



Fertilisation azotée spécifique à une partie de parcelle et basée sur des cartes des sols

Série de fiches d'information « Valeur ajoutée des informations sur les sols pour l'agriculture »

Situation de départ

Afin de garantir la sécurité à long terme des rendements des surfaces agricoles, les éléments nutritifs retirés aux sols lors de la récolte doivent être restitués à ceux-ci. L'azote, en particulier, est essentiel à la croissance des plantes. Idéalement, la quantité d'azote apportée doit correspondre à celle dont les plantes ont besoin pour une croissance optimale. En effet, des quantités d'engrais trop faibles peuvent entraîner des pertes de rendement inutiles. A l'inverse, des quantités excessives d'engrais génèrent des coûts superflus et aggravent le risque de transfert d'azote vers les eaux de surface ou les eaux souterraines pouvant entraîner des problèmes écologiques.

Dans la réalité, les conditions de croissance des cultures ne sont pas uniformes. Au sein même des parcelles agricoles, les quantités d'azote disponibles pour les plantes peuvent varier considérablement et ainsi provoquer une croissance très différente des plantes. Pour optimiser la fertilisation azotée, il convient de tenir compte des différences à petite échelle au sein des parcelles.

Une fertilisation ciblée de différentes zones au sein d'une parcelle peut être réalisée grâce à des cartes d'application indiquant les quantités spécifiques nécessaires pour chaque partie de la parcelle. Il existe différentes façons de déterminer ces quantités d'engrais. Par exemple, si une cartographie de rendement est disponible et que, par conséquent, la répartition spatiale des récoltes est connue, il est possible d'estimer la consommation d'azote et d'adapter la quantité d'engrais à apporter.

Les cartes des sols à haute résolution constituent également une base précieuse. Elles identifient les facteurs pédologiques qui influencent la disponibilité en azote. Des cartes thématiques spécifiques peuvent être établies à partir de ces dernières. Elles permettent une adaptation ciblée de la fertilisation pour des surfaces spécifiques. De telles cartes ne sont pas encore disponibles sur l'ensemble du territoire suisse, mais il existe des projets dans lesquels des cartes des sols à haute résolution sont établies de façon rentable. Dans ce qui suit, nous expliciterons, à l'aide d'un exemple de cas pratique, comment une carte d'application pour optimiser la fertilisation azotée au sein d'une parcelle peut être établie à partir de cartes des sols à haute résolution.



Comment optimiser la fertilisation azotée au sein des parcelles ?

Cas pratique



Illustration 1 : Le Centre de compétences sur les sols (CCsols) a réalisé un projet pilote dans la région de Diemerswil située dans le canton de Berne. Sur un total d'environ 185 ha composés principalement de sols agricoles, des méthodes de cartographie des sols ont été testées et des cartes pédologiques et thématiques d'une résolution de 4x4 m ont été établies. L'étude de cas porte sur une petite zone (marquée en vert) à l'intérieur du périmètre du projet. De plus amples informations sur ce projet pilote CCsols et la création de cartes des sols sont disponibles dans Petter et al. (2025).

Dans ce cas pratique fictif, une agricultrice de la région de Diemerswil (BE) souhaite optimiser la fertilisation azotée en tenant compte des différences au sein de ses parcelles (Ill. 1). Elle a modifié son épandeur d'engrais et est en mesure de gérer, grâce aux cartes d'application, la quantité de fertilisants à apporter.

Il existe en Suisse deux méthodes de détermination des besoins en fertilisants, la méthode « Nmin » et la méthode des « normes corrigées ». Celles-ci sont considérées comme étant aussi efficaces l'une que l'autre (Sinaj et al. 2017). La méthode « Nmin » se base sur la mesure de l'azote minéral actuellement présent dans les sols et calcule la quantité d'engrais nécessaire à partir de cette mesure. La méthode des « normes corrigées » est une méthode d'estimation dans laquelle une quantité de référence d'engrais est corrigée en fonction des conditions pédologiques, climatiques et culturelles.

L'agricultrice connaît bien les conditions climatiques et culturales et dispose de cartes des sols à haute résolution qui illustrent les différences pédologiques au sein de ses parcelles. Ces cartes proviennent d'un projet de cartographie mené dans la région (Ill. 1). Elle opte, par conséquent, pour la méthode des « normes corrigées ».

Cette méthode consiste tout d'abord à identifier dans un tableau la quantité de référence pour l'azote (= norme de fertilisation). Elle est disponible pour toutes les principales grandes cultures. La « norme de fertilisation » correspond à la quantité qui doit être appliquée dans une situation standard sur un sol normalement approvisionné en azote afin d'atteindre le rendement moyen escompté en Suisse (Sinaj et al. 2017). En cas d'écart par rapport à la situation standard, la norme peut être corrigée vers le haut ou vers le bas. A cet effet, sept facteurs de correction sont appliqués.

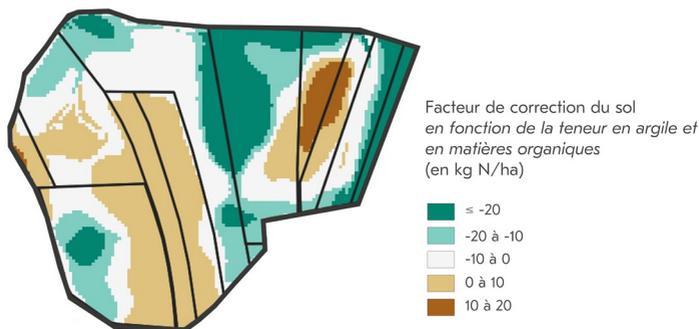


Illustration 2 : Représentation d'un des facteurs de correction du sol de la méthode des « normes corrigées » sur les parcelles de l'étude de cas.

Ces facteurs de correction tiennent compte d'un rendement visé plus ou moins élevé, de l'influence de la culture précédente et de son incorporation dans le sol, de l'azote préalablement apporté grâce à des engrais organiques, de l'influence des labours répétés sur la minéralisation de la matière organique (« MO »), de l'effet de la pluie sur les pertes d'azote par lessivage pendant l'hiver et le printemps, de l'effet des conditions météorologiques au printemps sur la minéralisation de la MO, ainsi que de l'influence du complexe argilo-humique sur la minéralisation de la MO.

L'agricultrice peut facilement déterminer l'influence des six premiers facteurs pour sa région ou ses parcelles et obtenir les facteurs de correction correspondants à l'aide des tableaux (Sinaj et al. 2017). Elle peut déterminer l'influence du sol sur la quantité d'azote à l'aide d'une carte thématique à haute résolution, issue de la cartographie des sols, sur laquelle sont représentés les facteurs de correction pédologiques (Ill. 2, pour de plus amples informations, voir (Petter et al. 2025)).

La méthode utilisée pour établir la carte thématique évalue les apports potentiels en azote pouvant être fournis par la matière organique contenue dans le sol en tenant compte des effets de la teneur en argile et en MO. L'azote est présent dans les sols sous différentes formes.

Valeur ajoutée des cartes des sols

La fertilisation azotée spécifique à une partie de la parcelle, basée sur des cartes des sols à haute résolution, réduit les pertes d'engrais en adaptant le dosage aux caractéristiques spécifiques des sols et aux besoins des cultures. Cela contribue non seulement à réduire les coûts, mais aussi à minimiser l'impact environnemental des pertes d'azote, notamment au niveau de la pollution des nappes phréatiques ou des pertes atmosphériques. Parallèlement, les surfaces à haut rendement sont fa-

vorisées, il est plus ou moins disponible pour les plantes. Les particules d'argile dans les sols peuvent fixer et échanger l'azote sous forme d'ammonium (NH₄⁺) et, par conséquent, peuvent le stocker et le rendre disponible pour les plantes. De plus, l'argile stabilise la matière organique, ce qui freine sa dégradation. Différents processus pédologiques contribuent à la minéralisation de l'azote organiquement sous forme de nitrate (NO₃⁻) également disponible pour les plantes. Ces processus pédologiques dépendent de différents facteurs qui sont fortement influencés par la teneur en matières organiques du sol.

La carte montre que les corrections recommandées des quantités dans les régions varient également à l'intérieur des parcelles (Ill. 2). Dans certaines parties des parcelles, la quantité d'engrais devrait être réduite de plus de 20 kg/ha, tandis que dans d'autres, elle devrait être augmentée jusqu'à 20 kg/ha. Si la norme de fertilisation était appliquée de manière uniforme sur toutes les parcelles, celles-ci seraient partiellement surfertilisées ou sous-fertilisées. Une application spécifique à certaines parties de la surface semble donc être judicieuse. L'agricultrice utilise par conséquent la carte des sols comme base pour la carte d'application.

vorisées permettant ainsi une meilleure utilisation de l'azote. Un dosage précis contribue à apporter de l'azote aux endroits dans lesquels il est nécessaire en favorisant, par conséquent, une maturation plus régulière des plantes. En règle générale, les pertes de récolte sont également réduites et les coûts de séchage diminuent. L'homogénéisation de la récolte contribue à améliorer l'efficacité et la rentabilité.

Fertilisation azotée spécifique à une partie de parcelle

Diminution de la surfertilisation et de la sous-fertilisation

Augmentation de l'efficacité et de la rentabilité

Un regard au-delà de l'horizon

Les coûts de la fertilisation azotée spécifique à une partie de parcelle

La fertilisation spécifique à une partie de parcelle nécessite des investissements supplémentaires, par exemple en termes d'outils, de machines ou de logiciels. Il existe différentes solutions qui permettent une fertilisation entièrement automatisée et guidée par GPS. Il se peut que celles-ci ne soient pas rentables pour les petites exploitations. En parallèle, il existe également des solutions manuelles ou semi-automatisées qui adaptent une partie du processus de fertilisation et facilitent ainsi une fertilisation spécifique à une partie de la parcelle. Il est possible de trouver des solutions économiques pour les petites exploitations.

Cartes de base

D'autres cartes peuvent être utilisées pour adapter la fertilisation azotée dans différentes zones. Il s'agit, par exemple, des cartes issues de la télédétection (images satellites) ou des cartes de ren-

rendement à partir desquelles il est possible de déduire des informations sur la répartition de l'azote dans les sols ou sur l'état et la croissance des cultures. Idéalement, les informations provenant des différentes cartes sont utilisées pour réaliser une carte d'application.

Possibilités d'utilisation des cartes des sols

Outre la méthode présentée ici, Agroscope recommande la méthode Nmin en Suisse. Avec cette méthode, l'azote facilement assimilable par les plantes (Nmin) présent dans les sols est mesuré avant la fertilisation et constitue la « référence » permettant de réaliser une fertilisation spécifique à une partie de parcelle. Etant donné que les valeurs Nmin peuvent varier considérablement au sein d'une parcelle, un échantillonnage basé sur des informations pédologiques préexistantes permet de produire des cartes plus pertinentes. De plus amples informations à ce sujet sont disponibles dans une fiche technique séparée (Kellermann et al. 2025).

Bibliographie

- Kellermann L., Burgos S., Liebisch F., Tanner S. (2025). Valeur ajoutée des informations des sols pour l'agriculture. Fiche d'information « Cartes des sols pour l'élaboration d'échantillons mixtes dans le cadre de la preuve de performance écologique ». Éditeur : BFH-HAFL, CH-3052 Zollikofen, disponible sur www.bfh.ch/hafl/boden
- Petter G., Schorro A., Liebisch F., Greiner L. (2025). Mehrwert von Bodeninformationen für die Landwirtschaft: Einführung in die Faktenblatt-Reihe. KOBÖ-Faktenblatt. BFH-HAFL, CH-3052 Zollikofen-Bern, disponible sur <https://ccsols.ch/fr/downloadcenter/>
- Sinaj S., Charles R., Baux A., Dupuis B., Hiltbrunner J., Levy L., Pellet D., Blanchet G., Jeangros B. (2017). Fertilisation des grandes cultures : Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF). Chapitre 8 / Fertilisation des grandes cultures. Agroscope; Nyon und Zürich, disponible sur www.agroscope.admin.ch

Mentions légales

Auteurs : Gunnar Petter^a, Lucie Greiner^a, Frank Liebisch^b, Alessia Schorro^a

Année de parution : 2025

Éditeur : ^aCentre de compétences sur les sols, ccsols.ch.

Le CCSols travaille sur mandat de trois offices fédéraux : l'OFEV (Office fédéral de l'environnement), l'OFAG (Office fédéral de l'agriculture) et l'ARE (Office fédéral du développement territorial) et est rattaché à la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL) de la Haute école spécialisée bernoise (BFH-HAFL) de Zollikofen.

Co-éditeur : ^bAgroscope, Agroécologie et environnement, Protection des eaux et flux.

Citation recommandée : Petter G., Greiner L., Liebisch F., Schorro A. (2025). Valeur ajoutée des informations sur les sols pour l'agriculture : Fertilisation azotée spécifique à une partie de parcelle et basée sur des cartes des sols. Fiche d'information CCSols. BFH-HAFL, CH-3052 Zollikofen-Berne, disponible sur <https://ccsols.ch/de/downloadcenter/>

Copyright : Conformément au symbole de licence ci-dessous, la reproduction non commerciale du rapport est souhaitée, mais avec indication de la source et envoi d'un exemplaire justificatif à l'éditeur. Le partage est soumis aux mêmes conditions de licence.



KOBO Kompetenzzentrum Boden
CCSols Centre de compétences sur les sols
CCSuolo Centro di competenze per il suolo

BFH Haute école spécialisée bernoise
• Haute école des sciences agronomiques,
forestières et alimentaires HAFL

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope