

# Le rôle des techniques nucléaires dans l'agriculture éco-intelligente

Par Christoph Müller



Christoph Müller est Professeur d'écologie végétale expérimentale à l'université Justus Liebig de Giessen. Il enseigne aussi au University College de Dublin. Ses principaux domaines de recherche sont les effets des changements climatiques sur les processus écologiques, les cycles élémentaires dans les écosystèmes terrestres et les procédés de production des gaz à l'état de trace qui importe du point de vue écologique

Le défi actuel auquel fait face l'agriculture est d'augmenter la production pour nourrir une population humaine croissante, tout en maintenant les coûts environnementaux au minimum. L'agriculture éco-intelligente désigne les systèmes agricoles qui sont très productifs et ont une faible empreinte environnementale. Ces possibilités de gestion de systèmes améliorent le transfert de carbone atmosphérique, ou dioxyde de carbone, dans les sols, où il est stocké à long terme, ce qui limite l'émission de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère.

Cependant, la difficulté est que la productivité de ces systèmes ne dépend pas seulement de la teneur absolue en carbone. Elle dépend aussi de la proportion de carbone par rapport à tous les autres nutriments essentiels à la croissance de la plante. Par conséquent, la clé pour les systèmes agricoles éco-intelligents est d'assurer la gestion adéquate des nutriments, et plus particulièrement de l'azote.

Grâce aux découvertes révolutionnaires des scientifiques du XIX<sup>e</sup> siècle, parmi lesquels Justus Liebig, nous savons que les plantes absorbent l'azote principalement sous forme minérale. Cette découverte a mené au développement de stratégies relatives à l'emploi d'engrais chimiques et à la révolution verte, un ensemble de transferts de technologies et

de méthodes qui a rendu possible une hausse de la production agricole à l'échelle mondiale et a contribué à nourrir une population en constante croissance, en particulier dans les pays en développement pendant les années 1960.

Toutefois, ces progrès étaient accompagnés d'effets secondaires. Certes, les plantes ont commencé à absorber plus d'azote, mais les microbes aussi. Cette absorption par les microbes est la principale responsable de l'augmentation de 25 % des niveaux d'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) atmosphérique. L'oxyde nitreux risque non seulement de provoquer un réchauffement climatique, mais c'est aussi un gaz susceptible d'appauvrir la couche d'ozone dont la durée de vie atmosphérique est de plus d'un siècle.

Le défi que doivent relever les systèmes agricoles éco-intelligents est de dissocier l'application d'engrais synthétiques de la croissance démographique : nourrir la population sans utiliser davantage d'azote. L'un des moyens d'y parvenir est d'apporter de l'azote à la plante en convertissant l'azote indisponible stocké dans la matière organique du sol en azote disponible, comme par exemple de l'ammonium, du nitrate ou d'autres substrats organiques assimilables par les végétaux. Il est possible d'évaluer si l'utilisation de l'azote dans les systèmes agricoles est efficace grâce à un outil, l'efficacité de l'utilisation de l'azote, c'est-à-dire le rapport entre l'apport d'azote et l'azote contenu dans la plante.

Les systèmes agricoles éco-intelligents renforcent la capacité du sol à stocker des nutriments et de l'eau par les possibilités de gestion qui augmentent la teneur du sol en matières organiques, rendant le sol résilient aux changements climatiques. L'amélioration de la fertilité des sols renforcera sur le long terme la capacité des sols à apporter de l'azote. En tenant compte des quantités d'azote présentes dans les sols, il est possible de réduire l'épandage d'engrais et d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote.

## Quand le nucléaire entre en jeu

L'effet des pratiques agricoles sur le stockage du carbone et sur la dynamique de l'apport interne en azote peut être évalué

## Le rôle de l'AIEA dans l'agriculture éco-intelligente

L'AIEA, en coopération avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), aide les États Membres à appliquer des techniques nucléaires et connexes pour améliorer de manière durable la productivité agricole,

s'adapter et renforcer la résilience du système agricole et de la sécurité alimentaire, et réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'agriculture, le tout en tenant compte des spécificités et des priorités nationales et locale.

et quantifié uniquement au moyen de techniques nucléaires et isotopiques utilisant l'azote 15 et d'autres isotopes. Avec l'azote 15, il est possible de quantifier l'apport en azote provenant de différentes sources, notamment les engrais et les sols. La technique permet aussi aux scientifiques d'identifier quelles légumineuses absorbent le plus d'azote atmosphérique par fixation biologique de l'azote, améliorant la fertilité, mais aussi la qualité et la santé des sols.

Il est important d'évaluer les techniques agricoles éco-intelligentes qui visent à réduire les émissions de gaz à effet de serre comme le  $N_2O$ . Avec les techniques de marquage par l'azote 15 ou l'oxygène 18, il est possible d'identifier et de quantifier la source exacte de production de  $N_2O$ . Ces informations permettent aux chercheurs et aux personnes qui utilisent les terres de choisir des stratégies d'atténuation adaptées pour réduire les émissions de ce gaz. Une autre façon de réduire les émissions de  $N_2O$  consiste à améliorer la conversion de ce gaz en  $N_2$ , respectueux de l'environnement,

grâce à des possibilités de gestion qui optimisent l'apport en carbone ou augmentent le pH du sol. D'une façon ou d'une autre, il est crucial de mesurer les émissions de  $N_2O$  et de  $N_2$ . La seule méthode dont nous disposons pour quantifier les émissions de  $N_2$  du sol est le marquage du nitrate par l'azote 15.

Les techniques nucléaires jouent un rôle essentiel dans l'évaluation des possibilités de gestion utilisées en agriculture éco-intelligente. Les méthodes scientifiques de base liées à l'utilisation de techniques nucléaires permettent aux scientifiques de quantifier les effets que les possibilités de gestion ont sur la dynamique de l'azote dans les systèmes plante-sol-atmosphère. Bien souvent, les techniques nucléaires sont la seule possibilité permettant d'évaluer les pratiques de l'agriculture éco-intelligente, qu'il s'agisse de l'effet du stockage du carbone dans les sols ou des processus qui sont responsables du rejet de gaz qui importe du point de vue écologique.

**Les techniques nucléaires jouent un rôle essentiel dans l'évaluation des possibilités en agriculture éco-intelligente. Ici, Christoph Müller montre à un groupe d'experts des États Membres de l'AIEA comment analyser la teneur du sol en azote lors d'une étude sur le terrain. (Photo : AIEA)**

