

# L'ENRACINEMENT DE QUATRE ESPECES LIGNEUSES SUR SOL HARDÉ

Influence des techniques de plantation  
et d'économie de l'eau

par Oscar EYOG MATIG, pédologue et écophysiologiste IRA



Sur ce sol latéritique, les racines de *Faidherbia albida* ne peuvent plonger vers les horizons profonds qu'à la faveur de discontinuité dans la cuirasse. Un phénomène comparable peut être observé sur sol Hardé pour différentes espèces.

## RÉSUMÉ

Une étude d'enracinement de quatre espèces d'arbres locales et exotiques, plantées avec différentes techniques de préparation du sol, a été menée sur le sol Hardé du village de Salak.

On a retenu les arbres dont la hauteur est proche de la moyenne de la parcelle, à raison d'un arbre par type de travail du sol.

On utilise une grille ayant un cadre métallique de 2 × 1,5 m sur lequel sont fixés des fils de nylon, qui détermineront des mailles carrées de 5 cm de côté. Après avoir ouvert une tranchée à 1 m du collet de l'arbre, on plaque la grille contre la paroi de celle-ci et on note les coordonnées x et y de chaque racine, ainsi que sa classe de diamètre (1 : inférieur à 1 mm ; 2 : de 1 à 10 mm ; 3 : de 10 à 20 mm ; 4 supérieur à 20 mm). Cette opération est recommencée à 20 cm de l'arbre, puis au pied de celui-ci, après avoir recreusé la tranchée. Un programme informatique permet de visualiser la représentation spatiale des racines et leur classe de diamètre.

Les observations suivantes ont été faites par espèce et par type de travail du sol :

- *Dalbergia sissoo*

Sur le témoin sans autre travail du sol que le trou de plantation, les racines se développent surtout dans celui-ci. Le sous-solage augmente la biomasse racinaire qui reste cependant surtout concentrée dans les raies travaillées. Les

diguettes, qui assurent l'infiltration de l'eau de pluie, permettent une très forte augmentation du nombre et de la taille des racines jusqu'à environ 50 cm de profondeur. Les horizons profonds restent peu prospectés. Il s'agit clairement d'une espèce non adaptée à ce type de sol induré et mal alimenté en eau, qui ne peut y développer son système racinaire que dans les volumes où le sol a été ameubli, grâce aux travaux d'économie de l'eau.

- *Azadirachta indica*

Cette autre espèce exotique est un petit mieux adaptée à ce type de sol. Sur le témoin, on constate un enracinement légèrement mieux réparti dans les horizons profonds. Les dispositifs d'économie de l'eau lui permettent de développer fortement sa biomasse racinaire. Une partie des racines se concentre en haut de l'horizon induré, qui constitue une zone d'accumulation d'eau recherchée par les racines ; celles-ci, apparemment, ne craignent pas l'hydromorphie.

- *Acacia nilotica adstringens* et *Sclerocarya birrea*

Ces deux espèces locales sont beaucoup mieux adaptées à ce type de sol. Même sur le témoin, elles développent un enracinement puissant bien réparti dans le profil, jusqu'à 1,50 m de profondeur pour *Acacia nilotica*. Les dispositifs d'économie de l'eau améliorent la répartition et la taille des racines, mais ces espèces peuvent survivre et se développer sans eux.

## ABSTRACT

A study on root system development of 4 woody exotic and local species which were planted using different soil preparation techniques was carried out on the Hardé soils of the Salak village.

For each soil preparation method, one tree was selected. This was the tree which had a height growth close to the average height of the trees on the plot in question.

A metallic frame grill of 2 × 1.5 m on which was fixed a nylon thread forming a mesh of 5 cm<sup>2</sup> each was used. This grill was placed against the wall of a trench which was dug at 1 m from the collar of the tree. The X and Y coordinates of each root as well as the diameter class were noted (1 : inferior to 1 mm ; 2 : from 1 to 10 mm ; 3 : from 10 to 20 mm ; 4 : > 20 mm). This operation was repeated at 20 cm from the tree stem and at the stem after redigging the trench. A computer programme was used to visualize the spatial distribution and diameter class of the roots.

The following observations are made based on species and soil preparation method :

- *Dalbergia sissoo*

Root development in the control experiment, where the only soil preparation was the digging of holes in which trees were planted, was generally limited to each hole. Ploughing increased the biomass of roots but root development was generally concentrated within the ridges of the ploughed

zones. Dykes which insure the infiltration of rain water caused a very high increase in the number and size of roots within a depth of up to about 50 cm. This species is certainly not adapted to this type of soil which is hard and poorly fed in water content, where root system development can only take place in parts where the soil has been softened and provided with microcatchment systems.

- *Azadirachta indica*

This second exotic species is a bit better adapted to this type of soil. On the control experiment, root development was slightly better distributed in the deeper horizons than was the case with *Dalbergia sissoo*. The microcatchment systems made it possible for roots to greatly develop their biomass. A portion of the roots was concentrated above the hardened horizon which constitutes the water accumulation zone looked for by the roots.

- *Acacia nilotica adstringens* and *Sclerocarya birrea*

These two local species are much better adapted to Hardé soils. Even in the control experiment, *Acacia nilotica's* roots were highly developed and well distributed within the soil profile up to the depth of 1.50 m. The microcatchment systems improve the distribution and size of roots but these species can survive and develop without the devices.

L'étude sur l'enracinement, traitée ici, a pour objectif de déterminer le mode de colonisation des différents compartiments d'un sol Hardé par les racines des différentes espèces, en fonction des techniques de préparation du sol. Elle devrait permettre d'expliquer le développement variable observé de la partie aérienne des quatre ligneux utilisés.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### ■ Matériel végétal

Le travail a porté sur les espèces ligneuses plantées dans la parcelle de l'Antenne de Recherches Forestières de Maroua-Salak ; il s'agit de deux espèces introduites : *Azadirachta indica*, *Dalbergia sissoo* et de deux espèces locales : *Acacia nilotica* et *Sclerocarya birrea*. Ces plantations ont été réalisées en quatre blocs. Nous avons retenu les arbres moyens (hauteur moyenne donnée par les mensurations de décembre 1989) pour les mesures et observations racinaires.

### ■ Méthodes

#### ● Techniques de mise en place de la plantation

Un seul arbre a été retenu par type de travail du sol ; pour plus d'homogénéité pédologique, seuls les arbres du bloc n° 4 ont été utilisés. Rappelons que les différentes techniques de préparation du sol sont les suivantes : sous-solage au bulldozer, diguettes avec labour, diguettes sans labour, simple trouaison.

En ce qui concerne les deux types de diguettes, nous n'avons travaillé que sur les diguettes sans labour qui ont donné de meilleurs résultats pour le bilan hydrique.

#### ● Étude de l'enracinement des arbres

Nous avons conçu une grille ayant un cadre métallique ; les mailles carrées de 5 cm de côté sont constituées de fil en nylon fortement tendu. Cette grille mesure 2 m de long et 1,50 m de large. Elle est plaquée contre le paroi de la tranche du sol, après que l'on ait ouvert une tranchée de dimension légèrement supérieure. Ceci permet de repérer les racines de l'arbre étudié (méthode CHOPART). Il ne s'agit pas, pour nous, de quantifier l'enracinement (biomasse ou volume racinaires) mais surtout de connaître leur répartition spatiale.

Les dimensions de cet instrument permettent non seulement d'étudier l'étalement des racines sur une longueur d'un mètre de part et d'autre de l'axe du collet, mais encore de suivre la profondeur de l'enracinement sur 150 cm et même au-delà.

#### ● Collecte des données

La grille est graduée selon un repère orthonormé ; chaque maille étant repérée par un couple de lettre et chiffre (exemple A,14).

Nous avons pris soin de noter les limites supérieure et inférieure de l'horizon massif, argilique qui, en principe, devrait s'opposer à la pénétration racinaire. Le profil pédologique est en conséquence constitué de trois compartiments (pour la description du profil, voir l'article du même auteur sur le régime hydrique du planosol de Salak). L'horizon superficiel sablo-argileux a en moyenne une trentaine de centimètres d'épaisseur (compartiment 1). Les horizons massifs argilo-sableux ou argilo-limoneux sont situés en moyenne entre 30 et 120 cm de profondeur (compartiment 2) et l'horizon argileux se trouve en dessous (compartiment 3).

Chaque racine est repérée dans la grille, son diamètre est relevé. Les racines sont classées selon quatre classes de diamètre :

- Classe I : racines ayant un diamètre inférieur à 1 mm.
- Classe II : racines dont le diamètre est compris entre 1 et 10 mm.
- Classe III : racines dont le diamètre est compris entre 10 et 20 mm.
- Classe IV : racines dont le diamètre est supérieur à 20 mm.

Ce travail de repérage et de mesure de diamètres racinaires a été conduit sur trois tranches de sol situées à trois différentes distances du collet, à savoir : 1 m, 20 cm et 0 cm.

RÉSULTATS

Un programme informatique, mis au point par C. LIBERT, permet de visualiser les résultats par une représentation spatiale des racines ; le diamètre des taches sur la représentation graphique est proportionnel à celui des racines. Nous ne présenterons ici que les résultats obtenus à 0 cm du collet, sur quelques traitements, pour chacune des quatre espèces.

■ *Dalbergia sissoo*

- **La trouaison** (fig. 1) : les racines, peu nombreuses, sont mal réparties et sont concentrées essentiellement dans le compartiment superficiel, en particulier dans le trou de plantation où se trouve un grand nombre de racines de diamètre supérieur à 20 mm. Entre 20 et 100 cm de profondeur, les racines, quoique rares, sont assez bien réparties pour profiter au mieux des maigres ressources en eau de ce sol.
- **Sous-solage** (fig. 2) : la biomasse racinaire (comme la biomasse aérienne) a fortement augmenté par rapport au témoin « trouaison ». On remarque une concentration des racines dans le trou de plantation et dans deux zones bien définies, l'une à droite de l'arbre et l'autre en dessous ; ces zones pourraient correspondre au passage de la dent de sous-solage. En dehors de ces zones, les racines sont de faible diamètre mais légèrement plus nombreuses que sur le témoin, ce qui traduit une alimentation en eau des couches profondes légèrement améliorée.
- **Diguettes** (fig. 3) : la biomasse racinaire a fortement augmenté. Très bonne répartition de racines moyennes dans l'horizon superficiel alimenté en eau presque uniformément (avec cependant une légère concentration du côté droit de la figure qui correspond, peut-être, à l'amont de la diguette où l'eau s'accumule préférentiellement). En profondeur, on remarque un bon nombre de racines moyennes dans le haut de l'horizon induré, ce qui montre clairement une amélioration de son alimentation en eau. Ce type de dispositif d'économie de l'eau permet une bonne utilisation des ressources du sol par les racines. On comprend que, si le boisement était utilisé comme jachère, la décomposition de ces racines créerait une bonne porosité et un bon apport de matière organique dans la partie « agricole » du profil (0-50 cm).

■ *Azadirachta indica*

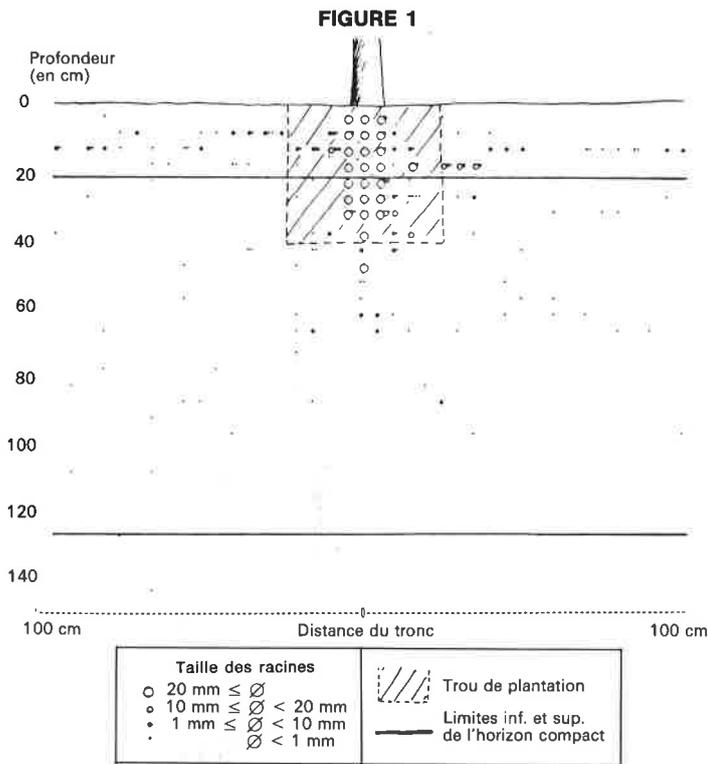
- **Trouaison** (fig. 4) : on a une répartition plus lâche des racines dans les trois compartiments du sol et plus dispersée que pour *Dalbergia sissoo* avec le même traitement (fig. 1) ; la plupart des racines ne dépassent pas 90 cm de profondeur. On remarque une certaine concentration de racines en limite supérieure de la zone compactée, où se produit une certaine accumulation d'eau.



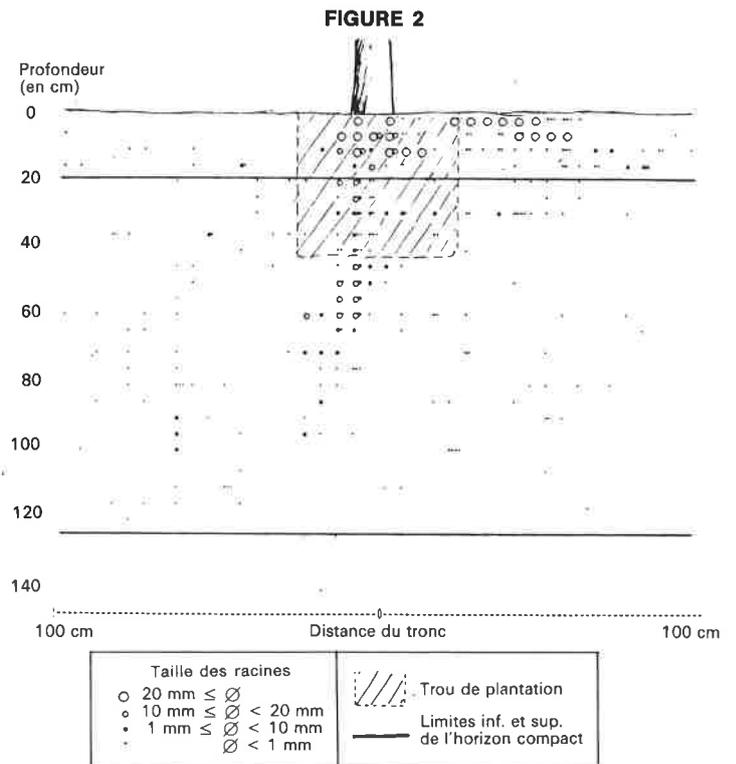
Les systèmes d'économie de l'eau induisent une répartition dissymétrique des racines, surtout superficielles, qui se développent mieux dans les zones où l'eau pénètre, alors qu'elles sont rares sous les croûtes sableuses (blanches sur la photo) ou sous les pellicules d'algues (noires).

# RÉHABILITATION

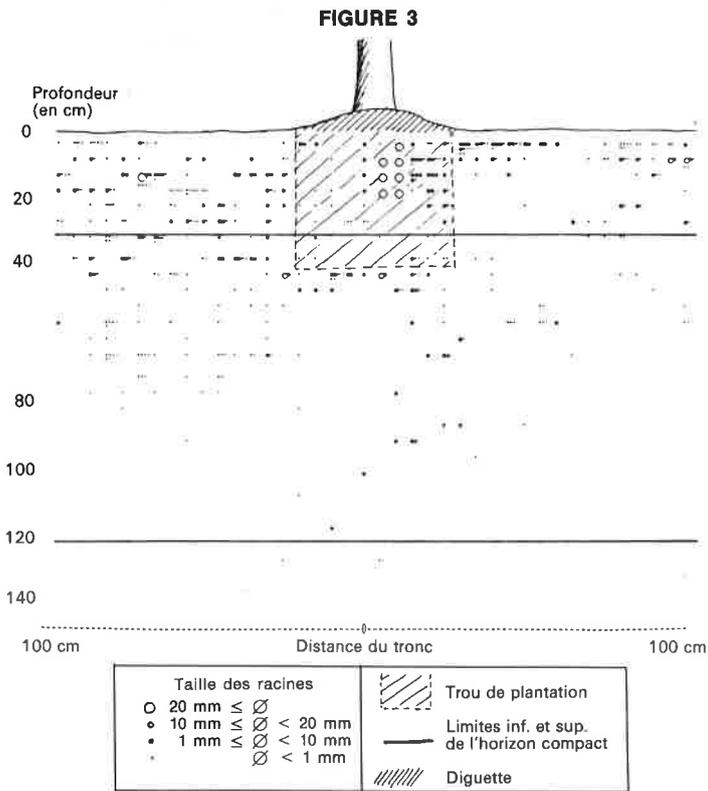
## DIAGRAMME DE RÉPARTITION SPATIALE DES RACINES



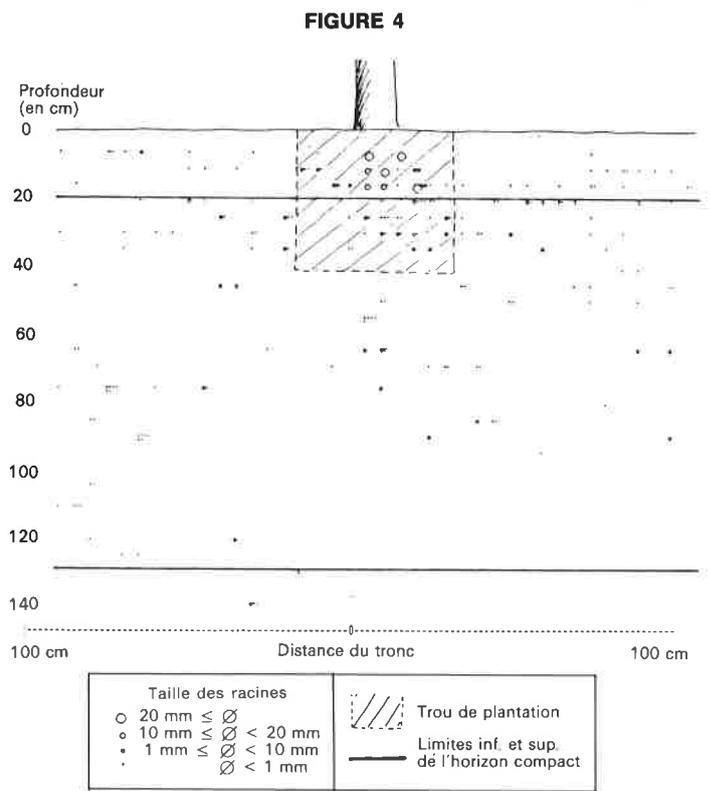
Espèce : *Dalbergia sissoo*. Travail du sol : Simple trouaison.



Espèce : *Dalbergia sissoo*. Travail du sol : Sous-solage + trouaison.



Espèce : *Dalbergia sissoo*. Travail du sol : Diguette + trouaison.



Espèce : *Azadirachta indica*. Travail du sol : Simple trouaison

- **Diguettes** (fig. 5) : les racines sont beaucoup plus nombreuses que dans le traitement précédent. De nombreuses racines ont un diamètre supérieur à 20 mm. Les deux compartiments supérieurs du sol sont assez uniformément colonisés. La plupart des racines s'arrêtent à 120 cm de profondeur. On remarque une colonisation plus forte du sol du côté droit de la figure, qui pourrait correspondre à l'amont de la diguette.

#### ■ *Sclerocarya birrea*

- **Trouaison** (fig. 6) : on observe un développement très important des racines, surtout celles de diamètre élevé (classe IV), qui se répartissent de façon assez homogène entre le compartiment 1 et 2. La plupart des racines sont concentrées dans l'axe du collet. On trouve encore de nombreuses petites racines à 120 cm de profondeur. L'étude du système racinaire montre clairement que cette espèce locale est adaptée à ce type de sol. Il est constitué de grosses racines qui pénètrent bien les horizons compacts et qui vont chercher l'eau à de grande distance.
- Les traitements diguettes et sous-solage ont peu d'effet sur le système racinaire (c'est pourquoi les diagrammes correspondants ne sont pas présentés dans l'article).

#### ■ *Acacia nilotica*

- **Trouaison** (fig. 7) : malgré l'absence de dispositif d'économie de l'eau, il y a un important développement des racines ; celles-ci colonisent de façon rationnelle les trois compartiments du sol. On a un mélange de racines des quatre catégories, les plus grosses étant surtout situées dans l'axe du collet.
- **Diguettes** (fig. 8) : on remarque une plus forte densité de racines dans l'horizon superficiel, bien mieux alimenté en eau en saison des pluies ; il y en a un véritable tapis en haut de l'horizon induré. Leur densité dans les horizons profonds est légèrement plus élevée que sur le témoin « trouaison » et on trouve des racines jusqu'à 150 cm de profondeur.

La forte densité de racine à 80 cm de profondeur pourrait correspondre à la zone d'accumulation de l'eau mise en évidence par l'étude des profils hydriques (voir article précédent, p. 104).

## DISCUSSION DES RÉSULTATS

La principale critique que l'on peut formuler à l'encontre de ce travail provient du manque de répétitions. Il aurait fallu pour cela détruire l'essai en creusant de nombreuses tranchées.

#### ■ *Dalbergia sissoo*

Il s'agit d'une espèce exotique non adaptée aux sols indurés. De ce fait, son enracinement est très sensible au travail du sol et aux dispositifs d'économie de l'eau. Une bonne colonisation de l'horizon superficiel a pour conséquence de permettre une bonne croissance initiale en hauteur de l'espèce mais les réserves hydriques superficielles ne suffisent pas, toutes seules, à assurer un bon taux de survie (TS) en saison sèche. En effet, *Dalbergia sissoo* est l'espèce qui a le TS le plus bas ne dépassant pas 40 % quel que soit le type de traitement. Ce taux est de 28 % pour la simple trouaison.

#### ■ *Azadirachta indica*

L'enracinement de cette espèce est fortement favorisé par les dispositifs d'économie de l'eau ; les diguettes donnent le meilleur résultat, ceci se vérifiant également au niveau de la croissance en hauteur et du taux de survie. Nous constatons que les racines ont du mal à pénétrer l'horizon compact qu'elles suivent horizontalement avant de « plonger » à l'occasion d'une discontinuité.

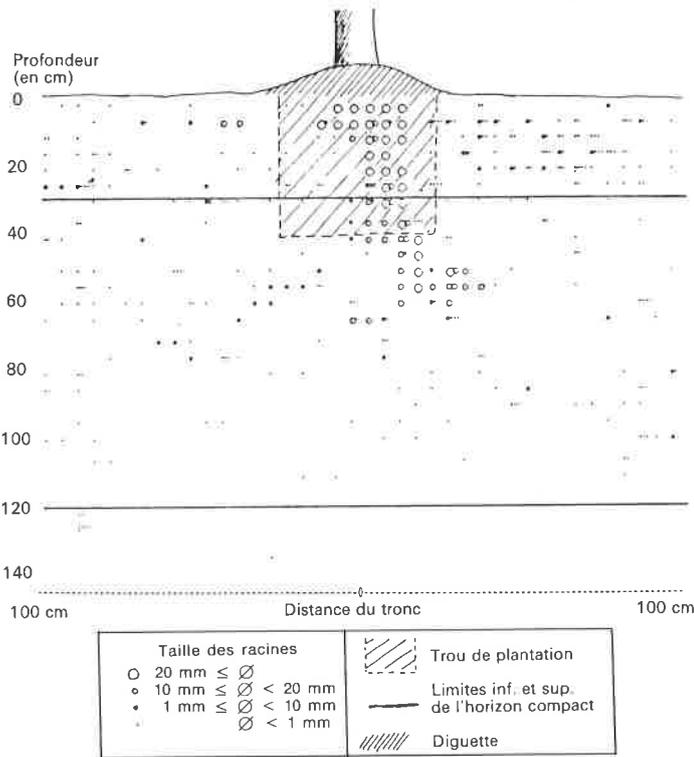
#### ■ *Sclerocarya birrea*

Cette espèce locale a un bon enracinement, quel que soit le type de préparation du sol. La bonne colonisation des différents compartiments du sol lui permet d'avoir un approvisionnement hydrique satisfaisant avec l'un des taux de survie le meilleur (entre 80 et 96 %). Nous serions tentés de dire qu'il n'est pas indispensable que le terrain soit préalablement préparé avant la mise en place de cette espèce (bonne répartition racinaire, bonne croissance et bon TS). Mais comme nous l'avons dit par ailleurs (cf. article sur le régime hydrique du planosol de Salak), le traitement trouaison (témoin) ne représente plus un véritable témoin à cause de la proximité des autres traitements. La croissance en hauteur de cette espèce est la plus faible. On pourrait dire qu'elle assure d'abord un bon développement racinaire avant le développement de son appareil aérien.

# RÉHABILITATION

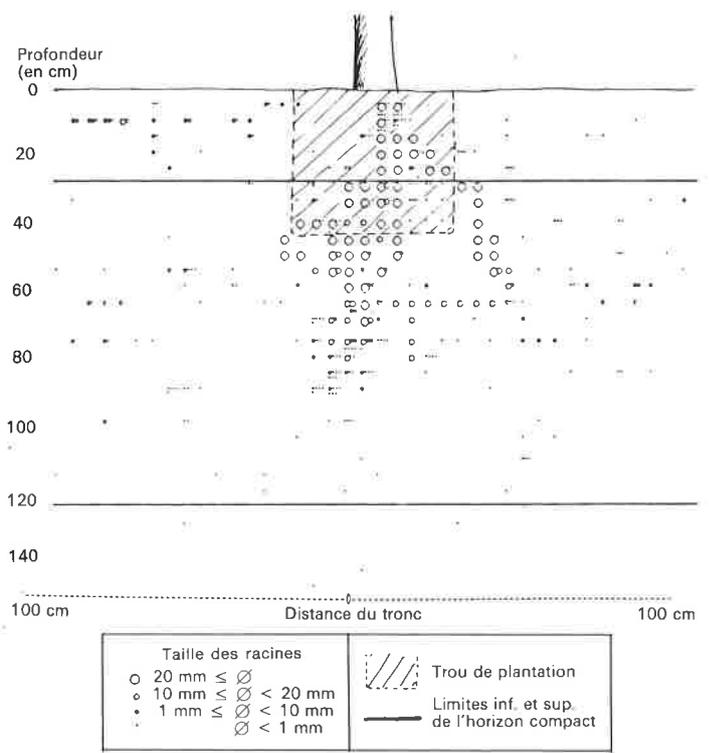
## DIAGRAMME DE RÉPARTITION SPATIALE DES RACINES

FIGURE 5



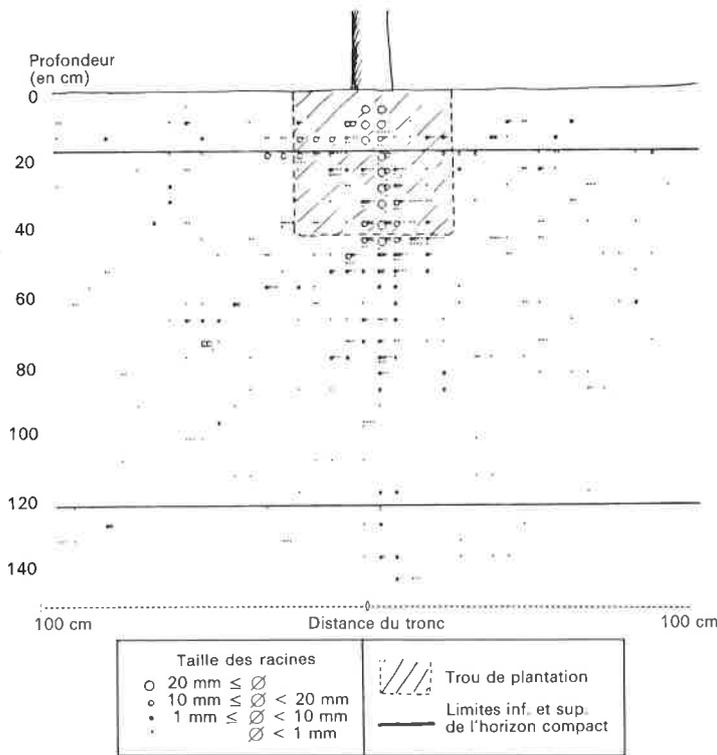
Espèce : *Azadirachta indica*. Travail du sol : Diguette + trouaison.

FIGURE 6



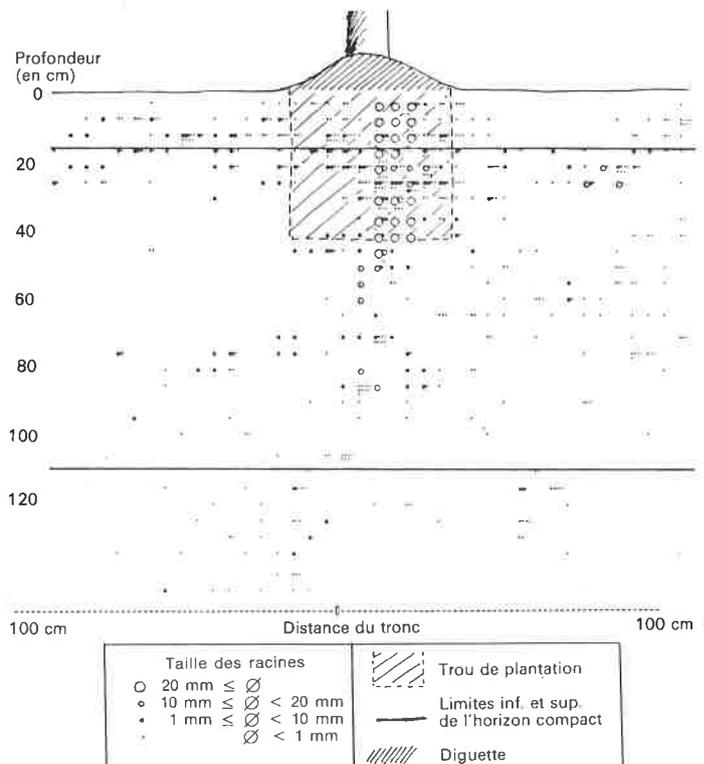
Espèce : *Sclerocarya birrea*. Travail du sol : Simple trouaison.

FIGURE 7



Espèce : *Acacia nilotica*. Travail du sol : Simple trouaison.

FIGURE 8



Espèce : *Acacia nilotica*. Travail du sol : Diguette + trouaison.

■ **Acacia nilotica**

Cette autre espèce locale, comme *Sclerocarya birrea*, a une bonne répartition racinaire dans les différents compartiments du sol et ceci quel que soit le traitement considéré. Contrairement aux autres espèces, ses racines ont tendance à « plonger » directement dans les couches les plus profondes au voisinage même du collet ; ceci témoigne de la puissance de cet enracinement d'autant plus que l'on observe ce phénomène pour la trouaison et les diguettes, traitements ne demandant qu'une préparation assez superficielle du sol avant la plantation. La croissance en hauteur et le taux de survie de cette espèce sont assez corrects par rapport à ceux de *Sclerocarya birrea*. En effet, à cinq ans, ils sont respectivement de 330 cm et 88 %. *Acacia nilotica* assure à la fois un bon développement de son appareil aérien et racinaire.

Il faut cependant relativiser ce résultat dans la mesure où l'individu moyen du traitement par simple trouaison, utilisé pour cette étude, dépasse en hauteur les individus moyens des autres répétitions du même traitement (un mètre de différence au moins). Le très bon développement racinaire du traitement-témoin pourrait en effet s'expliquer par le fait que ce témoin n'est pas représentatif.

**CONCLUSION**

Il se dégage de ce travail des renseignements sur le développement racinaire des quatre espèces sur le sol Hardé de Salak.

■ **Le comportement spécifique**

Trois types d'espèces peuvent être distingués :

- Espèce à développement racinaire superficiel sans possibilité de prospecter correctement l'horizon compact sous-jacent : il s'agit de *Dalbergia sissoo*. Les réserves hydriques « pompées » par les racines superficielles ne suffisent plus, à un moment donné, pour assurer les besoins en eau du houppier de cette espèce à croissance très rapide, ce qui entraîne la mort des arbres à trois ou quatre ans.
- Espèce réagissant favorablement au travail du sol : il s'agit d'*Azadirachta indica* et d'*Acacia nilotica*, dont

l'enracinement s'améliore de façon significative avec le travail du sol ; le meilleur enracinement est obtenu avec les diguettes suivies du sous-solage.

- Espèce « indifférente » au travail du sol : c'est le cas de *Sclerocarya birrea* ; cette espèce donne un important développement et une bonne répartition racinaire lorsque le terrain n'est pas préalablement préparé ou l'est superficiellement (diguette). Cette espèce développe un système racinaire puissant avant le développement de l'appareil aérien. *Sclerocarya birrea* se rencontre naturellement avec *Lanea humilis* et *Balanites aegyptiaca* sur sol Hardé.

■ **Influence de l'horizon compact**

En dehors d'*Acacia nilotica*, les trois autres espèces n'ont pas de système racinaire qui plonge au voisinage du collet, dans les couches profondes du sol. Les racines s'irradient d'abord en s'étalant horizontalement ou de façon oblique dans les compartiments superficiels, avant de prendre une progression verticale vers les couches profondes.

Quels que soient l'espèce et le traitement, au moins 50 % des racines ont pu accéder ou dépasser l'horizon massif. ■

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

CHOPART (J.L.) — Méthodes d'étude de l'enracinement à mettre en oeuvre dans le projet de recherche R3S P2. (Amélioration de l'alimentation hydrique par les techniques culturales). Communication personnelle.

KUMMEROW (J.), KRAUSE (D.), JOW (W.), 1977 — Root systems of chaparral shrubs. *Oecologia (Berl.)* 29, pp. 163-177.

KUMMEROW (J.), KRAUSE (D.), JOW (W.), 1978 — Seasonal changes of fine root density in the southern California chaparral. *Oecologia (Berl.)* 37, pp. 201-212.

PICARD (D.), 1984 — Etudes racinaires et résistance à la sécheresse. Rapport du Colloque sur la sécheresse en zone tropicale pour une lutte intégrée.

Oscar EYOG MATIG  
 Institut de la Recherche Agronomique  
 BP 415  
 Garoua (Cameroun)