

Principaux éléments fertilisants

L'azote (N)

L'azote est présent dans la nature sous deux états :

- à l'état libre, où il constitue 80 % de l'air que nous respirons,
- à l'état combiné, sous forme minérale (ammoniaque, nitrate) ou organique.

Les réserves azotées du sol se trouvent à l'état organique sous forme d'humus qui contient environ 5% d'azote.

Chaque année, sous climat tempéré ; 1 à 2% des réserves d'azote organique passent à l'état minéral disponible pour la plante : c'est la minéralisation, qui intervient quand la température du sol est suffisamment élevée à partir du mois de mars.

Les plantes absorbent exclusivement l'azote minéral du sol. Seules les cultures légumineuses ont la faculté de fixer l'azote gazeux par leurs nodosités (fixation symbiotique).

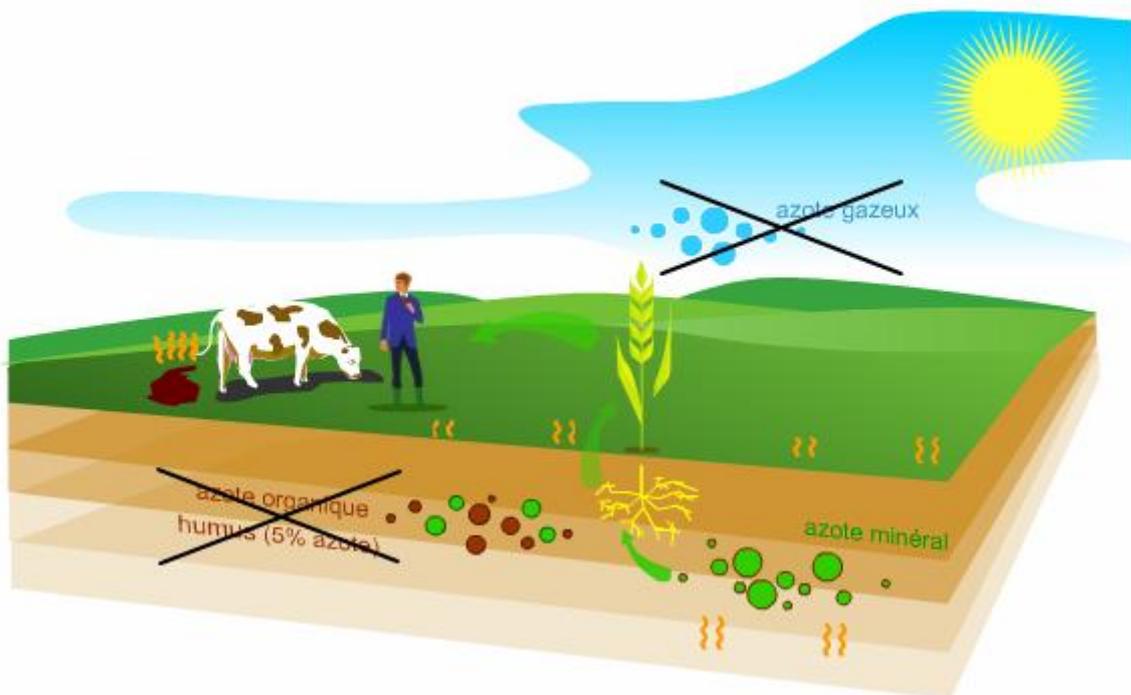
L'azote joue un rôle essentiel dans la synthèse de la matière vivante à partir de la matière minérale. Il est l'un des principaux constituants de la chlorophylle et des protéines.

L'homme et les animaux ne peuvent absorber directement ni l'azote de l'air, ni l'azote minéral. Ce sont les végétaux qui leur fournissent sous forme organique l'azote dont ils ont besoin.

La plus grande partie de l'azote, ingérée par la vache retourne au sol par ses déjections. La volatilisation de l'ammoniac dans l'air représente une perte d'azote allant de 10 à 90% de l'azote minéral contenu dans les effluents d'élevage (fumiers, lisiers).

La dénitrification constitue une autre source de perte d'azote dans l'atmosphère. Elle est provoquée par des micro-organismes du sol qui réduisent l'azote minéral en différents oxydes d'azote, et en azote gazeux.

Le lessivage des nitrates constitue une source de perte d'azote vers les eaux souterraines. Il est provoqué par le drainage naturel quand le sol est saturé d'eau.



Principaux éléments fertilisants

Rôle de l'azote

L'azote entre, avec d'autres éléments (carbone, oxygène, hydrogène...), dans la composition des acides aminés formant les protéines. L'azote est un élément essentiel pour la constitution des cellules et la photosynthèse (chlorophylle). C'est le principal facteur de croissance des plantes et un facteur de qualité qui influe sur le taux de protéines des végétaux.



Carence en N sur colza
(VEGEDIAG Expert)

Blé avec et sans carence
(VEGEDIAG Expert)

Carence en N sur maïs
(VEGEDIAG Expert)

La fertilisation azotée

Raisonnement la fertilisation azotée est une nécessité économique et environnementale.

Les besoins de la plante dépendent de l'espèce, de la variété et de l'objectif de rendement.

Culture	Besoin en azote par quintal de grain récolté
Blé tendre d'hiver	3,0 kg/q
Orge d'hiver	2,4 kg/q
Blé tendre de printemps	3,0 kg/q
Orge de printemps	2,2 kg/q
Blé dur	3,5 kg/q
Colza	6,5 kg/q
Maïs grain	2,3 kg/q
Tournesol	4,5 kg/q

Source Azobil - Comifer 96

Le principe du bilan est la base du raisonnement, pour équilibrer au mieux les besoins de la plante cultivée et les différentes fournitures d'azote dont elle peut bénéficier.

Les besoins de la plante dépendent de l'espèce, de la variété et de l'objectif de rendement.

Les fournitures d'azote ont pour origine :

- le sol : l'azote ammoniacal et surtout nitrique, présent dans le sol au départ de la végétation, et l'azote provenant de la minéralisation d'une partie de la matière organique au cours de la période de végétation.
- les apports de fertilisants organiques et / ou minéraux.

La quantité à apporter est calculée par différence entre les besoins totaux de la plante cultivée et les fournitures d'azote par le sol.

L'agriculteur dispose d'un grand choix d'outils pour une conduite optimisée de sa fertilisation azotée.

Principaux éléments fertilisants

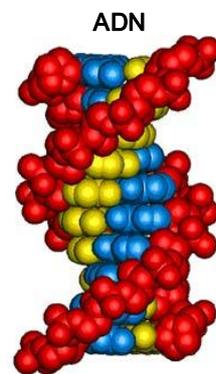


Ces outils d'aide à la décision permettent d'évaluer l'état de la nutrition azotée de la plante au cours de son cycle.

Le phosphore (conventionnellement exprimé en P_2O_5)

Le phosphore joue un rôle essentiel dans de nombreuses molécules de la matière vivante. On le trouve à l'état de sels minéraux (les phosphates) dans les tissus végétaux et animaux ou associé à des combinaisons organiques multiples, tels les acides nucléiques, les protéines du noyau, les chloroplastes.

Le phosphore est un élément génétique, énergétique et plastique de la matière vivante.



Le rôle du phosphore dans les plantes

Le phosphore joue un rôle physiologique à plusieurs niveaux. Il favorise la croissance de la plante, son action étant conjuguée à celle de l'azote, le développement des racines, la précocité, et la qualité des produits, la rigidité des tissus, la reproduction, la qualité des produits végétaux. Une alimentation convenable en phosphore permet un développement harmonieux des plantes.



Carence en P sur maïs s'exprimant par un rougissement des premières feuilles (VEGEDIAG Expert)

Principaux éléments fertilisants



Source : K+S AG

Les plantes sont plus ou moins exigeantes en phosphore. Une classification a été faite par le COMIFER d'après les résultats de nombreux essais de longue durée.

Tableau COMIFER 1995

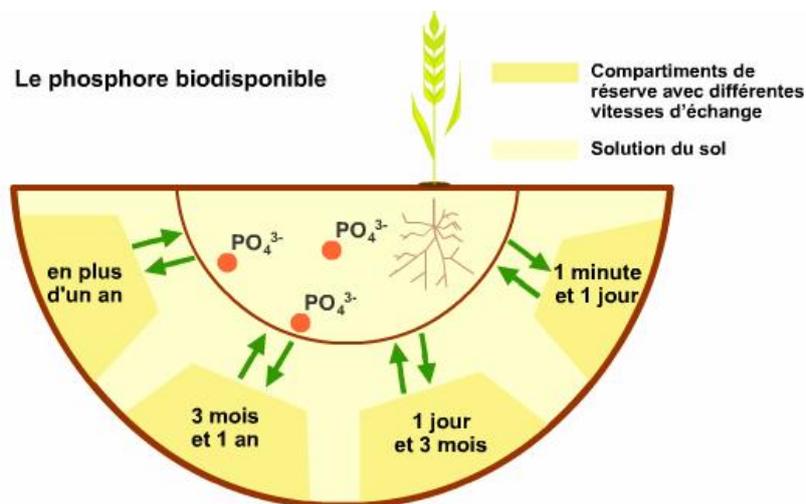
Exigence vis-à-vis du phosphore (P ₂ O ₅)	Cultures
Élevée	Betterave, Colza, Luzerne, Pomme de terre, Cultures légumières
Moyenne	Blé dur, Maïs ensilage, Orge, Pois, Ray-grass, Sorgho, Blé sur blé, Autres cultures si absence de référence expérimentale
Faible	Avoine, Blé tendre, Maïs grain, Soja, Tournesol

Le phosphore dans le sol

L'étude de la dynamique du phosphore dans les systèmes sol-plante met en lumière les points suivants :

- le prélèvement du phosphore par les racines des plantes n'a lieu que sous forme d'ions orthophosphates PO₄³⁻.
- la concentration en phosphore de la solution du sol est seulement de l'ordre de 0.2 mg de phosphore par litre.

La plus grande partie du phosphore extrait du sol par les racines doit être libéré par différents compartiments de réserve du sol.



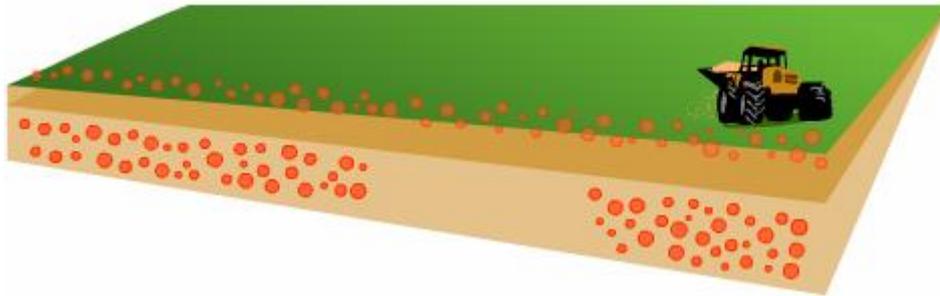
Principaux éléments fertilisants

La fertilisation phosphatée

La première année, l'apport de phosphate est équivalent à 100% des besoins de la plante. 80% des besoins de la plante sont pris sur les apports des années précédentes.

L'autre partie est mise en réserve sous différentes formes liées au sol et sera seulement disponible au cours des années suivantes.

L'année suivante, l'apport de phosphate est équivalent à 100% des besoins de la plante.



Dans les conditions économiques actuelles, il est conseillé de faire l'apport d'engrais phosphatés si nécessaire chaque année, au plus près des besoins de la culture et de **couvrir au moins les exportations**.

La fertilisation phosphatée : les nouvelles orientations

La fertilisation phosphatée a pour objectif de satisfaire les besoins en phosphore de la plante selon les objectifs de rendement et de qualité, et donc de compléter l'offre du sol en maintenant son potentiel de production.

La stratégie actuelle se fonde en premier lieu sur les besoins des plantes cultivées et ensuite sur la bio-disponibilité en phosphore de la parcelle. Les critères principaux à prendre en compte sont : l'exigence en P_2O_5 de la culture, l'analyse de terre, le passé récent de fertilisation et les exportations de la culture.

Le potassium (K_2O)

Le potassium est indispensable à la vie : il est présent dans chaque cellule et participe directement à leur formation et à leur croissance.

Il est nécessaire dans la synthèse des protéines et l'utilisation des glucides et contribue à l'exercice de la fonction musculaire chez les animaux.

Le potassium et la plante

Le potassium est toujours abondant dans la matière sèche des végétaux.

Très mobile dans la plante, il y joue un rôle multiple :

- il intervient dans l'équilibre acido-basique des cellules et régularise les échanges intracellulaires.
- il réduit la transpiration des plantes, augmentant la résistance à la sécheresse.
- il active la photosynthèse et favorise la formation des glucides dans la feuille.
- il participe à la formation des protéines, et favorise leur migration vers les organes de réserve (tubercules et fruits).
- il contribue à renforcer les parois cellulaires, offrant aux plantes une meilleure résistance à la verse et à l'agression des maladies ou parasites.



Organes de réserve. (K + S)



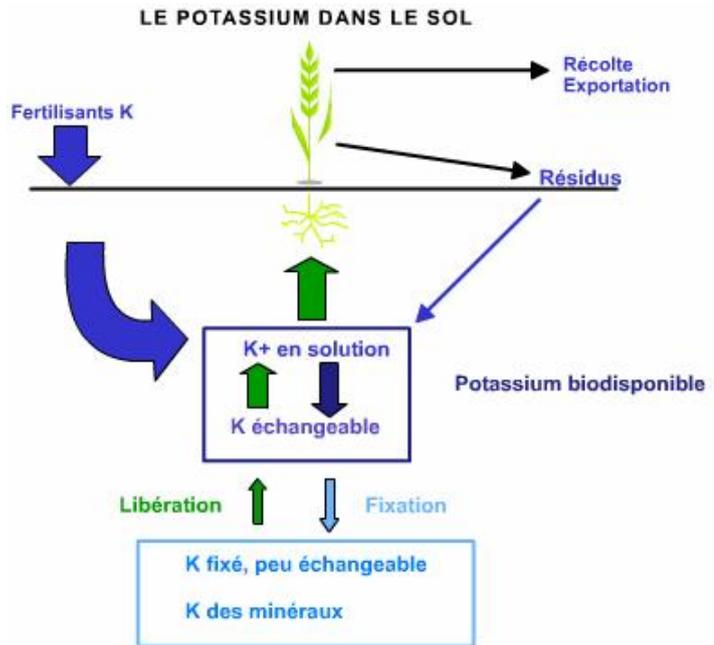
Carence en K sur maïs. (VEGEDIAG Expert)

Principaux éléments fertilisants

On trouve le potassium dans le sol sous quatre formes :

- 1 en solution dans l'eau du sol.
- 2 retenu (adsorbé) à la surface des particules d'argile et d'humus : il sert à compenser les prélèvements effectués par les racines dans la solution du sol.
- 3 inclus entre les feuillets des argiles, et donc peu échangeable.
- 4 entrant dans la constitution des minéraux primaires.

Le potassium est libéré pendant la phase de croissance du végétal à partir de la phase solide du sol.



La fertilisation potassique

La mobilité des ions K^+ dans le sol, bien que supérieure à celle des ions PO_4^{3-} , n'est pas très élevée (de l'ordre du centimètre).

Selon la nature et les aptitudes de son système racinaire, la plante a une capacité plus ou moins grande à extraire du sol le potassium nécessaire à ses besoins.

On distingue ainsi des plantes d'exigences différentes.

Tableau COMIFER 1995

Exigence en potasse (K_2O)	Cultures
Élevée	Betterave, Pomme de terre, Cultures légumières
Moyenne	Colza, Luzerne, Maïs ensilage, Maïs grain, Pois, Ray-grass, Tournesol, Soja
Faible	Avoine, Blé dur, Blé tendre, Orge, Sorgho

La stratégie de fertilisation potassique est basée sur les critères suivants :

- exigence en K_2O de la culture,
- analyse de terre,
- passé récent de fertilisation sur les quatre dernières années,
- restitution des résidus du précédent cultural.

L'apport d'engrais potassique est généralement réalisé avant l'implantation de la culture. Il est conseillé de faire l'apport d'engrais potassiques chaque année, ou au moins régulièrement et de **couvrir les exportations**.