaines de la croissance. Alors que le phosphore total absorbé en quatre mois est en relation étroite ( $r = 0,979$ ) avec le phosphore disponible (labile-P) du sol, bien qu'il soit presque indépendant du potentiel phosphate initial. L'apport de sulfate d'ammonium au champ pendant cinq ans à raison de 2 cwt par acre sur une partie des sols étudiés, a entraîné l'accroissement significatif du phosphate soluble extrait par  $\text{Ca Cl}_2$  0,01 M, du phosphore disponible (labile-P), de la récolte et de l'absorption du phosphore, lors des expériences en serre.

**Soil nitrogen. VII. Correlations between measurements of nitrogen status of soils and nitrogen %, and nitrogen content of crops.** J.K.R. GASSER, R.J.B. WILLIAMS. Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts.

Des mesures au laboratoire de l'azote disponible dans le sol furent réalisées pour tenter de voir les effets de cet azote du sol sur le poids sec, le contenu en azote, le pourcentage d'azote du raygrass cultivé en pots, de seedlings d'orge et de blé cultivés en bacs et de grains d'orge récoltés sur un sol n'ayant pas reçu d'engrais azoté. L'azote minéral du sol est en corrélation avec le développement et le contenu en azote du raygrass, des seedlings d'orge et de blé, et le contenu en azote des grains d'orge. Ces mesures de l'azote du sol sont aussi en corrélation significative avec le pourcentage d'azote dans les grains d'orge et quelquefois avec la teneur en azote de raygrass et des plantules d'orge et de blé. Les mesures de l'azote du sol montrent de meilleures corrélations avec le contenu en azote de la récolte qu'avec la production de matière sèche.

**Soil and herbage potassium levels, in relation to yield,** R.G. HEMINGWAY (Glasgow University, Veterinary School, Beardsen, Glasgow).

Les résultats donnés ici concernent les productions de matière sèche et les contenus en potassium, dans une expérience où l'on a pratiqué quatre coupes par an sur des plantes herbagères pendant trois ans. Une combinaison de l'azote et de la potasse s'est révélée nécessaire pour maintenir la production; 2 cwt de chlorure de potassium par an n'étaient pas suffisants lorsque 12 cwt de sulfate d'ammonium étaient appliqués chaque année.

Dans la troisième année de l'expérience, des apports de potassium, dans des parcelles qui n'en avaient pas reçu, se traduisirent par une amélioration importante et rapide de la production. Une diminution progressive du potassium dans la matière verte coupée semble en relation avec une chute du potassium échangeable du sol. La perte moyenne de potassium non échangeable durant cette période de trois ans fut de 2,7 mg/100 g de sol et ne correspondait qu'à 22% de la valeur initiale du potassium échangeable du sol. Les teneurs en potassium de la matière verte coupée sont descendues à 0,4% dans les parcelles ne recevant que de l'azote et à 1,1% dans les parcelles recevant azote et potasse. La baisse progressive des teneurs en potassium est due à l'exportation de potassium à chaque coupe, sauf pour les parcelles ne recevant, soit aucun engrais, soit du potassium seulement.

\* SCHOFIELD (R.K.). Soils and Fertilizers, 1955, 18, 373.

**Some effects of potassium and lime on the relation between phosphorus in soil and plant with particular reference to glasshouse tomatoes, carnations and winter lettuce, G.W. WINSOR and M.I. LONG (Glasshouse crop Research Institute Rustington, Littlehampton, Sussex).**

Le contenu en phosphore des feuilles de tomates, d'oignons et de laitues a diminué à la suite d'apport de sulfate de potassium et de chaux au sol, sauf pour des sols pauvres en phosphates. L'apport de chaux a entraîné l'augmentation des quantités de phosphore extraites des sols par l'acide acétique 0,5 N et par la solution de MORGAN. Les relations entre le phosphore dans la plante et le phosphore extrait des sols sont ainsi nettement affectées par l'apport de chaux au sol. L'effet du pH sur le contenu en phosphore acido-soluble du sol est discuté.

**The relationship between the exchangeability of nutrient ions in the soil and their absorption by plants, D' R. SCOTT RUSSELL (Agricultural Research Council Radiobiological Laboratory, Letcombe Regis, Wantage, Berkshire).**

L'entrée des éléments dans la plante peut être schématisée de la façon suivante :

1) L'entrée des ions dans la plante se fait par diffusion à partir de la solution du sol et dans l'espace libre des racines.

2) L'eau pénètre en même temps que les ions, mais les deux processus sont contrôlés par des mécanismes différents.

3) La quantité de chaque ion qui est absorbée dépend non seulement de sa concentration externe, mais aussi des concentrations respectives des autres ions et de facteurs métaboliques.

4) Certains ions peuvent quitter les racines en même temps que se produisent les mécanismes de l'absorption.

5) L'absorption se fait principalement vers les terminaisons des racines. Celles-ci avancent à travers le sol, mais ne sont en contact qu'avec une faible fraction de son volume à chaque moment.

6) Les modalités de l'absorption ne sont pas forcément identiques dans les différentes parties du système racinaire et peuvent varier de façon marquée avec le temps. Dans l'étude des relations sol-plante, on doit non seulement connaître la quantité totale d'ions intervenant dans les équilibres ioniques du sol, mais les concentrations de ces ions dans la solution du sol. L'auteur discute les notions « d'ions échangeables », ainsi que les notions de « potentiel » et « d'activité » des ions. L'auteur précise aussi que les possibilités d'absorption des ions, particulières à chaque plante, doivent être connues, pour aboutir à une interprétation valable des mesures effectuées.

**Some effects of different soils on composition and growth of sugar beet, P.J. GOODMAN (Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts.).**

Des plantes croissant dans des sols différents avec ou sans engrais azotés furent récoltées à des intervalles de deux à quatre semaines, durant les années 1960 et 1961 et furent analysées en ce qui concerne N, P, K et Na. L'absorption et la distribution de ces éléments est discutée, en relation avec la production obtenue sur les différents types

de sols. Les effets des éléments nutritifs sur la production sont valablement connus par la mesure de la surface foliaire. Les productions des différents points d'essais au cours de ces deux années furent en relation avec l'apport d'azote et l'absorption de l'azote. Le limon fin présente un bon état nutritif, avec un niveau de sodium équivalent à 3 cwt de sel/acre/an. Les sols sur calcaires oolithiques ont une disponibilité limitée pour le phosphore et le potassium. Sur les argiles à silice en 1960 le potassium fut un facteur limitant, alors qu'en 1961 ce fut l'azote. L'application d'engrais azoté a limité la disponibilité du phosphore pour les racines. Des pertes, principalement de sodium et de potassium, par les racines furent constatées, vers la fin de la période de croissance. Ces pertes sont en relation avec la pureté des jus.

**Soil and leaf analysis in relation to fruit nutrition, C. BOULD (Long Ashton Research Station, University of Bristol).**

En général l'analyse du sol n'est pas entièrement satisfaisante pour prévoir la réponse des fruits en ce qui concerne l'azote, le phosphore et le magnésium. Une meilleure corrélation existe entre le potassium du sol, la réponse de la plante et le potassium dans la plante. L'analyse des feuilles avec une procédure d'échantillonnage et une interprétation correctes s'est révélée plus utile pour déterminer les éléments qui migrent vers les fruits lorsque la plante reçoit un apport nutritif déficient ou optimum.

**Effects of soil and foliar applications of sodium borate to sugar beet, J.H. HAMENCE and P.A. ORAN.**

Les effets généraux de la déficience en bore sur la croissance et la productivité de la betterave à sucre étant bien connus, les études sur cet élément portent actuellement sur l'époque d'application et la méthode d'application. On cherche aussi à utiliser les données analytiques en vue de diagnostiquer le degré de satisfaction des besoins de la plante en bore. L'auteur passe en revue les différentes méthodes qui ont été utilisées pour corriger ou empêcher une déficience en bore. Il semble que les applications foliaires de solutions contenant du bore sous forme de borate de sodium par exemple ne soient pas très efficaces. Ce manque d'efficacité est attribué à une mauvaise translocation ou une immobilisation du bore dans les vieilles feuilles.

Des mécanismes sélectifs limiteraient l'absorption ou les mouvements du bore, chez les plantes pour lesquelles la fourniture de bore est suffisante pour assurer une croissance normale. On ne note pas de différences significatives dans la production lorsque les applications sont effectuées avant ou juste après l'ensemencement, et en juin. Les applications faites au mois d'août sont trop tardives. Des expériences semblent prouver que dans les premiers temps de la croissance, la plante ne profite pas au maximum d'un apport éventuel de bore. Le mois de juin peut donc être retenu comme l'époque la plus convenable. En 1947, YAKOVELVA démontre que le bore stimule l'accumulation à la fois des monosaccharides et des sucres dans les feuilles. MILICA, en 1958, montra que le bore agit sur cette accumulation plus qu'aucun autre élément, il pensa pouvoir conclure que cette action du bore se situe dans le cadre des biosynthèses des sucres plutôt qu'au niveau des mécanismes de la translocation.

Pourtant d'autres essais n'ont pas confirmé cette théorie et l'augmentation du poids de sucres total apparaît plutôt comme la conséquence de la croissance plus rapide de la plante pendant la période critique de juillet-septembre.

Dans au moins un cas le traitement du sol et des feuilles par le bore s'est révélé dépressif. Il est cependant possible que dans ce cas la date du traitement (23 août) ait été trop tardive pour que l'effort catalytique supposé ait pu se produire. BUCHER indique que les sols doivent contenir de 0,4 à 0,5 ppm de bore. Toutefois, dans la pratique, les analyses du bore dans le sol se sont révélées comme peu utiles. De même, les analyses du bore dans les racines ne donnent pas d'indications très valables. La teneur des racines en bore varie de 8 à 15 ppm, dans des champs non déficients, comme dans des champs déficients. Seules les feuilles semblent, à l'analyse, donner des indications valables sur les besoins de la plante en bore. Les analyses devraient porter sur le limbe, sans le pétiole. Les teneurs des sols et des feuilles en bore sont plus basses en automne qu'au milieu de l'été.

**Distribution of major and trace elements in some common pasture species**, G.A. FLEMING (Agricultural Institute Johnston Castle, Wexford, Ireland).

Il s'agit d'un travail d'information préliminaire en vue d'études plus précises sur les problèmes de nutrition concernant le trèfle et quelques autres espèces communes comme le raygrass, etc. L'auteur donne les résultats d'analyses de N, P, K, Ca, Mg, pour diverses parties des plantes et principalement les feuilles et les tiges. Les mêmes résultats sont donnés pour Fe, Mn, Cu, Mo, Zn, B et les cendres, ainsi que pour les oligoéléments « non-essentiels » tels que Ba, Sr, Co, Ni, Pb, Sn, V, Cr, Ti.

**Effects of soil and fertilizer phosphorus on the yield and phosphorus content of the wheat plant**, H. SWEENEY (Johnston Castle Agricultural College, Wexford).

Dans des sols très pauvres en phosphore assimilable, n'ayant subi aucun apport d'engrais phosphoré depuis plusieurs années, le contenu en phosphore du grain de blé augmente lorsqu'un engrais phosphaté est fourni. Sur les sols, où les fertilisants phosphatés ont été appliqués pendant plusieurs années, et où le phosphore assimilable a atteint un niveau élevé, le traitement phosphaté n'a aucun effet sur le contenu en phosphore du grain de blé, quoique une réponse légèrement positive soit obtenue dans la production. Des expériences sur l'effet du phosphore résiduel dans le sol indiquent que, à cause de la répartition inégale de l'engrais dans la couche arable, on peut assister localement à des augmentations spectaculaires de la production accompagnées de changements dans la teneur en phosphore du grain. Dans un sol pauvre en phosphore assimilable à l'origine, le phosphore résiduel semble avoir une action marquée sur la teneur en phosphore des grains récoltés, par contre l'effet sur la production est faible. Ainsi la teneur des grains en phosphore peut donner des renseignements trompeurs sur l'état du sol au point de vue du phosphore.

**Soil analysis and the assessment of fertility in tropical soils**, P.H. NYE. Dept of Agriculture, The University, Oxford.

L'auteur donne quelques idées générales et quelques chiffres concernant les analyses des sols tropicaux et leur fertilité. D'après un grand nombre d'analyses effectuées au Ghana, à Ceylan, en Angola, etc., le « phosphore soluble dans les acides dilués » varie de 13 à 33 %, le phosphore organique de 29 à 52 %, le phosphore résiduel de 31 à 58 %. Dans vingt-six sols de forêts en Malaisie, le phosphore total est de 83 ppm, pour soixante-sept sols de savanes au Ghana, il est de 134 ppm en moyenne, en Angola sur six sols ferralitiques de savanes, il atteint 817 ppm. Ces quantités de phosphore sont faibles. La matière organique fraîche se décompose rapidement sous les tropiques, comme on le sait, et l'auteur précise que le taux de décomposition de la « litière » sous une forêt tropicale atteint 1,3 % par jour alors que cette valeur atteint 6 à 12 % par an sous une forêt de chênes. L'auteur développe quelques considérations sur les cations, en particulier le potassium et sur le pH de ces sols.

**Aluminium in soils and plants on the coast-lands of British Guiana, S.A.** HARRIS (Dept of Agriculture, Georgetown, British Guiana).

L'aluminium, extrait par l'acide acétique 0,5 N, a été déterminé dans les sols de la côte de Guyane britannique en même temps que les teneurs en aluminium des feuilles de différentes plantes poussant sur ces sols. Il semble que l'aluminium extrait ainsi des sols dépende de la teneur en matière organique de ces sols; toutefois, il ne semble pas qu'il soit en relation avec les teneurs en aluminium des feuilles de la végétation naturelle. Les teneurs des feuilles en aluminium varient beaucoup avec les espèces et aussi suivant les différents sols.

**Soil potassium and the growth of vegetable seedlings**, F. HAWORTH, T.J. CLEAVER (National Vegetable Research Station, Wellesbourne, Warwick).

La vitesse de la croissance et la teneur en potassium des plantules de carottes, de laitues et d'oignons sont plus élevées dans les parcelles qui ont reçu des applications de fumier de ferme que dans celles qui ont reçu seulement des fertilisants minéraux (y compris du sulfate de potassium à raison de 150 lb de potassium par acre, 168,1 kg/ha). Pour trouver les raisons de ces différences, l'auteur a étudié les effets des applications de sulfate de potasse, à des taux allant jusqu'à 800 lb de potasse par acre (897 kg/ha), sur la disponibilité du potassium dans le sol, sur la croissance des plantules et sur leur composition minérale. La teneur en potassium échangeable et l'énergie d'échange pour le remplacement du calcium par le potassium (valeur  $\Delta F$ ) après application de 400 lb de potasse par acre (448 kg/ha) étaient semblables à ce qu'elles étaient sur le même sol ayant reçu du fumier pendant huit ans. Les plantules absorbent les mêmes quantités de potassium lorsque le sol reçoit du fumier ou 400 lb de potasse par acre (448 kg/ha). La fixation de l'engrais potassique sous des formes peu assimilables, dans le sol, peut expliquer la réponse relativement faible en croissance, constatée à Wellesbourne, pour des taux d'épandage de 100 lb de potasse par acre (112,1 kg/ha). Pour que la croissance de ces légumes se fasse correctement, il est nécessaire de maintenir les réserves du sol en potassium à un niveau élevé.

**Chlorotic symptom and mineral composition of plants, P.C. DEKOCK (Macaulay Institute for soil Research, Aberdeen).**

Les analyses d'échantillons de plantes ayant une croissance faible pour des raisons variées comme : l'acidité trop élevée du sol, les déficiences ou les excès en potassium ou en calcium, permettent d'établir et de comparer les rapports : manganèse/fer, phosphore/fer et potassium/calcium. L'auteur montre que ces rapports varient de façons comparables en fonction de l'état nutritif de la plante.

**Relation between the health status of sisal plants (*Agave sisalana*), the mineral composition of their leaves and the nutrient status of the**

**respective soils, A. MULLER (Soil chemist Royal Tropical Institute, Amsterdam).**

Des échantillons de feuilles de sisal ont été analysés, provenant d'une part de plantes en bonne santé, d'autre part de plantes déficientes. Les sols correspondants ont aussi été analysés dans leurs couches supérieures. Les résultats montrent que la déficience en potasse est la cause principale du « banding disease ». Dans le cas du « purple leaf tip roll » on aurait probablement une intoxication par le manganèse. Une bonne teneur du sol en matière organique (correspondant à 1,5 ou 2 % de C) et un pH suffisamment élevé (6 à 7) semblent nécessaires à une bonne croissance du sisal. De même, l'absorption des éléments minéraux doit être bien équilibrée.

Bot. et Biol.

# L'AGRONOMIE TROPICALE

—  
Extrait des nos 8-9  
AOUT-SEPTEMBRE 1964  
—

COMPTÉ RENDU

—  
**SYMPOSIUM SUR L'ANALYSE DU SOL ET SES  
RELATIONS AVEC LA COMPOSITION ET LA  
CROISSANCE DES PLANTES**

BRISTOL (3-5 avril 1963)

par

J.-P. COLONNA

Chargé de Recherches de l'ORSTOM, Agrophysiologiste à l'IRAT  
Centre de Recherches Agronomiques de Boukoko (République Centrafricaine)

23 JUIN 1971

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 4765