

# Fertilisation azotée par injection avec CULTAN

**Autrices et auteurs:** Guenola Bernert, Frank Liebisch  
**Version:** 1 / Novembre 2023

**CULTAN (*Controlled Uptake Long-Term Ammonium Nutrition*) est un procédé de fertilisation qui consiste à injecter une solution d'ammonium hautement concentrée dans la zone racinaire des plantes. Ce procédé permet de réduire le lessivage des nitrates et d'augmenter l'efficacité de l'azote.**

Tableau 1: Éléments clés de la mesure

<b>Domaine d'application</b>	Grandes cultures, cultures maraîchères, herbages En particulier pour les zones où le lessivage de l'azote (N) vers les eaux souterraines doit être réduit ou dans lesquelles la fertilisation azotée est limitée pour d'autres raisons.
<b>Niveau de mise en œuvre</b>	Agricultrices et agriculteurs, prestataires agricoles, vulgarisation
<b>Échelle d'action</b>	Champs
<b>Rentabilité</b>	Oscille entre «rentable» (c'est-à-dire $\Delta$ recettes monétaires > $\Delta$ coûts) en cas d'application optimisée et «sans effet sur la rentabilité»
<b>Effet visé</b>	La mesure augmente l'efficacité de l'azote
<b>Sous-catégorie visée</b>	La mesure réduit les pertes de nitrates
<b>Temps de mise en œuvre</b>	Court terme à moyen terme (2–5 ans)
<b>Effet / Potentiel de réduction</b>	Potentiel de réduction (ensemble de la Suisse): faible actuellement < 100 t N, mais peut être considérablement accru en cas d'application systématique dans plusieurs cultures

## Principe d'action

Le procédé CULTAN consiste à injecter de l'azote (N) sous la forme d'une solution d'ammonium hautement concentrée avec un faible pH (< 5,5) dans la zone racinaire des plantes au début de la période de végétation. Cette solution forme ce qu'on appelle un dépôt (fig. 1). L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) est moins lessivé que le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), qui domine dans la fertilisation traditionnelle.

La concentration élevée d'ammonium et le pH bas du dépôt CULTAN visent à assurer une nitrification progressive de l'azote ammoniacal et donc à mieux synchroniser les besoins des plantes en azote et la disponibilité de cet élément dans le sol. En outre, l'apport d'ammonium pour la nutrition des plantes est souvent plus avantageux sur le plan physiologique, ce qui se traduit par une meilleure absorption de N et une meilleure résistance des plantes. Le procédé devrait donc augmenter l'efficacité des engrais azotés et réduire les pertes d'azote qui en découlent souvent, tout en maintenant le niveau de rendement, voire en l'augmentant légèrement.



### Avantages/Synergies

- Efficience généralement supérieure de l'azote et lessivage moindre avec un niveau de rendement égal ou légèrement plus élevé.
- En cas de fertilisation en plusieurs apports, il est généralement possible d'économiser au moins un apport d'azote par culture (économie de travail et de coûts) et de potentiellement réduire le volume de fertilisation azotée.
- La solution CULTAN peut être fabriquée à partir d'ammonium recyclé provenant de boues d'épuration, de lisier ou de résidus de fermentation.

### Inconvénients/Limitations/Conflits d'intérêts

- L'épandage nécessite des adaptations dans le domaine de la logistique: équipement d'injection, transport par camion de grandes quantités de solutions fertilisantes et, éventuellement, stockage temporaire sur place.
- La fertilisation doit soit être effectuée par un prestataire, soit nécessite d'investir dans la technique d'application.
- Le procédé CULTAN pourrait également influencer d'autres flux de pertes d'azote, y compris ceux de N<sub>2</sub>O et N<sub>2</sub>. Toutefois, cet aspect n'a pas encore été beaucoup exploré.

### Interactions

Le procédé CULTAN peut être utilisé pour toutes les formes d'agriculture (biologique, intégrée ou conventionnelle) et est particulièrement adapté au semis direct, aux grandes cultures et aux cultures fourragères. En outre, le procédé CULTAN offre une possibilité intéressante de réutiliser l'ammonium recyclé provenant par exemple des stations d'épuration, du lisier ou des résidus de fermentation. La nutrition des plantes essentiellement à base d'ammonium sous forme de dépôt dans le sol a souvent un effet positif sur la résistance des cultures et permet éventuellement de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires.

### Mise en œuvre: charges/déroulement/application/faisabilité

En Suisse, l'application du procédé CULTAN est proposée par quelques prestataires qui utilisent des machines d'une largeur et d'une profondeur d'injection spécifiques adaptées aux céréales, aux prairies, au tournesol, au maïs et aux betteraves sucrières. Il semble judicieux de recourir à de tels prestataires, en particulier pour une utilisation limitée ou pour une première utilisation de CULTAN.

L'un des défis posés par le procédé CULTAN est le transport des engrais liquides et leur stockage temporaire sur place. De plus, il faut veiller à ce que la composition de la solution d'engrais corresponde aux exigences.

### Conditions d'application

- Pour le procédé CULTAN, il convient d'utiliser une solution de sulfate d'ammonium (8 % / 9 %) ou une solution à base d'urée et de sulfate d'ammonium (15 % / 7 %) avec un pH inférieur à 5,5. Une solution à base d'urée et de nitrate d'ammonium ne convient qu'à condition que la proportion de nitrate ne dépasse pas 25 %.
- L'emplacement de l'injection de CULTAN (profondeur, dépôt ponctuel ou linéaire) doit être adapté à la culture ou au système de culture concerné.
- Le moment de l'application doit être adapté tant à la phénologie et à la dynamique d'absorption de la culture qu'aux conditions pédoclimatiques.

## Évaluations

### Rentabilité

La rentabilité est évaluée ici de manière qualitative, car cette question n'a pas encore été étudiée en détail. Étant donné qu'aucune baisse du rendement physique n'est à craindre, les rendements monétaires restent constants ou sont même légèrement plus élevés en cas d'augmentation ou de plus grande stabilité des rendements physiques. Des pertes de qualité ne se produisent qu'en cas d'utilisation inappropriée. Contrairement aux granulés d'engrais azoté, l'achat de la solution fertilisante se fait en une fois au début de la saison et nécessite donc un versement anticipé. Le prix des engrais liquides à base d'ammonium varie dans un ordre de grandeur similaire à celui des produits granulés et dépend également de la disponibilité à l'échelle locale. Il est même possible de réaliser des économies si les apports en engrais azotés sont réduits en raison de la meilleure efficience d'utilisation de l'azote.

Les coûts de capital générés par le procédé concernent principalement les techniques d'injection et de stockage. Ici aussi, les coûts devraient être du même ordre que ceux des méthodes d'épandage habituelles. Si l'application du procédé est systématique, elle ne devrait donc pas entraîner de coûts supplémentaires. Toutefois, l'utilisation parallèle des deux technologies représente un surcoût qui ne peut être rentable que dans des exploitations relativement grandes. Dans les petites exploitations, il serait plus approprié d'externaliser la fertilisation à un agro-entrepreneur spécialisé dans la méthode CULTAN. Ici aussi, on peut partir du principe que les coûts d'une fertilisation CULTAN réalisée par un agro-entrepreneur sont comparables à ceux d'autres techniques. Grâce à la réduction du nombre d'étapes nécessaires pour l'épandage (au moins une application en moins), on peut même espérer une réduction des coûts du travail.

Globalement, on peut considérer que le procédé CULTAN n'a pas d'impact sur la rentabilité de la fertilisation, c'est-à-dire que  $\Delta$  recettes monétaires =  $\Delta$  coûts, ou même qu'il peut être considéré comme rentable, c'est-à-dire qu'il permet de réaliser un bénéfice, autrement dit  $\Delta$  recettes monétaires >  $\Delta$  coûts.

### Potentiel de réduction

Une étude lysimétrique de douze ans et une étude de terrain de trois ans ont indiqué une augmentation de l'efficacité de l'azote de +8 % à +18 % par rapport à la fertilisation conventionnelle appliquée en surface. La tendance observée est cohérente. Avec le procédé CULTAN, l'étude lysimétrique a montré que le lessivage de l'azote était 38 % plus faible sur toutes les cultures et toutes les années qu'avec une fertilisation conventionnelle. Le procédé CULTAN n'a pas non plus eu d'effet négatif sur les rendements (Bernert et al., 2023).

Le potentiel de réduction du lessivage de l'azote dépend beaucoup de l'utilisation ou de la mise en œuvre du procédé CULTAN. Si la méthode était appliquée à environ 15 % des cultures céréalières en Suisse, on estime que les pertes d'azote par lessivage pourraient être réduites de 50 t.

Calcul: Le lessivage total de l'azote dans les eaux en Suisse représente 34 000 t de N (Heldstab et al., 2013). 20 % de ces pertes sont dues à l'azote des engrais minéraux (OFS, 2023), dont 13 % sont épandus dans les cultures céréalières. 15 % de cet apport peut être facilement remplacé par le procédé CULTAN, ce qui réduirait le lessivage de l'azote de 38 % (Bernert et al., 2023).  $34\,000\text{ t N} * 0,2 * 0,13 * 0,15 * 0,38 = 50\text{ t N}$ .

Une autre estimation basée sur une réduction des besoins en fertilisation des céréales de 10 kg N/ha grâce au procédé CULTAN sur 13 % de la surface cultivée en céréales donnerait environ 180 t N. Dans d'autres cultures, par exemple le colza, le maïs et les prairies, il serait possible de réduire les pertes de la même manière, ce qui multiplierait le potentiel global de réduction. La mesure peut donc être considérée comme une mesure d'accompagnement importante dans le contexte de la réduction des pertes, particulièrement indiquée dans les zones à haut risque de lessivage.

### Critères de qualité/de réussite

L'application du procédé CULTAN est réussie lorsqu'elle permet d'obtenir des rendements identiques, souvent associés à des rendements secondaires plus élevés (p. ex. paille), avec un apport d'azote égal ou inférieur. Dans certains cas, il est également possible d'arriver à augmenter les rendements avec le même apport d'azote. Le procédé augmente donc l'efficacité de l'azote contenu dans les engrais tout en réduisant les pertes de cet élément.

### Perspectives des parties prenantes

En Suisse, environ 420 ha sont actuellement fertilisés chaque année à l'aide de la méthode CULTAN. Les utilisatrices et utilisateurs actuels rapportent des économies allant jusqu'à 250 CHF par ha, car ils appliquent 30 % d'engrais azotés en moins tout en conservant des rendements similaires (sur la base d'un apport d'azote de 140 N kg/ha et de passages réduits dans les cultures).

Certains agriculteurs et agricultrices ont indiqué que le principal obstacle à l'utilisation de la méthode CULTAN était liée à la logistique. D'autres préoccupations ont été exprimées concernant la flexibilité d'utilisation, les coûts et la vitesse d'application.

## Conclusions

- En raison du faible lessivage de l'azote et compte tenu de la possibilité de recycler l'ammonium provenant des eaux usées et d'autres sources organiques d'azote, la méthode CULTAN est une mesure complémentaire particulièrement adaptée aux régions où le lessivage de l'azote vers les eaux souterraines doit être réduit ou dans lesquelles la fertilisation azotée est limitée pour d'autres raisons.
- La date d'application de CULTAN et le procédé employé devraient être adaptés au développement des plantes et aux conditions pédologiques et climatiques.
- L'utilisation du procédé CULTAN suppose des adaptations au niveau de l'exploitation et doit être organisé par un prestataire externe à moins de consentir à des investissements de départ dans la technologie d'application.

## Informations complémentaires

### Contenus dans...

Frick H., Bischoff W.-A., Liebisch F. (2023). Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser: Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE). Agroscope Science 147, 2023, 1-134. <https://doi.org/10.34776/as147g>

Osterburg B., Rühling I., Runge T. et al. (2007). Kosteneffiziente Massnahmenkombinationen nach Wasserrahmenrichtlinie zur Nitratreduktion in der Landwirtschaft. [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/bitv/dk038383.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dk038383.pdf)

Frick H., Bischoff W.-A., Schleicher S., Liebisch F. (2022). Das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten im Vergleich: Gebietsübersicht und Massnahmen. Kap. II.2: Vergleichsgebiete in Deutschland: SchALVO am Beispiel der WSG Grünbachgruppe. S. 58–67. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/53855>

## Bibliographie

- Bernert G., Spiess E., Liebisch F. (2023). Le procédé de fertilisation CULTAN réduit le lessivage de l'azote tout en maintenant les rendements. Recherche Agronomique Suisse 14, 207–213. <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/publication/54722>
- Heldstab J., Leippert F., Biedermann R., Schwank O. (2013). Stickstoffflüsse in der Schweiz 2020. Stoffflussanalyse und Entwicklungen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1309: 107 p.
- OFS (2023). Bilan d'azote de l'agriculture. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel. Numéro OFS: je-d-07.02.05.01 et gr-f-07.06.02.03.03.
- Schwarz A., Bischoff W., Maier J., Müller-Sämann K. (2011). CULTAN-Düngung und Grundwasserschutz: kann die Nitratauswaschung durch CULTAN-Düngung reduziert werden? Gewässergüte Fachberichte, Okt. 2011, 942–950.
- Sommer K., Scherer H. (2007). Source-Sink Relationships in Plants as Depending on Ammonium as „CULTAN“, Nitrate or Urea as Available Nitrogen Fertilisers. International Symposium “Sink-Source Relationships in Plants”. Kaliningrad, Russia: ISHS Acta Horticulturae 835.



Figure 1: Densification des racines autour du dépôt de CULTAN (Photo: Sommer, 2007).



Figure 2: Technique de fertilisation CULTAN (Photo: Martin Häberli).

## Impressum

Éditeur	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zurich <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Series editor	Frank Liebisch
Téléchargement	<a href="http://www.agroscope.ch/perteselementsnutritifs">www.agroscope.ch/perteselementsnutritifs</a>
Copyright	© Agroscope 2023

**Exclusion de responsabilité**  
Agroscope décline toute responsabilité pour d'éventuels dommages en lien avec la mise en œuvre d'informations contenues ici. La jurisprudence suisse actuelle est applicable.