



## Acidité toxicité de l'aluminium (Al)

Dans les sols acides ( $\text{pH} < 5,5$ ), l'aluminium est plus soluble et atteint des concentrations toxiques pour de nombreuses cultures ; parmi les céréales, le blé dur paraît plus sensible.

*Dans les cas graves, l'acidité s'étend à une grande partie de la parcelle, avec des zones plus marquées où les plantes meurent.*



*Les plantes ont un port dressé, une croissance réduite et souvent une couleur rougeâtre.*



*Les cas moins prononcés (la moitié de droite a été moins chaulée que celle de gauche), donnent une réduction de croissance associée à des carences induites.*



*Dans les cas les plus graves, les racines sont très raccourcies et épaissies.*



*La toxicité de l'aluminium s'exerce sur les racines (à gauche, témoin normal) : réduction de croissance et épaississement.*

## > SYMPTÔMES

Visibles dès le stade 4 feuilles, ils sont très nets pendant le tallage.

. **Parcelle** : répartition en grandes zones aux contours irréguliers (là où le pH est plus faible), parfois couvrant toute la parcelle (sols acides jamais été chaulés).

Plus rarement : zone atteinte nettement distincte d'une zone saine en raison de l'histoire parcellaire (ancien chemin, talus arasé, réunion de deux parcelles...)

. **Plantes** : faible croissance, couleur rougeâtre ou jaunissante, jusqu'au dessèchement et à la mort.

. **Feuilles** : rougissement des gaines et feuilles (carence induite en phosphore) ; jaunissement des vieilles feuilles (carence induite en magnésium).

. **Racines** : courtes et épaissies régulièrement sur toute leur longueur ; brunissement général. Ces déformations et faiblesses racinaires sont les symptômes typiques provoqués par la toxicité directe de l'aluminium. Elle induit de nombreux problèmes d'alimentation et, en cas de sécheresse, la mort éventuelle de la plante.

**Confirmation** : mesure du pH eau du sol ; seuil de risque =  $\text{pH} < 5,5$ . Comparer le pH au centre des zones touchées avec celui des zones saines.

## > SITUATIONS À RISQUE

**Avant tout liées au sol :**

- sols établis sur roche mère acide : granit, grès, argile à silex...

- pH faible, inférieur à 5,5 (méthode = pH eau) plus le pH est faible, plus la toxicité est forte.

Sur ces types de sol, chaulage insuffisant : apports inférieurs à 300 unités de CaO par an.

**Facteurs aggravants :**

- apports d'engrais ammoniacaux ou soufrés (accélérateur l'acidification) ;

- sécheresse précoce (augmente l'impact du mauvais état racinaire).

## > LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

. **France** : les sols à risque portant du blé dur sont surtout présents dans le Centre et l'Ouest (Vienne, Charentes).

Très répandue en Australie, aux USA...

. **Région méditerranéenne** : rares sols acides d'origine volcanique (Hérault) ou dilluvium alpin ancien (Costière du Gard)

## > NUISIBILITÉ

Les parcelles à risque sont affectées tous les ans mais varient d'une année sur l'autre avec les variations du pH. Perte de rendement, sur les zones touchées : 20 à 40 % couramment et jusqu'à 80 % dans les cas les plus graves.

## > SOLUTIONS PRÉVENTIVES ET CURATIVES

. **Fertilisation** : chaulage = apports d'amendement basique pour augmenter le pH :

- chaulage de redressement :  $\text{pH} < 5,5$  ; besoin de remonter le pH rapidement de 0,5 à 1 point ; dose = 600 à 1300 u de CaO pour gagner 0,5 point ;

- chaulage d'entretien : pH compris entre 5,5 et 6 ; compensation de l'acidification naturelle du sol ; dose = 200 à 400 u de CaO/an qui peut être bloquée tous les 4-5 ans ;

- modalités : apport d'automne, incorporé au sol sur 10 cm, au moins deux mois avant semis pour un apport de redressement (délai nécessaire à son efficacité) ;

- produits : calcaire broyé, craie, marne, chaux... différent par leur valeur neutralisante, leur rapidité d'action, leur disponibilité régionale et leur prix ;

- contrôle : mesurer le pH tous les 4-5 ans, avant l'apport d'entretien pour ajuster la dose.

**Espèces et variétés :**

- espèces les plus sensibles : luzerne, pois, orge, blé dur, betterave. Espèces les plus tolérantes : colza, seigle, avoine, lupin, trèfle blanc, fétuque...

- variétés : des variétés de blé dur moins sensibles ont été identifiées aux USA, en Australie. Pas de résultats en France.

## Ne pas confondre !

Acidité	Nématode Heterodera
. Racines courtes, concentrées dans les 1 <sup>ers</sup> centimètres du sol, uniformément épaissies.	. Racines très ramifiées par endroits seulement ; allongées et normales entre.
. Racines brunes.	. Racines blanches.

## On peut également trouver...



### Carence en cuivre

Selon l'intensité de la carence, elle apparaît de début montaison à épisaison. Elle affecte des zones de taille très variable (0.5 à 100 m<sup>2</sup> et plus) mais très rarement toute la parcelle. En montaison, les feuilles jeunes se dessèchent par la pointe (couleur dominante = blanc) ; elles sont étroites et enroulées ; le tallage est réduit. A l'épisaison, les plantes sont plus courtes ; l'épi dégaine mal, voire pas du tout ; il est mal formé, stérile. Les plantes flétrissent prématurément et se couvrent souvent de parasites de faiblesse.

La perte de rendement va de 20 à 40% ; sur des zones sans symptômes (subcarence), elle peut atteindre 10%.

Les sols pauvres en cuivre (superficiels, légers, sur calcaire) se rencontrent dans de nombreuses régions (Centre, Poitou, Sud-Ouest...) ; l'analyse de sol est indispensable ; le rapport Cu EDTA (mg/kg)/Matière Organique (%) est un indicateur fiable (inférieur à 1, il indique un risque).

Lutte : Préventive seulement. Apport de cuivre métal : 5 kg/ha au sol pour 5-10 ans ; 200 g/ha en pulvérisation foliaire avant épi 1cm.



### Toxicité du sel

Elle se révèle en cours d'hiver, pendant le tallage, par le jaunissement des plantes sur de très grandes zones. Ces zones s'étendent, et les plantes se dessèchent et meurent. Les symptômes sont proches de ceux d'une sécheresse très prononcée : feuilles de couleur jaune ou orangé puis se dessèchant, à partir de la pointe ; croissance réduite, mort des talles. Les dégâts vont jusqu'à la destruction de la plus grande partie de la parcelle.

La zone touchée est le delta du Rhône dont le sol ou les nappes peuvent être salés en profondeur ; les dégâts sont plus étendus et plus sévères les années à automne peu pluvieux.

Une analyse de sol, mesurant la conductivité de la solution du sol, permet de valider le diagnostic (seuil de sensibilité du blé dur et tendre = 4 mS/cm sur solution saturée, 0.3 mS/cm sur extrait de sol 1/5).

Lutte : apport massif d'eau douce (irrigation par submersion) pour lessiver le sel après un automne sec.



### Carence en phosphore

Début ou courant tallage, en zones de plusieurs m<sup>2</sup>, irrégulières et aux contours flous, les plantes restent chétives. Les feuilles âgées jaunissent, parfois rougissent, puis se dessèchent ; les talles ne sortent pas ou se dessèchent aussi. Généralement, toute la parcelle est touchée, plus ou moins.

La densité d'épis est diminuée ; quand la carence est forte, la perte de rendement atteint 30 à 40%.

L'emploi régulier des engrais phosphatés a rendu cette carence très rare. On la trouve sur des parcelles jamais ou très peu fertilisées en P (défriche, retournement de prairie, arrachage de vigne...) ou sur des parcelles en impasse de fertilisation longue (10 ans et plus). L'analyse de sol est indispensable pour gérer la carence.

Lutte : l'année en cours, apporter un engrais phosphaté (50 u) le plus tôt possible (l'impact sur le rendement a été vérifié jusqu'à épi 1cm). Pour les années suivantes, suivre la méthode COMIFER (documents ARVALIS - Institut du végétal).