

Mesurer les niveaux d'humidité dans le sol grâce aux rayons cosmiques

Par Bettina Benzinger et Nicole Jawerth



L'humidimètre à neutrons de rayons cosmiques aide les agriculteurs à mesurer les niveaux d'eau dans le sol.

(Photo : AIEA)

Dans plus de 25 pays, des scientifiques se servent des neutrons propulsés sur la Terre depuis l'espace par des rayons cosmiques pour mesurer l'eau dans le sol et aider les agriculteurs à économiser l'eau et à s'adapter aux changements climatiques. À l'aide d'un humidimètre à neutrons de rayons cosmiques, les scientifiques suivent la trajectoire dans l'atmosphère de ces neutrons animés de grandes vitesses pour déterminer la quantité d'eau déjà présente dans le sol et le moment où l'agriculteur doit ajouter de l'eau pour que les cultures puissent prospérer même dans des conditions climatiques difficiles.

« Mon pays est mis à mal par les changements climatiques et la sécheresse », a déclaré Imad-eldin A. Ali Babiker, spécialiste des sciences agronomiques à la Société de recherche agricole du Ministère de l'agriculture et des forêts du Soudan qui a participé à l'un des cours organisés par l'AIEA en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et d'autres organisations internationales. « La formation pour utiliser l'humidimètre à neutrons de rayons cosmiques nous a donné les moyens de gérer la teneur en eau du sol », a-t-il ajouté.

L'humidimètre à neutrons de rayons cosmiques est un appareil qui permet de mesurer les niveaux d'humidité en détectant les neutrons animés de grandes vitesses dans le sol et dans l'air juste au-dessus du sol (voir l'encadré « En savoir plus »). Il est plus rapide et plus facile à transporter et peut plus facilement couvrir une zone par rapport aux méthodes traditionnelles.

Depuis 2013, des scientifiques de la Division mixte FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture testent et étalonnent l'humidimètre à neutrons de rayons cosmiques, notamment une version mobile qui se présente sous la forme d'un sac-à-dos. « Des études sur des cultures comme celle du maïs ont montré qu'un programme d'irrigation utilisant l'humidimètre à neutrons de rayons cosmiques peut permettre d'économiser jusqu'à 100 mm d'eau d'irrigation chaque saison, ce qui équivaut à un million de litres par hectare et à un volume énorme dans des régions où l'eau est rare, en optimisant le volume d'eau qu'un agriculteur doit utiliser et à quel moment il doit l'utiliser, tout en améliorant le rendement des cultures », a expliqué Ammar Wahbi, un spécialiste de l'étude de l'eau dans les sols de la Division mixte.

Plus de 300 scientifiques à travers le monde ont été formés à l'utilisation de cette technologie de détection des neutrons en suivant des cours conçus pour développer les compétences techniques et la capacité à les appliquer dans la prise de décisions. Les participants sont notamment formés à l'utilisation du modèle de simulation AquaCrop, un logiciel mis au point par la FAO pour simuler avec précision la croissance des cultures et la consommation d'eau dans le cadre de différents scénarios.

Selon Ameerah Hanoon Atiyah, un scientifique du Ministère de la science et de la technologie iraquien, « En Iraq, ces cours ont aidé les scientifiques à recenser les cultures adaptées aux conditions climatiques du pays. L'étude de différents scénarios

facilite la prise de décisions ; par exemple, quelles cultures produire pour mieux gérer les rares ressources en eau. »

Étant donné que les méthodes traditionnelles ne permettent de recueillir des informations qu'à quelques centimètres de la sonde, les études à grande échelle exigent énormément de temps et de travail. En revanche, l'humidimètre à neutrons de rayons cosmiques peut fournir des résultats immédiatement pour une superficie de 20 hectares, sans altérer le sol et perturber le vaste réseau d'organismes et de structures interdépendants présents.

« Les méthodes traditionnelles nécessitent de prélever plusieurs échantillons de sol, de les faire sécher au four pendant 48 h et de mesurer la différence de poids entre les échantillons originaux et les échantillons séchés », a expliqué Trenton Franz, un spécialiste en hydrogéophysique de l'Université du Nebraska à Lincoln qui participe aux cours de la Division mixte.

En 2018, plus de dix projets de recherche et de coopération technique nationaux et régionaux ayant trait aux humidimètres à neutrons de rayons cosmiques sont planifiés ou en cours de réalisation dans 15 pays. Dans le cadre de ces projets, des experts ont reçu, ou vont recevoir, leur propre appareil pour appliquer ce qu'ils ont appris pendant les cours.

EN SAVOIR PLUS

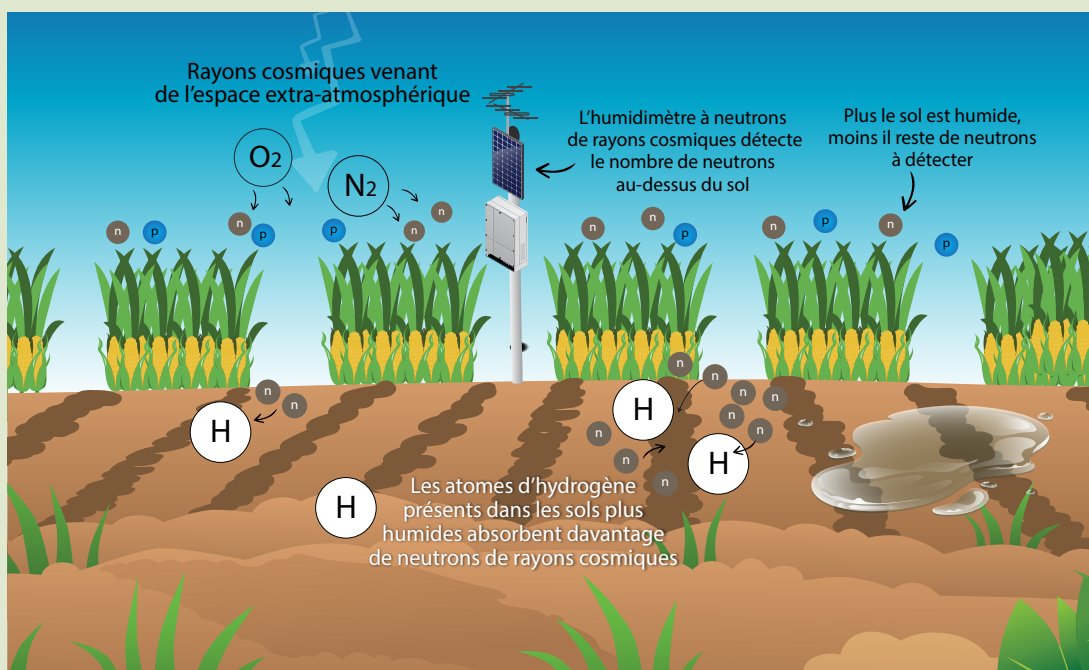
Comment fonctionne l'humidimètre à neutrons de rayons cosmiques

L'humidimètre à neutrons de rayons cosmiques détecte et compte le nombre de neutrons présents dans le sol et dans l'air juste au-dessus du sol. Les scientifiques utilisent ces informations pour déterminer les niveaux d'humidité du sol.

Les neutrons sont produits par des rayons cosmiques de haute énergie (principalement des protons) en dehors du système solaire. Ils entrent en collision avec des atomes, d'hydrogène et d'oxygène essentiellement, dans la haute atmosphère terrestre. Ces atomes se fragmentent en particules subatomiques comme les protons et les neutrons, qui traversent l'atmosphère et continuent d'entrer en collision avec d'autres atomes quand ils tombent.

Lorsqu'ils atteignent la surface terrestre, ces neutrons sont animés de très grandes vitesses. Leur énergie est absorbée par des atomes présents dans l'environnement, en particulier par des atomes d'hydrogène, qui absorbent la majeure partie de cette énergie. Cette absorption ralentit les neutrons.

Étant donné que la majorité de l'hydrogène présent dans l'environnement terrestre se trouve dans l'eau du sol, les scientifiques peuvent compter le nombre de neutrons rapides dans et à proximité du sol pour en déterminer la teneur en eau. Il y a davantage de neutrons rapides dans les sols plus secs, ce qui n'est pas le cas des sols plus humides car l'eau contient davantage d'hydrogène pour absorber l'énergie.



(Infographie : R. Kenn/AIEA)