



Accroître l'efficacité de l'azote et réduire les risques de pertes d'azote

Un groupe d'agriculteurs zurichoïses teste des méthodes visant à améliorer l'efficacité de l'azote et à mieux réduire les pertes d'azote dans l'environnement sans abaisser le niveau de production. Le projet permettra d'identifier les possibilités et les limites de la méthode OSPAR (« Hoftor-Bilanz ») et d'étudier un modèle innovant d'indemnisation en fonction des effets.

Situation initiale

L'azote (N) est un élément chimique, dont les composés sont essentiels pour l'alimentation humaine et animale ainsi que pour la croissance des végétaux. C'est l'un des principaux éléments nutritifs et fertilisants utilisés pour fertiliser les cultures. Or, les excédents d'azote peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement, comme la perte de biodiversité, l'émission de gaz à effet de serre ou la pollution des eaux souterraines et des eaux de surface, pour ne citer que quelques-unes des nombreuses conséquences défavorables. L'agriculture doit donc augmenter autant que possible l'efficacité de l'azote. Il s'agira d'épandre moins d'engrais azotés par quantité produite. L'efficacité de l'azote stagne autour des 30% dans l'agriculture suisse, mais elle varie considérablement selon le type d'exploitation et selon l'altitude, ainsi qu'au sein d'un même type d'exploitation. Cependant, la réglementation et les instru-



Photo principale: les pertes d'azote sous forme gazeuse nuisent à la biodiversité, causent l'acidification des sols, favorisent la formation de particules « secondaires » de poussières fines dans l'atmosphère et sont responsables de celle du gaz hilarant, qui a un effet néfaste sur le climat; les pertes d'azote sous forme de nitrates polluent les eaux souterraines et les eaux superficielles. Il est possible de trouver des solutions grâce à une approche portant sur l'ensemble de l'exploitation. Source: Agrofutura

ments actuels des prestations écologiques requises ne permettent plus d'obtenir des améliorations notables. Par ailleurs, les objectifs environnementaux pour l'agriculture sont encore loin d'avoir été entièrement atteints en matière d'azote.

Objectifs

Le projet a pour objectif de montrer comment les exploitations peuvent améliorer

l'efficacité de l'azote et réduire les excédents d'azote. Il examinera l'applicabilité de méthodes servant à déterminer l'efficacité de l'azote dans les entreprises agricoles. Il prévoit une augmentation d'au moins 5% de l'efficacité de l'azote dans les exploitations du type « Vaches laitières » qui participent au projet et une diminution de 5% des excédents du bilan d'azote (= entrées d'azote-sorties d'azote). Les exploitations combinées « Bétail laitier / grandes cultures » et les entreprises de transformation doivent accroître l'efficacité de l'azote d'au moins 10% et réduire d'autant leurs excédents. Le projet testera un système d'indemnisation innovant, basé sur les effets, favorisant une application des mesures efficace et économique, pragmatique. Le projet doit aider à atteindre les objectifs de politique agricole et de politique environnementale concernant l'azote grâce aux connaissances et à l'expérience qu'il a permis d'acquérir.

Mesures

Il est prévu dans le projet que des chefs d'exploitation analysent leurs flux d'éléments fertilisants en étroite collaboration avec des chercheurs et des vulgarisa-

Données clés

Thème principal	Accroissement de l'efficacité de l'azote, fertilisation
Zone du projet	Canton de Zurich
Responsables	Zürcher Bauernverband, Amt für Landschaft und Natur Zürich et Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Zürich
Contacts	Annelies Uebersax; uebersax@agrofutura.ch
Site web	www.agrofutura.ch www.zbv.ch/umwelt/n-effizienz
Durée	2018-2023, Suivi jusqu'en 2025
Financement	Coût total budgétisé (1 ^{re} à 8 ^e année): CHF 4 555 650 Contribution OFAG budgétisée (1 ^{re} à 8 ^e année): CHF 3 556 568 Coût total effectif (1 ^{re} à 6 ^e année): CHF 2 211 090 Contribution OFAG effective (1 ^{re} à 6 ^e année): CHF 1 662 999

teurs. Ils mettent au point des stratégies adaptées aux besoins de leurs exploitations ainsi qu'aux conditions auxquelles celles-ci sont soumises et ce, en vue d'une gestion globale de leurs éléments fertilisants, en créant des synergies dans les domaines du sol, de la biodiversité et de la protection des végétaux. Les exploitations prenant part au projet appliqueront des mesures dans les cinq catégories suivantes: optimisation de l'alimentation du bétail laitier et de l'exploitation des cultures fourragères, amélioration de l'efficacité azote des engrais de ferme et augmentation de celle des engrais minéraux, méthodes culturales et enfin mesures innovantes en matière de pertes d'ammoniac, d'engrais de ferme et de légumineuses.

Mise en œuvre

Au total, 19 exploitations ont participé à ce projet d'utilisation durable des ressources. Il s'agissait de six exploitations de type « bétail laitier et herbages », de cinq de type « bétail laitier et grandes cultures » et de huit de type « transformation (porcs/volaïlle) ». Tous les participants ont mis en œuvre les trois mesures principales: plan d'affouragement, planification des apports en engrais de ferme et réduction de l'azote dans les aliments pour animaux produits hors de l'exploitation, c'est-à-dire substitution ou réduction de l'utilisation d'aliments concentrés. De nombreuses exploitations ont également appliqué les mesures supplémentaires Analyses des engrais de ferme, Plan de fumure et Réduction des apports d'engrais minéraux. Cinq d'entre elles ont testé les analyses N_{min} et les inhibiteurs de nitrification afin d'améliorer l'efficacité de l'azote. Les exploitations pouvaient choisir parmi 18 mesures à disposition, mais pouvaient aussi proposer leurs propres approches, telles que la valorisation du fumier de poulet dans une installation de biogaz ou la reprise de digestat pour améliorer la disponibilité de l'azote dans les engrais de ferme.

Le bilan apparent à l'exploitation a été calculé chaque année pendant la phase de mise en œuvre des mesures (de 2018 à 2023), et les résultats ont été comparés à la valeur moyenne des années de référence (2015-2017). Cette méthode de bilan de fumure, dans laquelle l'exploitation constitue la limite du système, représente les apports et les pertes d'éléments fertilisants. Parmi les apports (input) d'azote,

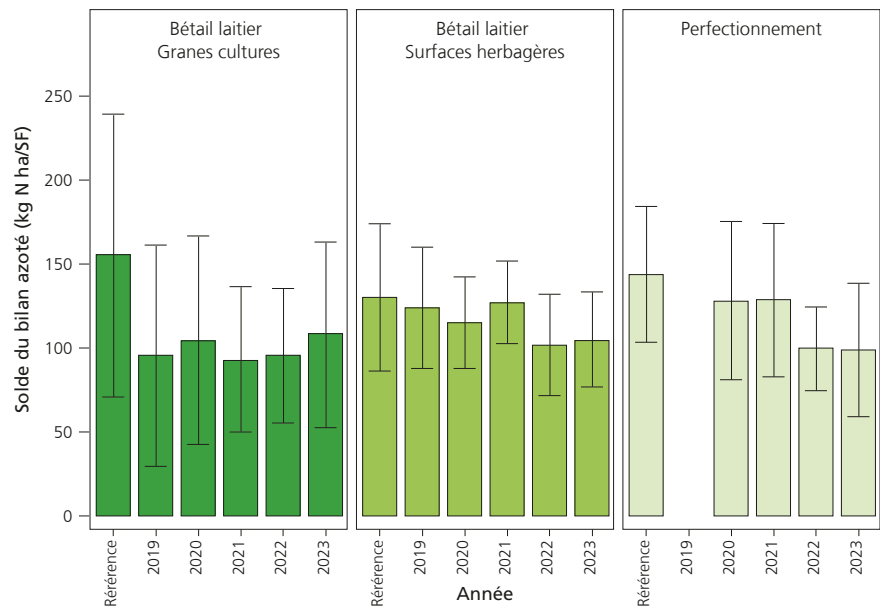


Figure 1: Évolution du solde du bilan azoté par type d'exploitation. Représentation de la valeur moyenne des années de référence 2015 à 2017 et chaque année de mise en œuvre des mesures (2019-2023). Les exploitations de type « transformation » ont appliqué les mesures seulement à partir de 2020.

Source: Akert F., Braun S., Reidy B., Uebersax A. et Zeller-Dorn K. (2024): projet d'utilisation durable des ressources « Einzelbetriebliche Stickstoff-Effizienz steigern und N-Verlustrisiko reduzieren », canton de Zurich, rapport final.

on compte les importations d'aliments pour animaux, d'engrais (minéraux, de ferme, de recyclage et engrais commerciaux organiques), de litière, de semences, d'animaux, les retombées atmosphériques d'azote et la fixation biologique de l'azote. Les pertes (output) d'azote comprennent les exportations sous forme de lait, d'œufs, d'animaux, d'engrais de ferme, de produits des grandes cultures et de fourrage grossier. La différence entre les input et les output donne le solde du bilan azoté et constitue une valeur importante pour estimer le risque environnemental relatif à l'élément fertilisant considéré.

Résultats finaux: objectifs d'impact

La grande majorité des exploitations (17 sur 19) ont atteint les objectifs de réduction du solde du bilan azoté selon le bilan apparent à l'exploitation. Ce résultat montre qu'il existe bel et bien un potentiel de réduction des excédents d'azote. L'input d'azote (charge ou apport dans l'exploitation) a pu être réduit dans tous les types d'exploitation, alors que l'output d'azote (rendement ou azote dans les produits qui quittent l'exploitation) est en moyenne resté au même niveau, voire a pu être augmenté. Les exploitations de type « bétail laitier et herbages » ont réduit leur solde du bilan azoté, qui

est passé en moyenne de 156 à 101 kg N/ha de surface fertilisable (SF). Dans les exploitations du type « transformation », le solde est passé de 144 à 114 kg N/ha SF, alors qu'il n'y a pas eu de différences notables entre les années de référence et les années de mise en œuvre du projet dans les exploitations du type « bétail laitier et grandes cultures ». Le projet n'a pas permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle les exploitations du type « bétail laitier et herbages » sont potentiellement moins aptes à augmenter leur efficacité en azote. Les différentes orientations des exploitations, qui étaient majoritairement mixtes, et des facteurs d'influence externes, tels que les conditions météorologiques, ont conduit à une forte dispersion des données. Les années marquées par des pertes de rendement, il a parfois fallu importer davantage de fourrage que les années « normales », ce qui a eu une incidence considérable sur les chiffres du bilan apparent à l'exploitation.

Pour de nombreuses exploitations, augmenter l'efficacité de l'azote conformément aux objectifs définis dans le projet a été un vrai défi. Au final, sept exploitations sur les dix-neuf inscrites ont atteint l'objectif fixé pour augmenter l'efficacité de 5% pour les exploitations du type « bétail laitier et herbages » et de 10% pour



les autres. Les exploitations des groupes « bétail laitier et herbages » et « transformation » ont réussi à augmenter considérablement leur efficacité en azote, passant de 39 à 50% pour le premier groupe et de 66 à 72% pour le second. Toutefois, au vu du résultat global des 19 exploitations, l'objectif de +10% doit être considéré comme trop ambitieux. En moyenne, les participants ont augmenté leur efficacité en azote de 5,9%. On peut donc en déduire qu'une augmentation de l'efficacité d'environ 5% semble réalisable avec quelques changements fondamentaux dans l'exploitation. Une réorientation stratégique de l'exploitation sera en revanche nécessaire dans la plupart des cas pour dépasser cette valeur et augmenter encore l'efficacité. La forte dispersion des résultats entre les exploitations est notamment due au fait que la plupart des participants sont des exploitations mixtes, ce qui a un fort impact sur l'efficacité en azote. Le résultat remet également en question la définition des valeurs cibles, différenciée selon le type d'exploitation, et complique le rattachement à un groupe de référence. Outre les différences entre les exploitations, les effets annuels, notamment liés aux conditions météorologiques, sont également clairement visibles.

Résultats finaux: objectifs d'apprentissage

Un sondage standardisé mené auprès des chefs d'exploitation a permis de mesurer l'acceptation des mesures. Plus de 80% des personnes interrogées souhaitent continuer à mettre en œuvre les mesures « alimentation des animaux » et « optimisation de la rotation » à l'issue du projet. Selon les chefs d'exploitation, ces mesures sont particulièrement efficaces et n'entraînent quasiment aucune perte de rendement ou de performance. De même, 73% des exploitants souhaitent poursuivre le plan de fumure. En revanche, les mesures « planification des engrais de ferme » (21%) et « produits de traitement du lisier » (40%) ont rencontré une faible acceptation. Les chefs d'exploitation ont trouvé que la planification des engrais de ferme, et notamment la prise d'échantillons pour les analyses de lisier, était chronophage, et ont considéré l'utilité des résultats comme trop faible. S'agissant des produits de traitement du lisier (p. ex. Pladin), les exploitants leur reprochent une action peu visible alors qu'ils entraînent des coûts supplémentaires.

La plupart des exploitations ont jugé important le soutien offert par le service de vulgarisation du Strickhof au début du projet, notamment pour la mise en œuvre des mesures « alimentation des animaux », « planification des engrais de ferme », « plan de fumure », « produits de traitement du lisier », « gestion des animaux de rente » et « optimisation de la rotation ». Dans les exploitations laitières, la performance laitière est restée stable malgré une teneur moyenne plus faible en protéine brute. Les liens statistiques entre l'utilisation d'aliments concentrés et le solde du bilan azoté indiquent une incidence directe des mesures relatives à l'alimentation.

Dans les exploitations de type « transformation », il a aussi été possible de réduire les teneurs en protéine brute dans l'alimentation des animaux. Toutefois, la hausse des coûts induite par des aliments concentrés améliorant l'efficacité en azote ne pourra vraisemblablement pas être entièrement compensée.

L'évaluation des rendements est régulièrement influencée par des conditions météorologiques extrêmes, comme ce fut le cas en 2021. L'observation menée sur plusieurs années dans le cadre du projet permet toutefois de tirer des conclusions sur l'évolution du rendement. Pendant les années de mise en œuvre du projet, l'utilisation réduite d'engrais minéraux n'a pas fait baisser les rendements dans les exploitations pratiquant les grandes cultures, ce qui montre qu'il existe un certain potentiel de réduction de la fumure azotée dans les grandes cultures. Ce potentiel peut être exploité grâce à une fumure adaptée aux conditions locales. Les exploitations qui ont investi dans des technologies réduisant les pertes ont eu des frais beaucoup plus élevés, qu'elles ne peuvent pas compenser. En production végétale, une meilleure efficacité en azote a tendance à faire augmenter les coûts de semences, notamment à cause des semis d'engrais verts et de cultures dérobées. Par ailleurs, une exploitation efficace en azote des grandes cultures entraîne généralement une hausse des coûts de main-d'œuvre.

Dans le cadre de ce projet, les deux méthodes de bilan, à savoir Suisse-Bilanz et le bilan apparent à l'exploitation, sont considérées comme comparables du point de vue de leurs caractéristiques, telles que

l'acquisition et la qualité des données et le temps nécessaire aux calculs. La plus grande différence réside dans la méthode de calcul et donc aussi dans la valeur informative. Les deux méthodes visent à donner un aperçu complet de la situation de l'exploitation en ce qui concerne les éléments fertilisants. Certains chefs d'exploitation seraient prêts à utiliser le bilan apparent à l'exploitation comme instrument d'application. Les calculs montrent toutefois que ce type de bilan présente aussi des faiblesses méthodologiques et des imprécisions quant à l'interprétation des résultats. Il se prête peu, tout comme le Suisse-Bilanz, à une utilisation en tant qu'instrument de planification pour la gestion opérationnelle de l'exploitation à court terme. Les plans de fumure sont ici plus adaptés.

Coût total (6 ans)

Les coûts totaux durant les six premières années du projet s'élèvent à 2 211 090 francs, dont 1 662 999 francs financés par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG).

Conclusion

Les objectifs d'efficacité du projet ont été majoritairement atteints, en moyenne sur l'ensemble des exploitations participantes. Les résultats révèlent néanmoins une grande dispersion, entre les exploitations mais aussi entre les différentes années du projet. Après avoir mis en œuvre les mesures, la majorité des exploitations ont pu réduire leurs excédents d'azote. L'optimisation de la fumure et de l'alimentation des animaux, combinée à des apports réduits d'azote par l'intermédiaire d'engrais minéraux et d'aliments concentrés, s'est révélée être une mesure particulièrement efficace. Pour d'autres mesures, comme des améliorations en production fourragère ou l'utilisation de produits de traitement du lisier, on ne sait pas encore quand et comment leurs effets se feront sentir. L'input d'azote a pu être réduit en moyenne dans tous les types d'exploitation, alors que l'output d'azote est resté stable, voire a augmenté. Les objectifs du projet pour le solde du bilan azoté ont été atteints. En revanche, les objectifs visant à augmenter l'efficacité de l'azote étaient trop ambitieux. Améliorer durablement l'efficacité en azote demandera des modifications substantielles des exploitations.