



HAL
open science

Premieres observations sur l'utilisation de l'endoscopie dans l'etude de l'enracinement "in situ" des plantes cultivees (sorghum vulgare et lolium multiform)

C. Maertens, Y. Clauzel

► To cite this version:

C. Maertens, Y. Clauzel. Premieres observations sur l'utilisation de l'endoscopie dans l'etude de l'enracinement "in situ" des plantes cultivees (sorghum vulgare et lolium multiform). *Agronomie*, 1982, 2 (7), pp.677-680. hal-02724618

HAL Id: hal-02724618

<https://hal.inrae.fr/hal-02724618>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Premières observations sur l'utilisation de l'endoscopie dans l'étude de l'enracinement *in situ* de plantes cultivées (*Sorghum vulgare* et *Lolium multiflorum*)

Claude MAERTENS & Yves CLAUZEL

(*) I.N.R.A., Station d'Agronomie, Centre de Recherches de Toulouse. B.P. 12, F 31320 Castanet-Tolosan.

RÉSUMÉ

Enracinement in situ,
Endoscopie,
Sorgho,
Ray grass,
Argile,
Limon.

On décrit plusieurs types d'observations de profils racinaires *in situ* par la méthode d'endoscopie. Cette technique permet de déterminer les fronts racinaires et d'estimer l'intensité de la colonisation du profil de sol par les racines. Elle semble également bien adaptée à l'étude de corrélations de croissance. Les premiers résultats présentés pour illustrer l'utilisation de cette technique concernent des profils et des fronts racinaires de sorgho (*Sorghum vulgare*) ainsi que l'évolution de l'enracinement de ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum*) après une coupe.

SUMMARY

Rooting in situ,
Endoscopy,
Sorghum vulgare,
Rye-grass,
Clay,
Loam.

First observations on the use of endoscopy in in situ root studies of cultivated plants (Sorghum vulgare and Lolium multiflorum)

Several methods are described for *in situ* observation of root systems by endoscopy. This technique allows root fronts to be situated and the intensity of colonization of the soil profile by roots to be estimated. It also seems suitable for establishing growth correlations. First results are presented on root profiles and root fronts in *Sorghum vulgare* and also on the comparison of rye-grass (*Lolium multiflorum*) root systems before and after mowing.

I. INTRODUCTION

Il existe de nombreuses méthodes pour étudier l'enracinement des plantes ; elles répondent généralement à des buts différents (SHUURMAN & GOEDEWAAGEN, 1971 ; BÖHM, 1979). La plupart d'entre elles utilisent la séparation des racines du sol, elles sont donc destructives et onéreuses en temps et en personnel. On emploie également des méthodes indirectes, essentiellement à partir de radio-isotopes (RUSSEL & ELLIS, 1968 ; REGNIER *et al.*, 1979), donc très délicates d'utilisation.

Plus récemment, certains chercheurs (BÖHM, 1974 ; WADDINGTON, 1971 ; SANDERS & BROWN, 1978) ont eu l'idée d'introduire dans le sol un tube transparent permettant une observation directe de l'enracinement à l'aide de miroirs ou d'endoscopes. A notre connaissance, cette technique n'a été que peu utilisée, aussi nous sommes-nous attachés à systématiser son exploitation en dégagant une méthodologie d'observations des systèmes racinaires *in situ* que nous décrivons ici en l'illustrant de quelques exemples.

II. MATÉRIEL ET TECHNIQUES

Le principe de la méthode consiste à placer dans le sol, avant implantation de la culture, un tube transparent dans lequel est introduit un endoscope destiné à l'observation du sol contre les parois du tube (fig. 1).

Nous avons utilisé des endoscopes industriels rigides (FORT) à mise au point variable et à champ de vision latéral (90°). L'éclairage en bout de l'endoscope est fourni par un faisceau de fibres optiques qui donne une lumière froide. On peut ainsi faire des observations prolongées à un même endroit. Pour les observations au champ, le générateur spécial de 250 W est alimenté par un groupe électrogène.

Les observations ont été réalisées dans des tubes transparents cylindriques de 50 mm de diamètre extérieur, enfoncés dans le sol préalablement à l'implantation de la culture, avec une inclinaison de 25° par rapport à la verticale. Le tube est introduit dans un trou de sondage réalisé avec une tarière dont le diamètre est très largement inférieur au sien.

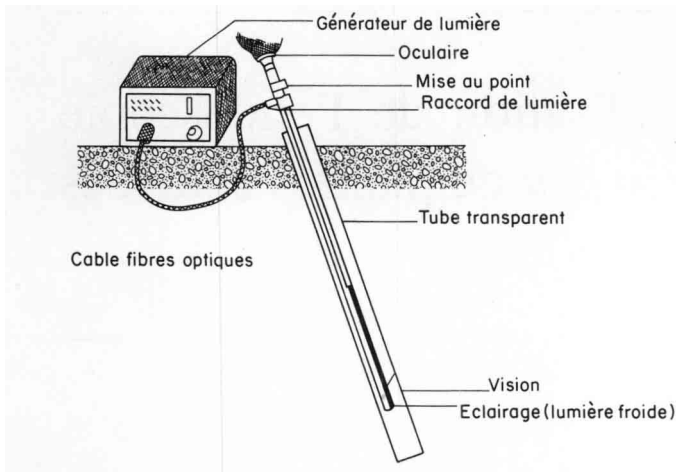


Figure 1
Système d'observation de l'enracinement des cultures par endoscopie.
System for the observation of crop roots by endoscopy.

L'inclinaison d'implantation a pour but de faire recouper par le tube un maximum de racines tout en limitant au minimum les cheminements préférentiels. L'inclinaison idéale pour atteindre cet objectif serait celle pour laquelle le tube recouperait un maximum de racines avec un angle de 90°. Cette inclinaison devrait être un compromis adapté à l'orientation préférentielle de l'enracinement de chaque culture.

D'après RIEDACKER (1978) et nos propres observations, les racines détournées par un obstacle peu important ont tendance à reprendre leur orientation préalable. Pour les résultats exprimés en longueur, cette tendance corrige en grande partie les effets dus à une inclinaison non optimum du tube. Plus l'orientation d'une racine est proche de celle du tube, plus son cheminement contre les parois sera long. Nos observations semblent d'ailleurs confirmer cette hypothèse. Nous avons en effet rencontré des racines prenant toutes les orientations possibles sur la paroi du tube.

D'après ces considérations, nous pensons qu'un tube cylindrique, outre la perturbation relativement faible du profil que provoque son implantation à la tarière, est bien adapté pour ne pas trop modifier l'enracinement le long de ces parois. Nous avons choisi un angle d'implantation du tube de 25° par rapport à la verticale, qui permet de ne perdre qu'environ 10 p. 100 de profondeur d'observation par rapport à la longueur du tube. Nos endoscopes ayant un

champ de vision de 50°, nous réalisons, à différents niveaux du profil, des observations orientées à 40°, 90°, 140° par rapport à l'horizontale, qui balayent 150° de la face supérieure du tube par 3 cercles adjacents. On peut aussi utiliser une trajectoire hélicoïdale 40°, 90°, 140°, 90°, 40°, ... tout le long du tube.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Ces conditions d'observations nous ont permis plusieurs types de déterminations :

— la plus simple consiste à suivre la progression de 2 fronts racinaires : un premier front de colonisation relativement intense est déterminé par la profondeur à laquelle on observe continuellement la présence d'au moins une racine dans le champ de vision, de 2 cm de diamètre dans notre cas, sur les 3 azimuts. Le deuxième front étant la profondeur maximum atteinte par l'enracinement. A titre d'illustration, nous donnons au tableau 1 deux exemples de progression de fronts racinaires de sorgho qui, comme tous les résultats présentés dans ce mémoire, sont obtenus en cases lysimétriques de 5 m², sur 1,75 m ou 2,60 m de profondeur, remplies de manière homogène de terre limoneuse (A % = 20,4 ; Lf % = 26,4 ; Lg % = 38,2 ; S % = 15) ou argileuse (A % = 34,0 ; Lf % = 23,4 ; Lg % = 0,8 ; S % = 41,5) ;

— le deuxième type de détermination consiste à estimer, par des mesures de longueur de racines, la colonisation du sol le long du profil. On peut estimer la longueur de chaque racine du champ de vision à l'aide d'une grille à mailles carrées placée devant l'objectif et contre la paroi intérieure du tube par la formule suivante :

$$(\sqrt{n^2 + n'^2}) m = l$$

n = nombre d'intersections mailles-racine dans un sens,
 n' = nombre d'intersections mailles-racine dans l'autre sens,
 m = dimension d'une maille dans l'unité de longueur désirée,
 l = longueur de la racine (dans l'unité de la maille).

Dans la pratique, les racines n'étant généralement pas parfaitement rectilignes, nous obtenons ainsi une estimation par défaut. N'ayant pas un nombre important d'intersections grilles-racines, nous avons préféré cette méthode de mesure directe à celles, statistiques, du type NEWMAN (1966), (BUI HUU TRI & MONNIER, 1973).

TABLEAU 1

Evolution des fronts racinaires d'une culture de sorgho sur sol argileux et limoneux en cases lysimétriques.
Development of the root front of sorghum on clay or loam soil in a lysimetric tank.

		Nombre de jours après la levée									
		32		42		67		74		82	
Texture	{ A : Argile L : Limon	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L
		Profondeur en cm :									
1 ^{er} front		38	27,2	42	29,1	54	54,4	55,4	66,2	58,4	72,0
2 ^e front		90	67	128	141	170	147	171	147	169	150

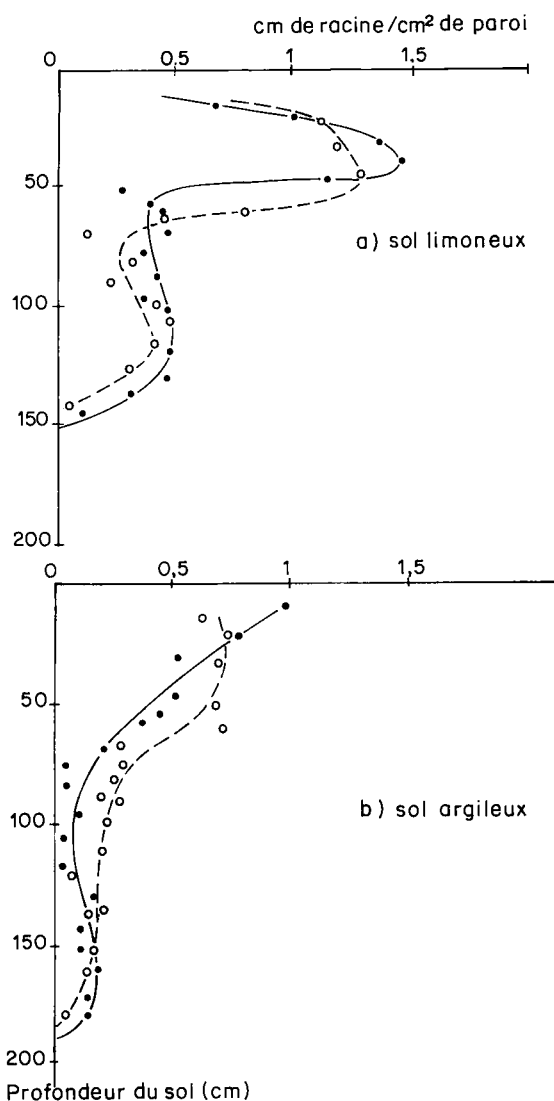


Figure 2
Profil racinaire sous sorgho à la floraison en présence ou non d'irrigation. a) en sol limoneux ; b) en sol argileux.
Root profile under sorghum at flowering, with or without irrigation. a) in loam soil ; b) in clay soil.

- — irrigué irrigated
- - - - non irrigué non irrigated.

Nous avons mis en évidence, par cette technique, l'influence du type de sol, argileux ou limoneux (fig. 2) sur les modalités de colonisation du profil par les racines d'une culture de sorgho, irriguée ou non, implantée sur les cases déjà décrites. Ces résultats confirment, par ailleurs, l'absence d'influence de l'irrigation sur l'enracinement, dans des sols ne présentant pas d'obstacles mécaniques importants (MAERTENS, 1970).

On peut également suivre par endoscopie l'évolution de l'enracinement, croissance, développement, disparition, à divers endroits du profil de sol, soit par estimation des longueurs des racines comme l'illustrent les résultats que nous avons obtenus à divers niveaux d'un profil sous une culture de ray-grass, avant et après une coupe (tabl. 2), soit à l'aide de photographies répétées dans le temps, à un même endroit, comme le montrent les 2 photos de la figure 3 prises à 8 j d'intervalle sous cette même culture.

TABLEAU 2

Evolution des longueurs des racines après la coupe d'une culture de ray-grass d'Italie.

Root system extension in a rye-grass crop after cutting.

Longueur racines cm/cm ²	Profondeur cm			
	32,5	49	56	80,2
2 j avant la coupe	0,87	1,06	0,71	1,27
15 j après la coupe	0,09	0,23	0,25	1,13

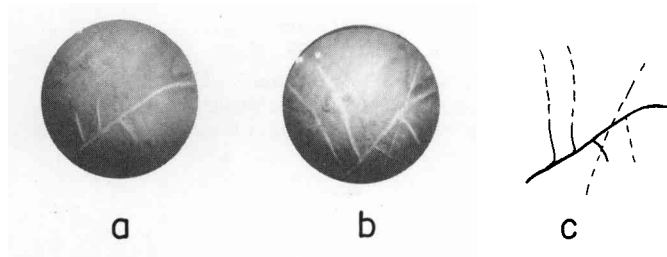


Figure 3
Photos de racines de ray-grass d'Italie à 8 j d'intervalle (agrandissement 1 × 1)
a : t0
b : t0 + 8 j
c : reproduction de 2 photos superposées — t0 - - - croissance t0 + 8 j.
. a, b : Superimposed photographs of rye-grass roots at an interval of 8 days, c : reproduction of the superposition of two photographs.

Les quelques résultats que nous avons présentés ici pour illustrer les différentes méthodes d'investigation par endoscopie que nous proposons, montrent bien que cette technique peut être utilisée pour diverses caractérisations de l'enracinement. Elle permet également des observations *in situ* sur la morphologie et la croissance individualisées de racines. De plus, la relative rapidité des observations (1/4 d'heure pour une détermination des fronts, entre 1/2 heure et 3/4 d'heure pour une détermination complète des longueurs) autorise la multiplication des répétitions dans le temps et dans l'espace, et donc, une meilleure compréhension du fonctionnement de l'enracinement.

Il convient encore de déterminer la représentativité et la reproductibilité des observations réalisées par cette technique. Pour cela, le choix d'une référence parmi les nombreuses méthodes existantes et qui ont rarement été comparées entre elles, est assez difficile. Nous avons cependant entrepris un essai dans ce sens où nous testerons plusieurs méthodes d'extraction et d'observations endoscopiques. Nous tenterons aussi de mettre en relation les critères mesurables par cette dernière méthode (cm de racine par cm² de paroi) et ceux obtenus par les méthodes d'extraction des racines (longueur par volume de sol).

Cependant, les conditions d'implantation du tube ont une très grande importance sur les observations et des études dans ce sens devront être entreprises.

• Reçu le 26 octobre 1981.
Accepté le 17 avril 1982.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Böhm W.**, 1974. Minirhizotrons for root observations under field conditions. *Z. Acker Pflanzenbau*, **140**, 282-287.
- Böhm W.**, 1979. *Methods of studying root systems. Ecological studies 33*. Springer-Verlag, éd., 188 p.
- Bui Huu Tri, Monnier G.**, 1973. Etude quantitative de la granulation des sols sous prairies de graminées. II. Les paramètres de granulation en relation avec la constitution physique du sol et le système racinaire. *Ann. agron.*, **94** (6), 651-677.
- Maertens C.**, 1970. *Influence des conditions de milieu sur l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par les systèmes racinaires de quelques graminées cultivées*. Thèse Docteur-Ingénieur, Toulouse, 260 p.
- Newman E. I.**, 1966. A method of estimating the total length of root in a sample. *J. appl. Ecol.*, **3**, 139-145.
- Regnier F. N., Truong B., Bois J. F., Bonnin E., Thoming G.**, 1979. Caractérisation de l'enracinement du riz pluvial *in situ* avec le phosphore 32. In « *Isotopes and radiation in research on soil-plant relationships* ». Intern. Atomic Energy Agency, Vienne, éd., 635-647.
- Riedacker A.**, 1978. Etude de la déviation des racines horizontales ou obliques issues de boutures de peupliers qui rencontrent un obstacle : applications pour la conception de conteneurs. *Ann. Sci. for.*, **35** (1), 1-18.
- Russell R. S., Ellis F. B.**, 1968. Estimation of the distribution of plant roots in soil. *Nature* (London), **217**, 582-583.
- Sanders J.-L., Brown D. A.**, 1978. A new fiber optic technique for measuring root growth of soybeans under field conditions. *Agron. J.*, **70**, 1073-1076.
- Schuurman J. J., Goedewaagen M. A. J.**, 1971. *Methods for the examination of root systems and roots*. Wageningen, Pudoc 2nd, éd., 86 p.
- Waddington J.**, 1971. Observation of plant roots *in situ*. *Can. J. Bot.*, **49**, 1850-1852.