

Action du travail du sol avant plantation des agrumes sur la morphologie de leur système racinaire en vergers irrigués au Maroc.

C. MATHIEU*

ACTION DU TRAVAIL DU SOL AVANT PLANTATION DES AGRUMES SUR LA MORPHOLOGIE DE LEUR SYSTEME RACINAIRE EN VERGERS IRRIGUES AU MAROC.

C. MATHIEU.

Fruits, Mai 1987, vol. 42, n° 5, p. 295-304.

RESUME - Dans le périmètre irrigué de la Basse-Moulouya au Maroc deux modes de préparation des sols avant plantation de vergers d'agrumes sont pratiqués. Le premier consiste en un labour très profond avec une charrue-balance, le second est limité au creusement d'un simple trou de plantation pour chaque arbre.

Après avoir décrit l'organisation morphologique d'un sol de référence sous végétation naturelle et celle des sols de vergers, l'auteur analyse les profils racinaires des agrumes, vingt ans après leur plantation.

Le nombre de racines, leur localisation et le comportement de l'arbre sont très différents selon le mode de préparation du sol et traduisent l'importance de l'ameublissement du sol à la plantation.

L'ensemble des résultats montre la nécessité de pratiquer le défoncement à la charrue-balance lors de toute installation de vergers d'agrumes.

INTRODUCTION

Nos observations concernent un grand périmètre irrigué (70.000 ha), situé en milieu semi-aride à l'extrémité Nord-Est du Maroc (Basse-Moulouya).

Le climat de cette plaine est du type méditerranéen semi-aride tempéré (classification d'Emberger), avec une aridité plus prononcée dans sa partie ouest. La pluviométrie moyenne annuelle est de 375 mm, avec des variations importantes suivant les années. Le nombre de jours de pluie varie de 35 à 50 par an avec un maximum de précipitations de décembre à avril. La température moyenne annuelle est de 18,2°C à Berkane.

La majorité des sols argileux de ces plaines sont, d'après la classification française (CPCS, 1967), des sols isohumiques à pédo-climat frais pendant les saisons pluvieuses, groupes des sols marron et des sierozems, tous deux à

granules et nodules ou à encroûtements calcaires. Ils ont été étudiés en détail par RUELLAN (1971) qui les a dénommés «sols à profil calcaire différencié». Dans la légende FAO (1975), ces sols sont des xérosols calciques, certains sont des kastanozems calciques, surtout dans l'extrême limite Est de ces plaines.

Certains sols de ce périmètre sont irrigués par gravité depuis plus de 35 ans. Suivant les systèmes culturaux appliqués, on constate aujourd'hui qu'ils présentent des transformations morphologiques et physico-chimiques importantes (MATHIEU, 1978, 1981, 1982 a, b ; MATHIEU et RUELLAN, 1986). Dans ce périmètre, environ 10 000 ha d'agrumes sont irrigués par gravité et la présente étude analyse l'évolution du système racinaire en fonction du mode de préparation du sol avant plantation.

La compacité et la densité apparente des sols argileux profonds en Basse-Moulouya augmentent avec la profondeur (annexe 1) ce qui n'est pas toujours favorable au bon développement du système racinaire des plantes à enracinement profond. Aussi, lors de l'installation d'un verger

* - Professeur de Science du sol - Administration Générale de Coopération au Développement (AGCD) - Belgique.
Adresse personnelle : rue Firmin Tarade - 87130 CHATEAUNEUF-LA-FORET (France).

qui normalement devra évoluer durant une cinquantaine d'années, tous les travaux doivent-ils être pensés, calculés et exécutés pour assurer une réussite et une rentabilisation maximales de l'investissement. La technique depuis longtemps recommandée est le labour de défoncement du sol sur une profondeur de 0,70-0,80 m. Celui-ci doit être d'autant plus soigné et profond que le sol est argileux (REBOUR, 1966).

Dans la plaine des Triffa (Basse-Moulouya), jusqu'en 1970, de nombreux colons européens réalisaient depuis longtemps, avant toute mise en culture irriguée de nouvelles terres, un labour très profond avec une charrue-balance (photos 1).

Le travail réalisé par cet outil est très impressionnant : le profil du sol est complètement inversé sur 70 cm.

Par contre, dans les lotissements après remembrement et dans les petites propriétés, la quasi-totalité des planteurs d'agrumes n'ont pas pu utiliser cette technique de labour profond, faute de moyens en matériel agricole. Les vergers, dans ces cas, ont été réalisés par la méthode simple du **trou de plantation** pour chaque arbre. Un trou de 0,4 à 1 m³ est creusé à l'emplacement de chaque arbre puis rebouché avec la même terre, une fois l'arbre présenté dans le trou. En dehors des limites du trou, le sol reste donc identique avant et après plantation. Dans cette situation, l'enracinement et a fortiori le développement de l'arbre seront bien différents de celui du cas du sol labouré à la charrue-balance.

Le système d'irrigation de la **double cuvette individuelle** pour chaque arbre (photo 2) a été pratiquement le seul système utilisé jusqu'à ces dernières années. La cuvette est constituée de deux bourrelets concentriques délimitant la surface à arroser. Le bourrelet intérieur est une protection du tronc contre la stagnation de l'eau pour prévenir la gommose. Il s'agit d'un système de **submersion par eau dormante**. C'est le système que nous avons étudié.

D'une manière quasi-générale, dans les deux situations, la partie superficielle du sol est travaillée annuellement, ensuite les bourrelets des cuvettes d'irrigation sont reconstitués. Ce travail du sol a plusieurs objectifs : destruction des mauvaises herbes, enfouissement des engrais, aération superficielle du sol. Ces travaux culturaux annuels délimitent donc un premier horizon de surface.

Notre étude est une comparaison entre deux modes de travail du sol avant plantation sous un même système d'irrigation avec comme référence de départ des sols non cultivés et sous végétation naturelle.

LES PROFILS PEDOLOGIQUES ET CULTURAUX

L'organisation morphologique et l'activité faunique associée.

- Le sol sous végétation annuelle.

L'exemple choisi est situé dans la plaine des Triffa, près de Berkane (annexe 1). Il s'agit d'un sol non cultivé, sous végétation de steppe à jujubiers. La topographie est plane, la pente est inférieure à 1 p. 100. L'activité biologique dans

l'ensemble du profil est bonne, il y a de nombreux grumeaux coprogènes dans les horizons A1 et B1. La faune qui pénètre profondément est surtout constituée de petits coléoptères et de fourmis ; le système racinaire graminéen est moyennement développé.

- Description :

0 cm,

A1 croûte de battance de 2 mm, puis limon moyen sableux, brun rouge foncé (5 YR 3/3) ; structure polyédrique subangulaire fine modérément développée, un peu de structure grenue.

6-7 cm, limite distincte et régulière

B1 limon argilo-sableux, rouge foncé (2,5 YR 3/6) ; structure polyédrique subangulaire moyenne, modérément développée à tendance prismatique ; consistance très ferme.

20-25 cm, distincte à graduelle et régulière

B2 argile, rouge foncé (2,5 YR 3/4) ; structure polyédrique subangulaire moyenne, modérément développée à tendance prismatique ; consistance très ferme.

45-50 cm, limite distincte et régulière

Bca1 argile calcaire, rouge (2,5 YR 4/6) ; structure prismatique moyenne à grossière, modérément à bien développée à sous-structure polyédrique angulaire ; consistance très ferme : 10 à 15 p. 100 de granules calcaires.

75-80 cm, limite graduelle et régulière

Bca2 calcaro-limoneux rouge (2,5 YR 4/8) ; structure polyédrique subangulaire à angulaire très fine modérément développée ; consistance friable ; 40 p. 100 de granules et nodules calcaires.

Arrêt de la description à 130 cm ; analyses : voir annexe 1.

L'évolution des limites, des horizons et des éléments structuraux.

- Observations générales.

La première chose qui frappe l'observateur d'un profil cultural en sol défoncé dans une plantation de 10, 20 ou 30 ans est la **persistance des traces du travail de la charrue-balance**. On remarque très bien l'ensemble des horizons ayant subi un retournement complet et le mélange entre surface et profondeur. Ce mélange apparaît nettement sous forme de poches régulières, le tout restant parfaitement distinct des horizons profonds B2 et B3 ayant été peu ou pas mélangés par ces travaux (figure 1). La limite des deux ensembles est très irrégulière et très ondulée mais la transition d'un ensemble à l'autre se fait toujours sur moins de 4 cm ; cette transition est donc distincte.

Dans les plantations manuelles, en dehors du trou, le profil cultural est semblable au profil pédologique avant mise en culture



Photo 1 a. - Labour de défoncement avec la charrue-balance avant plantation (secteur Saïdia, plaine des Triffa).

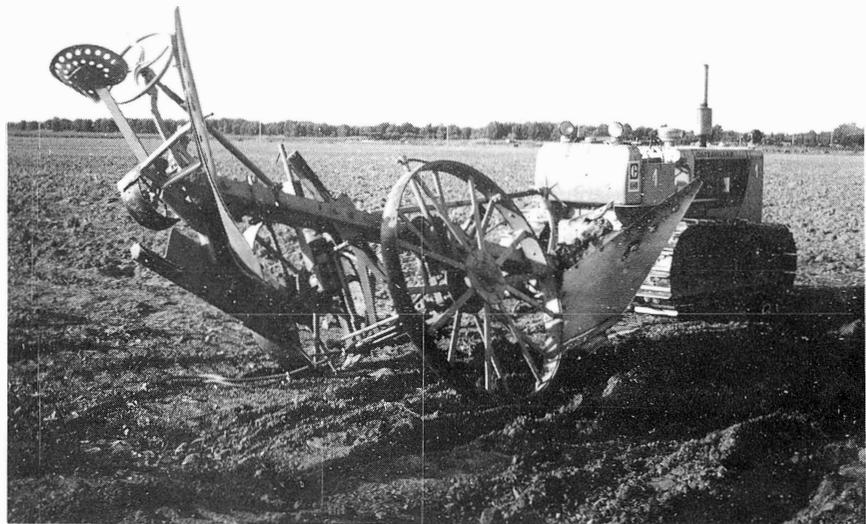


Photo 1 b - Charrue-balance.



Photo 2 - Irrigation de submersion avec doubles cuvettes individuelles (secteur de Boughriba, plaine des Triffa).

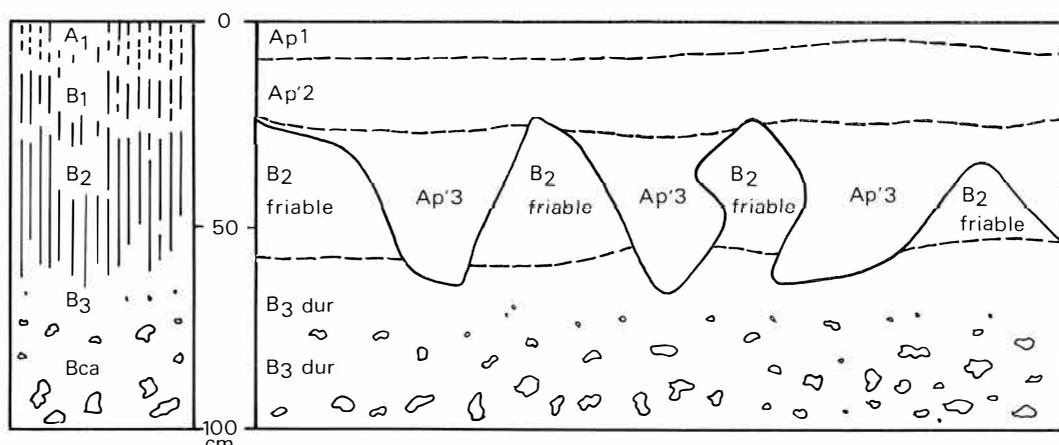


FIG. 1 • PROFILS SCHEMATIQUES DU SOL INITIAL ET DU SOL DANS LES PLANTATIONS D'AGRUMES, 30 ANS APRES LE DEFONCEMENT AVEC UNE CHARRUE-BALANCE.

• Les modifications morphologiques et fauniques.

Ces modifications (tableau 1) s'opèrent dans les nouvelles limites d'horizon créées par les différents travaux du sol.

Aussi bien dans la situation «défoncement à la charrue-balance» que dans celle du «trou de plantation», la structure de l'horizon travaillé annuellement (horizon Ap1) est devenue essentiellement grumeleuse et l'activité des vers de terre est extrêmement développée, ainsi que celle des collemboles. En dessous de cet horizon Ap1, un horizon assez compact est observé. A ce niveau l'activité biologique

diminue, légèrement dans les sols du labour de défoncement, fortement dans ceux du «trou de plantation».

A partir de 25-30 cm, dans le cas du «trou de plantation», les horizons ne sont plus modifiés par rapport à ceux du sol non cultivé. Dans celui de la charrue-balance, aussi bien dans les poches d'enfouissement Ap'(1) que dans

(1) : horizon ou partie d'horizon faisant partie d'un sequum dépendant d'une évolution antérieure à celle se déroulant actuellement ; lors du défoncement la quasi-totalité de l'horizon Ap ou A1 a été enfouie et peu mélangée avec l'horizon B2. Cet ensemble formant des poches très nettes a été différencié en Ap'2 et Ap'3 par rapport aux parties B2 et B3 plus ou moins en place et non mélangées aux horizons A (figure 1).

TABLEAU 1 - Modifications morphologiques et fauniques.

	Sol non cultivé	Sol «charrue-balance»	Sol «trou de plantation»
0 cm	Horizon A1 ou Ap Structure polyédrique subangulaire et grenue, très poreuse, cavités ; nombreux grumeaux coprogènes	Horizon Ap Structure grumeleuse, très poreuse, cavités ; nombreux vers de terre ; nombreux grumeaux coprogènes	Horizon Ap Structure polyédrique subangulaire et grenue ; très poreuse, cavités ; nombreux vers de terre
10 cm	limite distincte horizon B1 idem A1 ou Ap	limite graduelle horizon Ap'2 légèrement compact ; porosité moyenne ; fentes et cavités ; grumeaux coprogènes moins nombreux que dans l'horizon Ap	limite nette horizon B1 compact ; porosité moyenne ; principalement fentes ; peu de grumeaux coprogènes
25 cm	limite distincte à graduelle horizon B2 structure polyédrique, poreuse, cavités ; quelques grumeaux coprogènes	limite nette avec B graduelle avec Ap'3 a. horizon Ap'3 importante infiltration de mat. org. ; très nombreux vers de terre b. horizon B2 entre les poches, importante infiltration de mat. org. sous forme de revêtements, nombreux vers de terre	limite distincte à graduelle horizon B2 idem sol non irrigué
45 cm	limite distincte horizon B3 ou Bca ; structure prismatique moyenne à sous-structure polyédrique, peu poreuse ; cavités et fentes		limite distincte horizon B3 ou Bca ; idem sol irrigué
70 cm	limite graduelle horizon Bca	limite nette horizon Bca Ap'3 et B2 ↓ jusqu'à 70 cm	limite graduelle horizon Bca

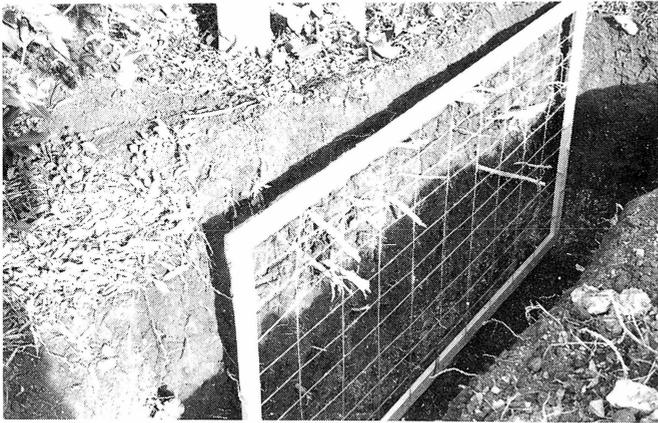


Photo 3 - Canevas posé contre le profil cultural pour le comptage des racines.

les horizons B2, B3 et/ou Bca, l'infiltration de matière organique, sous forme de revêtements, est extrêmement importante et l'activité biologique est très développée.

Suite aux différences morphologiques issues des modes de plantation, l'évolution de l'enracinement des arbres va être directement liée à ces différences.

LES PROFILS RACINAIRES

L'examen du système racinaire constitue la «clef de voûte» de la méthode de diagnostic, basée sur l'observation du profil cultural. C'est en effet, en comparant l'état de ce système et la structure du sol que l'on peut apprécier l'influence de cette dernière sur les racines (HENIN *et al.*, 1969). D'après REBOUR (1966), les racines des agrumes peuvent occuper le sol sur une profondeur de 150 cm mais la zone de plus grande activité se situe dans les cinquante premiers centimètres. D'une manière générale, 85 p. 100 des racines de l'oranger se trouvent à moins de 75 cm de profondeur et en dessous de 100 cm il ne se développe plus que 4 p. 100 d'entre elles (XX., DRA, 1968).

Les profils racinaires analysés, aussi bien dans les vergers défoncés avec la charrue-balance que dans ceux des trous de plantation sont tous des profils racinaires du porte-greffe bigaradier. Dans les vergers défoncés, le porte-greffe supporte des orangers Navel et dans les autres, il supporte des clémentiniers à fruits sans pépin. On admet pour ces deux variétés sur même porte-greffe un développement racinaire identique dans des conditions agro-écologiques identiques. Les plantations ont chacune environ 20 ans au moment de l'étude. L'écartement de la plantation des arbres varie de 6 à 7 m.

Protocole de mesure.

Chaque station est constituée d'un profil cultural creusé à 0,5 m du pied d'un arbre, avec toujours la même orientation. Nous avons choisi l'orientation plein sud. Le profil a une longueur de 2 m (1 de chaque côté de l'axe de l'arbre) et 1 m de profondeur.

Le comptage des racines se fait à partir d'un canevas de 2 m x 1 m avec des mailles rectangulaires de 0,20 x 0,10

m. Sur le terrain, un cadre en bois de 2 x 1 m avec un quadrillage en corde matérialise le dispositif de comptage. Le cadre est placé contre le profil et les racines sont comptées dans chaque rectangle élémentaire 0,20 x 0,10 (photo 3).

Nous distinguons :

les grosses racines	Ø sup. à 1 cm (g)
les racines moyennes	Ø entre 0,1 et 1 cm (m)
les petites racines ou radicules	Ø inf. à 0,1 cm (p)

Les racines ont été dégagées au couteau.

Pour le comptage, chaque racine se projetant dans plusieurs rectangles élémentaires est comptée pour une unité dans chaque rectangle (figure 2).

Le comptage est effectué sur une surface de 2 m², les résultats sont exprimés en nombre de racines/m².

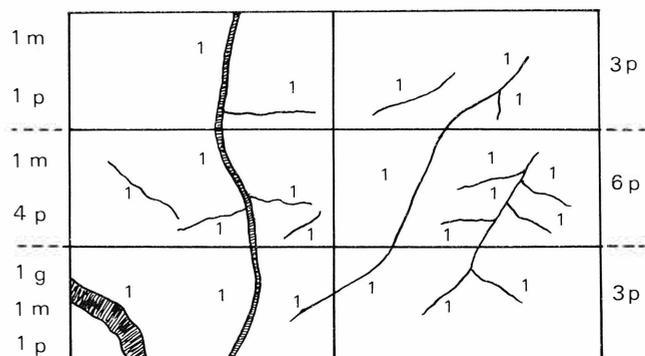


FIG. 2 • Le comptage est effectué sur une surface de 2 m², les résultats sont exprimés en nombre de racines au mètre carré.

Description de l'enracinement.

• Plantation défoncée.

Le sol a été complètement ameubli par le défoncement et le retournement sur une profondeur d'environ 70 cm. Cet état structural à bonne porosité se maintient durant de nombreuses années. L'aération, l'infiltration de matière organique et la bonne perméabilité ont favorisé un bon développement racinaire à moyenne profondeur, le maximum des racines se localisant entre 10 et 50 cm de profondeur et les couches les plus riches sont celles comprises entre 20 et 40 cm. La direction générale des racines est très oblique vers le bas.

L'enracinement s'est largement développé à moyenne profondeur dans la couche concernée par les travaux de défoncement. En même temps que la croissance des racines, un horizon compact s'est développé entre 10 et 30 cm suite aux irrigations et aux travaux de labour superficiel. Cet horizon concerne **partiellement**, une zone de grand développement racinaire, celle de 10 à 50 cm de profondeur.

La répartition des racines dans le profil se fait de la façon suivante :

Les **grosses racines** peu nombreuses se localisent essentiellement entre 10 et 50 cm avec un maximum de développement entre 20 et 30 cm de profondeur et la moyenne ne dépasse pas 10 unités par couche de 10 cm d'épaisseur.

Les **racines moyennes** nombreuses peuvent s'observer jusqu'à 100 cm de profondeur avec un maximum entre 10 et 70 cm et plus particulièrement entre 20 et 40 cm de profondeur. La moyenne ne dépasse pas 20 unités par couche de 10 cm d'épaisseur.

Les **petites racines** extrêmement nombreuses de la surface jusqu'à 80 cm avec des maxima pouvant atteindre 210 unités par couche de 10 cm d'épaisseur. Il y a une légère diminution avec la profondeur mais dans l'ensemble, leur répartition est homogène dans le profil.

Le profil «moyen» totalise un nombre de 650 racines/m² avec :

- 92 p. 100 de **petites racines**
 - 6 p. 100 de racines moyennes
 - 2 p. 100 de grosses racines
- et 79 p. 100 de l'ensemble des racines dans les 50 premiers centimètres, 20 p. 100 dans les 30 cm en dessous.

● Plantation avec trou.

Le sol n'est pas ameubli et le développement racinaire s'effectue d'une manière plus en longueur latéralement que dans le cas précédent. L'enracinement principal reste plus superficiel et le maximum de racines se situe entre 0 et 30 cm, plus spécialement entre 10 et 20 cm. A cette profondeur, la direction générale des racines est légèrement oblique vers le bas, proche de l'horizontal. Comme dans les plantations défoncées, durant l'extension du réseau racinaire, un horizon compact s'est développé entre 10 et 30 cm suite aux irrigations et aux travaux de labour superficiel. Dans ces plantations, cet horizon compact concerne l'ensemble de la zone à grand développement racinaire.

La répartition des racines dans le profil se fait de la façon suivante :

Les **grosses racines** peu nombreuses se localisent essentiellement entre 10 et 30 cm, un certain nombre peut atteindre 70 cm de profondeur. Parfois elles peuvent même être assez nombreuses entre 40 et 60 cm ; la moyenne dépasse rarement 5 unités par couche de 10 cm d'épaisseur.

Les **racines moyennes** sont plus nombreuses mais leur développement dépasse rarement 70 cm de profondeur. Elles se localisent principalement entre 10 et 40 cm de profondeur. La moyenne dépasse 10 unités par couche de 10 cm d'épaisseur.

Les **petites racines** nombreuses, de la surface jusqu'à 60 cm, peuvent atteindre **200 unités** par couche de 10 cm d'épaisseur. Leur répartition est homogène sur l'ensemble du profil.

Le profil «moyen» totalise un nombre de 360 racines/m² avec :

- 86 p. 100 **petites racines**
 - 10 p. 100 racines moyennes
 - 3 p. 100 grosses racines
- et 90 p. 100 de l'ensemble des racines dans les 50 premiers centimètres, 10 p. 100 dans les 30 cm en dessous.

● Comparaison des deux situations.

Nombre de racines et profondeur d'enracinement.

L'analyse des profils «moyens» montre une différence très nette entre les deux situations avec une moyenne de 650 racines/m² dans les plantations défoncées et une moyenne de 350 racines/m² dans les plantations en trou. Les petites racines représentent respectivement **92 p. 100 dans le premier cas et 86 p. 100 dans le second**. Quant aux grosses et moyennes racines, leurs nombres sont sensiblement les mêmes dans les deux situations.

Dans le «trou de plantation», les moyennes ne dépassent jamais 100 unités par couche de 10 cm alors que dans

FIG. 3 • DISTRIBUTION DES RACINES. PROFIL MOYEN.

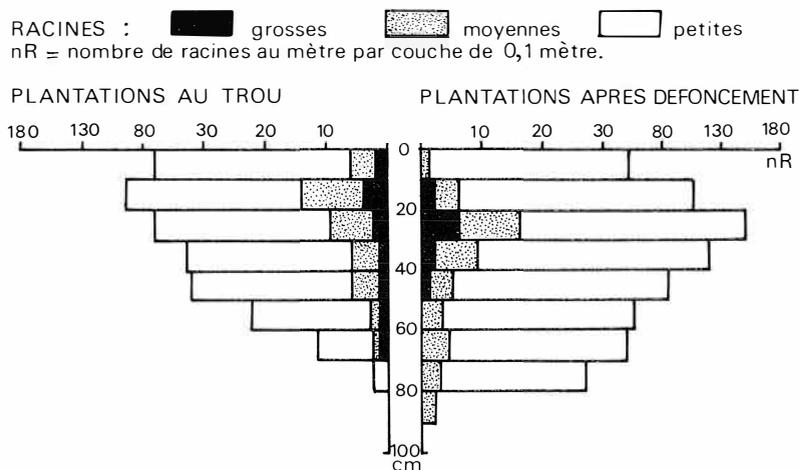
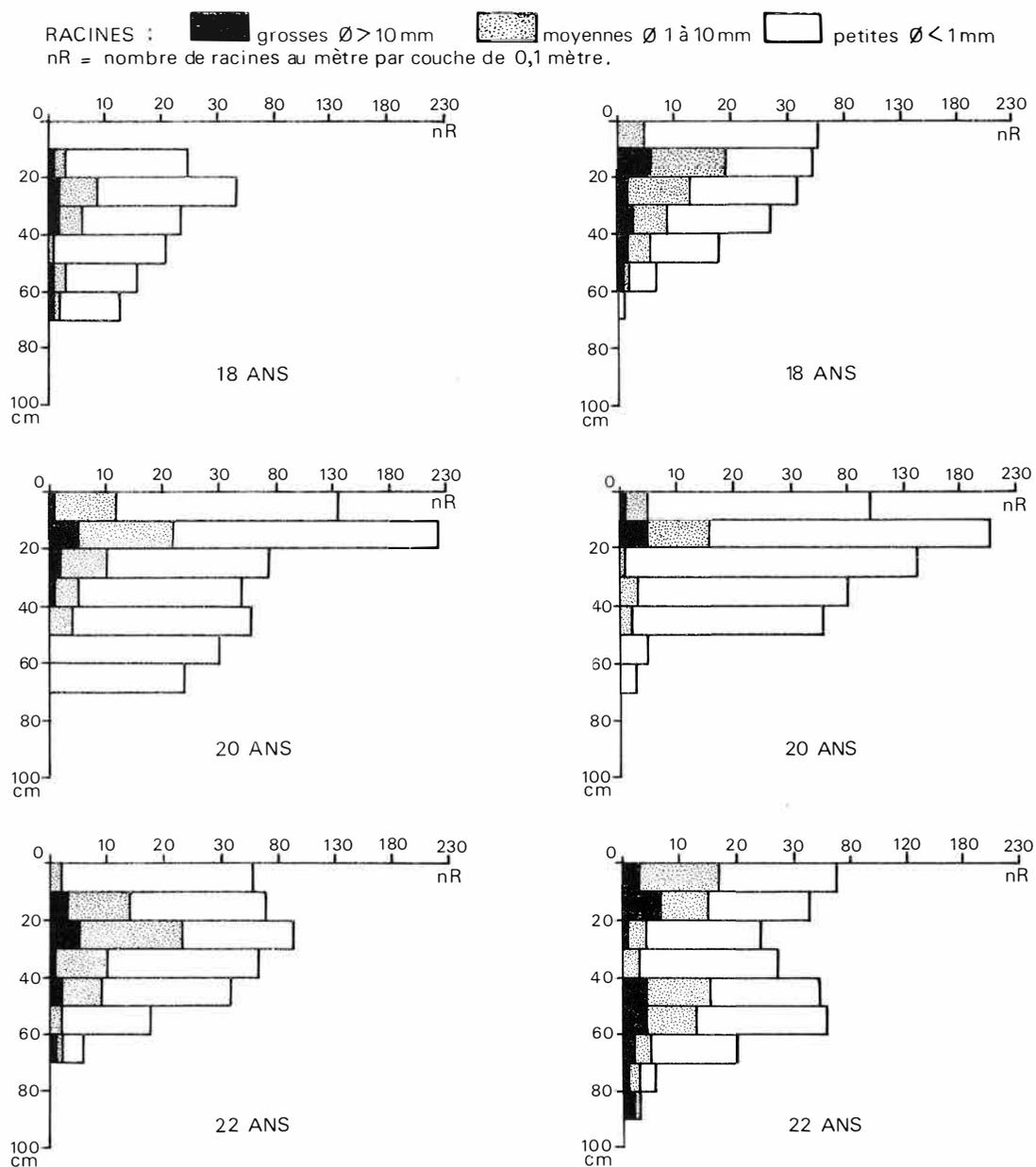


FIG. 4 • DISTRIBUTION DES RACINES DANS LES PLANTATIONS PAR TROU SIMPLE.
Clémentiniers / Bigaradier.



le traitement «défoncement», trois couches présentent des moyennes supérieures à 100 unités : de 10 à 40 cm de profondeur.

A partir de 60 cm de profondeur, dans le «trou de plantation», la somme moyenne des racines est de 12 unités ; dans l'autre cas, la somme moyenne est de 77 unités.

REMARQUES SUR LES RENDEMENTS ET LE COMPORTEMENT DE L'ARBRE

Il est toujours extrêmement délicat et hasardeux de vouloir établir en matière de production agricole, une

relation directe entre le rendement d'une culture et un facteur de ce rendement, dans ce cas précis : l'enracinement.

Cependant le développement des racines, et leur état sanitaire sont des éléments importants pour l'élaboration du rendement d'une culture ; mais au niveau du sol les interactions de chaque facteur de la productivité empêchent une analyse approfondie, en dehors de toute étude systématique de chacun d'entre eux analysé séparément et parallèlement (fertilisation, salinité, réserve en eau ...).

Ces rappels préliminaires étant faits, l'enquête que nous avons menée sur les rendements dans les deux types de vergers, a donné les moyennes suivantes (tableau 2) :

FIG. 5 • DISTRIBUTION DES RACINES DANS LES PLANTATIONS APRES DEFONCEMENT A LA CHARRUE-BALANCE. Orangers / Bigaradier.

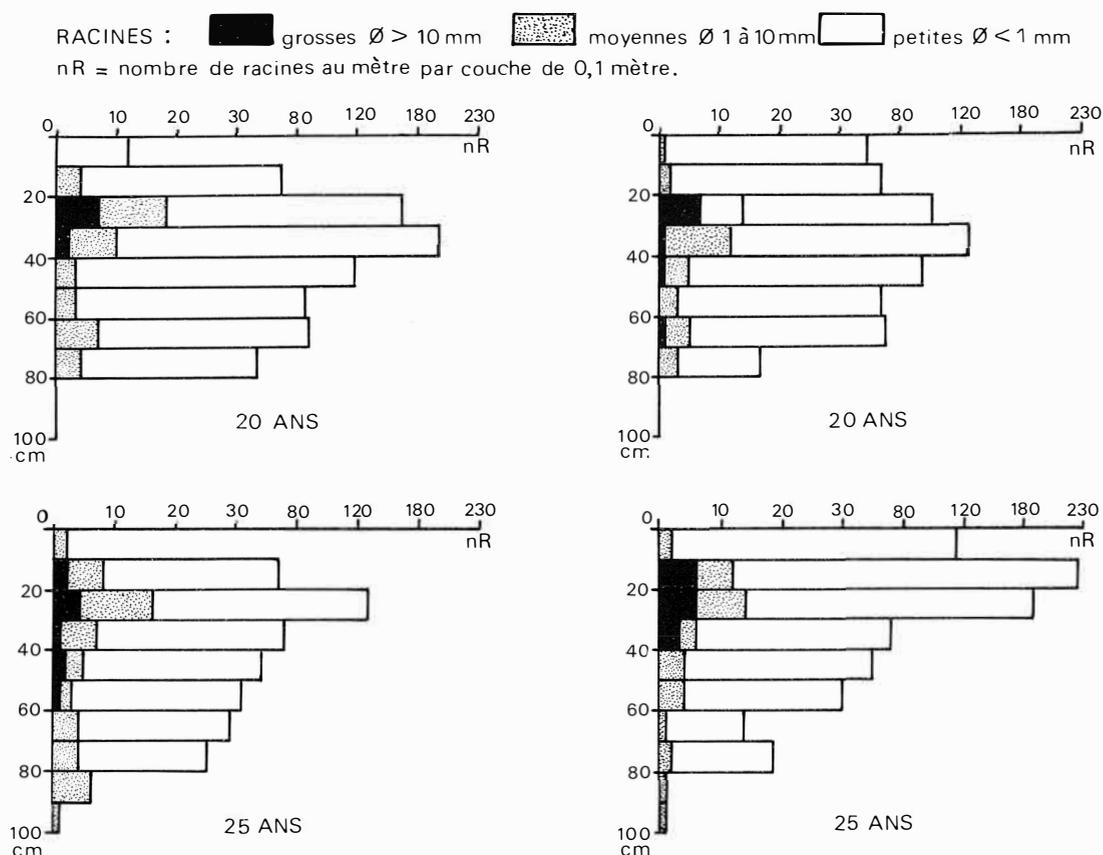


TABLEAU 2 - Rendement moyen des vergers (en t/ha).

Situations	clémentine	orange Navel
trou de plantation	20	25
labour de défoncement	30	32

Quant à l'aspect et au développement aérien de l'arbre, ce dernier se présente toujours d'une manière vigoureuse dans les sols défoncés à la charrue-balance, avec un port régulier et une coloration vert franc des feuilles traduisant un état sanitaire excellent et de bonne productivité. Dans les plantations avec trou, déjà chez les jeunes arbres (10 ans) la coloration vert franc n'est pas générale, un certain nombre de feuilles sont de couleur vert pâle et la vigueur de l'arbre est moyenne.

Dans les plantations plus vieilles, la coloration des feuilles varie du vert pâle au vert jaunâtre et la couleur vert pâle est fréquente. La vigueur de l'arbre peut être faible à très faible. Ces comportements très fréquents ne doivent évidemment pas être généralisés mais laissent supposer, à partir des situations étudiées, que le facteur «**préparation du sol à la plantation**» peut être déterminant dans la réussite d'un verger.

CONCLUSION

Par rapport aux sols sous végétation naturelle, des **caractères nouveaux** apparaissent dans les sols de vergers d'agrumes. Parmi ces caractères nouveaux, certains sont **communs** aux deux modes de plantation.

Le caractère commun qui nous semble le plus développé dans les deux traitements est certainement l'**activité biologique** : les sols, sous agrumes, présentent une activité biologique très **importante**, comparée à celle des autres sols irrigués (C. MATHIEU, 1981) sous cultures vivrières annuelles ou semi-pérennes (canne à sucre, luzerne). Cette activité se matérialise par des galeries de vers de terre, des débris coprogènes sur 1 m de profondeur et des collemboles en surface. Les sols défoncés présentent cependant une activité plus grande et plus profonde que ceux des vergers en plantation manuelle.

Des caractères **nouveaux** mais **différents** selon les deux traitements apparaissent également dans ces sols de vergers.

Le caractère le plus visible est la **limite** des défoncements à la charrue-balance. Cette limite est dessinée par la différence de **couleur** entre les horizons retournés et disloqués et les autres horizons plus rouges.

Les profils racinaires sont aussi très différents selon les traitements et traduisent l'importance de l'ameublissement

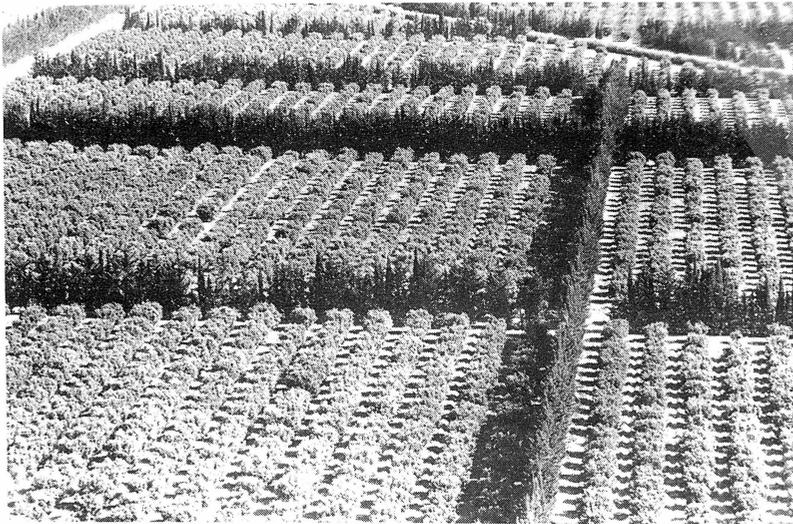


Photo 4 - Vergers d'agrumes dans la plaine de la Basse-Moulouya au Maroc.

du sol à la plantation. Dans les sols défoncés nous observons 80 p. 100 de racines de plus que dans ceux qui ne le sont pas.

Trois remarques essentielles découlent des observations du profil racinaire :

- en l'absence de défoncement du sol, l'enracinement reste essentiellement horizontal en surface parce que les couches de 0 à 30 cm présentent un espace poral initial plus grand que celui des couches sous-jacentes;
- dans ce cas et suite au travail annuel du sol, un niveau compact apparaît entre 10 et 20 cm de profondeur, c'est-à-dire dans la zone du développement racinaire. Ce développement des racines subit un net ralentissement, par rapport à celui observé dans les cas du sol défoncé. Les racines dans ce niveau compact manquent d'aération, ce qui entrave leur fonctionnement;
- le volume d'exploration des racines est très différent selon les deux traitements : la différence des quantités disponibles d'eau et d'éléments minéraux explique largement la

différence de développement des parties aériennes des arbres et leurs rendements.

En conclusion, le défoncement des sols à la charrue-balance crée une augmentation du volume de l'espace poral. Cette augmentation a plusieurs conséquences :

- un développement de l'**activité biologique** jusqu'à 100 cm de profondeur,
- un **assombrissement des couleurs** de tout le matériau défoncé par l'infiltration de matière organique dans un matériau à **macroporosité élevée**,
- un développement racinaire plus important qu'avec la technique du «trou de plantation». Il y a une relation positive entre profondeur de l'enracinement, vigueur de l'arbre et rendement des récoltes d'une part, ameublissement du sol et développement de l'enracinement d'autre part.

Les observations et les états enregistrés démontrent parfaitement l'importance du défoncement préalable à la

charrue-balance. Ce travail affecte le sol sur une profondeur moyenne de 70 cm et sera à l'origine des modifications bénéfiques au niveau :

- du profil structural
- du profil racinaire et du développement de l'arbre et d'une manière globale, du profil biologique.

Cette pratique doit absolument être vulgarisée lors de toute installation de vergers d'agrumes. Un verger est un investissement considérable qu'il s'agit de valoriser au maximum en introduisant tous les facteurs nécessaires à sa réussite. Il semble donc que le premier facteur, hormis le choix du sol, soit bien le mode de plantation.

BIBLIOGRAPHIE

- C.P.C.S. 1967.
«Classification française des sols».
INRA, Paris, 38 p.
- F.A.O. 1975.
«Carte mondiale des sols, 1/5.000.000».
FAO/Unesco, Paris, vol. I, légende, 62 p.
- HENIN (S.), GRAS (R) et MONNIER (G.). 1969.
«Le profil cultural».
Ed. Masson Paris, 332 p.
- MATHIEU (C.). 1978.
Influence de l'irrigation sur l'évolution de quelques caractères fondamentaux des sols argileux des plaines du Maroc oriental - aspects micromorphologiques.
Sc. du Sol, Bull. de l'A.F.E.S., Versailles, n° 2, p. 95-112.
- MATHIEU (C.). 1981.
Evolution morphologique des sols soumis à l'irrigation gravitaire en Basse-Moulouya, Maroc oriental.
Thèse de Doc. Sc., Université de Liège, 343 p.
- MATHIEU (C.). 1982 a.
Effects of irrigation on the structure of heavy clay soils in north-east Morocco.
Soil and Tillage Research, Elsevier, 2, 311-329.
- MATHIEU (C.). 1982 b.
Problèmes agro-pédologiques posés par la mise en valeur hydro-agricole des sols des zones méditerranéennes semi-arides, exemple de la Basse-Moulouya, Maroc oriental.
Agro Tropical, Paris, XXXVII-1, p. 30-55.
- MATHIEU (C.) et RUELLAN (A.). 1986.
L'évolution morphologique des sols irrigués en région méditerranéenne semi-aride : l'exemple de la Basse-Moulouya.
Cah. Pédologie (ORSTOM), à paraître.
- REBOUR (H.). 1966.
«Les agrumes, manuel de culture des Citrus pour le Bassin méditerranéen».
Ed. J.B. Baillière et Fils, Paris, 278 p.
- RUELLAN (A.). 1971.
Les sols à profils calcaire différencié des plaines de la Basse-Moulouya,
ORSTOM Bondy, 302 p.
- XX. 1968.
«Les agrumes au Maroc».
Ed. INRA, DRA, Rabat.

ANNEXE 1 - Profil n° TRHS 1.75 - Plaine des Triffa.

Latitude 34° 54' 30" N ; longitude : 2° 19' 20" W ; altitude : 130 m.

Analyse granulométrique * et caractérisation : en p. 100 de terre fine séchée à 105°C.

Horizon	Profondeur en cm	p. 100 terre fine	Argile		Limon		Sables fins 50-200	S.G. 200-2000	Matière organique		CaCO3 p. 100 tot.	pH 1/2,5	
			0-2	2-20	20-50	carbone			C/N	Eau		KCl	
A1	0-6/7	99,2	39,9	19,4	9,6	15,3	15,8	1,09	9,0	0,5	8,30	6,90	
B1	-20/25	99,7	36,3	20,5	12,6	14,7	15,9	0,84	8,4	0,5	8,45	6,95	
B2	-45/50	99,3	46,1	16,9	9,0	11,5	14,6	0,56	7,0	5,0	8,40	7,00	
Bca1	-75/80	99,3	43,2	24,5	6,7	10,5	15,1	0,18	4,5	18,9	8,65	7,20	
Bca2	-130	99,7	35,1	34,2	8,2	8,1	12,4			43,5	8,95	7,45	

* Dispersion pyrophosphate de sodium.

Caractéristiques physiques :

Horizon	Stabilité de structure						C. champ pF 2,5	Point de flétrissement pF 4,2	Porosité motte p. 100
	Test d'instabilité			log. 10 Is*	log. 10 K				
	Alc.	Benz.	Air						
A1	36,7	2,9	13,7	1,26	2,44	26,4	15,5	39,7	
B1	31,7	1,1	9,5	1,41	2,14	23,9	15,8	45,5	
B2	33,7	1,0	16,0	1,34	2,26	27,2	19,4	39,6	
Bca1	34,7	0,6	17,3	1,51	1,99	31,8		30,5	
Bca2	27,7	0,2	13,3	1,61	1,45	25,7		28,5	

* - Is selon la méthode HENIN.

Analyse chimique

Horizon	Sels solubles		En milliéquivalents/100 g de terre à pH 7,0						Na/S p. 100
	E.A. 1/5 g/kg	E.S. mmhos cm 25°C	C.E.C. T	Ca	Mg	K	Na	Total B.E. S	
A1	0,72	0,51	27,5	20,50	3,44	2,00	0,40	26,32	1,52
B1	0,67	0,40	26,5	20,80	2,56	1,45	0,30	25,11	1,19
B2	0,82	0,77	26,0	20,56	7,44	1,40	0,60	30,00	2,00
Bca1	0,82	0,40	22,5	10,40	9,60	0,48	0,70	21,18	3,30
Bca2	1,15	1,36	16,0	5,92	7,60	0,52	2,15	16,19	13,28