

Azote : optimiser ses apports

La fertilisation azotée représente le premier poste des charges opérationnelles du maïs. Avec la volatilité actuelle des prix des engrais et l'incertitude sur les marchés agricoles, chaque unité d'azote doit être pensée comme un investissement.

L'objectif n'est plus seulement d'atteindre le rendement maximal, mais d'optimiser la marge nette par hectare

Le chiffre du mois

14 % des charges, c'est ce que représente le poste fertilisation.

FERTILISATION AZOTÉE DU MAÏS : COMMENT SÉCURISER VOTRE MARGE DANS UN CONTEXTE DE PRIX TENDUS ?

Le marché mondial des engrais traverse une période de fortes turbulences. Pour les producteurs agricoles, ces évolutions ne sont pas abstraites : elles influencent directement les coûts de production, la disponibilité des intrants et les stratégies d'approvisionnement.

Le poste fertilisation représente le 1^{er} poste de charges opérationnelles et 14 % des charges totales (sources Fermonthèque ARVALIS 2025). L'optimisation de la stratégie de fertilisation est donc de mise pour que chaque unité apportée soit la plus efficace possible.

LE BON NIVEAU DE FERTILISATION : VISER LA MARGE, PAS LE RENDEMENT MAXIMAL

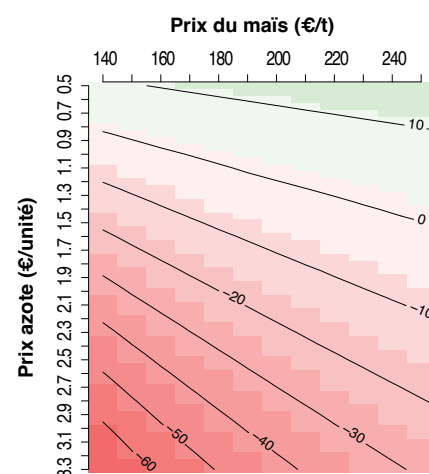
Le rendement maximal atteignable n'est pas toujours le plus rentable. La courbe de réponse du maïs à l'azote montre qu'au-delà d'un certain seuil, chaque unité supplémentaire rapporte de moins en moins et que le dernier quintal produit est souvent le plus cher.

À partir de l'analyse de 164 essais historiques comportant des courbes de réponse à l'azote pour le maïs, ARVALIS a constitué une matrice illustrant les variations d'écart de dose d'azote à apporter entre une parcelle conduite à l'optimum technique (où l'on vise à maximiser le rendement) et une parcelle conduite à l'optimum technico-économique (où l'on vise à maximiser la marge brute) en fonction du prix de l'azote et celui du maïs (figure 1).

En 2026, considérant que les achats d'engrais ont été pour la majorité couverts courant automne avant les augmentations fortes de ce début d'année, on peut considérer un prix moyen de l'azote autour de 1 à 1,50 €/unité. A ces niveaux de prix, les ajustements de dose sont assez faibles, très proches de la dose habituellement préconisée. Une baisse de 10-20 unités peut être envisagée pour des prix de l'azote plus élevés et si le cours du maïs reste assez faible autour de 180 €/t. Si le cours du maïs devait remonter comme observé ces derniers jours, soutenu par un contexte géopolitique complexe, dans ce

cas, aucun ajustement n'est à envisager, la dose habituellement préconisée reste de mise. Une fertilisation légèrement ajustée ne pénalise généralement pas les rendements mais conduit à des améliorations de marges relativement limitées de l'ordre de 20-30 €/ha en moyenne dans le contexte de prix actuel. Si des baisses plus importantes de la dose d'azote peuvent souvent être gagnantes, dans un certain nombre de situations, les pertes de rendement consécutives sont trop importantes et pénalisent fortement la marge.

Figure 1 : Ajustement de la dose d'azote (nombre d'unités) en fonction du prix du maïs et du prix de l'azote



Ajust. dose N
 □ 20 □ 0 □ -20 □ -40 □ -60
 □ 10 □ -10 □ -30 □ -50 □ -70

NE PAS SURESTIMER LES BESOINS EN AZOTE

Au-delà des ajustements de doses en réponse aux variations de prix d'achat des intrants azotés et de vente des grains, l'enjeu économique associé à un calcul précis de la dose totale prévisionnelle reste le premier levier d'amélioration des marges. Celle-ci doit tendre vers la dose d'azote minimale permettant d'exprimer pleinement le potentiel de rendement. Le calcul de cette dose totale d'engrais à apporter, dite « dose X », repose à la fois sur les besoins de la culture (dépendant du potentiel de rendement) et sur différents postes de fourniture (figure 2).

Si l'exercice n'a rien de complexe, il repose sur un certain nombre d'hypothèses ayant un impact fort, comme le rendement de la culture ou la fourniture du sol (minéralisation). Il doit être actualisé chaque année, à l'échelle de chaque parcelle ; avec une plus grande variabilité pour les systèmes en sec pour lesquels les paramètres de l'équation dépendent pour beaucoup de la pluviométrie.

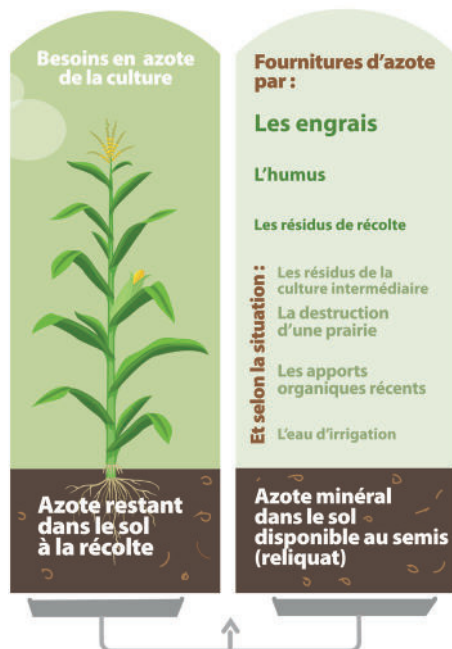
L'équation de calcul des besoins est la suivante :

Besoins en azote du maïs =
(objectif de rendement x besoin unitaire)
+ azote non extractible

Les besoins unitaires sont de 2.1 à 2.3 unités d'azote par quintal produit (plus élevés en potentiel limitant). L'azote du sol non extractible varie de 10 à 40 unités d'azote selon le type de sol.

Une fois ces besoins estimés, il faut ensuite intégrer les fournitures d'azote provenant d'autres postes que les engrais (figure 2). Devra également être considérée, l'efficacité de l'engrais apporté qui est de l'ordre de 60 % au semis et 80 % après 4 feuilles.

Figure 2 : Balance azotée permettant d'équilibrer les apports avec les besoins de la culture



Mesurer le reliquat en azote du sol avant le semis pour mieux ajuster la quantité d'engrais à apporter

L'ENGRAIS LE PLUS RENTABLE EST CELUI QUE LE SOL FOURNIT GRATUITEMENT.

Connaître le reliquat d'azote minéral sur la profondeur d'enracinement au moment du semis est la première étape d'ajustement de la fertilisation. Cette quantité d'azote disponible est directement déduite dans le calcul de la dose à apporter. Certaines régions diffusent chaque année des synthèses de campagnes de mesures et une modélisation est utilisée dans le Sud-Ouest pour fournir cette estimation.

L'azote issue de la minéralisation de l'humus du sol pendant le cycle doit également être considéré. La quantité d'azote fournie dépend du type de sol, de l'irrigation éventuelle et de la durée du cycle du maïs. Pendant le cycle du maïs, la minéralisation de l'humus est particulièrement active : il convient donc de s'appuyer sur les référentiels régionaux.

VALORISER L'AZOTE FOURNI PAR LES COUVERTS VÉGÉTAUX

Les résidus restitués par la culture précédente ou par une culture intermédiaire participent également aux fournitures du sol. Leur effet peut être positif (cas des légumineuses) ou négatif (cannes de maïs, pailles de blé). Des abaques du COMIFER, intégrés dans les référentiels régionaux, permettent d'estimer ces contributions.

L'estimation précise de la restitution d'azote d'une culture intermédiaire est souvent délicate : la teneur en matière sèche varie selon la date de semis, la date de destruction et l'espèce choisie. La teneur en azote, quant à elle, diminue lorsque la biomasse augmente en raison d'un phénomène de dilution. La méthode MERCI, disponible sur methode-merci.fr, simplifie largement cette estimation. À partir d'un simple prélèvement de biomasse fraîche, elle détermine l'azote potentiellement disponible pour la culture suivante.

D'AUTRES FOURNITURES SONT À CONSIDÉRER

Les apports organiques réalisés avant la culture de maïs peuvent également réduire la facture. Leur contribution dépend de leur teneur en azote, du coefficient d'équivalence à un engrais minéral (Keq) et de la quantité épandue (Quantité de produit brut x Teneur en azote total x Keq).

Et enfin, l'eau d'irrigation peut fournir une quantité non négligeable d'azote minéral. Pour l'évaluer, il suffit de multiplier la teneur en nitrates de l'eau par le volume d'irrigation prévu jusqu'à trois semaines après la floraison.

ADOPTER UNE STRATÉGIE GAGNANTE

Le fractionnement de l'azote assure une meilleure valorisation de l'engrais apporté. Si le reliquat d'azote dans le sol excède 60 unités, aucun apport n'est conseillé au semis, hormis via l'engrais starter (DAP) qui est préconisé dans une majorité de situations. Dans le cas contraire, un apport de 40 unités est envisagé. L'apport principal doit avoir lieu entre 6 et 10 feuilles pour accompagner les besoins du maïs qui s'accélèrent à partir du stade 8-10 feuilles pour être au maximum de l'absorption autour de la floraison. Si l'apport principal excède les 100 unités, un fractionnement en 2 apports assurera une meilleure efficacité. L'apport le plus conséquent est positionné le plus tardivement.

Les conditions d'apport sont aussi primordiales pour limiter les risques de perte directe par volatilisation : pluies indispensables après l'apport voire enfouissement. Pour esquiver une période de sec, le fractionnement est là encore une stratégie intéressante.

Quant au **choix de la forme d'azote**, il doit intégrer plusieurs éléments : prix de l'unité, efficacité, risque de volatilisation et conditions d'application. Dans des

essais conduits par ARVALIS et ses partenaires, l'ammonitrate est plus performant que l'urée avec 4,7 q/ha de plus apportés par la forme ammonitrate (apport fractionné, pas d'enfouissement). Attention cependant, aux risques de brûlure : l'ammonitrate est déconseillé en plein après 4-5 feuilles. D'autres formes peuvent être intéressantes sur un plan technique comme l'ajout à l'urée d'inhibiteurs d'uréase ou les formes « retard » (urée enrobée) qui améliorent l'efficacité en limitant le risque de volatilisation. Dans nos essais, les inhibiteurs d'uréase ajoutés à l'urée ont une plus value sur le rendement de 1,8 q/ha. Pour les engrais de type urées « enrobées », les résultats varient selon les produits considérés mais

leur positionnement reste technique (adéquation de la dynamique de libération de l'azote avec les besoins de la culture). En fonction des prix d'achats des différentes formes azotées, l'impact sur la marge est variable (figure 3). Le prix de l'unité d'azote est à la base inférieure pour l'urée par rapport à l'ammonitrate. Mais l'urée a connu de plus fortes augmentations en début d'année. Sur la base de nos hypothèses, un léger avantage économique de l'ammonitrate sur l'urée est constaté. L'écart se creuse si on considère des prix plus élevés pour l'urée par rapport à l'ammonitrate et/ou pour des prix du maïs en hausse.

Figure 3 : Comparaison des résultats technico-économiques de l'ammonitrate, de l'urée avec inhibiteurs d'uréase en comparaison à de l'urée (apport fractionné, pas d'enfouissement)

Scénario	2025	2026
Prix	Urée : 0.98 €/kg N Maïs : 160 €/t	Urée : 1.15 €/kg N Maïs : 180 €/t

Rendement AMMO - Rendement UREE = + 4.7 q/ha***

(Synthèse 22 essais rendement moyen urée : 125 q/ha dose N moyenne : 196 kg N/ha)

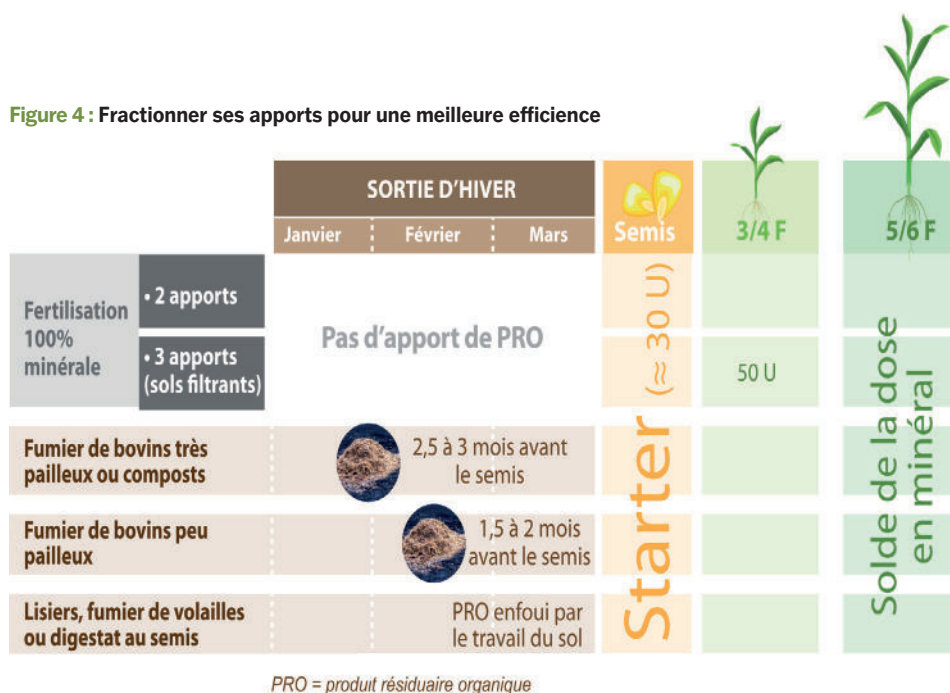
Seuil de rentabilité ammonitrate / urée : en écart par rapport au prix de l'urée	+ 0.38 €/kgN	+ 0.43 €/kgN
Impact sur la marge (Prix Ammo estimé même période)	+ 20 €/ha (Ammo : 1.26/kgN)	+ 24 €/ha (Ammo : 1.46/kgN)

Rendement UREE + INHIBITEURS D'UREASE - Rendement UREE = + 1.8 q/ha***

(Synthèse 26 essais rendement moyen urée : 140 q/ha dose N moyenne : 190 kg N/ha)

Seuil de rentabilité urées + inhibiteurs d'uréase / urée : en écart par rapport au prix de l'urée	+ 0.15 € /kg N	+ 0.18 € /kg N
---	----------------	----------------

Figure 4 : Fractionner ses apports pour une meilleure efficacité



► Vidéo utile

Du minéral à l'organique : comment réduire l'usage d'engrais tout en gardant des rendements performants ?

<https://youtu.be/x0r9JbsRxVA>

ACTUALITÉS

■ Dépliant protection du maïs : lutte contre les mauvaises herbes, les ravageurs et les maladies - Campagne 2026.

Substances actives, modes d'action, conditions et doses d'utilisation, efficacités et sélectivité de toutes les spécialités regroupées dans un dépliant au format de poche, pratique et facile à utiliser. Document annuel mis à jour à partir des expérimentations réalisées par ARVALIS - Institut du végétal et ses partenaires..

Ref 4597 / Prix unitaire : 9 € + frais de port



A retrouver sur :

<https://www.arvalis.fr/editions/cultures/maïs>

LES FICHES FERTILISANTS

Les fiches Fertilisants présentent le statut réglementaire, le fabricant et la composition des principaux engrais minéraux azotés du marché, simple N ou associés à d'autres éléments : P, K, S, etc. Ces fiches précisent également la fonction des technologies associées à certains engrais (enrobage, inhibiteurs, additifs agronomiques, etc). Elles montrent également, pour les engrais testés dans les réseaux d'essais d'ARVALIS et de ses partenaires, les performances obtenues dans ces essais par ces produits en comparaison à une référence comme l'ammonitrate ou l'urée.

Vous pouvez rechercher un engrais en fonction de sa composition ou de la technologie associée, ou bien directement par ordre alphabétique pour accéder ensuite à sa fiche descriptive.

https://fiches.arvalis-infos.fr/liste_fiches.php?fiche=ferti&type=EA

FORMATIONS

Les formations proposées par ARVALIS. Maîtrisez les clés de réussite de la conduite du maïs.

- **Reconnaissance des adventices au stade plantule dans les cultures d'été.** Plusieurs sessions
 - 19 mai | Villers St Christophe (02),
 - 27 mai | Le Subdray (18),
 - 28 mai 2026 | Montardon (64)
- **Accidents du maïs : la méthode pour faire le bon diagnostic.**
 - 4 juin | Sainte-Montaine (18)
 - 11 juin 2026 | Montardon (64)

Plus d'informations :

<https://www.arvalis.fr/formations/cultures>