

JOURNÉES D'AGRONOMIE

18 - 19 - 20 JUILLET 1966

Jo. 755-(7) / CT 66-1034

ETUDE du COMPORTEMENT des RACINES
de COTONNIER dans le SOL

C. MEGIE

I. R. C. T.

**INSTITUT DE RECHERCHES DU COTON
ET DES TEXTILES EXOTIQUES**

34, RUE DES RENAUTES — PARIS-XVII^e

Stage USA -
Université Auburn - Pearson



Doc. 755-(7) / CT 661034

ETUDE du COMPORTEMENT des RACINES
de COTONNIER dans le SOL

C. MEGIE

- I - Méthodes d'étude
- 2 - Les facteurs d'absorption, le rôle du pH

3^{ème} - Communication - 19 Juillet 1966
1^{ère} - Communication des "jeunes"

METHODES pour l'ETUDE du COMPORTEMENT des RACINES

Le département de science du sol de l'Université d'Auburn utilise généralement le cotonnier comme plante test dans l'étude des relations des racines avec le sol.

Deux techniques expérimentales se sont montrées particulièrement fécondes dans l'approche des problèmes fondamentaux de pénétration des racines dans le sol et d'absorption.

Une simple boîte dont un côté est une vitre permet de reconstituer les différents horizons d'un profil avec leurs caractères propres de capacité, de pH ou de richesse en éléments minéraux et de suivre le comportement de la jeune racine sous l'action de ces divers facteurs qui peuvent être dissociés et étudiés séparément. Les études de l'influence du placement des engrais minéraux sur le développement racinaire sont très vite concluantes dans ce type d'expérimentation.

Ainsi, il a été possible de mettre en évidence le seul symptôme caractéristique de la toxicité de l'ion aluminium pour la jeune racine de cotonnier dans un sol en place. L'extrémité de la racine se met en crosse dès qu'elle pénètre dans l'horizon contenant l'ion aluminium à une concentration toxique.

Des essais de ce genre sont également réalisés au champ et l'on peut suivre le développement de racines en place à plus de 3 m. de profondeur.

La technique du split root permet de faire croître une plante avec des racines dans deux milieux parfaitement distincts, en général, une partie dans le sol et l'autre dans une solution chimiquement connue. La croissance est normale grâce au sol et il est facile de mettre en évidence l'action spécifique d'une substance ou d'un ion sous une forme chimique parfaitement définie présente dans la solution.

La plante se développe dans un pot de polyéthylène contenant de la terre, la racine traverse le fond du pot constitué d'une membrane moitié paraffine, moitié vaseline neutre. La partie supérieure de la racine se développe dans le sol et la partie inférieure se développe dans une solution nutritive qui est ensuite remplacée par la solution à étudier. Le dispositif demande un système d'aération de la solution facile à réaliser avec une bouteille d'air comprimé et un détendeur.

La technique du split root a permis de très belles expériences démontrant le rôle de la chélation dans l'absorption du Fer par les plantes.

C'est également une technique de choix dans l'étude des déficiences ou des toxicités. C'est ainsi que PEARSON et RIOS ont montré que la cause principale de l'absence de développement des racines de cotonnier dans le sous-sol provenait le plus souvent du bas pH des horizons inférieurs qui est associé à la déficience en Ca corrélative de la toxicité des ions Al et Mn.

La technique est également utilisée sol sur sol pour déterminer si le placement de certains éléments nutritifs en profondeur pouvait favoriser un développement plus important des racines dans les zones correspondantes.

Des essais de montage du complexe racines-sol in situ dans des plastifiants transparents qui permettent l'étude microscopique ou microchimique directe, en particulier de la rhizosphère, se heurtent à la difficulté d'obtenir des lames minces observables au microscope.

LES FACTEURS d'ABSORPTION, le ROLE du pH

Projet d'étude présenté par C.MEGIE

Cette étude repose sur le principe fondamental de la neutralité du milieu vivant qui, pour toute absorption de particule électrisée (ions), implique l'absorption simultanée d'une particule de charge contraire H_3O^+ ou OH^- .

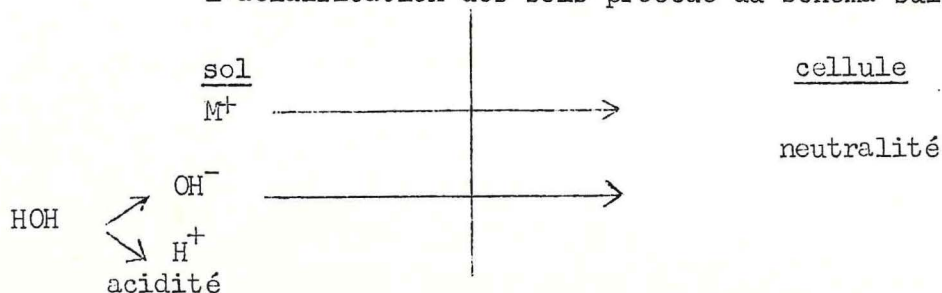
L'exemple agronomique le plus important est l'acidification des sols par les engrais ammoniacaux. Aux U.S.A., depuis 1930, la loi impose aux fabricants d'engrais l'incorporation de carbonates de chaux et de magnésie aux engrais ammoniacaux pour des sols déjà acides. Des tables ont été établies donnant l'équivalent calcaire des divers engrais ammoniacaux.

Dès à présent, un essai pourrait être mis en place sur les stations pour comparer l'effet respectif des deux formules avec ou sans correction d'acidité et l'évolution du pH suivie, ainsi que les facteurs secondaires mis en jeu par un abaissement du pH, les toxicités de l'aluminium et du manganèse, auxquelles le cotonnier est très sensible, et éventuellement la carence en molybdène. Suivant sa composition, chaque sol pourra réagir différemment. Les effets secondaires de l'acidité ou d'un apport de chaux sur l'équilibre ionique dans la solution de sol seront considérés dans cette étude.

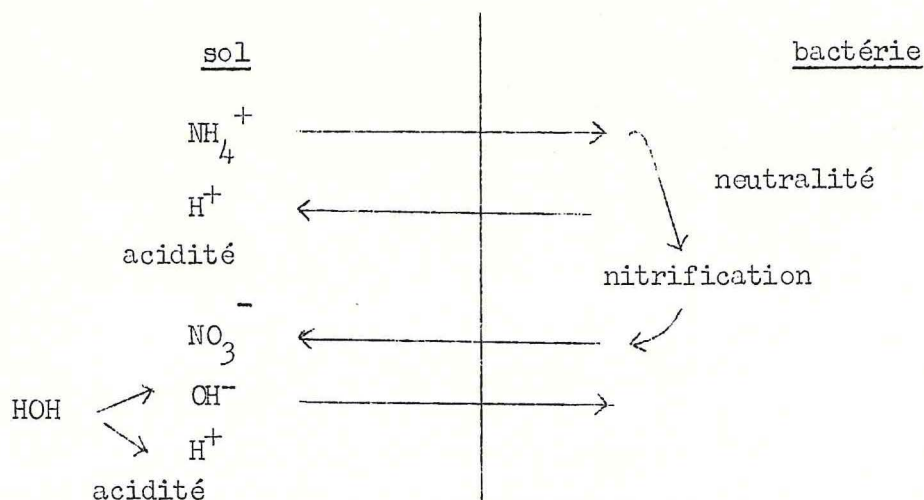
Le point plus particulier et déjà prospecté de l'absorption de particules non ionisées a fait l'objet d'une documentation complète et le mécanisme d'action dans le cas de l'interaction ion ammonium et pH fait l'objet de recherches sur la nitrification conduites en laboratoire.

I - Mécanisme de l'acidification

L'acidification des sols procède du schéma suivant :



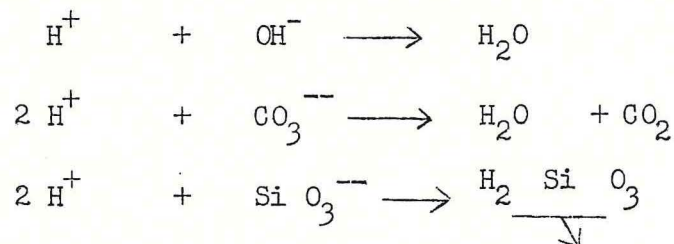
Dans le cas de la nitrification, nous avons proposé le schéma suivant donnant 2H^+ pour un NH_4^+ ce qui correspond aux normes quantitatives utilisées dans le calcul de l'acidité équivalente.



L'acidité créée est permanente.

2 - Neutralisation de l'acidité du sol.

Les mécanismes possibles sont :



3 - Calcul de l'acidité équivalente en calcaire.

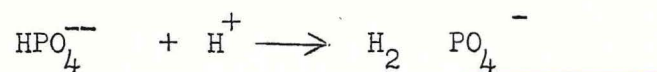
On prend 1 à 2 éq CaCO_3 pour 1 éq NH_4^+ , on obtient ainsi deux valeurs appelées acidité maxima et acidité minima.

Nature de l'engrais	Acidité équivalente pour 100 kg d'engrais	
	Minima	Maxima
$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	75	150
$(\text{NH}_2)_2 \text{CO}$	83	166
$\text{NH}_4 \text{H}_2 \text{PO}_4$	43	86
$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$	38	113

L'urée donne dans le sol :



et le phosphate diammonique capte un H^+ pour donner



4 - Formation de l'ion Al^{+++} toxique



0.1 ppm Al^{+++} dans la solution de sol est toxique.

5 - Formation de l'ion Mn^{++} toxique

Nous avons exposé ce mécanisme dans notre article sur les argiles noires du Logone.

100 ppm Mn O_2 dans le sol est toxique si le pH tombe au dessous de 5,2.

6 - Mise en évidence et contrôle de l'acidité due aux engrais ammoniacaux, conduite des essais.

Le sulfate d'ammoniaque est utilisé à 150 et 300 kg/ha en culture continue coton sur coton.

Les traitements sont :

A - 150 kg/ha de sulfate NH_4

B - A + Chaux

C - 300 kg/ha de sulfate NH_4

D - C + Chaux

La chaux est apportée à raison de 1,5 équivalent Ca^{++} par équivalent NH_4^+ .

Le pH et la saturation en bases sont déterminées à la mise en place de l'essai. Ces deux paramètres seront mesurés après chaque campagne et pour chaque objet.

pH et NITRIFICATION

Dans une première partie de nos recherches le mécanisme de la toxicité spécifique de NH_3 pour le cotonnier a été mis en évidence et les concentrations toxiques ont été précisées dans le sol ainsi qu'en solution. Les modalités de l'action toxique ainsi que les symptômes ont été décrits.

L'incidence de cette toxicité, dans le cas d'engrais ammoniacaux à réaction basique, ammoniacque, urée et phosphate diammonique, sera étudiée sur des sols de structure, pH et capacité d'échange variables. La proportion de racines en contact avec la zone toxique s'est révélée déterminante dans l'irréversibilité de l'intoxication de la plante, des essais utilisant des horizons de sol à teneur variable en ammoniac permettrait d'étudier ce facteur.

D'un point de vue plus théorique, c'est l'inhibition des bactéries nitrifiantes qui est responsable de la persistance dans le sol des conditions toxiques.

Les manuels aussi bien que les publications les plus récentes se réfèrent aux courbes de Meyerhof établies en 1916 donnant séparément l'action du pH et du substrat sur les bactéries nitrifiantes.

Nous nous proposons de reprendre une étude analogue à celle conduite sur le cotonnier en dissociant l'action du pH de celle de l'azote ammoniacal et d'établir dans le sol et en solution la relation

entre le pH et la toxicité de l'azote ammoniacal pour la nitrification.

L'évolution du phénomène peut être aisément suivie par le titrage de NO_2 et NO_3 formés à partir de l'azote ammoniacal et l'acidification du substrat qui en résulte.
