



Pour être efficace, l'apport de soufre sous forme sulfate directement assimilable, doit être réalisé à la sortie de l'hiver juste avant la période de fort besoin des cultures d'automne ou dès le semis sur les cultures de printemps.

► **Sur le colza**, apport en début montaison (stade C1 ou C2) de 70 à 90 kg SO<sub>3</sub>/ha pour assurer une alimentation optimale.

- **Sur céréales d'hiver**, jusqu'à 50 kg de SO<sub>3</sub>/ha à apporter fin tallage à début de montaison. (Grille de décision Arvalis).
- **Sur céréales de printemps**, jusqu'à 40 kg de SO<sub>3</sub>/ha avant le stade 3 feuilles.
- **Sur les autres cultures**, il y a moins d'observations mais des gains de rendement ont été obtenus pour des apports de sulfate sur maïs dans les Grandes Landes et aussi sur prairies en Grande Bretagne, sur légumes, sur luzerne...

On trouve la forme sulfate associée à de nombreuses formules d'engrais simples ou composés pour apport au sol :

- Engrais azotés solides ou solution azotée soufrée.
- Superphosphates normal ou concentré (16 à 25% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pour 20 à 30% de SO<sub>3</sub>).
- Engrais potassiques et magnésiens contenant du sulfate de potassium et/ou du sulfate de magnésium.
- Certaines formules d'engrais composés PK-NP-NK-NPK avec du SO<sub>3</sub>.

**Il existe aussi des formes thiosulfate ou soufre élémentaire qui nécessitent une oxydation préalable par les micro-organismes du sol pour fournir la forme sulfate.**

### Soufre : nutrition ou protection des cultures ?

Le soufre élémentaire S en pulvérisation foliaire prévient plusieurs maladies comme l'oïdium. Cependant le stade d'application et la faible quantité assimilable par voie foliaire limitent l'effet nutritionnel de cet apport.

### Les fiches FERTI-pratiques remettent l'agronomie et l'économie au centre du raisonnement de la fertilisation.

Elles proposent des réponses pratiques aux questions des agriculteurs sur la nutrition des plantes et la fertilité des sols pour une agriculture productive et durable.

**N'hésitez pas à envoyer vos questions à "agronomie@unifa.fr"**

TOUTES LES FICHES SONT TÉLÉCHARGEABLES SUR [www.unifa.fr](http://www.unifa.fr)

FERTI-pratiques n° 01 :  
"Colza et céréales ; de vrais besoins en P et K"

FERTI-pratiques n° 02 :  
"Analyse de terre ; la comprendre et l'utiliser"

FERTI-pratiques n° 03 :  
"Soufre ; indispensable à la synthèse des protéines"

Pour être certain de recevoir les prochaines fiches, inscrivez-vous sur [www.unifa.fr](http://www.unifa.fr)

**Pour en savoir plus : Perspectives Agricoles N°330 - Janvier 2007**  
"Fertilisation soufrée des céréales : mieux prévoir le risque de déficience"

Liens utiles : • [www.comifer.asso.fr](http://www.comifer.asso.fr)  
• [www.cetiom.fr](http://www.cetiom.fr)  
• [www.arvalisinstitutduvegetal.fr](http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr)

L'UNIFA est l'organisation professionnelle représentant les industries françaises productrices de fertilisants minéraux et organo-minéraux. Une quarantaine d'entreprises adhèrent à l'UNIFA ; elles représentent 97% de la production française et 78% des livraisons de fertilisants en France.

**unifa**

**Bien nourrir les plantes pour mieux nourrir les hommes**

UNION DES INDUSTRIES DE LA FERTILISATION

UNION DES INDUSTRIES DE LA FERTILISATION  
LE DIAMANT A • 92909 PARIS LA DEFENSE CEDEX  
Tél. : 01 46 53 10 30 • Fax : 01 46 53 10 35

# Soufre

**Indispensable à la synthèse des protéines**

Création : BRETTCOM [www.brettc.com](http://www.brettc.com) - Crédits photos : ARVALIS, CETIOM, K+S, B. TARDY - Janvier 2007



**unifa**

**Bien nourrir les plantes pour mieux nourrir les hommes**

UNION DES INDUSTRIES DE LA FERTILISATION

# Équilibrer La nutrition

## Les plantes ont besoin de soufre

Les plantes absorbent le soufre par leurs racines sous forme de sulfate  $SO_4^{--}$ . Elles en ont besoin très tôt car cet élément est indispensable à la synthèse des protéines et notamment à la formation de la chlorophylle dans les feuilles (S entre dans la composition de 3 acides aminés essentiels).

La carence en soufre peut facilement être confondue avec la carence en azote car elle provoque les mêmes signes de décoloration ou de jaunissement par tâches dans les parcelles dès la sortie de l'hiver sur céréales.



**Carence en soufre sur dernière feuille de céréales.**  
La carence en soufre contrairement à la carence en azote apparaît d'abord par un jaunissement de la plus jeune feuille.



L'apport au sol de la forme sulfate directement assimilable peut faire gagner jusqu'à 10 à 20 q/ha sur colza et 10 à 15 q/ha sur céréales, d'après le CETIOM et ARVALIS.

### Le soufre en complément nutritionnel

L'application foliaire de soufre est efficace pour limiter la perte de rendement quand la carence a été diagnostiquée. Cependant, cet apport est souvent trop tardif et les jeunes plantes auront déjà souffert d'une sous-nutrition. De plus, la feuille n'est capable d'assimiler qu'une fraction du soufre pulvérisé (soufre élémentaire, sulfate...) ce qui implique que cet apport ne peut être qu'un complément alimentaire aux apports au sol.

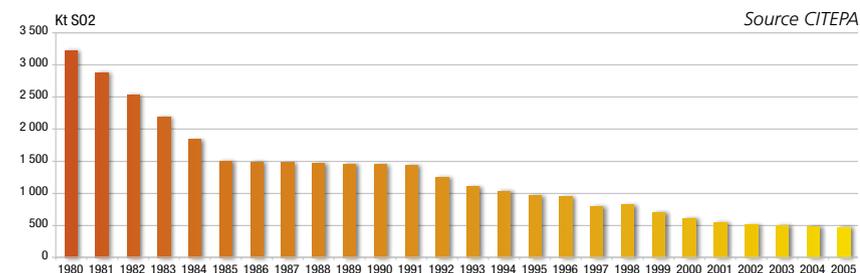
Facteur de conversion :  $SO_3 = S \times 2,5$

Par convention, la quantité de soufre d'un engrais est exprimée en  $SO_3$

## Les sols reçoivent moins de soufre

- ▶ L'ion sulfate n'est pas retenu dans le sol, il est très facilement lessivé au cours de l'hiver. La quantité de sulfate disponible dépend du reliquat non lessivé en fin d'hiver et de la minéralisation de la matière organique en début de printemps, ainsi que de la retombée atmosphérique de dioxyde de soufre  $SO_2$ .
- ▶ Dès les années 70, l'Europe a entrepris de lutter contre les pluies acides en imposant aux industriels des réductions drastiques d'émissions de  $SO_2$ . En 25 ans, la pollution atmosphérique a été divisée par six et la diminution se poursuit du fait des normes supprimant le soufre dans les carburants. L'apport moyen sur les sols agricoles est inférieur à 11 kg de  $SO_3$ /ha dont une partie est lessivée en hiver.

### Réduction des émissions de $SO_2$ dans l'atmosphère



- ▶ L'apport de sulfate diminue aussi dans les engrais depuis 25 ans car les engrais phosphatés très concentrés (TSP 45%  $P_2O_5$ , DAP 18-46-0, SuperPotassiques 0-25-25) n'en contiennent pratiquement plus, contrairement aux superphosphates normal ou concentré (16 à 25% de  $P_2O_5$  pour 20 à 30% de  $SO_3$ ).

### Besoins en soufre pour quelques grandes cultures

EN KG $SO_3$ /HA	BESOIN TOTAL	EXPORT (GRAIN)
Blé d'hiver Rdt de 88q/ha	50	25
Colza d'hiver Rdt 35q/ha	215	72

Sources : Aspach DGER 1992 - Cetiom

**Le bilan soufre est de plus en plus déficitaire. Les apports au sol diminuent alors que les exportations augmentent pour des cultures comme le colza.**

## Nourrir les plantes dès la sortie d'hiver

Pour bien nourrir les plantes, la solution du sol doit fournir aux racines du sulfate directement assimilable dès la sortie d'hiver, mais cet élément est facilement lessivable. L'échantillon servant au reliquat azoté permet aussi de mesurer le soufre immédiatement disponible.

**Pour les céréales, ARVALIS propose une grille de décision afin de déterminer l'opportunité d'un apport dès la fin du tallage selon 4 critères :**

- ▶ Types de sol superficiels filtrants à faible réserve utile.
- ▶ Plus de 300 mm de pluies cumulées entre le 1<sup>er</sup> octobre et le 1<sup>er</sup> mars.
- ▶ Absence d'apports organiques réguliers de type fumier ou lisier.
- ▶ Pas d'apport ou apport inférieur à 60 kg de  $SO_3$ /ha sur le précédent.

Sur blé tendre et orge d'hiver, la préconisation pour ces situations varie de 20 à 50kg de  $SO_3$ /ha.

Carence sur colza



**Comme l'azote, le soufre est un constituant indispensable des protéines et de la chlorophylle. Ainsi une bonne alimentation soufrée permet à la plante de bien valoriser l'azote.**

### Des outils de diagnostic se développent

Il existe des indicateurs pour porter un diagnostic de nutrition soufrée à partir du stade 2 nœuds sur céréales. Ces outils permettent encore un rattrapage en apport foliaire, si une sous-alimentation en soufre est constatée.

Grâce à ces outils le risque est mieux évalué les années suivantes pour décider l'apport dès la fin de l'hiver.