

L'acidification des sols : Origine, approche, enjeux et maîtrise

La toxicité aluminique : risque majeur lié à l'acidité dans les sols agricoles :

La toxicité de certaines formes solubles de l'aluminium dans le sol, constitue pour de nombreux auteurs, la principale cause des pertes de production des cultures dans les sols acides. Susceptibles de se manifester lorsque le pH eau du sol devient inférieur à 5.5, elle intervient en réalité à de pH variables selon le type de sol et s'exprime avec une intensité variable selon l'espèce et la variété cultivée. Ainsi, la première fonction du chaulage est d'élever le pH du sol à un niveau où cette toxicité sera supprimée. Les résultats obtenus dans les expérimentations de plein champ dans différents contextes pédoclimatiques français au cours des 25 dernières années, montrent en effet que les pertes de production importantes liées à l'acidité se situent à un pH eau inférieur à 5.5.

L'évaluation du risque de toxicité aluminique, repose de manière courante sur la mesure du pH. La question du recours à d'autres indicateurs en complément du pH, en vue d'affiner le diagnostic, est posée. L'intérêt de la mesure de la teneur en aluminium échangeable (extrait par une solution de KCl 1M) est discuté.

Dans les sols acides, le principal facteur limitant la croissance des cultures est la phytotoxicité de l'aluminium et plus rarement du manganèse. En effet, lorsque les sols s'acidifient fortement, la dissolution de certains composés aluminiques (argiles minéralogiques, hydroxydes...) libère dans la solution du sol, différentes formes ioniques de l'aluminium.

De bénéfiques pour la croissance des plantes lorsque leur concentration demeure très faible, certaines formes deviennent toxiques à des concentrations élevées, lorsque le pH eau du sol devient égal ou inférieur à 5.5.

Il est admis que ces formes toxiques sont des monomères de l'aluminium, ainsi que certaines formes polymères (Al_13), mais leur toxicité ne se manifeste qu'au dessus d'un seuil d'activité de Al^{3+} dans la solution du sol.

La toxicité aluminique apparaît lorsque le pH eau du sol est inférieur à un seuil variable selon le type de sol, mais on considère qu'au delà de 5.5 le risque est écarté en toute situation.

Dans le but de mesurer les enjeux liés à l'acidité sur la production des cultures, une

synthèse d'essais chaulage du centre, de l'ouest et du sud-ouest de la France, a été réalisée par la Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes, l'ITCF et le CETIOM. (Paillard, 1994) et actualisée en 2000. L'ensemble de ces essais, mis en place par différents organismes de développement dans les années 1980, était conduit selon un protocole commun : apport d'amendement basique réalisé à plusieurs doses lors de l'année d'implantation. Par ailleurs la fertilisation, était conduite dans l'optique d'assurer une alimentation minérale correcte sur l'ensemble des traitements. La couche labourée et parfois les horizons sous-jacents étaient caractérisés chimiquement de manière complète à l'implantation de l'essai puis le pH eau de la couche labourée était contrôlé annuellement en automne sur l'ensemble des traitements.

Les pertes de production liées à l'acidité ont ainsi pu être appréciées pour différentes espèces (blé, orge, maïs, colza, tournesol) dans une gamme de pH eau du témoin non chaulé allant de 4.5 à plus de 6.5.

Cette synthèse montre pour les espèces citées, que l'essentiel des pertes de production supérieures à 10% n'est observé, que lorsque le pH eau du témoin est inférieur à 5.5 donc dans une gamme de pH où la toxicité de l'aluminium peut être fortement suspectée ; toutefois elles ne sont pas systématiques et ne le deviennent que pour des pH inférieurs à 5. L'absence de perte de rendement sur de nombreuses situations avec un pH compris entre 5 et 5.5 peut être pour partie expliquée par la variabilité du pH en dessous duquel apparaît la toxicité, d'un sol à l'autre (d'autres facteurs ont pu également limiter, sur certains essais l'expression des effets de l'acidité).

Les travaux de Justes (1966) dans les sables des Landes ont montré que le risque de toxicité en aluminium pour le maïs pouvait être apprécié par la teneur en aluminium échangeable (extrait par une solution de KCl 1M) ; une teneur de 50mg/kg était alors proposée comme seuil au delà duquel, la toxicité devenait possible pour le maïs. Cet indicateur a été mis en œuvre sur une partie des essais cités

précédemment . On observe sur chaque essai une étroite corrélation entre le pH et la teneur en aluminium échangeable, mais la relation varie d'un sol à l'autre: ainsi le pH correspondant à une teneur de 50mg/kg peut varier de 4.5 à 5.3. La teneur en aluminium échangeable semble mieux discriminer les situations avec pertes de production que le pH eau, en revanche il s'avère difficile de caler des seuils précis : la teneur au delà de laquelle la perte de production dépasse 10% varie de 30 à 100mg/kg. Plusieurs raisons peuvent être évoquées pour expliquer cette variabilité.:

- cette méthode extrait également des formes non toxiques de l'aluminium en particulier de l'aluminium complexé par la matière organique abondant dans les sols riches en matière organique..
- des écarts de sensibilité entre espèces. Seule la sensibilité plus grande de l'orge a été mise en évidence, le faible nombre de point ne permet pas de conclure pour les autres espèces.

Conclusions et perspectives

Cette approche statistique sur un grand nombre d'essais, a permis de vérifier pour des systèmes de grandes cultures français, que les enjeux les plus importants du chaulage sont bien liés à la maîtrise de la toxicité aluminique et de valider, la gamme de pH où cette toxicité est pénalisante pour la production.

Le pH reste l'indicateur privilégié dans les situations où le chaulage a pour principal objectif d'éliminer le risque de toxicité aluminique, (sols acides non battants) ; la mesure de l'aluminium échangeable doit plutôt être utilisée comme un outil de caractérisation des sols acides à l'échelle régionale pour affiner l'estimation du risque de toxicité selon le type de sol.

Texte de A Bouthier, ITCF, Station Expérimentale du MAGNERAUD, 17700 Saint Pierre d'Amilly. Email: abouthier@itcf.fr

Et P.Castillon , ITCF , Station interinstituts de BAZI7GE 6 chemin de la côte vieille, 31450 Baziège. Email : pcastillon@itcf.fr