



Informations sur la fertilisation des cultures  
céréalières pour **rendement et la qualité**





## 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 :

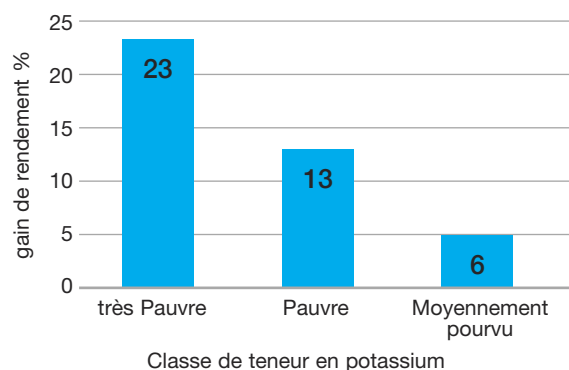
<b>Absorption et transport des nutriments dans la plante</b>	▶ L'engrais potassique, garant de récoltes
<b>Régulation du bilan hydrique</b>	▶ Le potassium augmente la tolérance au sec
<b>Amélioration de la résistance au gel</b>	▶ Le potassium renforce la tolérance au gel
<b>Consolidation des parois cellulaires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

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

Pour un sol « moyennement pourvu » en K, 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 %.

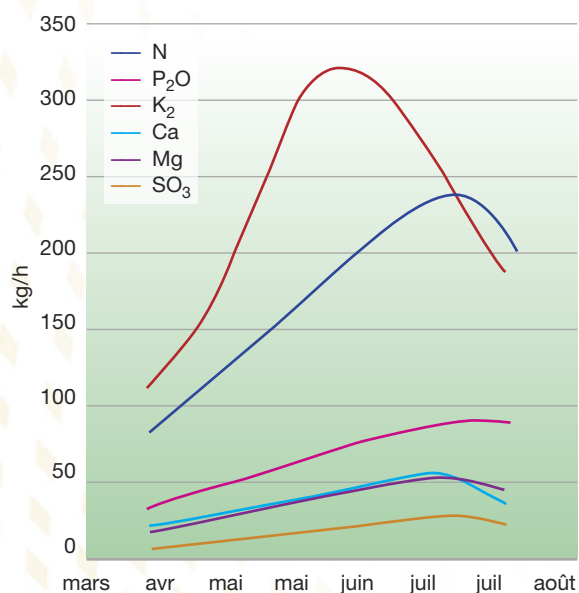
Les essais menés sur triticale montrent un impact significatif des céréales à la fertilisation minérale en K malgré les résidus de culture ou les apports d'effluents d'élevage.

## 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<sub>2</sub>O

> 80 à 120 K<sub>2</sub>O

+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 77 essais	Orge d'hiver 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>

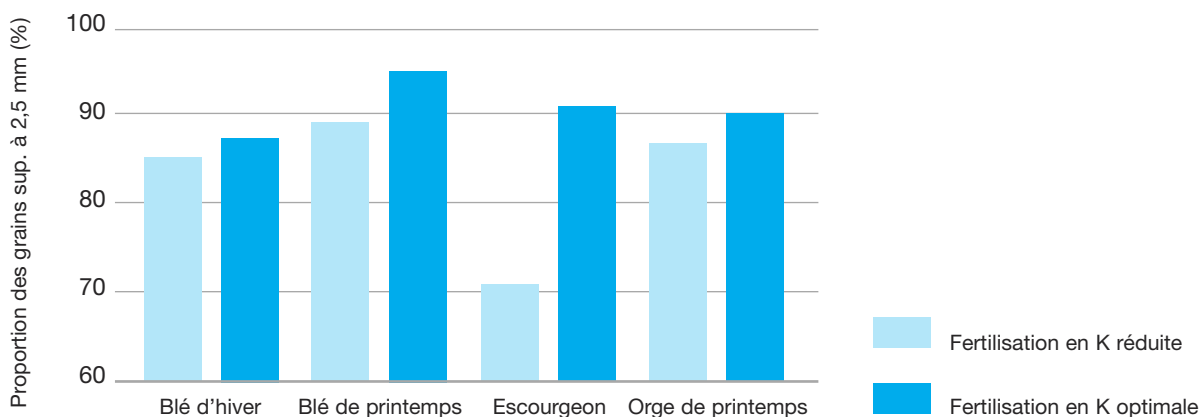
De nombreux essais au champ ont permis d'illustrer l'incidence positive d'une fertilisation potassique optimale sur le PMG. L'augmentation moyenne du PMG de quelque 2,5 grammes se traduit par +4 q/ha.



### 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 nombreux enzymes activés 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*

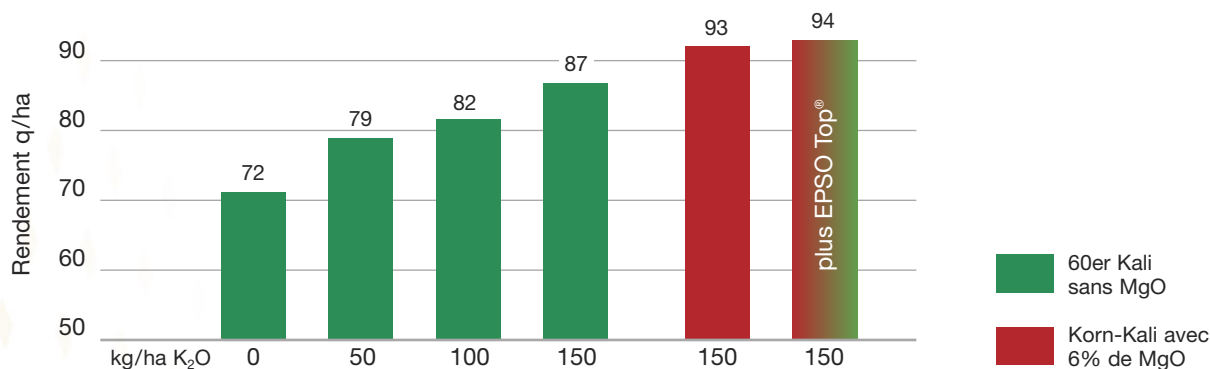
# Le magnésium – Plantes vertes = Chlorophylle fonctionnelle

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 magné-

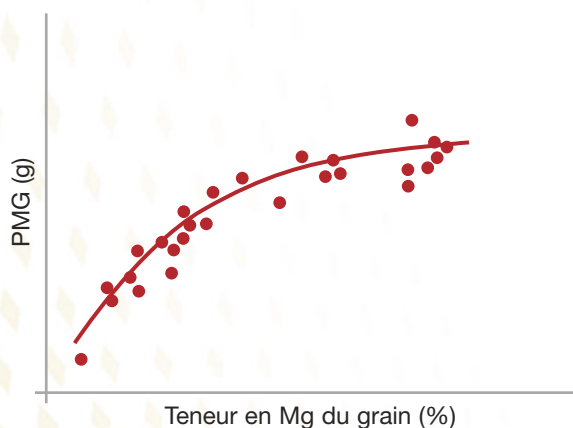
sium, ces parties de la plante resteront plus longtemps vertes. Ceci active la photosynthèse, améliorant ainsi le remplissage du grain. Le magnésium n'est pas seulement un élément nutritif important pour les plantes, il joue aussi un rôle majeur dans l'alimentation humaine et animale (par exemple réduction du stress). Pour exploiter entièrement le potentiel d'un engrais 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 potasse sur le rendement du triticale sur sols légers

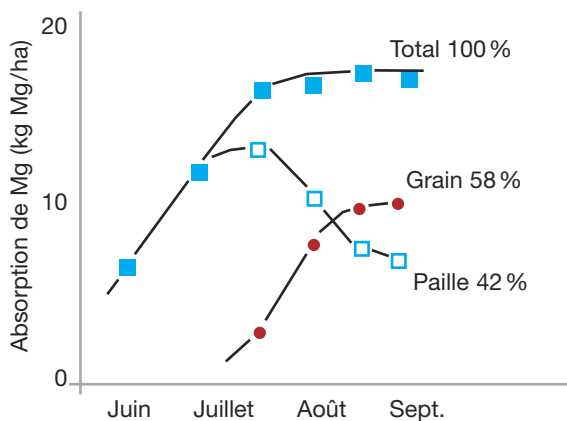


La combinaison du potassium et du magnésium (avec addition de soufre) dans la formule « Korn-Kali » se traduit par des rendements sensiblement plus élevés ainsi que par une

bien meilleure exploitation de la fertilisation azotée par rapport au 60er Kali, 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'EPSO Top 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)

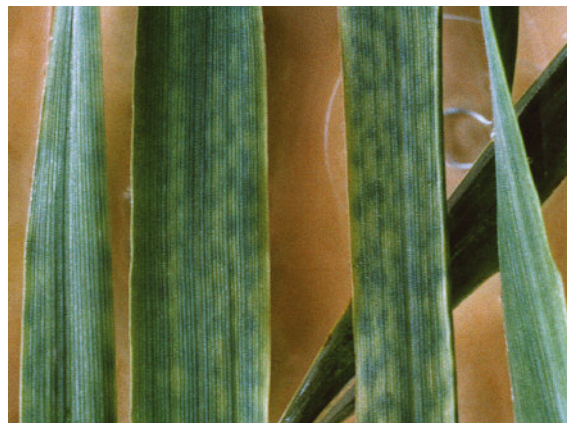
Combinant le magnésium et le soufre sous forme de sulfate immédiatement disponible pour les plantes, l'EPSO Top est hautement efficace. Simple d'utilisation, sélectif et simple d'application, l'EPSO Top peut se mélanger sans problèmes avec la plupart des fongicides et des raccourcisseurs.

## La fertilisation soufrée est une intervention indispensable

Appliqués aux céréales, les engrais 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

### Consignes d'utilisation

## EPSO Top

**16% MgO, 32,5% SO<sub>3</sub>**

Quantité totale à doser 15 – 25 kg/ha pour 5 kg/100 litres d'eau (solution à 5%) au moins 2 à 3 applications du stade 31 au stade 71

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

Seuls les engrais minéraux sous forme sulfatée (comprenant aussi la fertilisation foliaire avec l'EPSO Top) assurent une couverture adéquate des besoins en soufre des plantes.

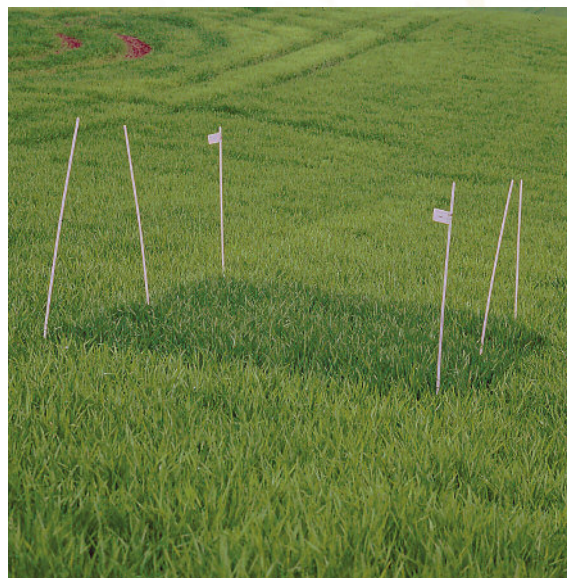


*Meilleure coloration des feuilles et plus forte croissance grâce à la combinaison de potassium, de magnésium et de soufre offerte par le Korn-Kali*

## Double action des sulfates de magnésium

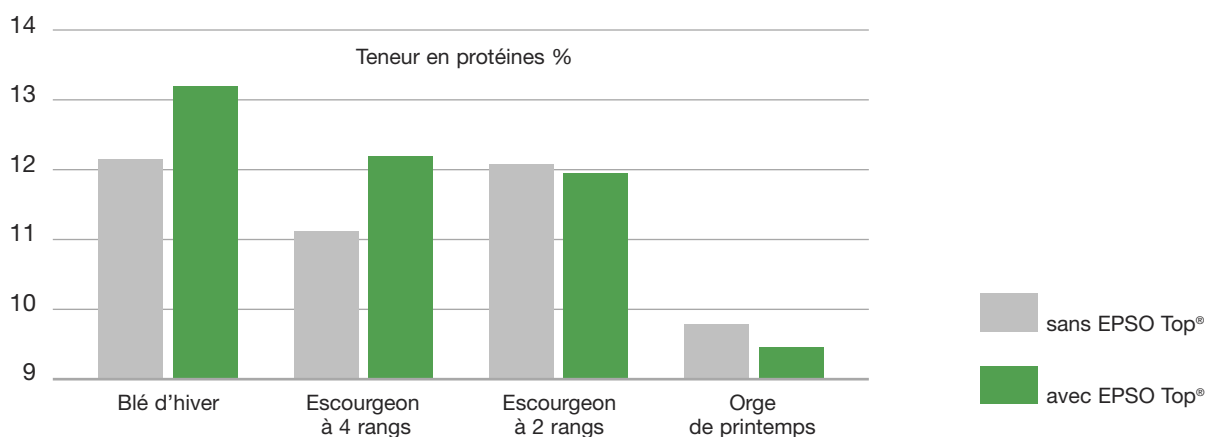
L'ESTA® Kieserit et l'EPSO Top contiennent du magnésium et du soufre en proportions à peu près égales. Ces deux nutriments se complètent de manière optimale dans leurs effets sur le rendement et la qualité. Le Korn-Kali et Patentkali contiennent du magnésium et du soufre sous forme de sulfate immédiatement 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 :



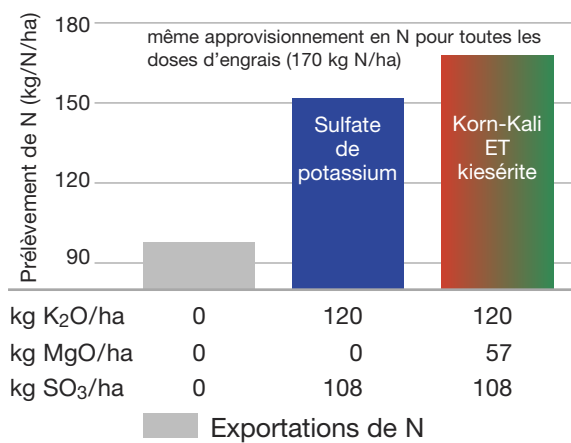
*Les plantes reverdissent en l'espace de quelques jours après la fertilisation avec de la Kiesérite ou l'EPSO Top*

### 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 en maximisant 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 engrais 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

## Gamme produits

14

### Korn-Kali®

ENGRAIS CE

**Chlorure de potassium contenant du sel de magnésium**

- 40% **K<sub>2</sub>O** oxyde de potassium soluble dans l'eau
- 6% **MgO** oxyde de magnésium soluble dans l'eau
- 4% **Na<sub>2</sub>O** oxyde de sodium soluble dans l'eau
- 12,5% **SO<sub>3</sub>** anhydride sulfurique soluble dans l'eau

Korn-Kali est l'engrais idéal pour la céréaliculture.

Tous les éléments nutritifs sont entièrement solubles dans l'eau et disponibles sous une forme immédiatement assimilable par les plantes. Korn-Kali est utilisable sur tous les sols et toutes les espèces céréalières.

### ESTA® Kieserit

gran.

ENGRAIS CE

**Sulfate de magnésium**

- 25% **MgO** oxyde de magnésium soluble dans l'eau
- 50% **SO<sub>3</sub>** anhydride sulfurique soluble dans l'eau

ESTA Kieserit est un engrais riche en magnésium et en soufre, tous deux sous forme de sulfate disponible directement pour les plantes. Son action est rapide et durable pour toutes les conditions de sol, indépendamment du pH.

### EPSO Top®

ENGRAIS CE

**Sulfate de magnésium**

- 16% **MgO** oxyde de magnésium soluble dans l'eau
- 32,5% **SO<sub>3</sub>** anhydride sulfurique soluble dans l'eau

EPSO Top est un engrais à action rapide à base de magnésium et de soufre prévu pour la fertilisation foliaire.

### EPSO Combitorp®

ENGRAIS CE

**Sulfate de magnésium avec manganèse et zinc**

- 13% **MgO** oxyde de magnésium soluble dans l'eau
- 34% **SO<sub>3</sub>** anhydride sulfurique soluble dans l'eau
- 4% **Mn** manganèse soluble dans l'eau
- 1% **Zn** zinc soluble dans l'eau

EPSO Combitorp est spécialement conçu pour répondre aux besoins en oligo-éléments des céréales, le zinc et le manganèse étant combinés de façon idéale avec du magnésium et du soufre. Dans cet engrais, tous les nutriments sont présents sous forme hydrosoluble.

ESTA Kieserit, EPSO Top et EpsO Combitorp sont utilisables en agriculture biologique selon le règlement CE 834/2007.

## Conseils de fertilisation pour les céréales

La fertilisation de céréales doit s'orienter d'après le niveau de rendement et la qualité à obtenir, en tenant compte des conditions de sol.

Pour un sol moyennement pourvu, compter environ **300 kg/ha de Korn-Kali** pour couvrir les besoins en potassium tout en garantissant l'approvisionnement en magnésium et en soufre. Pour les hauts niveaux de rendement et les situations carencées, prévoir 400–500 kg/ha.

En cas de carence aiguë en magnésium et en soufre, env. **300 kg/ha de ESTA® Kieserit gran.**

Pour couvrir les pics de besoins et combattre une carence latente, 15–25 kg/ha de **EPSO Top** en solution à 5% (5 kg/100 l d'eau) en une seule ou plusieurs applications. En cas de manque et de survenue de symptômes visibles, les doses devront être augmentées et pourront aller jusqu'à 50 kg/ha répartis sur deux à quatre applications partielles.

Dans les cas exigeant un complément d'oligo-éléments, environ **20 à 30 kg/ha de EPSO Combitop** (dose totale) :  
En application de printemps, deux fois 10–15 kg/ha dès le départ de la végétation.

### EPSO Combitop®

- Ce produit est spécialement adapté aux besoins des céréales en manganèse et en zinc, qu'il combine idéalement avec du magnésium et du soufre.
- Agit indépendamment du pH du sol, puisque les nutriments sont absorbés directement par le biais de la feuille.
- Constitue une solution alternative bon marché, notamment en association avec des phytosanitaires.





**K+S KALI France**

5, rue Gaston Boyer – F51100 Reims

Tel. +33 (0)3 26 84 22 35 · Fax +33 (0)3 26 84 22 01

[www.kalifrance.com](http://www.kalifrance.com)

Une société du groupe K+S