

En appliquant des méthodes rationnelles d'utilisation des engrais et de gestion des sols, d'irrigation notamment, il est possible d'augmenter la production de plantes de grande culture et de la rendre plus efficace. Les progrès accomplis dans la recherche en phytopédologie grâce à l'emploi des isotopes et des rayonnements ont été examinés lors d'un colloque organisé conjointement par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Agence et qui s'est tenu récemment au Siège de l'Agence, à Vienne.

Au cours de la séance d'ouverture du colloque, M. O.B. Fischnich, Directeur général adjoint au Département d'agriculture de la FAO, a rappelé aux participants que le taux d'accroissement actuel de la population mondiale est de 2% et que d'après les estimations, la population du globe sera de 7 milliards d'habitants en l'an 2000. Selon lui, la solution à long terme du problème de la production de denrées alimentaires en quantité suffisante consiste en une limitation effective de la croissance démographique. «Mais on peut beaucoup contribuer à améliorer la situation en augmentant la production agricole, comme on l'a déjà pu le constater».

Entre 1954 et 1967 la production mondiale de denrées alimentaires a augmenté de 46%, a déclaré M. Fischnich — soit d'environ 2,9% par an. Mais la population mondiale augmentait en même temps; l'augmentation de la production alimentaire par habitant n'a été que de 30%, soit environ 1% par an. L'augmentation totale a été pratiquement la même dans les pays en voie de développement et dans les pays avancés, mais en raison d'inégalités dans le taux d'accroissement démographique, l'augmentation par habitant a été de 25% (1,7% par an) dans les régions avancées et de 6% seulement (0,4% par an) dans les pays en voie de développement.

Quoi qu'il en soit, ces augmentations ont été impressionnantes. Elles ont été dues en grande partie à la production et la culture de nouvelles variétés de céréales à haut rendement, blé et riz notamment, dans les pays en voie de développement d'Asie et de l'Amérique Latine, en même temps qu'à l'introduction de méthodes modernes d'agriculture, application d'engrais, irrigation, etc. Au Mexique, que l'on peut considérer comme le berceau de la «Révolution verte», l'utilisation d'un mutant de blé a permis d'élever le rendement de la culture du blé de 530 kilogrammes par hectare en 1950 à 2530 kg par hectare en 1970. En Inde, la production de blé n'était que d'un peu plus de 12 millions de tonnes en 1964-65, elle atteignait 23 millions de tonnes en 1970-71.

«La Révolution verte a jusqu'ici été limitée», a dit M. Fischnich «à quelques céréales et à quelques pays; mais ses possibilités d'avenir sont vraiment considérables. Cependant, il ne faut pas oublier que de bonnes récoltes de plantes de grande culture à fort rendement dépendent étroitement d'un emploi judicieux des engrais et d'autres pratiques agricoles. De plus, une bonne compréhension des processus par lesquels les végétaux utilisent les éléments nutritifs et l'eau et par lesquels ces éléments parviennent à la plante par l'intermédiaire du sol est essentielle au progrès de la production agricole». La valeur de la méthode des isotopes et des rayonnements pour la recherche dans ce domaine semble avoir été largement admise, comme le montre amplement le nombre de mémoires présentés à ce colloque. —55. (Ces mémoires seront publiés par l'Agence d'ici quelques mois dans les comptes rendus de la réunion. 116 spécialistes et chercheurs envoyés par 34 pays et six organisations internationales ont assisté au colloque).

M. Fischnich a constaté avec plaisir que trois séances du colloque étaient consacrées aux applications des isotopes et des rayonnements en sylviculture, «domaine qui, malgré son importance, n'a pas fait l'objet d'une attention suffisante jusqu'à présent». Avec l'accroissement de la superficie des forêts artificielles actuellement cultivées, on se rend de plus en plus compte de la nécessité de recueillir plus de renseignements sur les sols des forêts et les problèmes en rapport avec la nutrition et la fertilisation des forêts.

Donnée de base

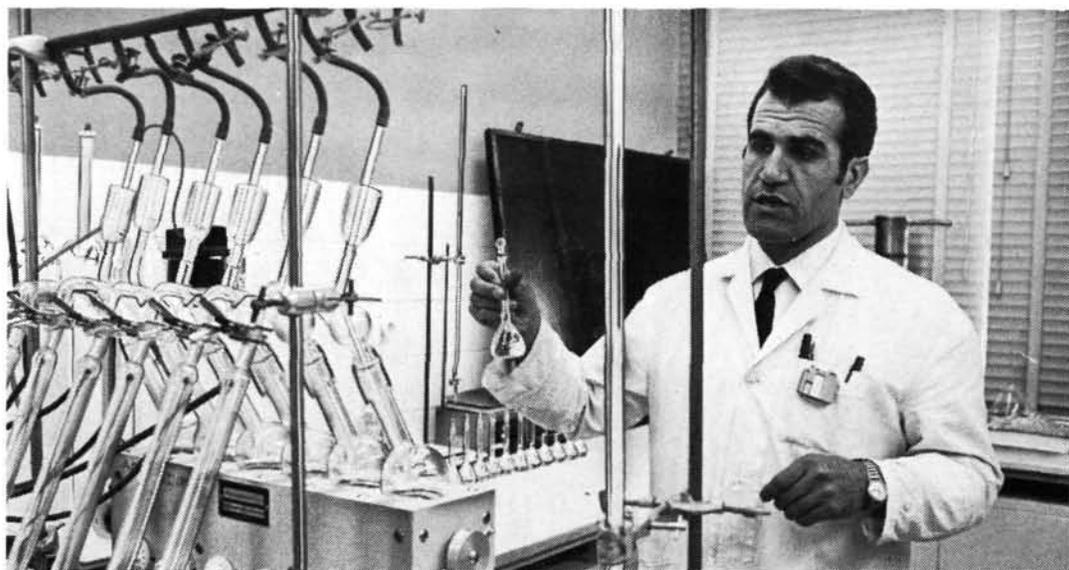
Le précédent colloque au cours duquel les questions traitées ici avaient été étudiées avait eu lieu en 1966; depuis cette date, des progrès considérables ont été accomplis. Au cours de la dernière réunion, les participants se sont surtout intéressés à la recherche sur les aspects physiques et chimiques des sols qui influent sur la croissance des plantes, à la fixation et au transport des substances nutritives par les plantes, aux applications d'engrais et à d'autres pratiques de gestion des sols.

Des engrais marqués avec ^{32}P et avec ^{15}N ont été largement employés dans les programmes de recherche coordonnés de la Division mixte FAO/AIEA de l'énergie atomique dans l'alimentation et l'agriculture sur le riz, le maïs et le blé. La technique employée dans les études des effets des variations dans l'époque d'application, la mise en place et la nature de l'engrais consiste en principe à appliquer l'engrais marqué à la plante et à déterminer quel pourcentage de l'élément contenu dans la plante provient de l'engrais. Etant donné que de telles plantes peuvent faire l'objet d'un prélèvement d'échantillons représentatifs, on peut évaluer la quantité totale d'engrais contenue dans la plante.

Toutefois, pour différentes raisons il est impossible d'appliquer cette méthode aux études sur l'arboriculture. En premier lieu, les quantités d'engrais marqués nécessaires sont généralement beaucoup plus importantes que pour les plantes annuelles; le coût de l'opération serait donc élevé. En deuxième lieu, il n'est pas possible en pratique d'analyser un arbre entier, et on ne peut donc déterminer quel pourcentage de l'élément contenu dans l'arbre provient de l'engrais. Il est donc difficile de formuler des conclusions quantitatives dans l'évaluation des traitements par les engrais.

Etablissement de relevés de l'activité

Pour surmonter ces difficultés, la Division mixte, en collaboration avec le Laboratoire de l'Agence à Seibersdorf près de Vienne, a mis au point une méthode permettant de faire le relevé de l'activité radiculaire des arbres. Cette méthode consiste à injecter des solutions de phosphate marqué dans le sol, en anneaux situés à une profondeur et à une distance du fût de l'arbre adéquates. On évalue les traitements en comparant l'activité (mesurée en ipm de ^{32}P



"... une bonne compréhension des processus par lesquels les végétaux utilisent les éléments nutritifs et l'eau et par lesquels ces éléments parviennent à la plante par l'intermédiaire du sol est essentielle au progrès de la production agricole". Un spécialiste du laboratoire agronomique du Centre d'études nucléaires de l'Université de Téhéran, vérifie l'efficacité de l'utilisation d'un engrais sur des plants de blé, par la méthode des radioindicateurs.

Photo: ONU/Muldoon

par gramme de matière sèche) d'échantillons prélevés successivement sur des parties bien définies de l'arbre.

Au cours d'expériences exécutées dans le cadre d'un programme de recherche coordonné portant sur le palmier à huile, le cacaoyer, le caféier, les citrus, le cocotier et des arbres fruitiers à feuilles caduques, on a procédé aux injections de ^{32}P en broyant des ampoules de verre scellées contenant environ $300\ \mu\text{Ci}$ de ^{32}P dans 4 ml de solution de phosphore à 1000 ppm en 16 points équidistants situés autour de l'arbre, à la distance et à la profondeur voulues. La manipulation et l'application du ^{32}P en ampoules a facilité considérablement les opérations sur le terrain et a réduit au minimum les risques d'irradiation et de contamination.

Les résultats obtenus ont été décrits dans un mémoire présenté au cours du récent colloque par H. Broeshart (Division de la recherche et des laboratoires de l'Agence) et D. Nethsinghe (Division mixte de l'énergie atomique dans l'alimentation et l'agriculture), qui ont constaté que «cette méthode a indiqué de manière satisfaisante en quel endroit se trouvait située la partie la plus active du système racinaire, et qu'on a pu en déduire en quels points il convenait de placer les engrais.

«Il est toutefois devenu évident qu'il n'était possible de procéder qu'à une évaluation qualitative des traitements, non seulement parce qu'il est difficile d'obtenir un échantillon de feuille représentatif d'un arbre, mais aussi parce que la variabilité de l'activité de ^{32}P à l'intérieur de l'arbre et sur différents arbres est extrêmement élevée et qu'on observe fréquemment des écarts types d'au moins 100% ...»

A Seibersdorf on a donc cherché à mettre au point des méthodes qui permettraient de procéder à une évaluation quantitative des traitements tout en réduisant les erreurs élevées d'échantillonnage et de comptage. Pour déterminer si la variabilité élevée était spécifique de ^{32}P , on a comparé des injections de ^{32}P et de ^{15}N au cours d'une expérience sur des pommiers. On a procédé à une deuxième expérience sur des bouleaux et des frênes, en utilisant pour les injections une solution marquée avec ^{32}P et avec ^{33}P . On a pensé que l'emploi d'une méthode de double marquage – avec ^{32}P et ^{33}P – dans laquelle ^{33}P serait toujours appliqué dans une position type par rapport à l'arbre et ^{32}P à un emplacement correspondant au traite-



ment à l'essai présenterait un avantage, à savoir que tous les effets spécifiques de ce traitement – par exemple ceux qui proviennent de la profondeur ou de la distance du point d'application – pourraient être exprimés quantitativement par rapport au traitement type. Il serait ainsi possible d'éliminer la variabilité entre les arbres.

Le mémoire contient une description détaillée des expériences qui ont été effectuées. Broeshart et Nethsinghe parviennent à la conclusion que «peu importe si les modes d'activité radiculaire sont étudiés avec ^{32}P ou avec ^{15}N , étant donné que le résultat est qualitativement le même. D'autre part, la variabilité des résultats obtenus au moyen de l'azote a été considérablement moindre que celle des valeurs obtenues au moyen de ^{32}P , ce qui indique qu'il pourrait y avoir une raison particulière à la forte variabilité de ces valeurs».

Mais, étant donné que ^{15}N est d'un prix trop élevé pour être utilisé dans de nombreuses expériences d'injection autour des arbres, il s'est révélé «beaucoup plus satisfaisant» d'utiliser l'autre méthode dans laquelle l'activité de ^{32}P dans des échantillons de feuilles est exprimée quantitativement par rapport à l'injection type avec ^{33}P pratiquée à un emplacement déterminé près du même arbre. «Non seulement la variation des rapports $^{32}\text{P}/^{33}\text{P}$ est beaucoup moins élevée que celle de l'activité de ^{32}P , mais la méthode du double marquage est quantitative et dépend du nombre d'injections. Du point de vue expérimental, la méthode fondée sur le rapport $^{32}\text{P}/^{33}\text{P}$ présente l'avantage que l'endroit où est pratiqué le prélèvement de l'échantillon de feuille importe peu. Tout échantillon de feuille prélevé sur un arbre recevant à la fois des injections de ^{32}P et de ^{33}P présentera le même rapport aussi longtemps qu'il n'existe pas de voies déterminées menant de certaines parties des racines à certaines parties des branches ou des feuilles: la méthode fondée sur le rapport $^{32}\text{P}/^{33}\text{P}$ pourrait néanmoins être utilisée pour étudier ces voies dans les arbres».

Pratiquement, disent les auteurs, il est maintenant possible d'étudier des méthodes plus rationnelles d'application des engrais. De plus, en principe, la méthode du double marquage pourrait être étendue à des comparaisons des différentes sortes d'engrais phosphatés. Un type d'engrais, qui servirait d'étalon, serait marqué avec ^{33}P et placé à un endroit déterminé. L'engrais à essayer pourrait être marqué avec ^{32}P et la fixation exprimée quantitativement par rapport à l'engrais étalon.

L'avantage déterminant de cette sorte de méthode est que les résultats sont obtenus rapidement. Les méthodes de recherche «classiques» sur l'efficacité des applications d'engrais en arboriculture – consistant à évaluer les rendements après la récolte pour diverses méthodes d'application – peuvent demander jusqu'à dix ans pour une seule série d'expériences, et même dans ces conditions les résultats peuvent n'être pas concluants. Non seulement des travaux comme ceux qui ont été décrits dans le présent article se traduisent par un gain de temps mais ils permettent de réunir davantage de données, qui pourront contribuer à la fois à augmenter la production et à diminuer les frais généraux.