

Azote

Quel risque prend-on à sur-sous-fertiliser le colza ?

La récente augmentation des prix des produits agricoles et des engrais et la montée des préoccupations environnementales obligent à revoir la question de la dose optimale d'azote. Les expérimentations de fertilisation azotée conduites par le CETIOM et ses partenaires montrent qu'il existe une dose optimale qui permet d'atteindre des performances économique et énergétique proches du maximum. Avec ce niveau de fertilisation, les impacts environnementaux des pertes en azote devraient également être limités. Cette stratégie gagnante passe par une utilisation rigoureuse d'outils de calcul de la dose.



▲ L'augmentation du coût de l'engrais azoté et du prix des graines de colza, mais aussi la montée des préoccupations environnementales, justifient d'affiner la fertilisation azotée du colza.

L'engrais azoté minéral est un facteur clé de la production du colza. Les besoins en azote de cette culture sont importants, de 6 à 7 unités par quintal de graines. Les plantes doivent donc absorber plus de 200 unités N/ha pour atteindre un objectif de 35 q/ha. Un déficit en cet élément nutritif conduit à une forte réduction de rendement, comme le montre la *figure 1*. L'agriculteur doit donc veiller à assurer une bonne nutrition

azotée de sa culture, notamment en apportant de l'engrais azoté minéral. Mais il doit aussi tenir compte du faible gain de production par unité d'azote supplémentaire pour des doses proches de celle qui assure le rendement maximal. Aller chercher le « dernier quintal » risque de réduire la performance économique de la culture. Il n'y a donc pas seulement un risque à sous-fertiliser : la sur-fertilisation est également pénalisante. Il s'agit là de recommandations connues depuis bien longtemps, mais l'enjeu est désormais plus important et plus

diversifié, en raison des augmentations du coût de l'engrais azoté minéral, du prix des graines de colza et de la montée des préoccupations environnementales. Ces évolutions ont probablement déplacé l'optimum de fertilisation azotée minérale. Il est donc nécessaire de faire le point.

▶ En raison des augmentations du coût de l'engrais azoté minéral et du prix du colza, la limitation des pertes en azote est plus que jamais un enjeu majeur.

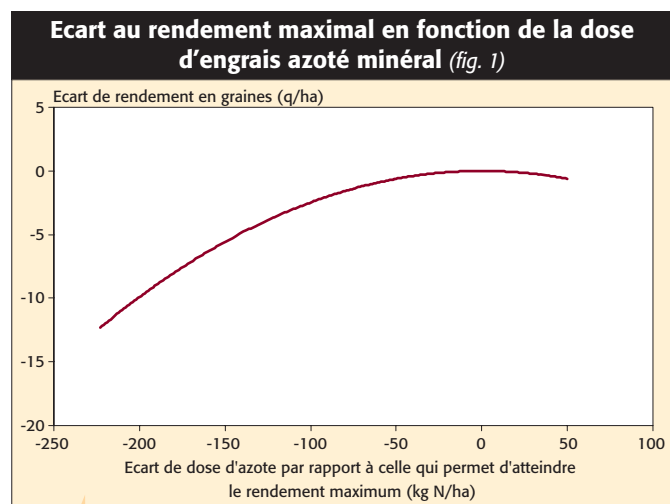
Francis Flénet
flenet@cetiom.fr
CETIOM

-fertiliser ou

L'optimum économique est obtenu avec un rendement inférieur au maximum

La courbe de rendement en fonction de la dose d'engrais azoté, présentée dans la *figure 1*, a permis de calculer l'effet sur la marge brute d'un écart à la dose d'azote qui donne le rendement maximal. Ces calculs ont été réalisés pour des prix de la graine de colza et de l'engrais azoté conformes à ce qui était observé ces derniers mois, respectivement 37 €/quintal et 1,25 €/unité, et pour des hypothèses d'augmentation ou de diminution du prix de l'un de ces produits (*figure 2*). Dans la situation actuelle de prix, l'optimum éco-

nomique est atteint pour environ 70 unités N/ha en dessous de la dose nécessaire pour le rendement maximal. Le rendement en graines obtenu avec la dose optimale pour la marge brute est néanmoins très proche du maximum (perte d'un quintal environ). L'optimum économique est observé pour des doses d'engrais azoté inférieures si le prix de la graine diminue ou si le coût de l'azote augmente, et pour des doses supérieures dans les scénarios contraires. Il existe une certaine tolérance à un écart à l'optimum économique. Quelle que soit l'hypothèse de prix des graines et de l'azote, 30 unités de plus ou de moins par rapport à la dose optimale font perdre moins de 10 €/ha. En



Courbe tracée à partir des résultats de 73 expérimentations de fertilisation azotée minérale conduites entre 1993 et 1999.

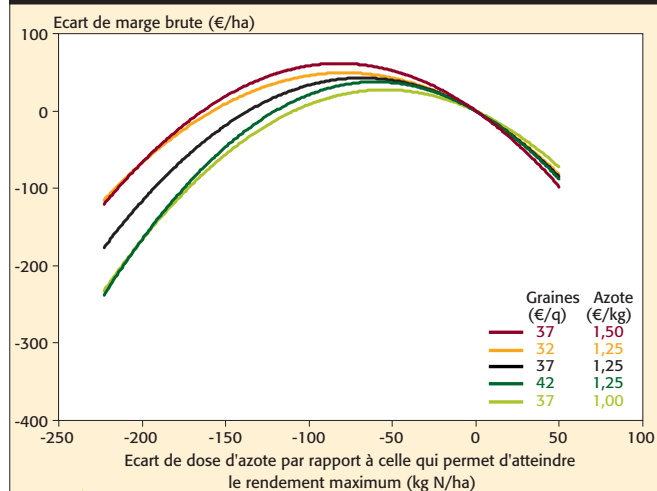
Un déficit en azote conduit à une forte réduction du rendement en graines.



© L. Jung, Cetiom

▲ Une bonne fertilisation azotée du colza passe par une prise en compte du faible gain de production par unité d'azote supplémentaire pour des doses proches de celle qui assure le rendement maximal.

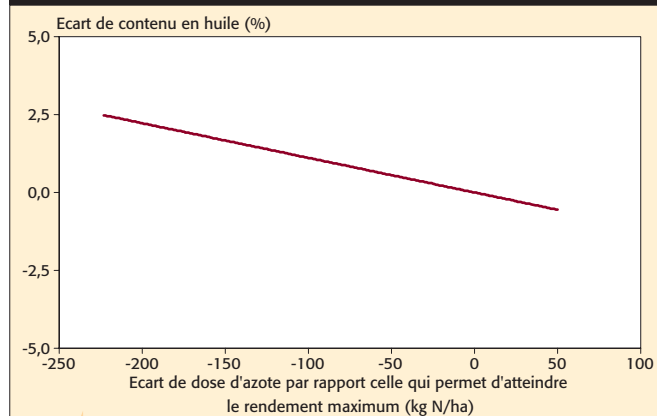
Ecart de marge brute, par rapport à celle obtenue avec le rendement maximal, en fonction de la dose d'engrais azoté minéral (fig. 2)



Calculs réalisés à partir de la courbe de rendement en graines en fonction de la dose d'engrais azoté (cf. figure 1) pour différentes hypothèses de prix des graines et de l'azote.

Avec une variation de la dose de 30 unités par rapport à la dose optimale, la marge brute varie de + 10 à - 10 €/ha.

Ecart de contenu en huile des graines, par rapport à la valeur observée avec le rendement maximal, en fonction de la dose d'engrais azoté minéral (fig. 3)



Courbe tracée à partir des résultats de 73 expérimentations de fertilisation azotée minérale conduites entre 1993 et 1999.

Plus la dose d'engrais azoté est importante, plus le taux d'huile du colza diminue.

revanche, si l'écart est plus important, la perte de marge brute est beaucoup plus élevée. Elle peut dépasser 100 €/ha, aussi bien en situation de fertilisation excessive, que dans les cas où elle est insuffisante. Ces résultats montrent à quel point il est important de calculer au plus juste la dose d'engrais azoté.

L'azote réduit le contenu en huile des graines

La nutrition azotée du colza n'a pas seulement un effet sur le rendement, elle modifie aussi la qualité des graines. Le taux d'huile des graines décroît linéairement avec la dose d'engrais azoté, même lorsque la nutrition est sub-optimale (figure 3). En moyenne, 45 unités d'azote en plus, c'est 0,5 point d'huile en moins ! Ce résultat renforce la nécessité d'éviter une fertilisation excessive, car l'huile est le produit de la graine qui présente la plus forte valeur économique.

Un optimum énergétique proche de l'optimum économique

L'enjeu énergétique présente une grande importance pour l'agriculture, qu'il s'agisse de produire de l'énergie à usage alimentaire ou pas (biocarburants...). Dans le contexte actuel où les surfaces semblent limitées pour satisfaire tous les débouchés, une production maximale d'énergie par hectare présente un intérêt certain. Plus précisément, il convient de maximiser la différence entre l'énergie produite et celle

consommée pour la culture (fabrication des intrants, du matériel agricole et utilisation de combustible). En colza, l'azote est doublement important pour l'enjeu énergétique. C'est tout d'abord un facteur de production majeur. Il s'agit d'autre part du principal poste de coût énergétique : il représente plus de 60 % de la consommation totale. À partir des résultats des expérimentations sur l'azote (cf. figures 1 et 3), un bilan simplifié a été calculé en faisant la différence entre l'énergie contenue dans les graines et le seul poste de coût énergétique qui variait entre les modalités, l'engrais azoté (figure 4). L'optimum énergétique est obtenu avec environ 50 unités de moins que la dose nécessaire pour maximiser le rendement en graines.

▶ En colza, l'azote représente un enjeu énergétique. Facteur de production majeur, il représente plus de 60 % de la consommation totale en énergie.

Cette dose optimale est assez proche de l'optimum économique avec les prix actuels. La performance énergétique reste proche du maximum pour une gamme de 0 à - 100 unités N/ha par rapport à la dose qui permet le rendement en graines maximal. En dehors de cette gamme de doses d'azote, le bilan énergétique est beaucoup plus affecté. Pour des doses d'engrais plus

Un colza doit absorber plus de 200 u N/ha pour atteindre un objectif de 35 q/ha. ▼

© N. Comec



Des quantités et des positionnements adaptés aux besoins sont des points clés de la réussite de la culture.

faibles, il diminue en raison d'une baisse de rendement en graines qui n'est pas compensée par l'économie d'intrants. L'augmentation du contenu en huile des graines, qui accroît leur valeur énergétique, n'est pas non plus suffisante pour une compensation significative. Une dose excessive d'azote affecte également le bilan énergétique, par les effets conjugués d'une augmentation du coût énergétique des intrants, d'une légère réduction du rendement en graines, et d'une diminution du contenu en huile.

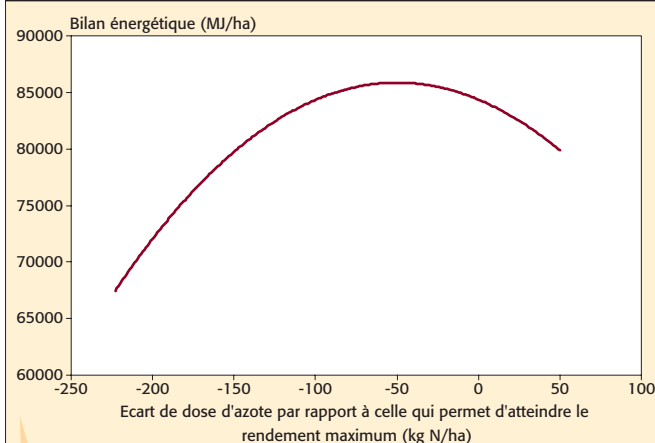
Prendre en compte les risques de pertes d'azote

L'azote minéral peut migrer en dehors de la parcelle cultivée sous une forme gazeuse (ammoniac ou protoxyde d'azote) ou sous la forme d'ions nitrates présents dans la solution du sol. Les quantités perdues sont suffisantes pour avoir un impact sur les dépenses d'intrants et/ou le rendement de la culture. Mais l'enjeu n'est pas seulement économique et énergétique, car ces pertes d'azote ont un impact négatif sur l'environnement. L'ammoniac ne reste en effet pas sous forme gazeuse, il se dépose notamment dans les milieux naturels. Il contribue à l'acidification et à l'eutrophisation de ces milieux. Le nitrate, lui aussi, favorise l'eutrophisation et on le retrouve dans les eaux de boisson. L'enrichissement des milieux naturels en ammoniac et en nitrate a également pour conséquence d'augmenter leurs émissions de protoxyde d'azote, qui s'ajoutent aux émissions directes des parcelles agricoles. L'enjeu est particulièrement important, car, chez le colza, le protoxyde

d'azote est la principale source de gaz à effet de serre. Les trois formes de perte d'azote sont favorisées par l'augmentation de la quantité d'azote minéral dans le sol, même si d'autres facteurs ont aussi un effet (par exemple, un sol saturé en eau et une température élevée sont les conditions d'une émission importante de protoxyde d'azote). En conséquence, les apports d'engrais azoté peuvent augmenter les risques de perte, surtout s'ils ont pour résultat d'accroître durablement la présence d'azote minéral dans le sol. La maîtrise technique de l'apport d'engrais est un point clé pour limiter les pertes. Il convient de réaliser des apports adaptés aux besoins de la culture, en particulier en évitant d'appliquer une quantité excessive qui favoriserait la présence durable d'azote minéral dans le sol. Le positionnement des apports d'engrais est également un point clé.

Un écart important par rapport à la dose optimale d'azote diminue sensiblement la rentabilité économique et énergétique du colza.

Bilan énergétique simplifié (énergie dans les graines à laquelle on retranche le coût énergétique de l'engrais N) en fonction de la dose d'engrais azoté minéral (fig. 4)



Calculs réalisés à partir des courbes de rendement en graines (cf. figure 1, avec l'hypothèse d'un rendement maximal de 35 q/ha), et de contenu en huile (cf. figure 3, avec l'hypothèse d'un contenu en huile de 43 % pour le rendement maximal), en fonction de la dose d'engrais azoté.

En diminuant les apports de 50 unités par rapport à la dose qui maximise le rendement, on atteint l'optimum énergétique.



▲ En cas de sur-fertilisation ou de sous-fertilisation, la perte de marge brute peut dépasser les 100 €/ha.

Pour apporter la dose optimale, l'utilisation rigoureuse d'outils de calcul de la dose est incontournable. ►

La règlette azote, un outil pour optimiser la dose d'engrais azoté minéral du colza

Les résultats expérimentaux montrent qu'il existe une dose optimale d'engrais azoté qui assure une rentabilité, une production en graines et un bilan énergétique proches du maximum. Avec cette dose d'engrais, on peut également espérer limiter les pertes d'azote, à condition que le po-

sitionnement des applications soit optimal et que la gestion globale du système cultivé prenne en compte ce risque (implantation de CIPAN si nécessaire...). En revanche, les performances économique et énergétique du colza peuvent être fortement dégradées si on s'écarte trop de la dose optimale, en plus ou en moins.

Il convient notamment d'éviter de sur-fertiliser par une stratégie d'assurance ou parce qu'on veut « aller chercher le dernier quintal ». Avec cette dernière stratégie, l'efficacité de l'azote absorbé par les plantes est en effet faible et les pertes sont élevées. Les outils de calcul disponibles, par exemple la règlette azote qu'on peut utiliser en ligne sur le site internet du CETIOM (www.cetiom.fr), permettent de se situer dans la gamme de doses proches des optimums économique et énergétique, à condition de correctement les utiliser. Il convient en particulier de fixer un objectif de rendement en graines réaliste et de précisément évaluer l'azote déjà absorbé par le colza à la sortie de l'hiver. Une stratégie gagnante de fertilisation azotée du colza est donc possible, au service de la durabilité de l'agriculture. ■