



L' amélioration des rendements des céréales par
une fertilisation adaptée aux conditions
pédoclimatiques algériennes.

Constantine – Septembre 2007

Présentée par :

M. BENNAI et B. BENABBAS

Les céréales sont des plantes herbacées annuelles, ce sont des monocotylédones appartenant à la famille des graminées.

Les blés, dur et tendre, sont des céréales qui servent à produire de la semoule et du pain qui constituent l'alimentation de base des Algériens.



Exigences agro-climatiques

- ✓ Les céréales s'adaptent à tous les climats et sols . Grâce à la recherche agronomique, il existe actuellement plusieurs variétés adaptées à de nombreuses situations agro écologiques .
- ✓ Le blé doit être semé dans des sols profonds et riches, ayant une bonne structure pour une meilleure rétention de l'eau .
- ✓ Les températures sont importantes pour le développement de la culture, elles doivent être comprises entre 1 et 20°C.
- ✓ La pluviométrie doit être suffisante mais surtout bien répartie. Les pluies sont nécessaires aux stades tallage , épiaison et remplissage du grain. En cas d'insuffisance l'irrigation d'appoint est indispensable pour ne pas compromettre le rendement.
- ✓ Les besoins en éléments fertilisants sont très élevés aux stades croissance et formation des grains .

Importance économique

- ✓ En Algérie les céréales occupent une place importante dans l'alimentation.
- ✓ Le blé dur et le blé tendre sont les principales céréales cultivées pour la consommation humaine (semoule, pain, patte alimentaire).
- ✓ L'orge et l'avoine pour l'alimentation de bétail (paille, orge et avoine en vert).
- ✓ La forte consommation des farines et semoules et le développement de l'aviculture ont engendrés une importante industrie de transformation (semoule, farine, aliments de bétail).
- ✓ Les produits céréaliers représentent 40% de la valeur des importations alimentaires totales.
- ✓ La filière des céréales est caractérisée par des besoins sans cesse croissant (60 millions de quintaux /an) et l'irrégularité de la production (18 millions de quintaux/an en moyenne).
- ✓ En année de sécheresse, la production est très faible et les importations son malheureusement très élevées.
- ✓ La pluviométrie est le facteur limitant de la céréaliculture en Algérie, cependant le suivi d'un bon itinéraire technique, notamment la fertilisation permet toujours d'améliorer les rendements.

Superficies et rendements

Variation des rendements wilaya de Constantine (D.S.A service statistique)

Campagne	Superficie moissonnée	Rendement (qx/ha)
2001/2002	42 672 ha	12
2002/2003	66 000 ha	19
2003/2004	6 331 ha	10
2004/2005	56124 ha	13
2005/2006	65 353 ha	16

Exemple de rendements moyens dans quelques pays :

- FRANCE60 Qx/ha
- EGYPTE.....60 Qx/ha
- TUNISIE.....38 Qx/ha

- ✓ En Algérie, les régions les plus productives sont situées sur la partie nord des hauts plateaux , celles-ci reçoivent une pluviométrie relativement suffisante (Constantine , Mila , Skikda , Sétif , Guelma, Bouira).
- ✓ Le rendement dans ces régions est plus élevé, et des pics de 50 Qx à l'ha peuvent être atteints .



La fertilisation

Une fertilisation raisonnée doit être basée sur :

- ✓ L'analyse du sol :
 - Capacité de restitution qui dépend de la richesse du sol et du pH.
 - Précédent cultural.

- ✓ Les besoins de la culture .

En absence d'analyses, il est recommandé d'apporter une fumure répondant aux besoins de la céréale.

- ✓ Pour un rendement de 50 qx à l'ha les besoins sont :

- AZOTE120 Unités
- P_2O_5 60 Unités
- K_2O100 Unités
- Soufre.....50 Unités
- Autres oligo-éléments : (Mg, Mn, Zn, Cu, Fe)

L'azote

- ✓ **Facteur limitant , il améliore le rendement en favorisant :**
 - le tallage.
 - le nombre d'épis au m².
 - le nombre de grains par épi.
 - le poids de 1000 grains et le taux de protéines dans le grain.

- ✓ **L'azote est très mobile dans le sol et facilement lessivé, au stade montaison, épiaison les besoins sont importants.**

- ✓ **Une quantité d'Azote (20 unités) est nécessaire au semi car il améliore le développement racinaire et le tallage.**

- ✓ **L'Interaction NP (Azote, Phosphore) au premier stade de la céréale est importante.**

- ✓ **Apporté sous forme sulfate, l'azote acidifie le sol.**

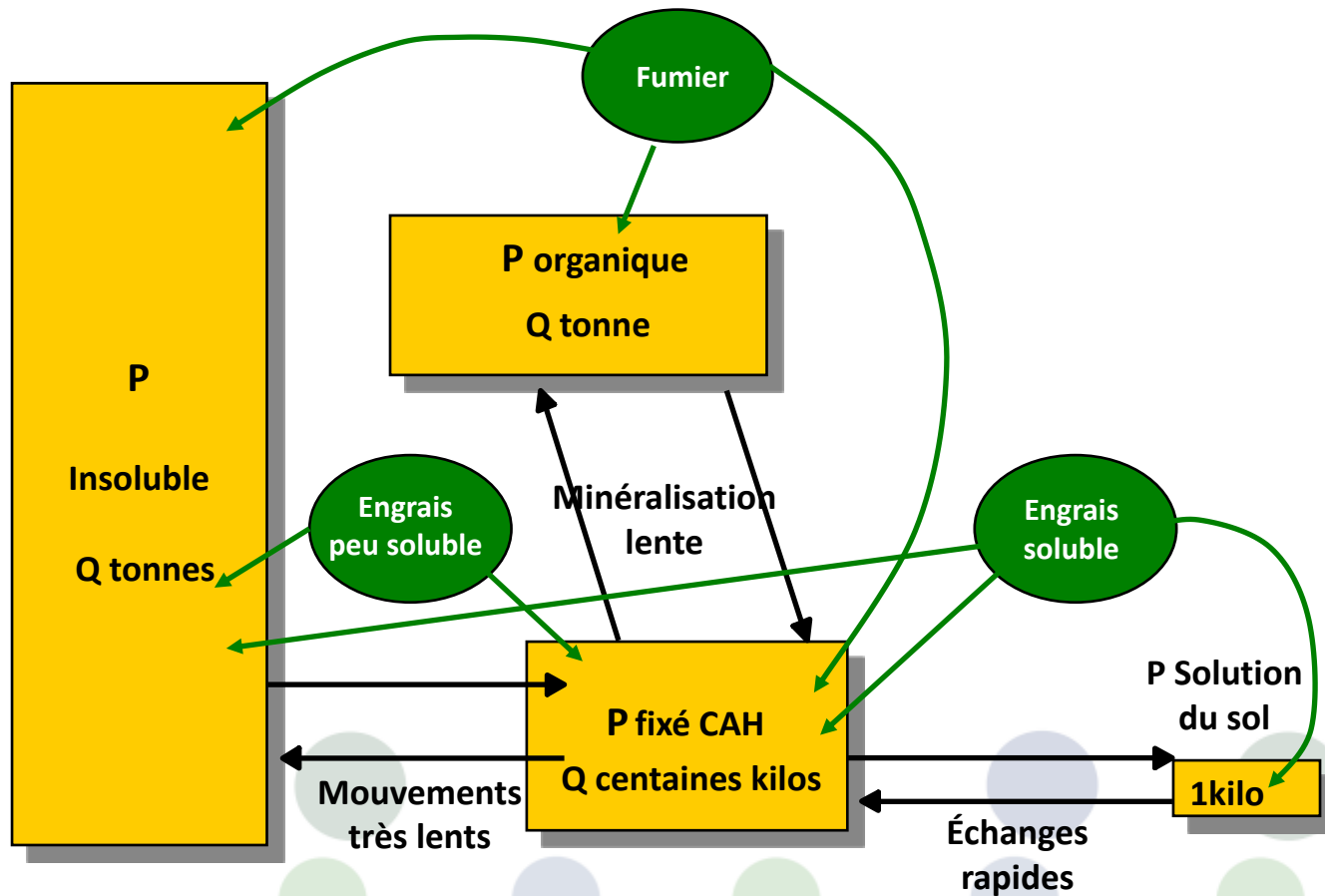
Le phosphore

- ✓ Le phosphore est un élément nécessaire à la croissance du blé , il agit sur le développement des racines en activant son démarrage , c'est également un facteur de précocité et de fructification .
- ✓ C'est un élément qui accroît la résistance au froid et aux maladies .
- ✓ A la levée, le phosphore est nécessaire pour une bonne installation et démarrage de la culture et les besoins sont très élevés au stade épiaison.
- ✓ Il est peu mobile, pour cela il est souhaitable de l'apporter en localisé et sous forme soluble pour stimuler le développement racinaire au moment de la germination.

- ✓ **Dans les sols à pH alcalin > 7 , ce qui est le cas de la majorité des sols Algériens, le phosphore contenu dans les réserves est indisponible, il faut donc l'apporter sous forme soluble et acide permettant une dynamique d'échange dans la solution.**
- ✓ **Apporté sous forme MAP, il a un pouvoir acidifiant cinq (5) fois supérieur au TSP.**
- ✓ **L'apport simultané de NP (azote, phosphore) au semi exerce une forte synergie.**



Cycle du phosphore

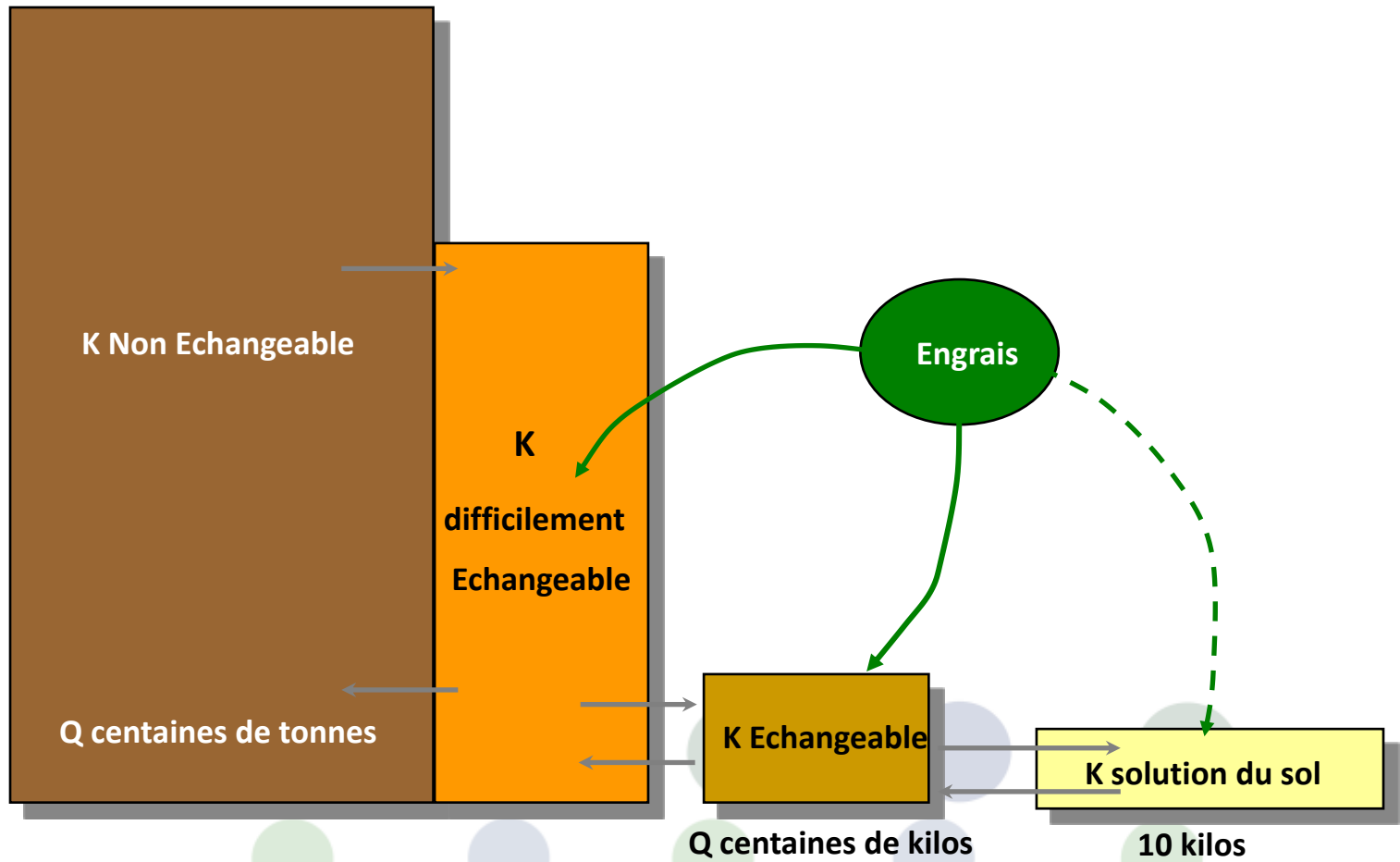


La potasse

La potasse joue un rôle important dans le rendement en agissant sur :

- ✓ La formation et le stockage des glucides et protéines (remplissage des grains).
- ✓ L'augmentation du taux de matière sèche.
- ✓ La résistance à la sécheresse, au gel et aux maladies cryptogamiques.
- ✓ Dans les sols a pH élevé >7 , la potasse est peu assimilable même si elle est disponible en quantité .
- ✓ En condition de bonne pluviométrie et de haut rendement, les apports de potasse sont indispensables.
- ✓ Par ailleurs, la potasse améliore la synergie azote / potasse .
- ✓ Les besoins en potasse sont maximum à partir du stade montaison.

Cycle de la potasse



Le soufre

- ✓ Il est nécessaire à l'alimentation du blé: formation de la chlorophylle et synthèse des protéines , améliore la qualité de la farine .
- ✓ Les besoins des céréales sont de 50 unités.
- ✓ Le soufre améliore l'assimilation de l'azote .
- ✓ Apporté sous forme de sulfate (Azofert, Potafert et Magnesol), le soufre contenu dans ces produits acidifie le sol.

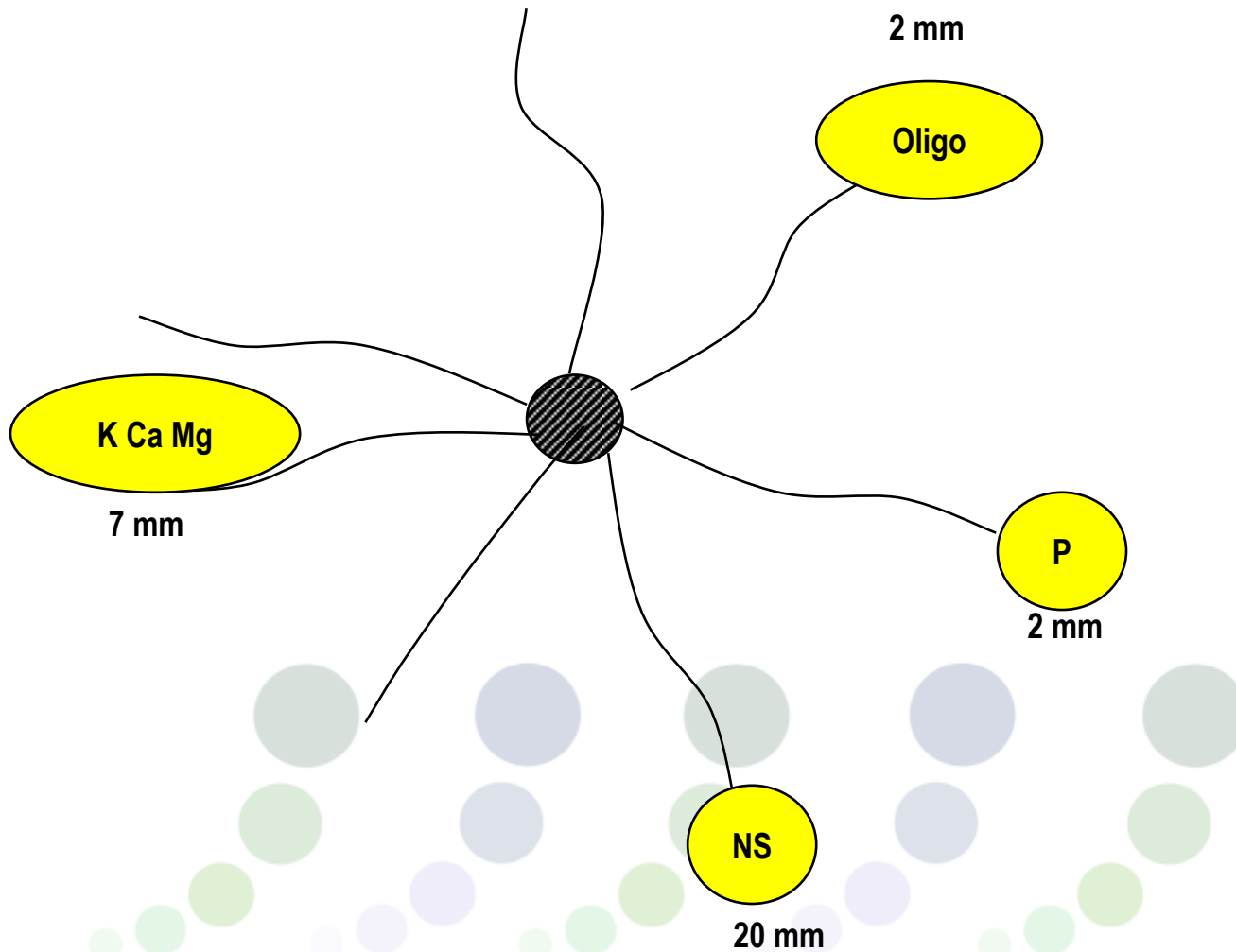


Le magnésium

- ✓ **25 à 30 unités de MgO sont indispensables pour le développement du blé. le MgO agit sur la capacité de transport et de stockage des éléments fertilisants , dans les sols calcaires , l'antagonisme Ca – Mg limite la disponibilité de ce dernier élément , les sols légers sont faiblement pourvus et il est facilement lessivé.**
- ✓ **Il faut donc l'apporter sous forme soluble au moment des besoins.**



Mobilité des éléments dans le sol



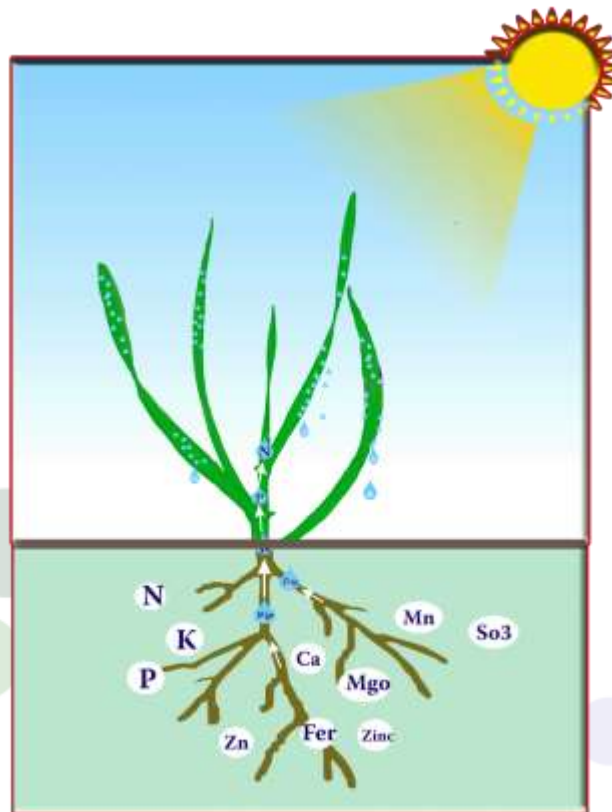
Fertilisation foliaire

- ✓ La fertilisation foliaire aux engrais solubles (KHRSOL) est un complément indispensable à partir de la montaison - épiaison, car le changement physiologique de la plante exige plus d'éléments que les racines seules ne peuvent en apporter même lorsque ces éléments sont disponibles dans le sol. La fertilisation foliaire permet alors :
 - D'apporter le complément.
 - De stimuler l'activité racinaire pour augmenter le volume des prélèvements.

- ✓ Les engrais foliaires sont par ailleurs indispensables :
 - En période de stress (Froid, gel, sécheresse).
 - Lorsque les cultures sont affaiblies, malades ou endommagées
 - Sur sols à PH élevé > 7 (Carences).

Pourquoi et Comment ?

- ✓ L'application des engrais foliaires entraîne une activité intense de la photosynthèse en augmentant la production de la chlorophylle. Ce processus développe la transpiration créant ainsi un phénomène d'aspiration de l'eau à partir des racines. Cette eau, à son tour véhicule les éléments fertilisants vers les feuilles et les grains.



Situation actuelle

Contraintes

Fertilisation utilisée



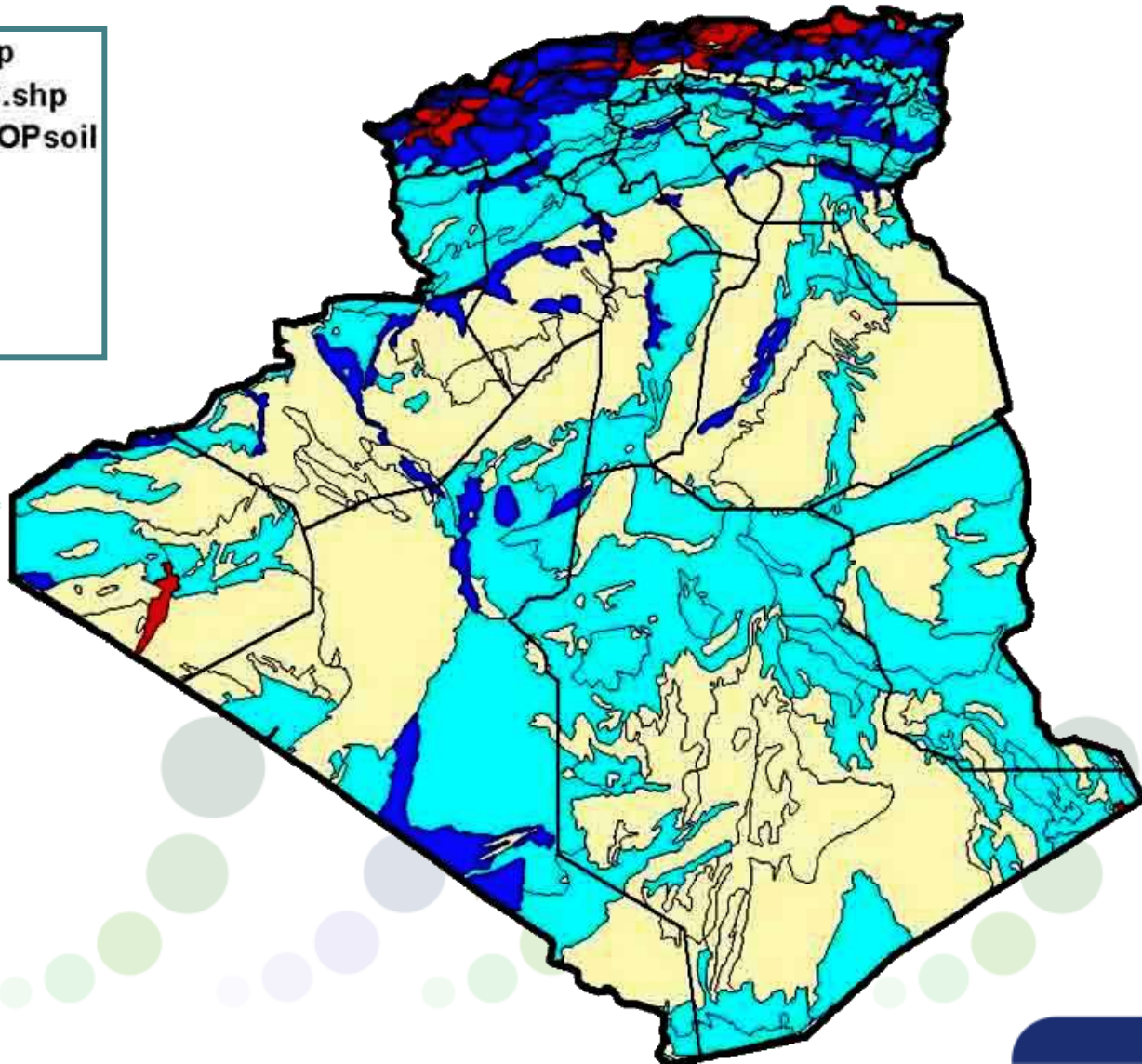
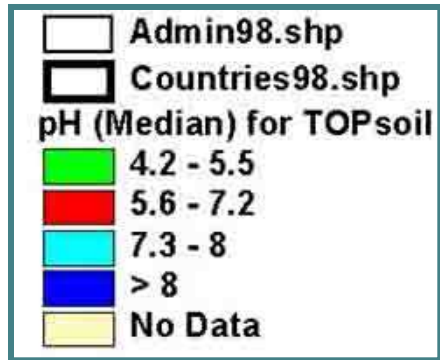
Contraintes

- ✓ **Pluviométrie insuffisante et /ou mal répartie.**
- ✓ **Sols calcaires en majorité à $\text{pH} > 7$.**
- ✓ **Le calcaire fixe le phosphore, la potasse et les oligo éléments.**
- ✓ **Le phosphore est très peu mobile dans le sol ,il doit être situé à 2 mm de la racine.**
- ✓ **Dans les sols calcaires, les besoins sont le double des exportations.**
- ✓ **Éléments bloqués : phosphore , potasse et oligo éléments .**
- ✓ **TSP utilisé : dose insuffisante, gros granulés insolubles et apporte beaucoup de Ca.**

Contraintes

- ✓ **Le phosphore est un facteur limitant important.**
- ✓ **Les sols sont pauvres en phosphore (Sur 50 échantillons de sols analysés par l'ITGC, 62% ne permettent pas un rendement de 10 qx/ha) . Alors qu'il a été démontré que les rendements augmentent avec des doses supplémentaires de phosphore dans tous les types de sols (ITGC , 1975).**
- ✓ **Urée : perte par volatilisation , la dose de 100 kg /ha utilisée ne répond pas aux besoins du blé .**
- ✓ **Absence de potasse dans la fertilisation.**
- ✓ **Subvention de l'état insuffisante ce qui limite le choix et les doses.**

Carte pH des sols Algériens



Fertilisation utilisée

- ✓ Depuis de nombreuses années, la fertilisation des céréales en Algérie s'est basée sur l'utilisation exclusive du TSP et de l'UREE.
- ✓ **TSP 46% :**
 - gros granules peu solubles.
 - P_{205} partiellement assimilable.
 - aucun pouvoir acidifiant.
- ✓ **UREE 46% :**
 - pH alcalin : de 7.5 à 8.8.
 - forme uréique = perte par volatilisation.
- ✓ Fumure insuffisante : 40 unités de P_{205}
46 unités d'Azote
0 unités de potasse et de soufre
- ✓ Dans les conditions Algériennes (sols à $Ph > 7$) l'utilisation de ces types d'engrais surtout le TSP ne permet pas d'améliorer le rendement.

Solution Profert

phosfert[®]

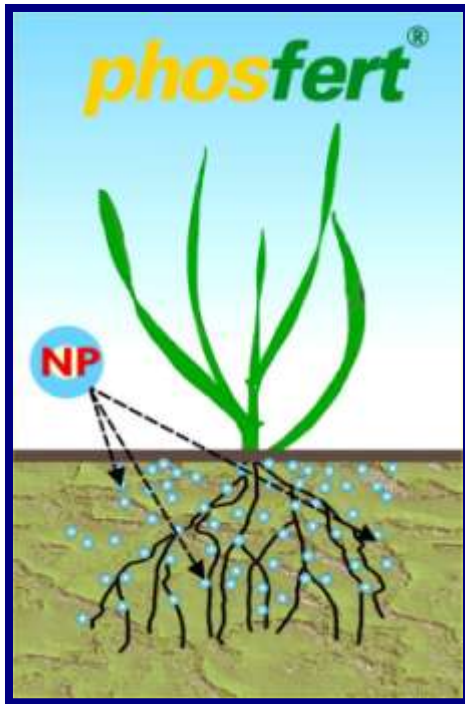
azofert[®]

potafert[®]

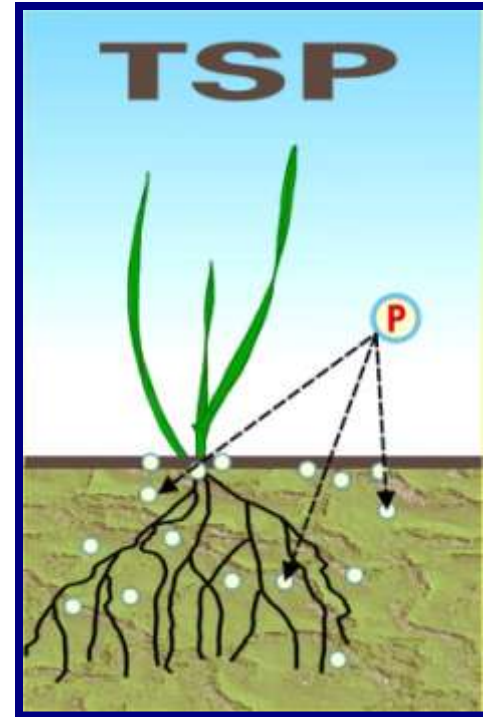
Programme de fertilisation

- fertilisation
- correction des carences

- ✓ PH 4,5, Produit acidifiant (acide phosphorique + azote ammoniacal).
- ✓ P2O5 totalement soluble dans l'eau.
- ✓ Azote ammoniacal (peu ou pas de lessivage).
- ✓ Granulés uniformes et sans poussières.
- ✓ Utilisé sur céréales, en fumure de fond, ce produit améliore considérablement le tallage et offre la fumure azoté nécessaire à la levée.
- ✓ L'interaction azote- P2O5 favorise la croissance végétative dès les premiers stades de la céréale.
- ✓ Bonne granulométrie ,permettant une meilleure couverture rapprochant au mieux le phosphore des racines .



- Adapté aux sols à PH élevé.
- Très fort pouvoir acidifiant.
- Petits granulés plus nombreux, plus proches de la racine.
- Contient du N et P améliorant le tallage et offrant une fertilisation azotée à la sortie de l'hiver.
- Très soluble, une bonne assimilation du phosphore.



- Gros granulés : peu de contact avec les racines
- P2O5 peu soluble : peu ou pas d'assimilation dans les sols calcaires.
- Pas d'effet acidifiant.
- Contient beaucoup de calcium accentuant l'alcalinité des sols.



Sulfate d'ammoniaque granulé 21% N

- ✓ **Sa teneur en soufre (58% SO₃) le rend idéal pour utilisation sur sols alcalins et sur cultures exigeantes en soufre, il permet aussi la correction des carences en SO₃.**
- ✓ **Engrais azoté sous forme ammoniacale, il a l'avantage d'avoir une action plus soutenue en assurant une disponibilité graduelle de l'azote ammoniacale limitant ainsi les pertes par lessivage.**
- ✓ **Le sulfate d'ammoniaque possède une action acidifiante avantageuse sur les terres calcaires à pH élevés .**



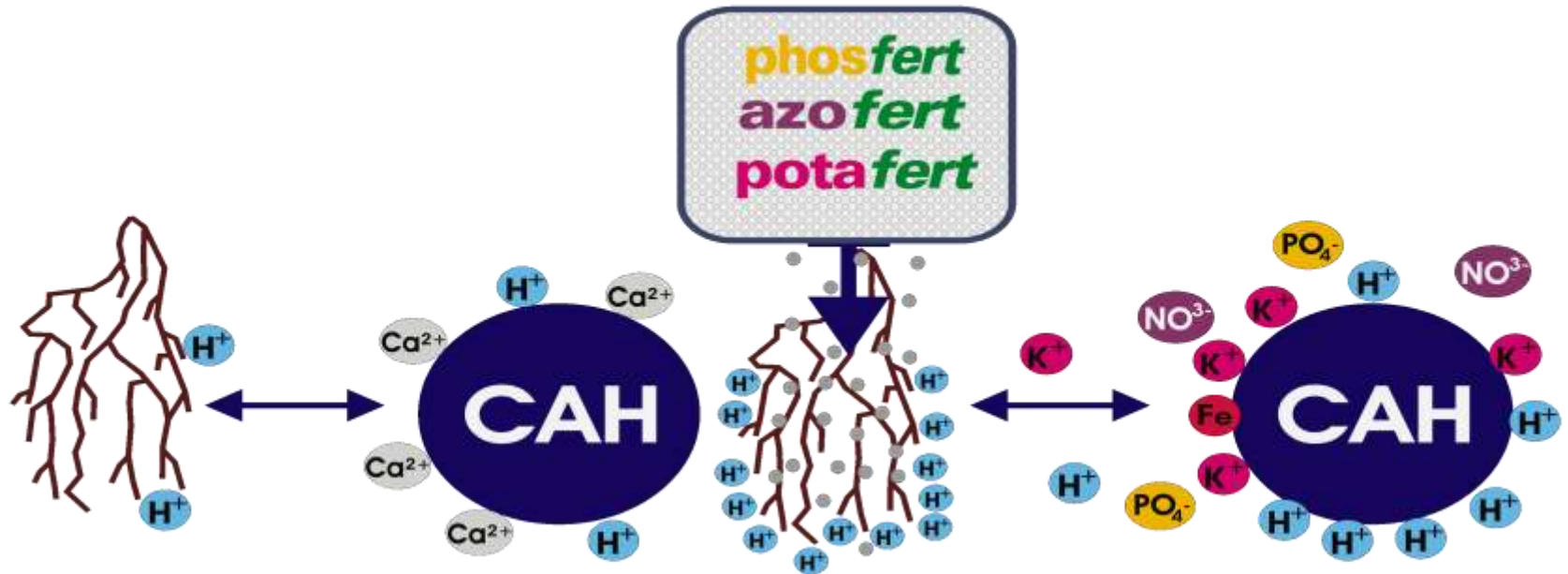
potafert[®]

Sulfate de Potasse granulé 50%

- ✓ **K₂O** entièrement soluble dans l'eau.
- ✓ **Produit très acidifiant (pH = 2,5), Teneur élevée en SO₃ 46 % d'où son efficacité sur sols à pH élevé.**
- ✓ **Potasse sous forme sulfate: augmente le taux de matière sèche, une forte résistance à la sécheresse, aux maladies et à la verse.**
- ✓ **Forme granulée facilitant l'épandage.**



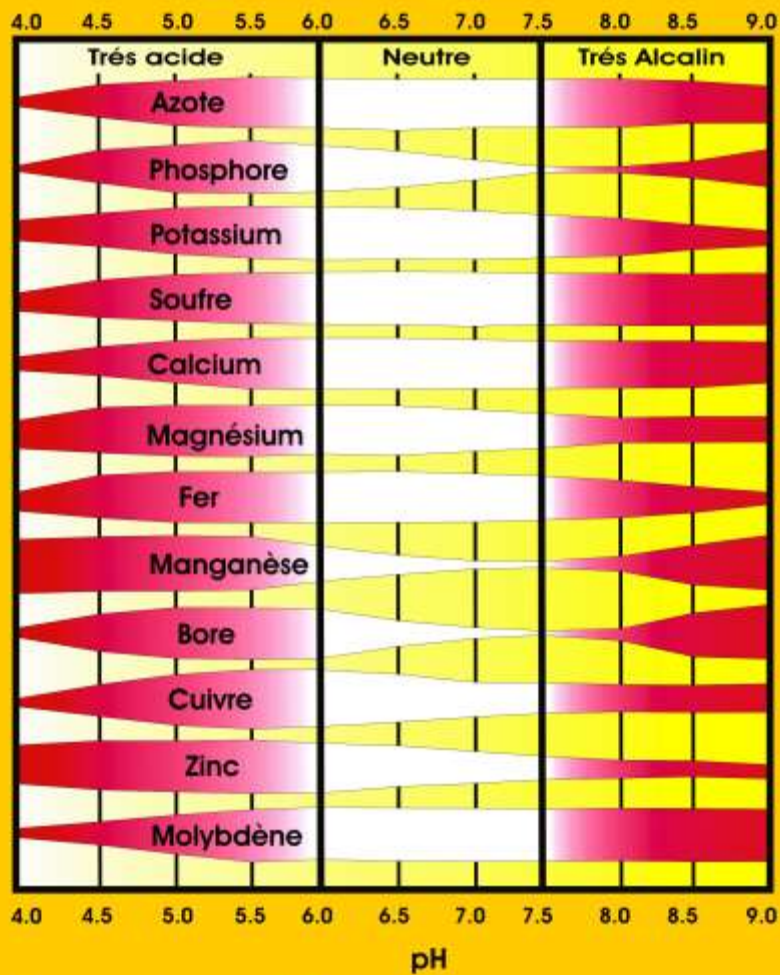
Influence des engrais acides sur l'assimilation des éléments nutritifs



La combinaison avec le calcium et carbonates libres dans les sols calcaires rend indisponible les éléments nutritifs.

Le sol se décalcifie, le départ d'ions Ca⁺⁺ du CAH laisse la place a un nombre supplémentaire d'ions H⁺ ce qui provoque a plus au moins long terme une acidification qui influence directement l'assimilation des éléments nutritifs.

Influence du pH du sol sur la disponibilité des éléments nutritifs



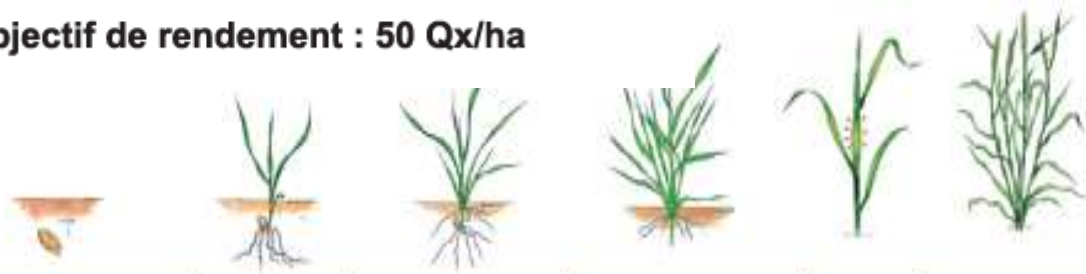
Source : Lucas et Davis, 1961

Programme de fertilisation et de traitement des céréales



Programme de fertilisation et de traitement du Blé

Objectif de rendement : 50 Qx/ha



Stades phénologiques	Stades phénologiques						
	Avant semis	Semis	2 à 3 Feuilles	Tallage	Montaison	2 à 3 noeuds	Epiaison
Besoins, maladies et ravageurs							
N, P et K		Ou					
Azote					225 kg/ha	300 kg/ha	
Adventices graminées et dicotylédones				0.33 kg/ha			
Adventices graminées							
Adventices dicotylédones					0.75 à 1L/ha		
Oïdium, septoriose, rouille et fusariose						0.8 L/ha	
Vers Blancs	en généralisé à la dose de 40 kg/ha				en localisé à la dose de 12 kg/ha		
Punaises, pucerons et criocères						0.1 kg/ha	

Au sol En foliaire

Merci

