

Détermination des besoins des cultures en fertilisants selon les normes corrigées

Autrices et auteurs: Thomas Guillaume, Christoph Carlen, Anina Gilgen, Frank Liebisch

Version: 1 / Novembre 2023

L'adaptation de la norme de fertilisation azotée sur la base d'informations connues permet une fertilisation proche des besoins de la culture sans effectuer des analyses de sol. La méthode des normes corrigées décrite dans les « Principes de la fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF) » prend en compte, en plus de la norme et du rendement, six facteurs en lien avec les conditions pédologiques, le climat hivernal et printanier ainsi que le mode d'exploitation pour adapter la fertilisation azotée.

Tableau 1: Éléments clés de la mesure

Domaine d'application	Principalement les grandes cultures et les cultures maraîchères, mais des concepts similaires sont également utilisés pour d'autres types de cultures.
Niveau de mise en œuvre	Agricultrices/agriculteurs, canton/exécution
Échelle d'action	Champ, exploitation
Rentabilité	La mesure est rentable. L'application génère habituellement un bénéfice.
Effet visé	Azote (N), phosphore (P)
Sous-catégorie visée	Atmosphère: ammoniac (NH ₃), protoxyde d'azote (N ₂ O); hydrosphère: nitrate (NO ₃ ⁻)
Temps de mise en œuvre	Court terme (< 1 an) à moyen terme (2–5 ans)
Effet / potentiel de réduction	Élevé: > 1000 t N; >100 t P

Principe d'action

Les besoins des cultures en fertilisants dépendent notamment de la fourniture d'azote par le sol. La méthode des normes non-corrigées actuellement utilisée dans le Suisse-Bilanz considère un apport fixe du sol déterminé dans des conditions standards (AGRIDEA-OFAG, 2022). Cet apport est ensuite complété par la fertilisation selon les normes de culture et le rendement pour certaines cultures. En réalité, l'apport d'azote par le sol dépend des conditions pédologiques (ex: quantité de matière organique et d'argile) et météorologiques de l'année qui vont influencer l'activité microbienne et donc déterminer l'apport d'azote du sol aux cultures. Celui-ci est de plus modulé par la gestion de l'agriculteur tel que le travail du sol, le précédent cultural et l'effet résiduel des engrais de ferme. Comme les conditions météorologiques changent chaque année et que les sols suisses sont très variés, il est nécessaire d'adapter la fertilisation en conséquence afin de ne pas sur ou sous-fertiliser, ce qui aurait pour effet de réduire l'efficacité d'utilisation de l'azote ou de diminuer les rendements.

Pour tenir compte de ces aspects, Agroscope a développé une approche décrite dans les PRIF (Principes de la fertilisation des cultures agricoles en Suisse, www.prif.ch) sous le nom de méthode des normes corrigées (Sinaj et al., 2017). Des approches similaires existent dans plusieurs pays européens (Jordan-Meille et al., 2023). Les méthodologies utilisent de trois à dix facteurs pour évaluer les besoins en N et proposent pour la plupart des méthodes d'estimation de l'azote minéral du sol comme alternative à l'analyse de sol.



En complément à ces méthodes prévisionnelles des besoins de la culture en N et en P, il est possible d'appliquer des méthodes diagnostiques de l'état nutritionnel de la culture afin d'ajuster la fertilisation en fonction des conditions effectives du site et des conditions météorologiques de l'année en cours.

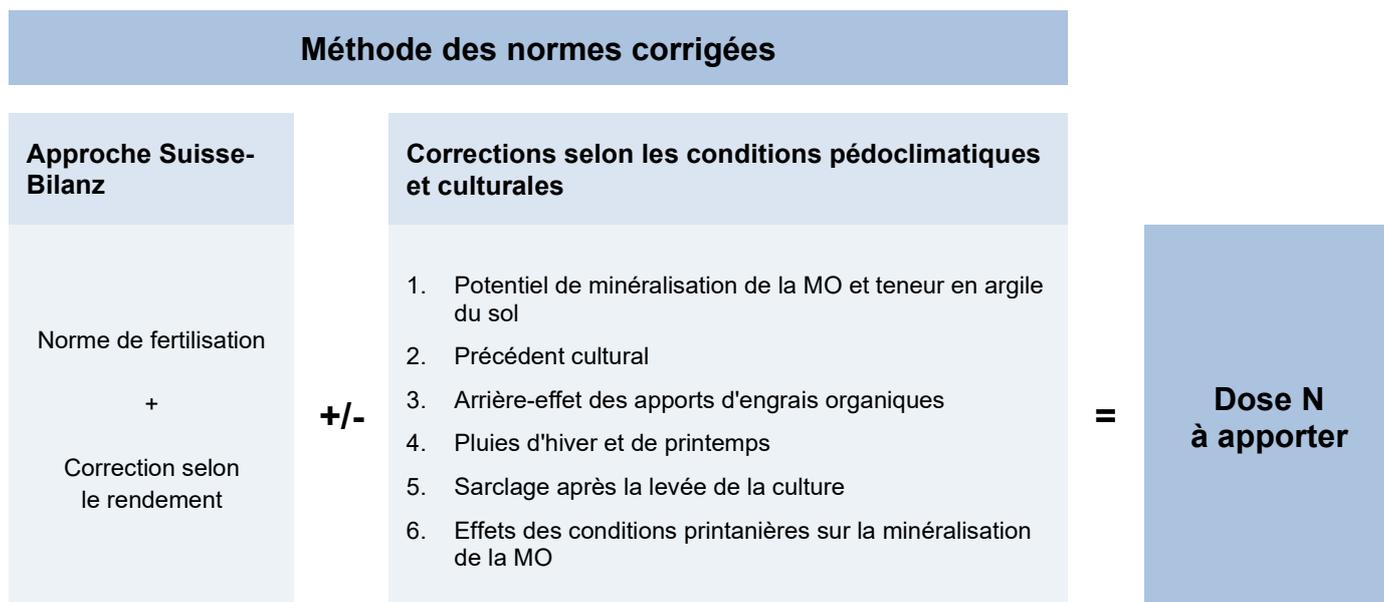


Figure 1. Comparaison des approches Suisse-Bilanz et des normes corrigées pour déterminer la dose d'azote nécessaire afin de couvrir les besoins de la culture. L'approche des normes corrigées reprend la dose calculée dans l'approche du Suisse-Bilanz et la corrige en fonction de six facteurs (adapté de Sinaj et al., 2017). N = azote, MO = matière organique du sol.

Avantages/Synergies

- Fertilisation optimisée
- Économie sur l'achat d'engrais ou augmentation du rendement
- Méthode adaptée aux conditions suisses
- Pas de modification de l'exploitation
- Pas de coûts supplémentaires
- Ne nécessite pas de données supplémentaires à celles déjà demandées pour les prestations écologiques requises.
- Grand potentiel d'application par les agriculteurs et agricultrices

Inconvénients/Limitations/Conflits d'intérêts

- L'approche est une prédiction des besoins en N et en P des cultures pour des années aux conditions pédologiques et climatiques moyennes basée sur des essais agronomiques et le savoir d'experts. C'est pourquoi cette prédiction comporte un certain degré d'incertitude, notamment pour les années extrêmes d'un point de vue climatique, c'est-à-dire les années déviant fortement des valeurs observées jusqu'alors.
- La méthode permet d'adapter les apports selon les conditions météorologiques de l'année seulement jusqu'à la sortie de l'hiver.
- L'absence d'outil convivial pour sa mise en oeuvre engendre un travail de planification supplémentaire bien que toutes les données requises soient disponibles.
- La différence d'échelle entre le Suisse-bilanz (exploitation) et les normes corrigées (parcelle) limite l'interopérabilité des deux méthodes et de leurs contrôles.

Interactions

L'adaptation de la fumure au site et aux conditions est un instrument fondamental et polyvalent qui complète judicieusement de nombreuses mesures et qui peut lui-même être optimisé par d'autres mesures. En voici quelques exemples:

- Tenue d'un carnet des champs numérique pour documenter la fumure et sa planification.
- Fumure N adaptée à l'état nutritionnel des cultures
- Méthode N_{min}
- Méthodes d'application et d'optimisation des engrais
- Agriculture de précision
- etc.

Mise en œuvre: charges/déroulement/application/faisabilité

La méthodologie au niveau suisse existe depuis longtemps et a été validée. Elle peut être appliquée directement. Cependant, il n'existe pas encore d'outil informatique convivial permettant d'effectuer ces corrections de façon simplifiée ou automatique à partir d'informations déjà disponibles dans d'autres bases de données. Actuellement, Agridea et Agroscope mettent en place des projets dans ce but.

L'interopérabilité avec le Suisse-bilanz doit être vérifiée, notamment pour les cas de dépassement du Suisse-bilanz dus aux corrections de la norme vers le haut.

Conditions d'application

- Nécessite un outil convivial de planification de la fertilisation spécifique à la parcelle (application)
- Nécessite des procédures spécifiques de vérification des corrections

Évaluations

Rentabilité

- Pas de coût direct à la mise en œuvre
- Economie sur la quantité de fertilisants appliqués et, éventuellement, diminution des charges de mécanisation et de travail
- Charge de travail supplémentaire pour la planification spécifique à chaque parcelle
- Coûts indirects possibles pour les organes de contrôle (uniquement en cas de vérification)

La rentabilité est évaluée de manière qualitative ci-après, car les coûts de planification de la fertilisation n'ont pas encore été étudiés en détail. La législation exige une planification de la fumure et une documentation dans le cadre des prestations écologiques requises (PER) comme condition préalable à l'obtention de paiements directs. De ce fait, on peut partir du principe que le surcroît de travail n'entre pas en ligne de compte, puisque les mêmes critères de mesure et de qualité s'appliquent. Des coûts de capital apparaissent tout au plus en cas d'acquisition d'un nouveau logiciel de gestion d'exploitation (voir aussi FMIS). Etant donné que l'acquisition de tels logiciels ne sert pas uniquement à satisfaire à l'obligation de fournir des preuves dans le cadre des PER en matière de fertilisation, mais aussi à des tâches générales de gestion et d'organisation, on peut partir du principe qu'une telle acquisition est en soi rentable. Il ne faut pas s'attendre à des coûts de capital supplémentaires ou à des adaptations de la structure de l'exploitation.

Comme une réduction du rendement physique n'est pas à craindre, les produits monétaires restent constants. Si les besoins en engrais azotés diminuent, des économies sont possibles par rapport à la fertilisation selon les normes ou à la fertilisation selon Suisse-Bilanz. La détermination du besoin des cultures en fertilisants à l'aide de la méthode d'estimation doit par conséquent être considérée comme rentable, c'est-à-dire Δ produits monétaires $>$ Δ coûts.

Potentiel de réduction

En comparaison avec une planification de la fumure basée uniquement sur les normes et le rendement, telle que la méthode actuelle du Suisse-bilanz, l'utilisation des normes corrigées a conduit à une réduction de 20 à 40 kg de N par hectare sans affecter la production de blé d'hiver lors d'essais agronomiques (Grossrieder, 2022). L'efficacité d'utilisation de l'azote des engrais a atteint 60 à 70 %. Dans les conditions de cette étude, la méthode des normes corrigées a permis d'obtenir des rendements équivalents à ceux obtenus avec la méthode N_{\min} , mais en utilisant moins de fertilisants. Toutefois, les performances respectives de ces deux méthodes dépendent de la culture et des conditions (Maltas et al., 2015).

En se basant sur les surfaces agricoles utiles en 2021, les potentiels de réduction d'utilisation d'azote selon les facteurs de correction en comparaison à la fertilisation préconisée par les normes sont les suivants:

- Précédent cultural: env. 1700 t d'azote en fonction des surfaces de cultures actuelles
- Arrière-effet des engrais de ferme: env. 3500 t d'azote en fonction de la production d'engrais de ferme actuelle
- Sarclage après la levée des cultures: env. 400 t d'azote

L'effet des trois autres corrections ne peut pas encore être déterminé à l'échelle suisse en raison d'un manque d'informations pédologiques et climatiques spécifiques à chaque parcelle. Toutefois, il faut s'attendre à une correction de la fertilisation vers le haut pour le facteur des pluies d'hiver et de printemps. L'ordre de grandeur pourrait atteindre celui des réductions dues au précédent cultural. L'impact des corrections dues au sol et aux conditions printanières devrait rester faible sur le bilan total.

Au total, la réduction d'utilisation d'azote préconisée par la méthode des normes corrigées selon les trois facteurs estimés conduit à une réduction d'utilisation d'environ 5600 t d'azote comparée à la méthode actuelle des normes utilisée par le Suisse-bilanz. En supposant que les agricultrices et agriculteurs ne fassent pas d'autres plans de fumure que le Suisse-bilanz, la méthode des normes corrigées permettrait de réduire le surplus d'azote de l'agriculture suisse de 6,0 %. Bien que cette prédiction soit incertaine due à un manque de données pour certains facteurs et à l'utilisation d'hypothèses de travail, elle illustre une marge de manoeuvre importante pour réduire le surplus grâce à une gestion de la fumure optimisée. Des études futures permettront d'affiner ces estimations.

Critères de qualité/de réussite

- Baisse des importations d'engrais minéraux (au niveau de l'exploitation et du pays).
- Maintien ou augmentation des rendements
- Adoption élevée de la méthode par les agriculteurs et agricultrices

Perspectives des parties prenantes

L'aspect principal limitant l'acceptation de la mesure réside dans la nécessité de faire un plan de fumure et un contrôle au niveau de la parcelle et non de l'exploitation, ce qui pourrait être perçu comme restreignant la liberté des agriculteurs et agricultrices et comme une charge de travail supplémentaire tant au niveau de l'exploitant qu'au niveau du contrôle.

Conclusions

Il s'agit d'une méthode économique qui peut contribuer de manière significative à la baisse du surplus d'éléments nutritifs dans l'agriculture. Elle correspond aux connaissances actuelles et est solidement étayée pour la Suisse. Pour une large adoption, l'intégration dans des instruments d'exécution et dans des outils numériques conviviaux devrait être encouragée.

Informations complémentaires**Comprises dans...**

AGRIDEA, OFAG (2023). Guide Suisse-Bilanz, Edition 1.18. Office fédérale de l'agriculture (OFAG), Berne. www.ofag.admin.ch > Instruments > Paiements directs > Prestations écologiques requises > Bilan de fumure équilibré > Bases légales > [Guide Suisse-Bilanz 1.18](#).

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

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (2021). Merkblatt zur Ermittlung des Stickstoff-Düngebedarfs (N) für Ackerkulturen (§ 4 DüV): Kultur- und standortbezogene Stickstoff-Obergrenze nach DüV. http://www.ltz-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Arbeitsfelder/Pflanzenbau/D%C3%BCngung/Merkbl%C3%A4tter%20N-Berechnung/Blaues_Merkblatt_Obergrenze.pdf?attachment=true

Sinaj S., Charles R., Baux A., Dupuis B., Hiltbrunner J., Levy L., Pellet D., Blanchet G., Jeangros B. (2017). 8/Fertilisation des grandes cultures. In: *Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse* (PRIF 2017) (Ed. S. Sinaj & W. Richner). *Recherche Agronomique Suisse* 8 (6), Publication spéciale, 8/1–8/46. www.prif.ch

Bibliographie

Grossrieder J., Ringger C., Argento F., Grandgirard R., Anken T., Liebisch F. (2022). Fertilisation azotée spécifique au site: méthodes actuelles et expériences. *Recherche Agronomique Suisse* 13, 103–113. <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/publication/50030>

Jordan-Meille L., Higgins S., Dittert K., Cugnon T. et al. (2023). Comparison of Nitrogen Fertiliser recommendations in different West European countries. *European Journal of Soil Science* 13436. <http://doi.org/10.1111/ejss.13436>

Maltas A., Charles R., Pellet D., Dupuis B., Levy L., Baux A., Jeangros B., Sinaj S. (2015). Evaluation de deux méthodes pour optimiser la fertilisation azotée des grandes cultures. *Recherche Agronomique Suisse* 6, 84–93. <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/publication/35020>

Richner W., Flisch R., Sinaj S., Charles R. (2010). Détermination des normes de fumure azotée pour les grandes cultures. *Recherche Agronomique Suisse* 1 (11+12), 410–415. <https://ira.agroscope.ch/fr-CH/publication/23143>

Impressum

Éditeur	Agroscope Route de Duillier 50 1260 Nyon 1 www.agroscope.ch
Series Editor	Frank Liebisch
Téléchargement	www.agroscope.ch/perteselementsnutritifs
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.