

Physique des sols et production agricole

par K. Reichardt*

La production agricole est largement tributaire des caractéristiques physiques des sols et notamment de leur capacité de rétention et de transmission de l'eau. Ces caractéristiques influent, en effet, sur le volume d'eau qui irrigue les cultures et, en conséquence, sur leur rendement. Il est indispensable de connaître les propriétés physiques du sol pour définir et/ou améliorer les pratiques de gestion hydro-pédologique destinées à optimiser la productivité pour chaque couple sol/climat. Par ailleurs, la production agricole est fortement limitée dans de nombreuses régions du monde par la salinité élevée des sols et de l'eau. Les sols de ce type, dits salins et/ou sodiques selon leur alcalinité, ne peuvent obtenir qu'une très faible croissance végétale.

Selon des statistiques publiées par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la population mondiale devrait doubler d'ici l'an 2000 si le taux actuel de croissance démographique se maintient. Il faudra donc doubler au moins la production alimentaire mondiale d'ici la fin du siècle. Il a été prévu qu'une partie de cette augmentation pourrait être obtenue grâce à l'adoption de technologies plus avancées, comme l'utilisation — du moins dans les pays en développement — de variétés à fort rendement réagissant bien aux engrais. Une part importante de l'augmentation nécessaire devrait venir toutefois de l'accroissement de la surface des terres cultivées. En effet, les étendues sans cesse proportionnellement réduites des terres agricoles disponibles seront soumises à de fortes demandes et il importera au plus haut point de mettre en valeur des sols précédemment classés comme incultivables, tels que les sols salins/sodiques. En outre, la pénurie d'eau est fréquente et limite fortement les rendements des cultures. L'intensification de la production vivrière dépendra donc souvent de l'apport d'eau d'irrigation; mais il se peut également que la qualité de cette eau ne soit pas bonne et aboutisse à la formation de sols salins/sodiques.

La FAO et l'AIEA ont organisé conjointement un colloque** chargé d'évaluer les progrès récents et les tendances dans l'utilisation des techniques des isotopes et des rayonnements pour les recherches sur la physique des sols et l'irrigation liées aux problèmes précités. Les comptes rendus de ce colloque montrent que l'on déploie actuellement de très grands efforts pour que la physique des sols puisse faire l'objet d'une analyse sur le terrain du comportement physique des sols sous l'angle de la pro-

duction agricole, et pour mettre au point des pratiques de gestion efficaces visant à améliorer et conserver, en qualité et en quantité, les terres cultivables. Les travaux portent notamment sur les propriétés de l'eau du sol mesurées sur place qui caractérisent l'économie hydrique d'un terrain ainsi que sur celles qui ont une incidence sur la qualité de la solution du sol à l'intérieur du profil et de l'eau qui s'infiltré au dessous du système racinaire des plantes pour rejoindre finalement les nappes d'eau souterraine et de surface. Les principes et processus fondamentaux qui régissent les réactions de l'eau et de ses solutions dans le cadre des profils de sol sont généralement bien compris. En revanche, la technologie de la surveillance sur le terrain du comportement des sols reste mal définie, du fait notamment de la nature hétérogène de l'ensemble du terrain. Il a été tenu compte de la notion de volume élémentaire représentatif du sol dans la définition des propriétés des sols, la mesure de leurs caractéristiques physiques et l'application des théories physiques à la gestion hydro-pédologique.

La caractérisation physique d'un sol sur le terrain dépend beaucoup de sa variabilité spatiale et temporelle. Si l'on veut décrire de manière satisfaisante une vaste étendue de champs cultivables il faut élaborer des méthodes qui tiennent mieux compte de cette variabilité. Les participants au colloque ont examiné cette question de façon approfondie, en traçant les grandes lignes à suivre à l'avenir. Ils ont reconnu que la sonde ou humidimètre à neutrons se prête particulièrement bien à l'utilisation sur le terrain, et que si les méthodes d'étalonnage des données et d'analyse géostatistique sont appliquées correctement aux sols, elles permettront de mieux comprendre le problème.

Certains mémoires ont traité de la qualité de l'eau d'irrigation et de la production agricole sur les sols salins et sodiques. Un groupe consultatif ad hoc a défini des secteurs de recherche où les techniques faisant appel aux isotopes et aux rayonnements peuvent être utilisées avec succès, de préférence à d'autres. Il a été reconnu à nouveau que la salinité du sol et de l'eau entrave fortement le développement agricole de divers pays, notamment ceux de la zone tropicale semi-aride. Les participants ont estimé que le problème de la salinité présentait des aspects hydrologiques, pédologiques et biologiques complexes, dont la solution nécessitera de nouvelles recherches théoriques et pratiques.

Des résultats intéressants ont été présentés dans le domaine des études hydro-pédologiques et des pratiques de gestion. Ils ont indiqué les moyens grâce auxquels les cultures absorbent mieux l'eau disponible et les engrais ajoutés. Les applications de l'azote 15 en tant que traceur dans les études sur les engrais, ainsi que l'emploi des sondes neutroniques dans les bilans hydriques ont été présentées. Des innovations et des progrès

* M. Reichardt est Chef de la Section de la fertilité des sols, de l'irrigation et de la production agricole de la Division mixte FAO/AIEA de l'application de l'énergie atomique (isotopes et rayonnements) au progrès de l'agriculture et à l'alimentation.

** Colloque international sur l'emploi des techniques des isotopes et des rayonnements dans les études sur la physique des sols et l'irrigation, Aix-en-Provence (France), 18-22 avril 1983.

récents dans les méthodes nucléaires pertinentes ont été mentionnés: notamment des dispositifs de mesure de la teneur en eau du sol et de la densité moyenne du sol qui utilisent soit deux sources de neutrons, une source de rayons gamma et une source de neutrons, deux sources gamma, soit encore des systèmes multiples combinant source gamma et source de neutrons. Le colloque a montré que des progrès avaient été réalisés

dans les méthodes de mesure de la teneur en eau des sols à l'aide des sondes à neutrons, mais qu'il reste beaucoup à faire pour améliorer le matériel et la méthodologie.

Le colloque a été accueilli par le Gouvernement français. Plus de 100 chercheurs venus d'Europe, d'Asie, d'Afrique, d'Amérique du Nord et d'Amérique du Sud y ont participé.



La sûreté d'exploitation des centrales nucléaires

par H.A. Wright*

Avec une expérience représentant près de 3000 années de réacteurs, y avait-il encore quelque chose de nouveau à dire au Colloque sur la sûreté d'exploitation des centrales nucléaires? ** La réponse est affirmative.

Bien qu'aucune percée spectaculaire n'ait eu lieu récemment dans cette industrie en maturation, il y a de nouvelles techniques, de nouvelles perspectives, et de nouvelles façons d'aborder les problèmes anciens. De plus, comme un accident survenant dans une centrale peut avoir d'importantes répercussions sur l'exploitation d'autres centrales dans le monde, l'échange d'informations sur l'amélioration de la sûreté d'exploitation est utile à tous. Les grandes questions abordées au colloque ont été les suivantes: gestion des centrales nucléaires; formation du personnel; facteurs humains et interface homme-machine; améliorations de la conception permettant une exploitation sûre; mise à profit de l'expérience d'exploitation; activités internationales en matière de sûreté d'exploitation; et plans d'intervention en cas d'urgence.

Est-il préférable d'avoir un spécialiste des accidents ou des opérateurs plus qualifiés?

La répartition des responsabilités dans les salles de commande des centrales nucléaires françaises a suscité un vif intérêt, notamment parce que beaucoup de participants ne comprenaient pas le rôle exact de l'ingénieur

de sûreté. En France, en effet, l'ingénieur de sûreté a suivi pendant deux années une formation spéciale sur l'exploitation des centrales dans des conditions anormales; il est diplômé de l'université et possède parfois une expérience de l'exploitation en qualité de chef d'équipe. En situation normale, c'est le chef d'équipe qui est responsable de la centrale, mais dès qu'apparaît une anomalie, il faut prévenir l'ingénieur de sûreté, qui se rend immédiatement dans la salle de commande, où il prend la responsabilité des opérations. Il donne le cas échéant des instructions au chef d'équipe sur les mesures à prendre.

Il est nécessaire, en France, d'avoir des ingénieurs de sûreté spécialisés, parce que les membres des équipes n'ont généralement qu'une formation secondaire; ils peuvent suivre les procédures appropriées, mais on ne leur demande pas de savoir faire un diagnostic en cas d'imprévu. Cet état de choses tranche avec ce que l'on observe dans certains pays, où le personnel des équipes possède des qualifications comparables à celles que l'on exige en France des ingénieurs de sûreté. Ces pays ont besoin de beaucoup plus de diplômés de l'université ayant une expérience de l'exploitation.

Cette description de la pratique suivie en France a suscité des questions quant aux problèmes que risquerait de poser cette apparente répartition des responsabilités dans la centrale. Si le personnel d'exploitation n'a ni les qualifications ni la formation requises pour diagnostiquer une situation anormale, que se passe-t-il lorsque commence à se manifester un phénomène anormal? D'après un rapport sur un incident survenu à la centrale nucléaire de Salem, aux Etats-Unis, il semblerait que, dans certains cas, le chef d'équipe doive intervenir presque immédiatement. Même si l'ingénieur de sûreté

* M. Wright a fait partie de la Section de la sûreté des installations nucléaires de la Division de la sûreté nucléaire de l'AIEA.

** Ce colloque, qui s'est tenu au Palais des congrès à Marseille (France) a été organisé par l'AIEA, en coopération avec le Commissariat à l'énergie atomique et Electricité de France.