

# soudan

L'agriculture est la première activité économique du Soudan, et le principal centre de production est la région de Gezira. Le coton de Gezira apporte le plus gros des recettes en devises du pays, et on a donc cherché à en intensifier la production. Cela aggrave les anciens problèmes et en crée de nouveaux, imposant ainsi une lourde charge à l'Agricultural Research Corporation (ARC), chargé de la plus forte partie des travaux de recherche agronomique au Soudan et dont les possibilités techniques sont réelles mais limitées. L'ARC a par conséquent demandé à l'AIEA une aide technique pour mener à bien ces études.

## Les radioisotopes dans l'agriculture

L'introduction de cet article reprend presque textuellement les termes du rapport final établi à l'intention du Gouvernement de la République démocratique du Soudan, rédigé par un expert de l'AIEA. Cet expert était chargé d'aider à la mise en œuvre d'un projet sur l'application des radioisotopes dans une étude de l'utilisation de l'eau par les cultures irriguées ainsi que le comportement des sols sous irrigation. Cette assistance avait été demandée par le Gouvernement et approuvée au titre du Programme ordinaire d'assistance technique de l'AIEA pour 1969. L'AIEA a fourni un ensemble échelle de comptage-ictomètre portatif comprenant une sonde à neutrons pour la mesure de la teneur en eau du sol, une sonde à rayons gamma pour la mesure de la densité des sols, un dispositif combiné pour la mesure de l'humidité et de la densité superficielle, ainsi que du matériel de radioprotection et accessoires. Par la suite on a fourni sur recommandation du spécialiste deux autres humidimètres de sol à neutrons, complètement équipés. M. Frank Cope, de la Levington Research Station, Royaume-Uni, auteur du rapport final, est le spécialiste qui avait été désigné par l'AIEA pour apporter son assistance aux travaux.

M. Cope a été affecté à l'ARC et détaché à la Section de pédologie du Centre de Gezira (GRS), qui est la plus importante installation de recherche de l'ARC. Créé vers 1918, le GRS a fait ses preuves en menant des études sur tous les aspects touchant à la culture irriguée du coton. Cependant, comme l'a noté M. Cope, la nécessité d'élargir et de diversifier la production amène à s'intéresser de plus en plus à des cultures autres que le coton, particulièrement les cultures commerciales.

Le sol de Gezira présente à la fois des avantages et des inconvénients pour l'agriculture irriguée, mais d'importants problèmes restent à résoudre, entre autres la lutte contre les parasites et les maladies, la sélection des plantes, la gestion des cultures, etc; cependant, de l'avis de M. Cope, le plus urgent est d'améliorer l'irrigation; et ces problèmes se posent aussi bien pour le programme de Gezira et pour les zones éventuelles d'irrigation.

C'est une évidence que les méthodes isotopiques, et notamment l'utilisation des sondes neutroniques (humidimètres de sol) et gamma (densimètres de sol) constituent des moyens modernes et efficaces d'étude des relations plante-sol-eau. Le rapport final rédigé par M. Cope sur le projet auquel il a participé montre bien que ces méthodes peuvent contribuer efficacement à la solution des problèmes agricoles qui se posent au Soudan.

Sonde neutronique en cours d'emploi lors d'une étude du sol. Photo: Cope



Les chercheurs, homologues de M. Cope, ont été désignés par l'ARC et les activités décrites dans le rapport menées en coopération avec les scientifiques et les techniciens soudanais. Les travaux exécutés ont ainsi permis de familiariser ces derniers avec les méthodes nucléaires. En ce qui concerne la formation du personnel et l'organisation de la recherche, la coopération s'est étendue aux membres du personnel de la Division de l'étude des sols du Ministère de l'agriculture et à d'autres personnes. La Division, renforcée grâce à des projets de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), mène actuellement une enquête sur les sols et les possibilités d'utilisation des terres de nouvelles régions. Dans son rapport, M. Cope indique comment les méthodes isotopiques peuvent contribuer à ces activités.

Il écrit à ce propos: « Le Soudan possède certes des ressources en eau d'irrigation qui dépassent ses besoins immédiats, mais on n'en doit pas moins veiller à conserver l'eau dans les ouvrages existants. La capacité des canaux d'irrigation est souvent limitée, et l'excès d'eau peut par ailleurs réduire considérablement le rendement des cultures et créer de problèmes pour l'avenir. Pour bien concevoir de nouveaux systèmes d'irrigation, il faut en premier lieu avoir les renseignements essentiels sur les besoins en eau des cultures. Un excellent moyen pour obtenir ces renseignements est de mesurer les variations de la teneur en eau du sol lorsque

Travaux préparatoires en cours; un des projets dont M. Cope s'est occupé était une étude sur l'amélioration du sol par des cultures et l'application de chaux sulfatée. Photo: Cope



les cultures sont irriguées et lorsqu'elles utilisent l'eau contenue dans le sol. On s'accorde à reconnaître que l'humidimètre à neutrons est actuellement le meilleur outil pour ce genre de travail. En l'absence de ces renseignements, on peut répartir de mauvaises quantités d'eau à de mauvais moments pour une culture donnée, et compromettre la récolte de ces plantes ou encore, en cas d'excédent d'irrigation, la récolte d'autres plantes également. »

Dans son introduction, M. Cope fait ressortir que le niveau de vie du Soudan dépend étroitement de sa production agricole et que le pays est à la veille de nouveaux progrès dans ce domaine. « Le pays a une bonne organisation de recherche agronomique, qui doit toutefois résoudre bien de problèmes difficiles. Les fonds disponibles pour la mise en valeur sont très limités, et ne permettent guère de commettre beaucoup d'erreurs. Les plans de développement doivent donc être fondés sur des données aussi précises que possible. Certains des problèmes qui se posent pour les cultures tant irriguées qu'arrosées naturellement peuvent être résolus en employant de nouvelles méthodes, dont les méthodes isotopiques, objet du présent rapport, sont parmi les plus utiles. L'auteur s'attache à en montrer l'intérêt. »

M. Cope avertit tous ceux qui envisagent d'adopter pour leur travail, notamment dans les pays en voie de développement, des méthodes isotopiques assez complexes que le matériel doit être utilisé intensivement et à bon escient, afin de justifier une dépense très forte. On doit en outre prendre des dispositions pour l'entretien du matériel et, le cas échéant, l'importation de pièces détachées. Dans un projet comme celui auquel M. Cope a collaboré, la première condition est du ressort des chercheurs et du spécialiste qui éventuellement leur apporte son aide; la deuxième concerne les autorités, qui seules peuvent veiller à ce que les chercheurs reçoivent l'assistance dont ils ont besoin et obtiennent les pièces de rechange indispensables.



M. Cope a adopté une formule assez large pour attirer le plus grand nombre possible de chercheurs et techniciens soudanais qui auraient avantage à utiliser des méthodes isotopiques. Des études ont été faites avec la participation d'un certain nombre de scientifiques, ce qui a permis de donner une bonne formation et de susciter un large intérêt pour les nouvelles méthodes. Le matériel a abondamment servi et le fonctionnement semble en avoir entièrement justifié le choix. Ces études initiales avaient cependant un objectif plus direct : apporter une contribution utile à la solution de quelques-uns des problèmes de culture et de pédologie mentionnés plus haut.

Neuf enquêtes ont été menées à bien pendant l'année de séjour de M. Cope au Soudan ; de nombreuses autres sont en cours et M. Cope s'est déclaré prêt à prolonger sa participation à ces activités et à coopérer de diverses manières. Un certain nombre des travaux auxquelles il a pris part sont décrits brièvement ci-après.

Premièrement, une étude sur la préirrigation et l'utilisation d'engrais azotés, dans une plantation de coton du Centre de recherches de Gezira. Il s'agissait d'établir dans quelle mesure et pour quelle durée la préirrigation accroît la quantité d'eau contenue dans le sol à diverses profondeurs (renseignement indispensable pour d'autres études sur l'azote du sol, les mauvaises herbes et la réaction de la plante) et de quelle façon elle modifie celles des caractéristiques du sol qui influent sur la croissance des cultures, par exemple en créant un excès d'eau ou au contraire en apportant à la plante l'eau accumulée dans le sous-sol.

Autrefois l'échantillonnage par trous de carrière précédemment utilisé était malaisé et n'a pas permis d'effectuer un relevé humidimétrique détaillé. En 1971 on a décidé d'effectuer une série de mesures au moyen de l'humidimètre à neutrons. M. Cope note que si la préirrigation peut être pratiquée pour des raisons autres que l'approvisionnement en eau des cultures - par exemple pour lutter contre les mauvaises herbes, dégager de l'azote, préparer la couche de semence, etc., - il convient de ne pas négliger la valeur de l'eau elle-même. L'opinion couramment exprimée à Gezira selon laquelle presque toute l'eau de préirrigation disparaît du sol avant que le coton ne soit semé n'apparaît exacte que pour la couche superficielle du sol. Après une préirrigation unique effectuée en avril, mai ou juillet, on a montré que l'eau restait dans le sol au moment des semailles dans des proportions de 41, 49 et 89%, respectivement ; pour une préirrigation triple (en avril, mai et juillet), 58% de l'eau restait dans le sol. La plus grande partie de cette eau demeure dans une couche située à une profondeur de 30 à 80 cm. Une triple préirrigation, en mai, augmente dans une certaine mesure la teneur en eau du sol au-dessous de 1 m de profondeur, et on sait que le coton capte l'eau même à de plus grandes profondeurs. Au cours de cette étude on a comparé l'absorption de l'eau par les cultures avec et sans application d'engrais azoté. On constate notamment que les plantes sur sol amendé captent l'eau à des profondeurs plus grandes que les plantes sur sol non fertilisé. On a constaté sans surprise que la couche supérieure du sol sèche plus rapidement sous la voûte ouverte du feuillage des plantes non fertilisées que sous la voûte fermée des plantes fertilisées, ce qui pourrait avoir une incidence sur le microclimat et la fréquence des maladies. Une conséquence pratique de cette observation est que les souches plus vigoureuses de coton actuellement produites par amélioration de l'utilisation des engrais (et probablement aussi par l'amélioration d'autres procédés de culture) peuvent avoir un feuillage plus abondant que celui des cultures antérieures, et par conséquent consommer d'avantage d'eau. L'intervalle entre chaque irrigation qui suffisait pour les plantes moins feuillues peut entraîner une pénurie d'eau néfaste à ces plantes plus vigoureuses ; M. Cope recommande donc de poursuivre ces études.

Une deuxième étude menée à Guneid, concernait l'utilisation de l'eau par la canne à sucre sous divers régimes d'irrigation. La culture de la canne à sucre dans cette région et à Kashm El Girba « semble être sur le point de produire, du moins suffisamment pour couvrir les

besoins du pays et économiser des devises fortes» écrit M. Cope; si le coton a fait l'objet d'études approfondies, au Soudan, tel n'est pas le cas de la canne à sucre et l'on ne dispose d'aucune donnée sur l'utilisation de l'eau par cette plante. Des essais effectués avec la coopération du personnel du centre régional de Guneid à l'aide d'humidimètres à neutrons, ont montré que le sol lui-même limite l'absorption de l'eau et que même le plus faible débit d'irrigation suffit généralement à saturer le sol jusqu'à la profondeur utilisée par la canne — 70 à 80 cm — de sorte que l'excédent d'eau, qui reste à la surface, est en grande partie perdu par évaporation ou ruissellement. Des études précédentes avaient effectivement montré que la canne à sucre se trouvait bien à de brefs intervalles d'irrigation mais ne réagissait pas au débit d'irrigation, aussi ce résultat était-il inattendu. Les conclusions détaillées obtenues par les études neutroniques donnent une courbe d'utilisation de l'eau inférieure à ce que l'on aurait pu prévoir sans tenir compte des « facteurs de culture ». « Des études portant sur plusieurs campagnes sont nécessaires avant que l'on puisse faire des recommandations générales », écrit M. Cope, « mais il est très probable que la quantité d'eau apportée à la canne à des moments de moindre utilisation de l'eau par cette culture pourrait être réduite et réservée à l'irrigation d'autres cultures dans la région. »

Les autres études auxquelles a participé M. Cope portent sur l'amélioration du sol, pour diverses cultures et dans diverses régions, par le travail du sol et l'application de gypse; les débits et intervalles d'irrigation du maïs; l'effet de la fissuration sur la pénétration de l'eau dans le sol argileux en friche de Gezira; etc.

M. Cope conclut son rapport par des recommandations détaillées au sujet d'une gamme étendue d'études: l'utilisation de méthodes isotopiques dans l'enquête sur les sols; effets à longue échéance de l'irrigation sur les sols de Gezira; puis il présente un résumé de ses conclusions et pas moins de 11 annexes contenant des données. Sa première conclusion semble largement étayée par le texte de son rapport: « Les méthodes isotopiques sont d'une grande valeur pour la solution des problèmes agricoles qui se posent au Soudan, comme le montre l'étendue des activités fructueuses menées en une année de mission. » Il dit enfin: « Tous les projets cités dans ce rapport concernent des travaux de recherche appliquée à des problèmes économiquement importants; certains d'entre eux seront plus féconds que d'autres. Si tous ces travaux de recherche appliquée étaient évalués par un groupe indépendant d'experts et si l'on accordait une haute priorité à ces projets, ainsi que l'aide qui s'impose, le développement du pays en bénéficierait » — et peut-être aussi celui d'autres pays à un stade similaire de leur développement.

« Les fonds consacrés à la recherche tendent à être gaspillés lorsqu'on les répartit parcimonieusement entre un trop grand nombre de projets, quelle que soit la valeur de ces projets. »