



# CÉRÉALES, COLZA & SOJA

Conseils pour la fertilisation

*Nous allons chercher au cœur de la terre  
ce qui nourrit le mieux la vôtre*



[Ks-france.com](http://Ks-france.com)

**K+S**







## Bien fertiliser : récolter de la qualité

La qualité d'une céréale est fonction de l'usage qui en est fait, les critères répertoriés ci-après étant déterminants pour les différents débouchés prévus.

	Meunerie	Fourrage	Semence	Brasserie
Rendement	●●●	●●●	●●	●●
Protéines	●●●	●		●●●
Temps de chute	●●●			
Indice de sédimentation	●●●			
PMG	●	●	●●	●●
Granulométrie	●		●●	●●
PS			●	●●
Faculté germinative			●●●	●●●
Caractéristiques de maltage et de brassage	●			●●●

● = significatif      ●● = important      ●●● = très important

Une grande partie de ces critères de qualité est influencée par la fertilisation. Outre l'Azote, ce sont également le Phosphore, le Potassium, le Magnésium et le Soufre ainsi que les oligo-éléments qui ont une incidence décisive sur la productivité et le degré de conformité aux critères de qualité. Très souvent, cet effet est sous-estimé. Pour une fertilisation ciblée, il

faut faire la distinction entre les exportations de nutriments et les besoins en nutriments. Par besoins en nutriments, on entend la quantité d'éléments nutritifs requise et absorbée par les plantes pour une productivité optimale et une qualité parfaite.

### Absorption des nutriments par les céréales (grain et paille) en Kg/ha

	Rendement q/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	SO <sub>3</sub>
Blé	90	240	100	180	40	30
Orge d'hiver	80	175	90	185	30	25
Orge de brasserie	65	125	70	180	25	25
Triticale	70	160	80	160	30	25
Seigle	60	120	65	160	25	25
Avoine	65	130	70	150	30	25

# Le Potassium : indispensable pour le rendement...

Au sein de la plante, le Potassium joue un rôle-clé dans des processus métaboliques majeurs :

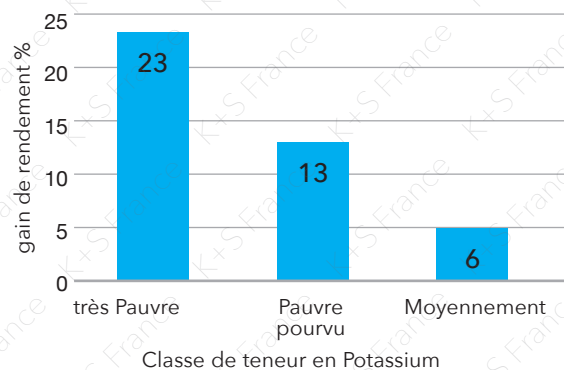
<b>Absorption et transport des nutriments dans la plante</b>	> <b>Le fertilisant potassique, garant de récoltes</b>
<b>Régulation du bilan hydrique</b>	> <b>Le Potassium augmente la tolérance au sec</b>
<b>Amélioration de la résistance au gel</b>	> <b>Le Potassium renforce la tolérance au gel</b>
<b>Consolidation des parois cellulaires</b>	> <b>Le Potassium diminue la sensibilité à la verse</b>
<b>Amélioration des propriétés qualitatives</b>	> <b>Apport de Potassium pour une récolte de qualité</b>

Pour pouvoir exploiter au mieux le potentiel de rendement et remplir parfaitement les critères de qualité souhaités, la teneur en  $K_2O$  du sol doit correspondre au moins à un sol « moyennement pourvu », soit 4% de la CEC.

Pour un sol « moyennement pourvu » en  $K_2O$ , l'impasse potassique coûte 6% du rendement. Lorsque les sols ne sont que faiblement pourvus en Potassium, la perte est de 13%. Dans le cas d'un sol très peu pourvu, la baisse de rendement atteint 23%.

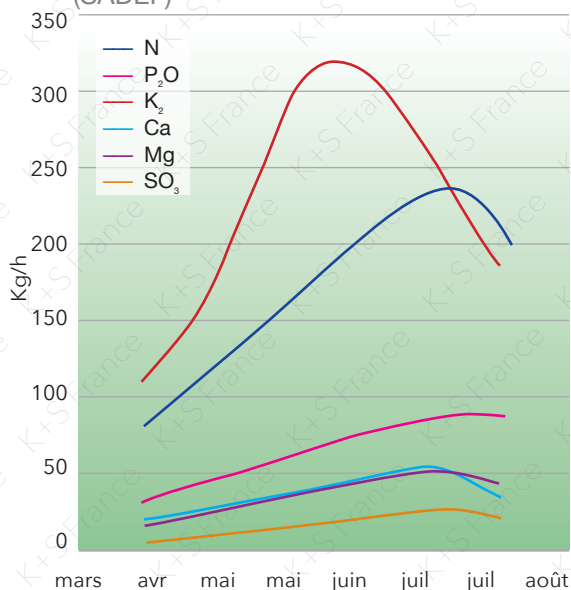
Les essais menés sur triticales montrent un impact significatif des céréales à la fertilisation minérale en K malgré les résidus de culture ou les apports d'effluents d'élevage.

## Augmentation des rendements de cultures céréalières par fertilisation potassique en fonction de la teneur en K du sol



d'après Kerschberger

## Courbe d'absorption du blé (88q/ha) (SADEF)



## Effets du Potassium sur le triticale

15 essais sur 12 années sur des sols relativement légers dans le Nord-Ouest de l'Allemagne

### Fertilisation (Kg/ha) ; en complément, paille ou lisier

60 à 80  $K_2O$

> 80 à 120  $K_2O$

**+3,8 q/ha**

**+5,4 q/ha**



## ...et la qualité

### Poids de mille grains (PMG)

Grâce à l'amélioration de la formation d'assimilats dans les feuilles et à leur transport accéléré vers les grains, ainsi qu'à un bilan hydrique équilibré, le PMG peut atteindre des valeurs optimales.

Influence de la fertilisation potassique sur le PMG (g)	Blé d'hiver	Orge d'hiver
	77 essais	72 essais
Fertilisation potassique réduite	43,3	44,1
Fertilisation potassique optimale	45,8	46,9
<b>Augmentation</b>	<b>+ 5,8%</b>	<b>+ 6,3%</b>

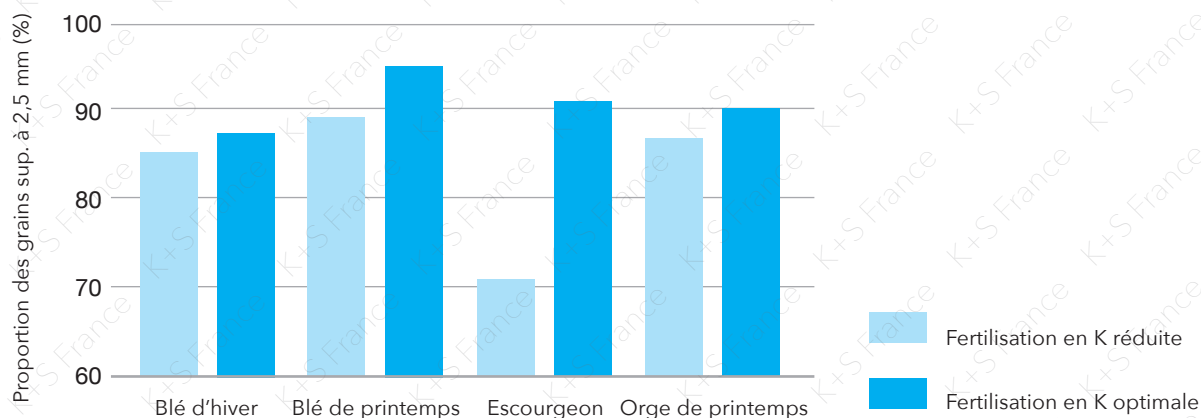
De nombreux essais au champ ont permis d'illustrer l'incidence positive d'une fertilisation potassique optimale sur le PMG. L'augmentation moyenne du PMG de quelque 2,5 grammes se traduit par +4 q/ha.



### Granulométrie

A l'instar de ses répercussions positives sur le PMG, le Potassium augmente également la proportion des grains dépassant 2,5 mm. Ceci est valorisé dans le prix de vente de l'orge de brasserie et production de semences.

### Influence de l'approvisionnement en K sur la formation du grain (moyenne des essais menés dans le Sud de l'Allemagne)





## Teneur en protéines et indice de sédimentation

De nombreuses enzymes activées par le Potassium participent à la photosynthèse et à la formation des protéines dans les grains. Un bon approvisionnement en Potassium amène une meilleure utilisation et valorisation

de l'Azote dans la plante : il entraîne une augmentation de la teneur en protéines, de l'indice de sédimentation et de la quantité de gluten.

Influence de la fertilisation potassique sur la teneur en protéines (%) et l'indice de sédimentation	Blé d'hiver (37 essais)		Escourgeon (32 essais)
	Teneur en protéines	Indice de sédimentation	Teneur en protéines
Fertilisation potassique réduite	14,8	61	12,9
Fertilisation potassique optimale	15,6	68	13,4
<b>Augmentation</b>	<b>+ 5,4%</b>	<b>+ 11,5%</b>	<b>+ 3,9%</b>



Peuplement optimal grâce à une fertilisation équilibrée et complète



# Santé des plantes et tolérance au stress

**Dans la pratique culturale, l'effet de raffermissement des cellules végétales apporte de nombreux avantages :**

- Résistance accrue aux maladies fongiques
- Cultures moins sujettes à la verse en raison de la meilleure stabilité des chaumes ; ceci est particulièrement important lorsqu'on évite le recours aux produits de raccourcissement des chaumes ainsi que dans l'agriculture biologique.

**La fertilisation potassique accroît la tolérance au stress induit par**

- La sécheresse
- La chaleur
- Le gel
- Les taches foliaires d'origine non parasitaire (taches goudronneuses, brûlures).



*Dans le cas d'un approvisionnement carencé en K (à gauche), la sensibilité aux influences néfastes de l'environnement se trouve augmentée, les plantes pouvant être atteintes par exemple de taches goudronneuses brun-noir.*



*Céréales fortement versées sur une parcelle expérimentale sans fertilisation potassique*

# Le Magnésium

## Plantes vertes = Chlorophylle fonctionnelle

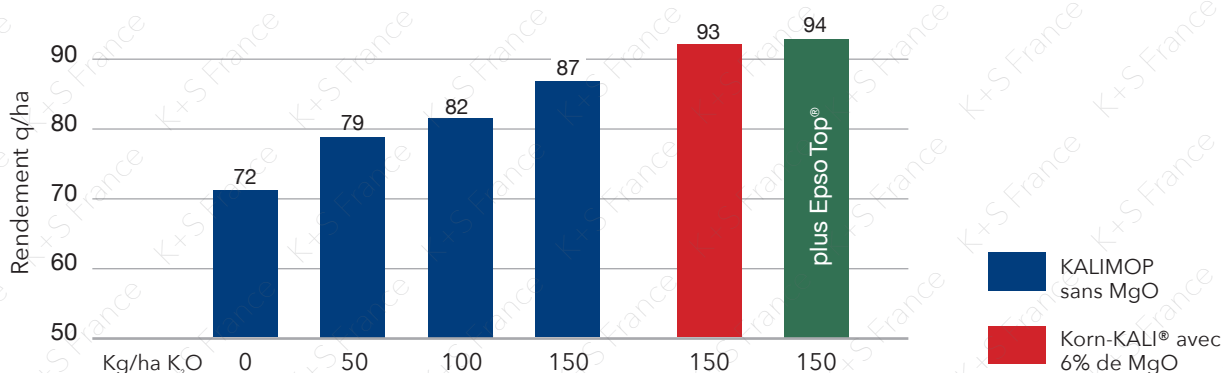
Le Magnésium, qui constitue l'élément central de la chlorophylle, est indispensable à l'élongation de la plante et à bon nombre de processus comme par exemple le métabolisme des protéines et des glucides. Dès le début de la croissance, les céréales ont des besoins considérables en Magnésium pour assurer la formation de la chlorophylle dans la jeune plante et garantir une ébauche précoce des épillets et des grains.

Durant la phase de remplissage des grains, le Magnésium est décisif surtout pour la photosynthèse de la dernière feuille et des glumes. Avec un bon approvisionnement en Magnésium, ces parties de la plante

resteront plus longtemps vertes. Ceci active la photosynthèse, améliorant ainsi le remplissage du grain. Le Magnésium n'est pas seulement un élément nutritif important pour les plantes, il joue aussi un rôle majeur dans l'alimentation humaine et animale (par exemple réduction du stress).

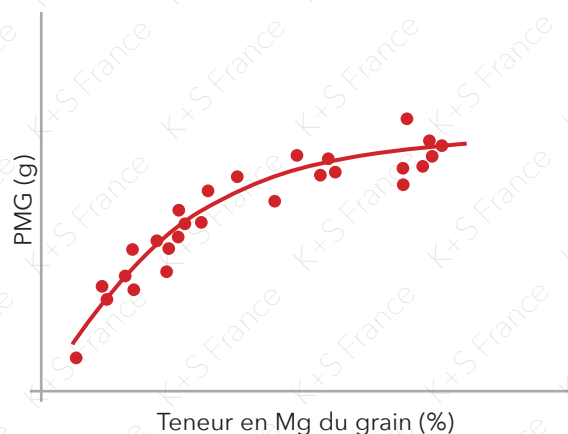
Pour exploiter entièrement le potentiel d'un fertilisant potassique, le plan de fumure devra également tenir compte du Magnésium. Avec des apports simultanés de Potassium et de Magnésium hydrosoluble, on évitera les antagonismes pour les nutriments entre le sol et la plante.

### Influence de différentes formes de Potassium sur le rendement du triticale sur sols légers

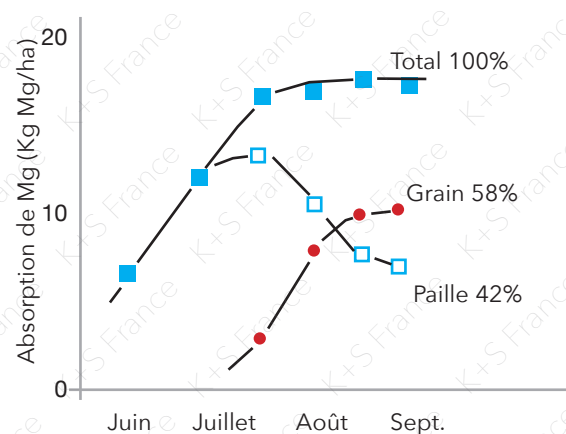


La combinaison du Potassium et du Magnésium (avec addition de Soufre) dans la formule « Korn-KALI® » se traduit par des rendements sensiblement plus élevés ainsi

que par une bien meilleure exploitation de la fertilisation azotée par rapport au KALIMOP, sans Magnésium et sans Soufre.



Lien entre la teneur en Mg des grains de blé et le poids de mille grains (PMG)



Quantité totale de Mg absorbée par du blé d'hiver ainsi que quantités de Mg absorbées respectivement par le grain et la paille durant la période végétative à partir du stade 2 nœuds



# La fertilisation foliaire garantit l'absorption rapide du Magnésium et du Soufre

À l'apparition des signes de carence, la mesure la plus rapide pour compenser les déficits en nutriments est la fertilisation foliaire. Les applications foliaires effectuées avec l'epso TOP® permettent de surmonter les carences durant les phases de croissance dans lesquelles l'absorption des matières nutritives du sol est temporairement interrompue ou entravée. C'est dans les situations suivantes que l'epsoTop s'avère particulièrement efficace en application foliaire :

- Rendements élevés à atteindre
- Déséquilibre entre les différents nutriments dans le sol
- Stress dû au froid, à la sécheresse ou à l'humidité durant les principales phases de développement.

Le recours à l'epso TOP® constitue une mesure à la fois bon marché et efficace dans la culture des céréales.

Espèce céréalière	Accroissement du rendement	Calendrier des applications
Blé	2 - 8%	Stades 31+49 (51)
Orge	3 - 7%	Stades 31+49 (51)

Combinant le Magnésium et le Soufre sous forme de Sulfate immédiatement disponible pour les plantes, l'epso TOP® est hautement efficace. Simple d'utilisation, sélectif et simple d'utilisation, l'epso TOP® peut se mélanger sans problèmes avec la plupart des fongicides et des raccourcisseurs.

## La fertilisation soufrée est une intervention indispensable

Appliqués aux céréales, les fertilisants soufrés assurent :

- Une meilleure valorisation de l'Azote
- Des teneurs en protéines élevées
- Une bonne composition des protéines et donc de meilleures qualités boulangères
- Un rendement optimum lorsque la fertilisation est équilibrée.

Les céréales d'hiver notamment requièrent un approvisionnement précoce en Soufre. Seul le Soufre sous forme de Sulfate, disponible immédiatement et soluble dans l'eau peut-être directement absorbé et utilisé par ce type de plantes. En outre, le Soufre apporté par les sulfates de Potassium et de Magnésium présente un pH neutre et par conséquent ne produit pas d'acidification du sol.



Seigle carencé en Mg



Blé carencé en S



Même dans les années qui suivent l'épandage, le Soufre provenant des fertilisants naturels n'est que faiblement disponible pour les plantes. Les fertilisants organiques ne permettent donc pas d'assurer l'approvisionnement en Soufre des plantes.

Seuls les fertilisants minéraux sous forme sulfatée (comprenant aussi la fertilisation foliaire avec l'epso TOP®) assurent une couverture adéquate des besoins en Soufre des plantes.



Meilleure coloration des feuilles et plus forte croissance grâce à la combinaison de Potassium, de Magnésium et de Soufre offerte par le Korn-KALI®



## Double action des sulfates de Magnésium

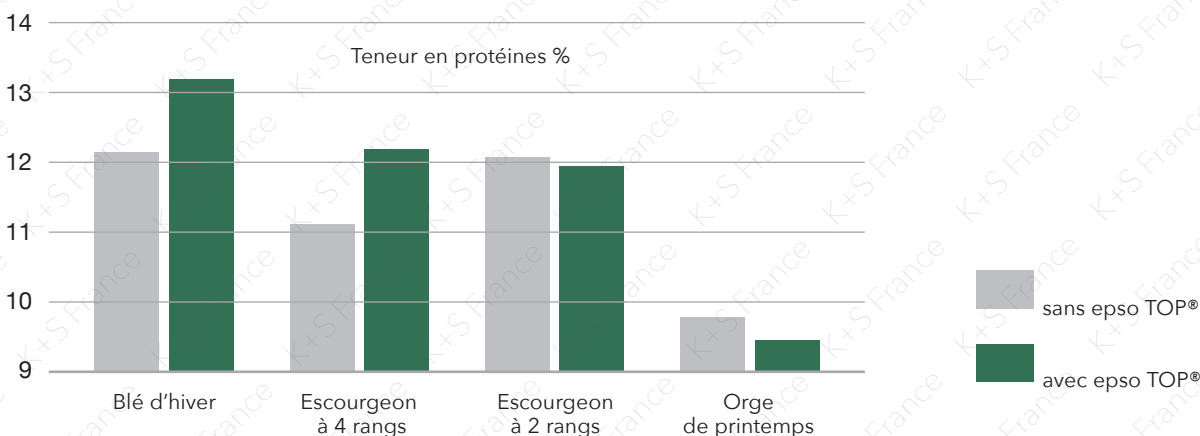
L'ESTA® Kieserit et l'epso TOP® contiennent du Magnésium et du Soufre en proportions à peu près égales. Ces deux nutriments se complètent de manière optimale dans leurs effets sur le rendement et la qualité. Le Korn-KALI® et PatentKALI® contiennent du Magnésium et du Soufre sous forme de Sulfate immédiatement disponible pour la plante.

Avec la valorisation plus efficace de N, la combinaison des deux éléments nutritifs entraîne des avantages en termes de rendement et donc une augmentation de la teneur en protéines chez les espèces à forte consommation d'Azote. Dans le cas de l'orge de brasserie demandant moins d'Azote, le PMG se trouve augmenté, mais la teneur en protéines n'est guère influencée. En règle générale, la teneur en protéines de l'orge de brasserie subit même une légère baisse, comme le montrent les essais menés par les établissements Breun



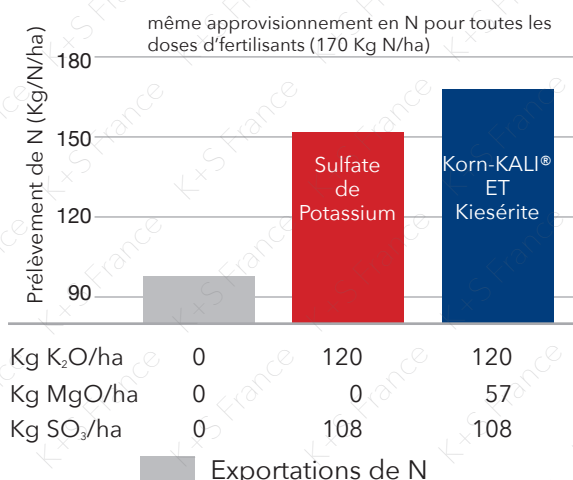
Les plantes reverdissent en l'espace de quelques jours après la fertilisation avec de la Kiesérite ou l'epso TOP®

### Essais avec epso TOP® sur des céréales (Breun, Herzogenaurach, Allemagne)



# Efficiace améliorée de la fertilisation en N par le Potassium, le Magnésium et le Soufre

## Incidence de différentes quantités et de formes de K sur le prélèvement de N par de l'orge d'hiver cultivée sur sol léger



L'efficacité d'une fertilisation azotée est renforcée par un bon approvisionnement en Potassium, Magnésium et Soufre. Les essais menés au cours des dernières années ont fait apparaître que la mise à profit de l'engrais N était grandement améliorée par l'épandage de ces éléments nutritifs, puisque pour toutes les variantes ayant bénéficié des mêmes doses de N, les plantes ont absorbé et transformé 50 à 70 Kg N/ha de plus.

La synergie Azote-Soufre-Magnésium permet de maximiser les absorptions d'Azote de limiter le lessivage. Ainsi, les résultats obtenus soulignent la nécessité d'une fertilisation équilibrée incluant tous les éléments nutritifs.





# Les oligo-éléments

## Des vitamines pour la plante

Aujourd'hui, les carences en oligo-éléments surviennent plus fréquemment qu'autrefois.

Ce phénomène peut avoir des causes diverses :

- Emploi d'engrais minéraux fortement concentrés sans composants auxiliaires
- Moins de retombées de l'atmosphère
- Teneurs réduites dans les fertilisants organiques
- Nouveaux produits phytosanitaires sans oligo-éléments
- Niveau de rendement plus élevé et exploitation plus intensive.

**Le Manganèse et le Zinc comptent parmi les oligo-éléments particulièrement importants pour les cultures céréalières**

### Le Manganèse

- Active de nombreuses enzymes, jouant ainsi des rôles divers dans le métabolisme de la plante
- Participe tant à la photosynthèse et à la synthèse de la chlorophylle qu'à la réduction des nitrates et à la formation d'acides aminés
- Sa disponibilité est d'autant moins bonne que le pH augmente. La sécheresse ou une bonne aération du sol diminuent la disponibilité du Manganèse. Dans la plupart des cas, seule une fertilisation foliaire apporte un remède efficace et immédiat.



Blé carencé en Mn

### Le Zinc

- Indispensable à la formation des protéines, celle-ci étant fortement entravée par un manque de Zinc
- Important pour l'élongation de la plante. Comme symptômes typiques d'une carence, on aura donc le nanisme et la petite taille des feuilles, pouvant être disposées en rosette. Chez le blé, un manque de Zinc se manifeste par des taches jaunes à blanchâtres, pouvant former des stries sur l'ensemble du limbe.



Blé carencé en Zn







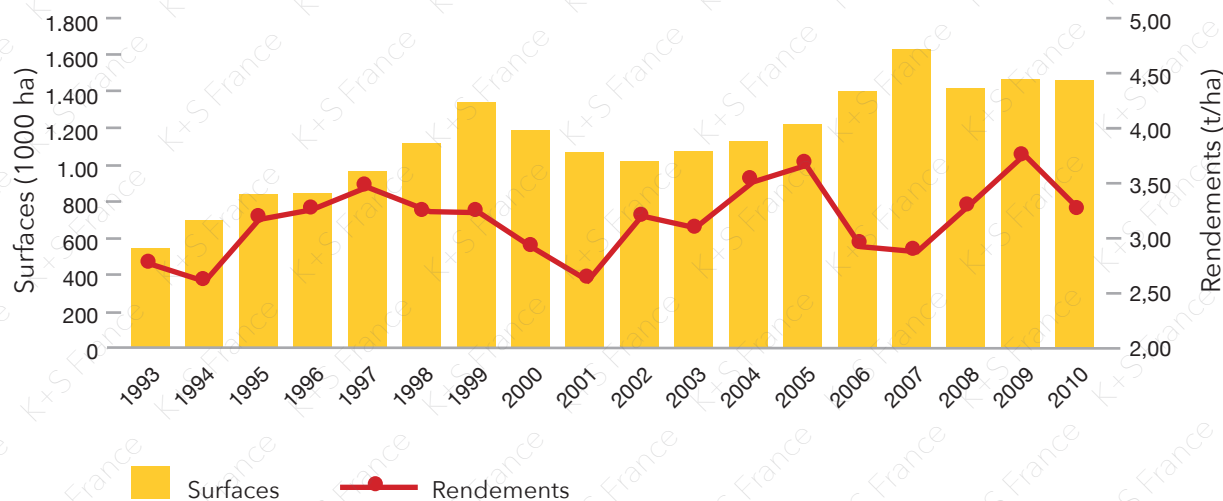
## Colza, source d'huile et d'énergie

En France, la sole de colza a fortement progressé au cours des 10 dernières années. Les causes sont multiples :

- Le colza fournit une huile alimentaire de qualité faisant l'objet d'une demande accrue sur les marchés mondiaux
- La forte demande tout juste satisfaite garantit une stabilité durable des prix pour les producteurs
- Le développement du colza diester nécessite mobilise de grande superficie
- Le colza constitue un très bon précédent dans les rotations céréalières. Un blé de colza est 10% plus productif qu'un blé sur blé
- Grâce à son système racinaire développé, le colza s'adapte très bien aux pratiques culturales simplifiées.



### Evolution des surfaces et rendements en colza en France



Source : Agreste

## Le colza a besoin de Potassium



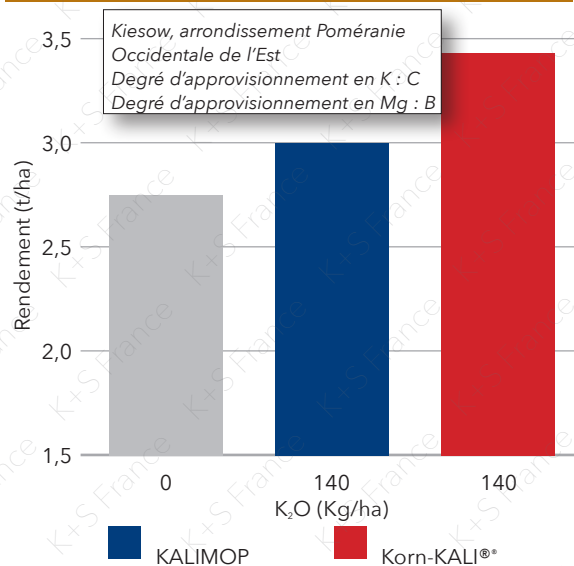
Le colza est une plante exigeante en ce qui concerne son approvisionnement en éléments nutritifs. En plus de l'azote, du phosphate et du calcium, il lui faut surtout du Potassium. Une productivité optimale implique d'importantes doses de Potassium fournies soit par les réserves présentes dans le sol, soit par le biais d'une fertilisation, puisque

- à la reprise de la végétation au printemps, la plante doit absorber en peu de temps de grandes quantités de Potassium
- un peuplement de colza avec appareil foliaire entièrement développé peut mobiliser jusqu'à 400 Kg de  $K_2O$ /ha
- à la reprise de végétation, le colza peut mobiliser jusqu'à 100 Kg de  $K_2O$ /ha
- un bon approvisionnement en Potassium améliore la tolérance au gel
- de même, leur sensibilité à la sécheresse est atténuée - elles optimisent leur bilan hydrique et s'accommodent plus facilement de réserves d'eau limitées
- la formation d'huile est favorisée par l'activation des processus enzymatiques.



Colza carencé en Potassium

**Un approvisionnement suffisant en Potassium assure la résistance à l'hiver et un bon niveau de rendement pour le colza d'hiver**





Outre l'approvisionnement insuffisant du sol, d'autres facteurs peuvent entraver l'absorption du Potassium par les racines, à savoir :

- une mauvaise structure du sol (ex : semelles de labour)
- un faible développement racinaire (ex : semis tardif)
- un retard dans la fertilisation potassique.



*Stade de développement optimal pour la fertilisation potassique en automne*

## Résultats d'essais fertilisation potassique sur colza d'hiver (K+S, Allemagne)

Site	K <sub>2</sub> O (Kg/ha)	Rendement (t/ha)	rel. (%)
<b>Koselau</b> 15 mg K <sub>2</sub> O/100 g de sol	0	4,62	100
	60	4,49	97
	120	4,76	103
	240	4,87	105
	300	4,97	108
	<b>Hohenlieth</b> 23 mg K <sub>2</sub> O/100 g de sol	210	4,15
400		4,51	109
<b>Bovenau</b> 12 mg K <sub>2</sub> O/100 g de sol	0	4,23	100
	160	4,39	104
	240	4,44	105
	320	4,61	109
<b>Altheim</b> 34 mg K <sub>2</sub> O/100 g de sol	0	3,89	100
	180	4,05	104
	360	4,17	107
<b>Laupheim</b> 28 mg K <sub>2</sub> O/100 g de sol	0	2,97	100
	50	3,56	120
	100	3,99	134
	200	3,79	128

Si les exportations de K par le seul biais des graines sont relativement faibles, le colza nécessite toutefois de grandes quantités de Potassium pour développer son appareil végétatif aérien. Ainsi, la culture suivante profitera de la restitution des nutriments par le biais des pailles de colza. Sur des sols moyens et lourds, il est donc indiqué de couvrir les besoins en K de l'ensemble de la rotation culturale sur le colza.

Un apport ciblé de Potassium en automne sur les chaumes du précédent cultural ou au stade 6 à 8 feuilles des jeunes plantes de colza fournit les bases de la concentration nécessaire durant la période de croissance principale.

La fertilisation en tête d'assolement permet de réduire le nombre de passages, limitant ainsi les coûts.



Colza carencé en Potassium



## Le Phosphore , des rendements assurés grâce à une bonne disponibilité

Le Phosphore est un élément nutritif majeur, indispensable au colza. Au sein de la plante, il pilote des processus métaboliques essentiels :

- Élément constituant des membranes cellulaires, résistance des tissus
- Constituant de l'ADN et de l'ARN en tant que support de l'information génétique
- Constituant de l'ATP, ADP, vecteur de l'énergie cellulaire
- Favorise la floraison, la formation des boutons fructifères et celle des graines
- Améliore la croissance des racines.

De plus, le Phosphore stimule la vie microbienne, contribuant ainsi à une activité accrue des microorganismes qui produisent et interviennent dans la transformation de la matière organique en humus stable. Cela a un effet structurant sur le sol.



Carence en Phosphore sur du colza

## Sans Magnésium pas de feuilles vertes

En tant qu'élément constituant de la chlorophylle, le Magnésium est d'une importance capitale pour la photosynthèse. Chez le colza, l'absorption du Magnésium correspond principalement au stade de formation des siliques. Les besoins d'un peuplement de colza se montent au total à environ 60 Kg MgO/ha. Les siliques du colza jouant un rôle majeur dans la formation de l'huile, c'est justement durant cette période de croissance que le Magnésium doit être disponible en quantités suffisantes.

L'approvisionnement en Magnésium du colza dépend souvent du site, c'est-à-dire des conditions pédoclimatiques. C'est la roche-mère qui déterminera notamment l'offre en Magnésium. Dans de nombreux cas, il convient de porter un regard critique sur l'aptitude d'un sol à garantir un approvisionnement suivi en Magnésium.

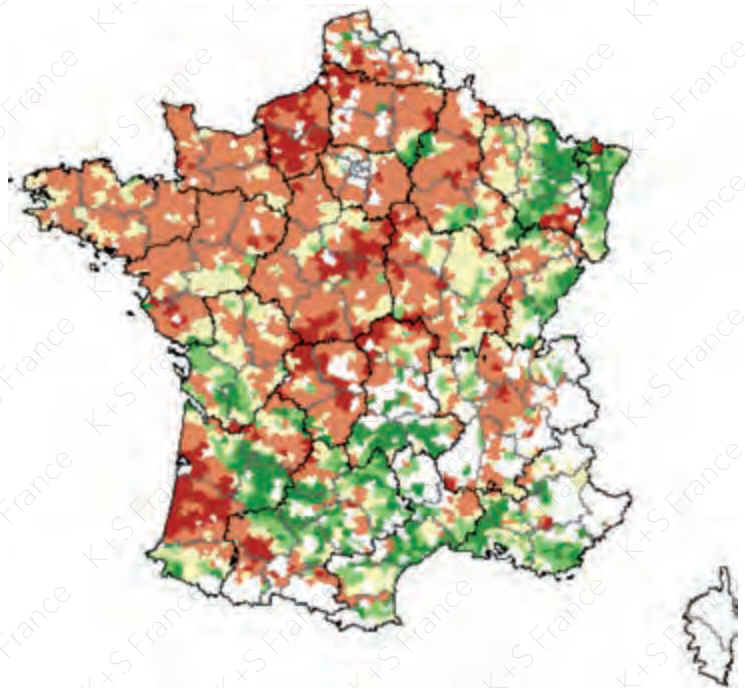
Une teneur insuffisante en Magnésium dans les plantes, alors même que le sol en est bien pourvu, peut être la conséquence d'un défaut d'absorption par les racines.

### Principaux facteurs nécessitant une complémentation magnésienne :

- Emploi d'engrais dépourvus de Mg
- Chaulage au moyen de dolomie difficilement soluble, en présence de pH relativement élevés
- Sols riches en calcaires et pH élevés
- Conditions climatiques défavorables (temps humide et froid ou faible évaporation, sécheresse)



La décoloration et le jaunissement internervaire des vieilles feuilles, le renflement et les colorations brunes-rougeâtres sur les bords du limbe sont les symptômes typiques d'une carence en Magnésium chez le colza



Valeurs en mg/Kg

0 - 100	0,8%	200 - 250	8,4%
100 - 150	38,7%	250 - +inf	9,4%
150 - 200	19,6%	Effectifs < 10%	15,1%



Lors du choix des fertilisants, on veillera particulièrement à la solubilité du Magnésium !

Le sulfate de Magnésium 100% soluble eau compose ESTA® Kieserit et d'autres fertilisants minéraux comportant de la Kiesérite ainsi que le Korn-KALI®, le PatentKALI® et le Magnesia-Kainit. Cette forme garantit une mise à disposition immédiate et durable du Magnésium sur tous les types de sol, sans effet acidifiant.

Après des hivers rudes avec d'importantes chutes de feuilles, les plantes ont besoin d'un



Carence en Magnésium sur colza

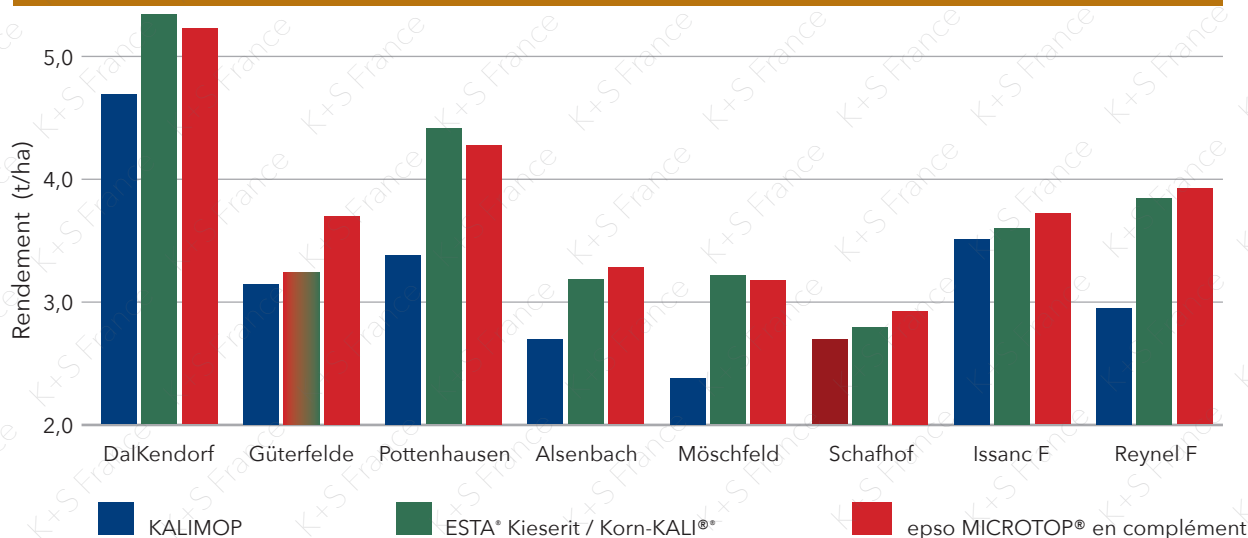
bon approvisionnement en Magnésium avec de la Kiesérite pour pouvoir se reconstituer un appareil foliaire.

Une carence aiguë en Magnésium se reconnaît à la décoloration et au jaunissement entre les nervures des feuilles âgées. Les éclaircissements progressent de l'intérieur vers l'extérieur pour passer à un brun rougeâtre dans le cas des vieilles feuilles de colza.

Pour remédier aussi rapidement que possible à un manque de Magnésium, il conviendra de procéder immédiatement à une application foliaire d'une solution à 5 - 10% du produit epso TOP® ou epso MICROTOP® dès l'apparition de symptômes de carence.

Une carence latente peut également entraîner des baisses de rendement. Si les conditions d'absorption sont défavorables, la fertilisation foliaire avec epso TOP® constituera donc une mesure de précaution importante si l'on souhaite conserver un bon niveau de production. En liaison avec des interventions phytosanitaires, on évitera de dépasser la concentration recommandée, à savoir 5 Kg d'epso TOP® ou d'epso MICROTOP® dans 100 l d'eau.

**Effets d'une fertilisation magnésienne et soufrée avec Korn-KALI® ou ESTA Kieserit et d'une fertilisation foliaire complémentaire avec epso MICROTOP® sur le rendement de colza.**  
Essais conduits par le Groupe K+S, 2003



# Le Soufre indispensable au colza

Suite à une réduction considérable des émissions industrielles (désulfuration des fumées), les quantités de retombées atmosphériques en Soufre ont fortement diminué. Sans fertilisation complémentaire, les cultures exigeantes en Soufre (comme le colza) connaissent désormais des pertes importantes de rendement.

Les carences en Soufre peuvent apparaître dès l'automne sur les jeunes plantes de colza.



*Les feuilles incurvées « en cuillère » et atteintes de chloroses internervaires en partant des bords sont les signes caractéristiques d'un manque de Soufre*

## Principaux signes caractéristiques :

- Jaunissement des jeunes feuilles à partir du bord (chloroses internervaires)
- Déformation „en cuillère” des feuilles
- Coloration rougeâtre à violette des tiges et feuilles au stade des bourgeons
- Coloration jaune claire à blanchâtre des pétales
- Pétales plus petits qu'à l'ordinaire, inflorescences moins fournies
- Ebauches de siliques ne contenant que peu voire pas du tout de graines.



*Symptômes de carence en Soufre sur les feuilles, fleurs et siliques du colza*



Chez le colza, le Soufre est absorbé parallèlement au Magnésium à raison de quelque 125-175 Kg SO<sub>4</sub>/ha. Sur des terrains riches en humus et par des conditions favorables, le Soufre fixé dans le sol peut être mobilisé et contribuer en partie à l'approvisionnement des plantes. La dynamique du sol ressemble à celle de l'Azote, tout en présentant néanmoins de nettes divergences.

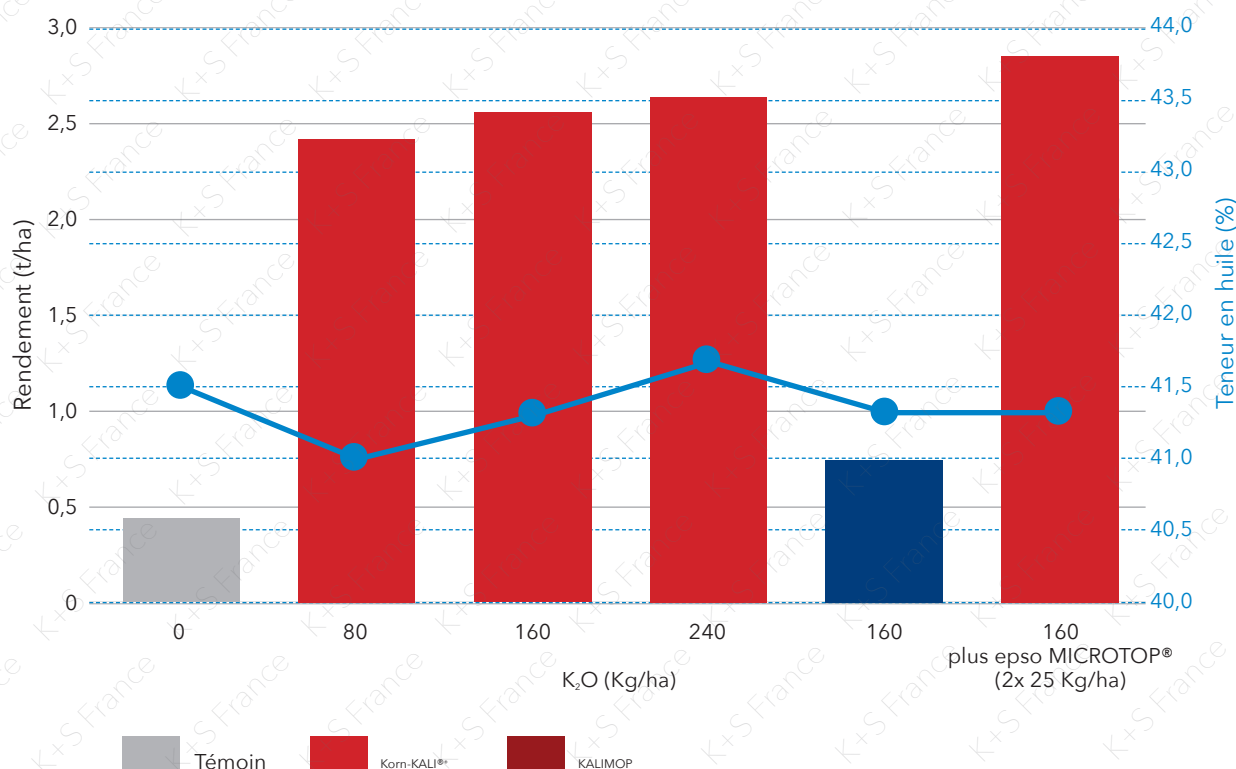
La minéralisation de la matière organique intervient généralement trop tard pour qu'elle puisse constituer une source majeure de S pour les plantes de colza.



Par manque de Soufre, les siliques ne sont que faiblement garnies de graines

### Une carence en Soufre pénalise très fortement le rendement du colza

Synthèse Essai longue K+S GmbH



Les doses de 50-125 Kg SO<sub>2</sub>/ha recommandées pour la fertilisation minérale permettent de couvrir une plage relativement étendue. Pour déterminer exactement les besoins, il est pratique de recourir aux grilles d'évaluation correspondantes ou à une analyse des plantes.

Dans la pratique, les besoins en Soufre sont plus élevés

- pour des sol légers, filtrants
- pour des sols avec une faible %MO
- dans les rotations comportant des cultures fortes consommatrices de Soufre
- après d'importantes précipitations
- dans le cas de sols à structure détériorée
- dans le cadre des techniques culturales simplifiées, spécialement lors du développement automnal du colza.

En tant que source d'alimentation en Soufre, les fertilisants organiques ne jouent qu'un rôle accessoire. La concentration des lisiers en Soufre est comprise entre 0,5 et 0,75 Kg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, cela ne permet pas de combler les besoins d'un colza. Dans le cadre d'une fertilisation minérale, on veillera impérativement à employer des formes sulfates. Les racines des plantes absorbent le Soufre uniquement sous forme de sulfate, de sorte qu'une fertilisation basée sur du sulfate de Magnésium, de Potassium ou d'ammonium intégralement solubles dans l'eau s'avère particulièrement efficace.

Le Korn-KALI® se prête de façon idéale à la couverture des besoins en Soufre à la saison d'automne, 35 à 50 Kg SO<sub>2</sub>/ha en l'occurrence, les apports de Potassium, de Magnésium et de Soufre se faisant simultanément.



*Un peuplement carencé en Soufre a retrouvé un haut niveau de rendement grâce à une fertilisation foliaire avec epso TOP® (à gauche et à droite de la bande centrale non traitée)*



Dans le cadre de la fertilisation de printemps, ESTA Kieserit sous forme granulée conserve toute son importance pour

- les sols pauvres en Magnésium, normandie, champagne, centre et sud ouest
- les exploitations qui veulent épandre du Soufre indépendamment de l'azote
- les agriculteurs qui souhaitent épandre des éléments simples afin de piloter avec précision la fertilisation de chaque parcelle
- les exploitations agricoles qui apprécient un stockage aisé, une bonne granulométrie et une bonne aptitude à l'épandage.

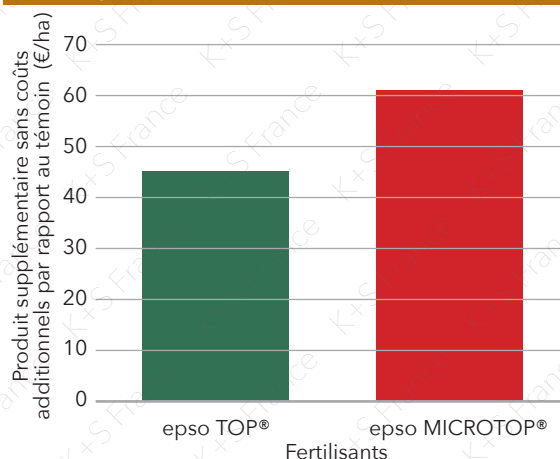
Pour des sols peu approvisionnés qui requièrent des apports complémentaires en plus de la fertilisation potassique effectuée en automne, on épandra du Korn-KALI® en reprise de végétation.

Jusqu'à la floraison, un léger manque de Soufre peut encore se corriger par des pulvérisations d'epso TOP® ou d'epso MICROTOP® (2 x 25 Kg/ha), sans qu'il faille craindre des baisses de rendement ; une déficience persistant au-delà se traduit en revanche par des pertes pouvant aller jusqu'à 75%.



ESTA®Kieserit convient parfaitement pour un approvisionnement en Magnésium et en Soufre dans le cadre de la fertilisation de printemps

### epso TOP® et epso MICROTOP® en moyenne 2001 à 2004



Source : Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, M. V., Gülzow (extrait) [Centre de recherche régional pour l'agriculture et la pêche]

## Le Bore

### une mesure standard dans la culture du colza

Le colza et la betterave sont 2 culture exigeante en Bore. Chez le colza, la quantité de Bore absorbée durant la période végétative correspond à 350-450 g/ha en fonction du développement des feuilles. La disponibilité du Bore présent dans le sol pourra être limitée en cas de sécheresse, en raison d'un pH élevé du sol et à la suite d'opérations de chaulage.

#### **Sur le colza, un approvisionnement insuffisant en Bore se traduit par :**

- une coloration rougeâtre des vieilles feuilles et des pétioles
- des plantes „chétives” - à un stade de développement avancé, elles sont trapues et forment une rosette au ras du sol, même au stade des bourgeons
- la formation de cavités dans les racines - comme dans le cas de la maladie du cœur de la betterave, il se forme généralement des cavités à coloration brunâtre sous l'apex
- un raccourcissement des racines latérales
- un mauvais développement des siliques après la floraison.



*Plantes de colza carencées en Bore*



L'apparition de signes de carence au printemps s'explique souvent par des conditions difficiles rencontrées durant l'automne de l'année précédente et liées à la sécheresse, à des pH élevés ou à de faibles teneurs en Bore du sol.

Les teneurs en Bore ne devraient pas être inférieures à

**0,2-0,5 mg par Kg de sol pour des sols légers**

**0,25-1,2 mg par Kg de sol pour des sols lourds**

S'il y a une présomption de carence en Bore, on procèdera immédiatement à une analyse foliaire. Des feuilles présentant des teneurs inférieures à 30 mg de Bore par Kg de matière sèche sont le signe d'une carence latente ou aiguë.

La fertilisation foliaire avec epso MICROTOP® permet de remédier rapidement à un manque de Bore. epso MICROTOP® est d'ailleurs idéal pour les fertilisations foliaires préventives réalisées à l'automne, puisque sur la base d'un épandage de 10 Kg/ha, il fournira les 100 g de Bore par hectare.



*Un port ramassé, des pousses latérales atrophiées et un renflement de la section inférieure de la tige sont des symptômes typiques d'une carence en Bore chez le colza*

## Sur les sols humifères tenir compte de la disponibilité en Manganèse

Le Manganèse figure également au nombre des oligo-éléments importants. Les problèmes d'approvisionnement apparaissent dans le cas de sols possédant un fort taux d'humus ou un pH élevé, ainsi qu'à la suite de chaulages.

Les symptômes d'une carence sont :

- le jaunissement des vieilles feuilles pouvant aller jusqu'à la chlorose entre les nervures avec dessèchement des tissus
- un jaunissement lié au degré de compactage du sol - le phénomène apparaît d'abord autour des trains de tonneau.
- une croissance retardée, des plantes chétives.

La disponibilité du Manganèse est étroitement liée au pH du sol.

C'est pourquoi les applications foliaires de Manganèse sous la forme epso MICROTOP® constituent la méthode d'approvisionnement la plus efficace pour les peuplements de colza.



*Sur le colza, une carence en Manganèse se manifeste tout d'abord sur les feuilles âgées*



*Une carence en Manganèse survient généralement sur des sols très humifères avec des pH élevés. A un stade avancé, le tissu entre les nervures des feuilles se dessèche.*



# Conseils de fertilisation pour le colza

Pour la fertilisation de cultures de colza, nous recommandons les produits suivants

## Korn-KALI®

400-600 Kg/ha pour couvrir les besoins en Potassium tout en assurant l'approvisionnement en Magnésium et en Soufre.

## ESTA® Kieserit

200-300 Kg/ha pour couvrir les besoins en Soufre et en Magnésium, 300-400 Kg/ha en cas de carence aiguë.

## epsoMICROTOP®

25-40 Kg/ha (5 Kg/100 l d'eau), évent. fractionnés en plusieurs apports à partir du stade de rosette jusqu'à la floraison. Jusqu'en

fin de bourgeonnement, un léger manque de Soufre peut se corriger par des pulvérisations d'epso MICROTOP® (2 x 25 Kg/ha).

## epsoTOP®

25-40 Kg/ha (5 Kg/100 l d'eau), évent. fractionnés en plusieurs apports jusqu'en fin de bourgeonnement pour remédier à un léger manque de Soufre ou de Magnésium.









# Soja : fertilisation Potassique, Magnésienne et Soufrée



Photo: CETIOM

Carence en Potassium



Carence en Potassium

## Magnésium

Le soja exporte 15 à 20 unités MgO/ha, soit un tiers des immobilisations.



Carence en Magnésium

## Potassium

Le soja est une culture exigeante en Potassium avec des immobilisations d'environ 200 unités  $K_2O$ /ha.

Les exportations sont de l'ordre de 50 à 80 unités  $K_2O$ /ha.

Les doses d'entretien varieront alors de 80 à 120 unités  $K_2O$ /ha.



# Soja : fertilisation Potassique, Magnésienne et Soufrée

## Soufre

Même si les mobilisations sont faibles (50 - 60 Kg  $\text{SO}_3$ /ha), les exportations sont de l'ordre de 70%.

Par conséquent, il convient de ne pas négliger l'alimentation soufrée, notamment pour son rôle dans la formation des protéines.



Carence en Magnésium



Photo: CETIOM

Carence en Manganèse

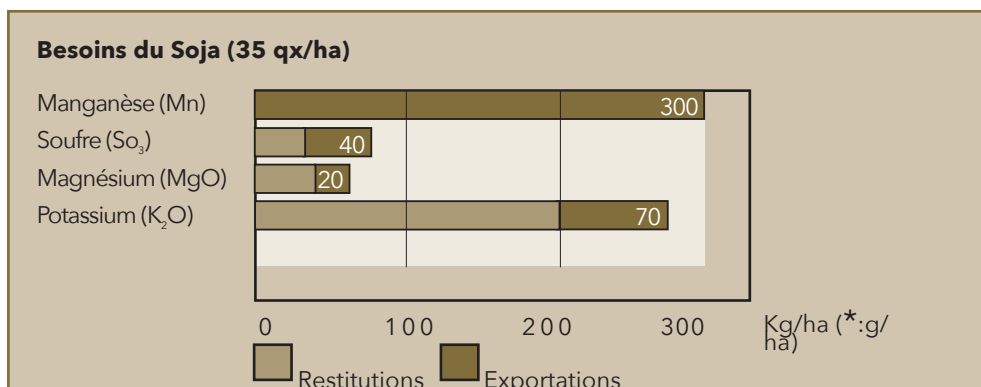
## Manganèse

Il est essentiel pour la croissance de la plante, notamment pour son rôle dans les réactions énergétiques et enzymatiques.

Le soja mobilise jusqu'à 750 g de Mn/ha dont environ 300 g seront exportés par les graines.

Les apports au sol étant inefficaces, la pulvérisation foliaire s'impose.

Cet apport doit s'effectuer avant le stade R1 (1<sup>ère</sup> fleur).





# Le guide des carences

## Un outil indispensable pour surveiller ses cultures

Chaque plante a ses propres besoins en nutriments. Chez K+S nous tenons à votre disposition toutes les informations nécessaires pour une fertilisation optimale de vos cultures.

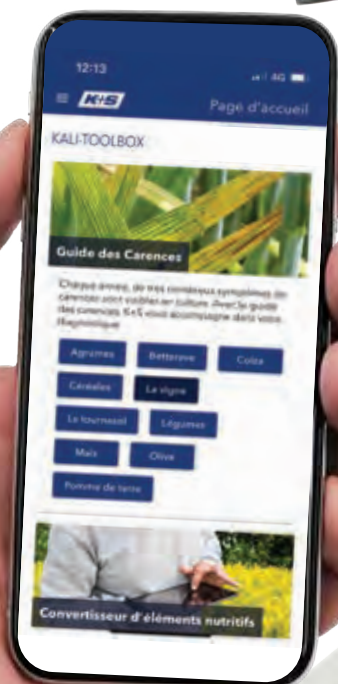
Si vos plantes présentent des carences manifestes en nutriments, vous pouvez dès maintenant les identifier à l'aide de nos **guides des carences** (grandes cultures, légumes et vigne) disponibles sur le site **ks-france.com** ou à l'aide de l'application « **KALI-Toolbox** ». Grâce aux photos et aux descriptions des symptômes spécifiques de carence, le diagnostic sera facile.

Une fois que le problème est identifié, on vous indique quels fertilisants K+S disposent des apports nutritionnels nécessaires.

Avec notre application KALI-TOOLBOX nous mettons à votre disposition toutes les informations importantes concernant les fertilisants minéraux. Identifiez les symptômes de carence de vos cultures directement dans votre champ. Et en plus, vous trouverez dans l'application les conseils et des photos pertinents pour tous types de cultures. Téléchargez gratuitement KALI-TOOLBOX via "App Store" ou "Google Play".



Sur votre smartphone dans le champ ou à la maison sur votre ordinateur : [Ks-minerals-and-agriculture.com/fr/fr/fertiliser/advisory\\_service/deficiency\\_symptoms/](https://ks-minerals-and-agriculture.com/fr/fr/fertiliser/advisory_service/deficiency_symptoms/)





**KALI ACADEMY®**

PLATEFORME AGRONOMIQUE  
DE K+S

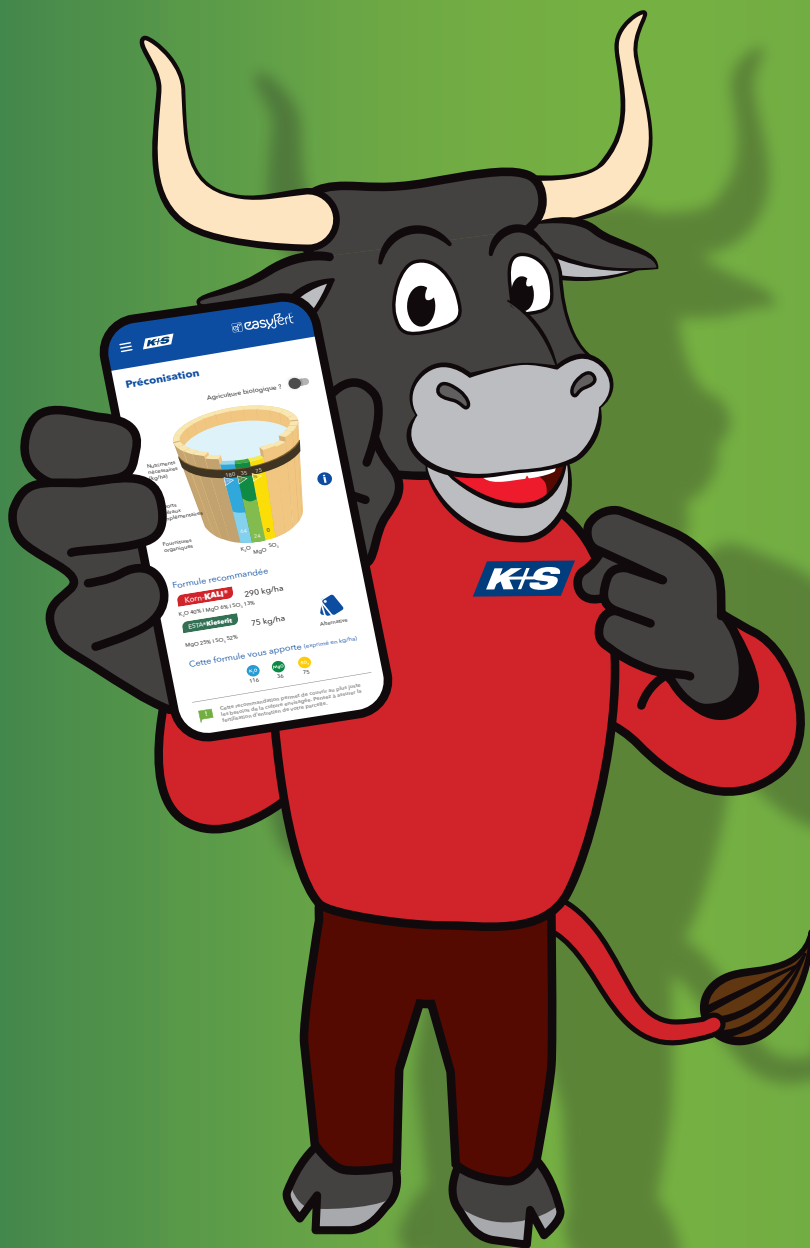


# KALI ACADEMY®

PLATEFORME AGRONOMIQUE  
DE K+S

Grâce à notre nouvelle KALI **ACADEMY**®, nous proposons, en notre qualité d'experts dans le secteur de la nutrition des plantes, des informations précieuses et des conseils pratiques sous forme d'information pour nos clients. Qu'il s'agisse d'informations sur les carences, d'articles spécialisés actuels ou d'études pertinentes dans le secteur de l'agriculture, profitez à l'avenir de l'ensemble de notre savoir de manière ciblée pour votre succès.





easyfert®

L'outil idéal  
vous permettant  
de quantifier les besoins  
de vos cultures,  
de calculer et moduler  
les apports nécessaires  
en éléments nutritifs  
K, Mg et S et  
d'obtenir l'offre produit  
adéquate à vos parcelles.



easyfert.com



Vous pouvez également utiliser nos réglettes d'exportations papier sur grandes cultures et cultures fourragères qui permettent une évaluation rapide des besoins et apports en fumure de fond.







# NOS PRODUITS FERTILISANTS APPLICABLES AU SOL



Produit		K <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	Autres nutriments et éléments utiles (%)	
<b>KALIMOP</b>		60	-	-	-	Notre chlorure de Potassium Votre premier choix
<b>Korn-KALI®</b>		40	6	13	4 Na <sub>2</sub> O	Notre multivalent pour vos besoins divers
<b>Korn-KALI®<sup>+B</sup></b>		40	6	13	4,5 Na <sub>2</sub> O, 0,25 B	Notre multivalent existe main- tenant dans une variante avec Bore
<b>Roll-KALI</b>		48	4	10	-	Notre fertilisants rond Kali, le partenaire parfait pour vos mélanges de fertilisants
<b>ESTA® Kieserit</b>		-	25	52	-	Notre puissance pour vos plantes, un ultraconcentré Magnésium-Soufre
<b>PatentKALI®</b>		30	10	44	-	Notre formule à succès pour la plus haute qualité de vos cultures
<b>KALISOP®</b>		50	-	44	-	Notre qualité premium pour vos cultures spéciales
<b>KALISOP®<sup>PREMIUM</sup></b>		50	-	44	-	Notre qualité premium pour vos cultures spéciales
<b>Magnesia-Kainit®</b>		9	4	9	34 Na <sub>2</sub> O, 47 Cl	Notre qualité premium pour vos cultures spéciales
<b>SodiKALI®</b>		30	-	27	-	Notre puissance pour vos plantes, un ultraconcentré Potassium -Soufre
<b>NOVAGRO®</b>		Fertilisant Minéral à Macroéléments (NPK) et éléments secondaires (MgO, SO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O, CaO) et Oligoéléments. Fabriqué à Wittenheim, Alsace				








# NOTRE GAMME POUR LA FERTILISATION FOLIAIRE & FERTIGATION



Produit		K <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	Autres nutriments et éléments bénéfiques (%)	
<b>epso</b> TOP®	✓	-	16	32,5	-	Notre spécialiste pour les plantes sarclées et herbacées
<b>epso</b> MICROTOP®	✓	-	15	31	0,9 B, 1 Mn	Notre spécialiste pour la santé et la qualité
<b>epso</b> COMBITOP®	✓	-	13,5	34,5	4 Mn, 1 Zn	Notre spécialiste pour le colza et les betteraves sucrières
<b>epso</b> BORTOP®	✓	-	12,6	25	4 B	Notre spécialiste pour les céréales
<b>solu</b> MOP®	✓	60	-	-	-	Notre spécialiste contre le gel - pour la sécurité de votre rendement en hiver
<b>solu</b> SOP®	✓	52	-	45	-	Potassium et Soufre pour les cultures



**K+S France**

1, rue des DockS Rémois · 51100 REIMS

+33 3 26 61 67 30 · [Kali@Ks-france.com](mailto:Kali@Ks-france.com) · [Ks-france.com](http://Ks-france.com) ·  **K+S France**

