



**Fertisols**  
DIAGNOSTIQUER  
AMÉLIORER  
FORMER  
Auvergne-Rhône-Alpes

# LA FERTILISATION EN PHOSPHORE, POTASSE ET MAGNÉSIUM



## LES QUATRE PILIERS DE LA FERTILISATION EN P&K

Les stocks en phosphore (P) et potassium (K) sont généralement élevés dans les sols cultivés. Cependant la disponibilité de ces éléments pour la plante dépend de nombreux facteurs.

Les plantes absorbent le P et le K sous forme d'ions dans la solution du sol. La concentration en P et en K à un moment donné y est pourtant très faible, ce qui implique un phénomène de réapprovisionnement de cette solution, qui est la diffusion : lorsque la plante prélève, les gradients de concentration entraînent une libération de P et de K qui est adsorbée ou liée à la phase minérale solide.

Dans le cas du phosphore, les constituants du sol responsables de la libération et de la dynamique du P dans les sols sont principalement les **oxy-hydroxydes de fer et d'aluminium et les constituants calcaires**. Les matières organiques du sol participent aussi, mais pour une faible part, libérant du P par minéralisation.



**isaralyon**  
Une école d'ingénieurs au cœur de la vie

**AGRICULTURES  
& TERRITOIRES**  
CHAMBRES D'AGRICULTURE  
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

**ARVALIS**  
Institut du végétal

**VetAgro Sup**  
Campus Agronomique de Clermont

  
Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE L'ALIMENTATION  
avec la contribution  
financière du compte  
d'affectation spéciale  
« Développement agricole et  
rural »

**Dans le cas du potassium, ce sont les argiles et les matières organiques.** Le processus de diffusion est plus lent et se produit sur une plus courte distance, en particulier pour le phosphore, par rapport au processus de distribution de l'azote et du soufre. La quantité de phosphore ou de potassium mis à disposition dépend donc de la concentration dans la solution, de la quantité susceptible de se libérer rapidement, mais elle est indépendante de la quantité totale du sol.

En revanche, elle dépend de la capacité des racines à explorer le volume du sol et à stimuler la différence de concentration dans la solution. **Ainsi, des carences en phosphore peuvent être provoquées par un mauvais développement racinaire** (tassement, hydromorphie, sol froid), et donc à la difficulté de mise à disposition du phosphore pour les plantes à des stades clés de carences.

Le risque de carences peut être levé par l'apport d'engrais, d'origine minérale ou organique. **Si la disponibilité du P ou K est faible, l'apport doit être fait aux stades juvéniles**, pour soutenir le développement racinaire et donc soutenir la capacité des plantes à mobiliser le phosphore total du sol (au semis ou juste après). **La localisation de l'engrais phosphaté au semis est principalement valorisée sur la culture de maïs**, qui répond positivement par rapport à des apports en plein, surtout avec des conditions d'enracinement difficile (parasitisme tellurique, sol froid etc.). Cette pratique est particulièrement **recommandée lorsque les conditions de semis sont difficiles : sol froid, présence de ravageurs du sol.**



Le **COMIFER (Comité Français d'Étude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée)** recommande un raisonnement de la fertilisation en P et K basé sur quatre critères :

- L'exigence des espèces cultivées
- La teneur à l'analyse de terre, interprétée selon le type de sol,
- Le passé récent de fertilisation
- La restitution ou non des résidus de culture du précédent.



## L'EXIGENCE DES ESPÈCES CULTIVÉES

L'exigence des cultures en P ou en K se définit par leur sensibilité à la carence en P et/ou K, qui se traduit par des pertes de production d'autant plus élevées que l'espèce est sensible. L'exigence traduit les caractéristiques du système racinaire ou le rôle de P et K dans l'élaboration de leur production, indépendamment des quantités absorbées ou exportées.

Niveau d'exigence en phosphore	Cultures	Pertes moyenne de rendement en régime d'impasse
Forte exigence	Betterave sucrière Colza Luzerne Pomme de terre	15 à 30 %  Conseils d'impasse annuelle très limités, en sol à teneur très élevé
Moyenne exigence	Blé dur, Blé de blé, orges Maïs fourrage Pois protéagineux, Graminées fourragères	10 à 15 %
Faible exigence	Maïs grain, blé tendre, Tournesol	5 à 10 %  Conseils d'impasse annuelle plus fréquents, selon la teneur du sol





Niveau d'exigence en K2O	Cultures	Pertes moyenne de rendement en régime d'impasse
Forte exigence	Betterave sucrière Pomme de terre	20 à 40 %  Conseils d'impasse annuelle très limités, en sol à teneur très élevé
Moyenne exigence	Colza, Maïs fourrage, Maïs grain, Pois protéagineux, Luzerne, Cultures fourragères	9 à 20%
Faible exigence	Blé tendre, blé dur, orges, Tournesol	3 à 8 %  Conseils d'impasse annuelle plus fréquents, selon la teneur du sol

Source : Interprétation de l'analyse de terre pour les grandes cultures et les prairies temporaires - Guide pratique, Arvalis Institut du Végétal

## L'ANALYSE DES TERRES



Les teneurs du sol en P et K, données par l'analyse de terre, constituent des indicateurs de leur niveau de disponibilité dans le sol. Ces teneurs s'interprètent différemment selon le niveau d'exigence des cultures.

Plusieurs valeurs seuils sont proposées dans la grille PK du COMIFER (figure 1) :

- Timpasse : teneur au-dessus de laquelle il est possible de réaliser une impasse de fumure,
- Trenforcé : teneur au-dessous de laquelle il faut renforcer la fumure au-delà de la stricte compensation des exportations.



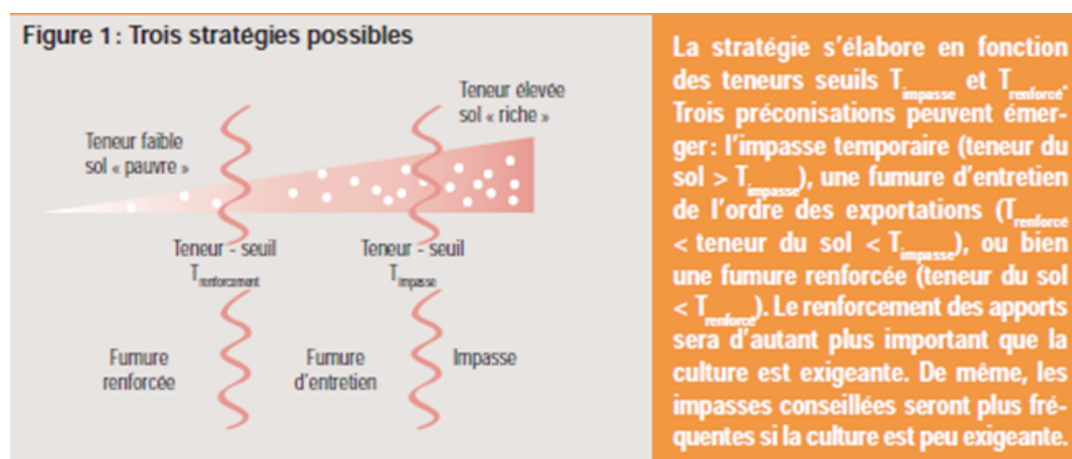
Sur la base d'essais de longue durée, des seuils par grands types de sols ont été établis puis régionalisés. Ils sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://www.arvalis-infos.fr/conna-tre-les-teneurs-seuils-dans-sa-region-selon-son-sol-@/view-7826-arvarticle.html>



L'évolution de ces teneurs dans le sol doit être suivie dans le temps pour valider une stratégie de fertilisation adaptée au type de sol de la parcelle. Il est recommandé de réaliser une analyse de terre au moins tous les 5 ans, au même endroit. Notons que dans une grande majorité de situations, l'utilisation complémentaire de ratios de teneurs entre éléments (K/Mg...) ne permet pas de préciser le diagnostic.

## COMMENT ADOPTER UNE STRATÉGIE SUR LE LONG TERME ?



Source Arvalis Institut du Végétal

## L'HISTORIQUE DE LA FERTILISATION

De longues périodes sans apport d'engrais frais pénalisent la disponibilité du P et du K. En effet, les lois qui régissent la dynamique de ces éléments dans le sol se traduisent par une évolution du phosphore et du potassium apportés par les engrais vers des états de moins en moins rapidement disponibles.

La vitesse de ces transformations, variable d'un sol à l'autre, explique en partie le fait que les effets d'impasses successives apparaissent plus vite dans certains sols que dans d'autres. Cependant, ces évolutions ne sont pas irréversibles. Sous l'action du climat, de l'activité biologique, et surtout des apports par les engrais et du prélèvement par les racines, les équilibres chimiques sont en permanence modifiés. Pour ne pas prendre le risque de pénaliser la production, il est conseillé d'éviter les impasses plus de deux années successives afin de garantir une alimentation non limitante des cultures, même peu exigeantes. Toutefois, pour des teneurs du sol très élevées (Teneur  $> 2 \times T_{\text{impasse}}$ ), cette règle peut être assouplie. Au même titre que les engrais minéraux, les apports organiques sont pris en compte dans le passé récent de fertilisation.

## GESTION DES RÉSIDUS DE RÉCOLTE

Lorsqu'une espèce est cultivée pour ses graines (blé, maïs, colza, tournesol...), l'essentiel du phosphore prélevé par la culture est présent dans le grain et donc exporté. En revanche, la majorité du potassium (80 à 90 %) est présent dans les tiges et les feuilles, sous une forme très soluble. Au cours des premières phases de décomposition des résidus, ce potassium est libéré sous une forme identique à celle d'un engrais potassique. La restitution des résidus de récolte du précédent équivaut donc à un apport important de K<sub>2</sub>O. Un blé de 80 q/ha peut restituer plus de 100 unités K<sub>2</sub>O/ha par les pailles et chaumes. Le potassium nécessaire pour une culture est le complément de ce qu'ont restitué les résidus de la culture précédente. Par conséquent, en l'absence de restitution des résidus de récolte, l'impasse sur la fertilisation potassique est plus risquée et la dose de potassium nécessaire est généralement plus importante.



Par ailleurs, en comparaison au sol nu à l'interculture, les couverts végétaux ne semblent pas impacter le stock de phosphore ou de potasse disponibles. S'ils ne sont pas exportés, les résidus de couverts vont restituer rapidement sous forme minérale la totalité de la potasse et environ 50% du phosphore, le reste étant sous forme organique, qui sera minéralisé plus ou moins rapidement les années ultérieures.

Les teneurs en P, K et Mg des organes végétaux récoltés sont disponibles à cette adresse :  
<https://comifer.asso.fr/images/publications/livres/tablesexportgrillescomifer2009.pdf>

## DYNAMIQUE ET BIODISPONIBILITÉ DU PHOSPHORE, COMMENT AMÉLIORER LA QUANTITÉ DE PHOSPHORE DISPONIBLE POUR LA PLANTE ?

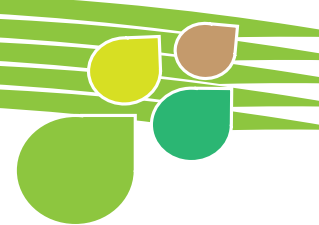
Les travaux scientifiques récents permettent de mieux comprendre les processus limitant la disponibilité du P pour les cultures. Malgré la complexité des déterminants de la biodisponibilité du phosphore révélée par l'ensemble des travaux scientifiques, des pistes existent pour transposer ces nouvelles connaissances en termes d'applications agronomiques et de recherche de leviers à moyen et long terme.

Ces pistes incluent l'amélioration végétale, la valorisation des différentes formes de phosphore du sol via la stimulation des activités biologiques du sol et une meilleure prédiction de la biodisponibilité potentielle du P dans le sol.

- **L'amélioration végétale** est un véritable enjeu à relever en proposant de nouveaux critères de sélection des variétés « efficaces pour le P » basés sur des caractères phénotypiques impliqués dans l'acquisition du P, comme l'exploration du sol (architecture du système racinaire, poils racinaires) ou l'association avec des micro organismes bénéfiques (capacité de mycorhization, production d'exsudats racinaires stimulant une population microbienne bénéfique ou favorisant la désorption du P).
- **La valorisation des différentes formes de P du sol** qu'elles soient organiques ou minérales est également indispensable. A ce titre, la stimulation de l'activité des organismes du sol est souhaitable.
- **La mobilisation de la composante biologique des sols** est particulièrement prometteuse soit en favorisant l'inoculation microbienne (enrobage des semences, apport d'inoculum fongique d'espèces endo-mycorhiziennes) soit en favorisant l'activité biologique par des pratiques culturales adaptées.

*Issu de « Améliorer la biodisponibilité du phosphore : comment valoriser les compétences des plantes et les mécanismes biologiques du sol ? » Plassard C et Al, 2015*





## LA FERTILISATION EN MAGNÉSIUM

Les besoins de magnésium (MgO) de la majorité des grandes cultures sont faibles : ils avoisinent les 30 kg MgO/ha. Malgré tout, cet élément est essentiel pour les plantes. Il participe notamment à la photosynthèse.

Peu de carences en magnésium sont rencontrées en France. Dans les sols carencés, les gains de production permis par la fertilisation magnésienne sont modérés, rarement supérieurs à 15 % de la production des cultures (Colomb, 1992) quelles que soient les espèces cultivées.

Les références acquises jusqu'à présent ne permettent pas de dégager des différences nettes de sensibilités entre espèces ; toutefois, par analogie avec le potassium, on peut distinguer des cultures de plus forte exigence, comme la betterave sucrière et la pomme de terre, en opposition aux autres cultures, de moindre exigence.

### « Quelle différence entre exigence et besoin ? »

**Les besoins** en éléments minéraux correspondent à la quantité d'élément prélevé par la culture pour obtenir un niveau de rendement optimal, c'est-à-dire sans carence ni excès. Ils peuvent s'exprimer en quantité d'élément minéral pour tous les organes de la plante (besoins totaux à la récolte), ou par quantité de biomasse exportées (besoins liés aux exportations), ou encore pour une partie du cycle de la culture, comme les besoins instantanés, correspondant au flux (quantité d'élément sur un temps donné), que la plante prélève au cours de sa croissance.

**L'exigence** en revanche est une notion qualitative qui représente la capacité de la plante à extraire les éléments pour satisfaire ses besoins. La croissance racinaire, la capacité d'exploration du volume du sol ou encore la modification des caractéristiques chimiques de l'environnement racinaire influencent la capacité des plantes à satisfaire leurs besoins.

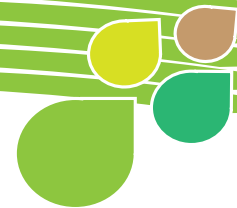
Au niveau de l'analyse de terre, le magnésium échangeable reflète généralement bien la disponibilité du magnésium pour les plantes (Villemin et al 1988).

Des expérimentations ont été réalisées en France au cours des trois dernières décennies en vue d'établir les seuils diagnostiques pour l'analyse de terre.

Une synthèse récente permet de préciser ces seuils pour les sables et les limons.

Type de sol (mettre des sols identiques à ceux du tableau 1)	Sables	Limons	Argilo-calcaires, craies	Argiles
Teneur seuil T impasse, en mg/kg de MgO éch.	30	60	80	80





## **Pour aller plus loin :**

[PA 364: Ferti PK, les quatre piliers du raisonnement.pdf](#)

[L'analyse d'herbe : un outil pour le pilotage de la fertilisation phosphatée et potassique des prairies naturelles et temporaires](#)

[AIDE AU DIAGNOSTIC ET A LA PRESCRIPTION DE LA FERTILISATION PHOSPHATÉE ET POTASSIQUE DES GRANDES CULTURES](#)

[TENEURS EN P,K et Mg des ORGANES VEGETAUX RECOLTES pour les cultures de plein champ, les principaux fourrages Terre, tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le sol](#)

[Améliorer la biodisponibilité du phosphore](#)

[Fertilité des parcelles en élevage AB, certaines parcelles ont besoins potassium](#)

[La fertilisation P - K - Mg Les bases du raisonnement, COMIFER 2019 Teneur en PK des végétaux récoltés](#)

[Améliorer la biodisponibilité du phosphore : comment valoriser les Compétences des plantes et les mécanismes biologiques du sol ? Plassard C.1](#)

# **FERTISOLS.FR**