

La conservation du sol étant un problème d'actualité, nous joindrons, dans cette 6ème lettre quelques données sur le terrassement des terres, tirées de l'expérience qu'ont les pédologues des Etats-Unis sur cette question, à des indications sur les sols les mieux adaptés à la culture du Palmier à huile.

Le Terrassement des Terres (F. FOURNIER)

Le terrassement est une modification apportée à la topographie du terrain, modification destinée à permettre le contrôle du ruissellement, donc de l'érosion du sol.

Un système de terrasses divise une large surface de drainage, en pente, en plusieurs surfaces bien individualisées :

- en faible pente, la surface topographique est aménagée en une série de plans, de direction longitudinale faisant un angle faible avec la direction des courbes de niveau. Chaque plan est limité en aval par un ensemble "fossé - levée de terre". Il n'y a pas de modification de ligne de plus grande pente originelle.

- en forte pente, il y a modification de la ligne de plus grande pente originelle. La pente est transformée en une série de plate-formes horizontales, chaque plate-forme étant limitée en aval par un ensemble "fossé - levée de terre - talus vertical" : c'est le système de terrasses en gradins.

Dans les lieux de précipitations abondantes et en faible pente, le problème qui se pose est la réduction de la vitesse du ruissellement et l'évacuation de l'eau non infiltrée à une vitesse non érosive.

Dans les lieux de faible pluviosité et en faible pente, le problème est la réduction de la vitesse de ruissellement et la conservation de l'eau au sol.

Dans les lieux en forte pente, le problème est de pouvoir modifier celle-ci, afin de pouvoir cultiver.

De ces trois faits résultent les trois types de terrasses employées par la culture :

- 1 - les terrasses à lit en pente pour l'interception et l'évacuation de l'eau.
- 2 - les terrasses à lit en pente pour l'interception et la conservation de l'eau
- 3 - les terrasses en gradins.

1 - Les terrasses à lit en pente pour l'interception et l'évacuation de l'eau (voir croquis)

a - pente limite d'établissement

les expériences américaines montrent qu'il est difficile d'établir de telles terrasses sur des pentes de plus de 10 à 12 %.

b - largeur des terrasses - espacement entre les fossés

l'espacement entre les fossés d'écoulement doit être tel que :

1) chaque fossé intercepte l'eau de ruissellement issue de la surface située à son amont avant que la vitesse de l'eau soit assez grande pour provoquer érosion.

2) le volume d'eau qui parvient à chaque fossé ne doit pas être trop grand pour ne pas nécessiter des fossés de dimensions gênantes pour la culture.

La largeur des terrasses est obtenue par l'intermédiaire de la dénivellée entre deux terrasses, plus précisément entre deux fossés successifs.

La dénivellée qui doit exister entre deux fossés successifs est fonction de la pente. Elle est fournie par une formule établie par C.E. RAMSER aux Etats-Unis.

Pour les lieux où l'érosion se manifeste nettement, cette formule est :

$$D = 0,076 S + 0,608$$

Dans les lieux où l'érosion n'est pas intense, bien qu'elle existe, la formule suivante peut être utilisée :

$$D = 0,1013 S + 0,608.$$

D = dénivellée entre deux fossés successifs,

S = degré de pente en pourcent.

Exemple : en pente de 7 % la dénivellation entre deux fossés successifs en région fortement érodée devra être :

$$0,076 \times 7 + 0,608 = 1,14 \text{ m}$$

En pente de 7 % il y a une dénivellation de 7 m pour une distance horizontale de 100 m. La dénivellation entre deux terrasses devant être 1,14 m, la largeur de la terrasse sera, en distance horizontale, :

$$\frac{100 \times 1,14}{7} = 16,30 \text{ m}$$

La largeur ainsi calculée d'une terrasse peut être augmentée ou diminuée de 15 % selon que les conditions du milieu naturel combattent ou favorisent l'action érosive de l'eau.

c - longueur des terrasses

Généralement la longueur maxima d'une terrasse dans un sens d'écoulement de l'eau est de 490 à 550 m.

Sur un terrain déjà raviné, que l'on essaie de récupérer pour la culture, une longueur de 365 m doit rarement être dépassée.

En général, une terrasse de 200 à 300 m donne pleine satisfaction.

La plupart du temps, la longueur d'une terrasse est sous la dépendance directe du réseau de talwegs existant dans le champ. Il est en effet inutile d'étendre une même terrasse au-delà des conduits de drainage naturels.

d - pente longitudinale des terrasses

Il est recommandé que la pente longitudinale des terrasses à lit en pente ne soit pas uniforme.

Si elle l'est, toutes choses étant égales par ailleurs, il y a risque d'augmentation de vitesse de l'eau et d'accumulation d'un volume d'eau relativement plus important sur le bas des pentes.

La pente longitudinale variable : pente faible à nulle au sommet de la déclivité, pente plus accentuée en se dirigeant vers le bas de pente présente des avantages.

- la pente faible à nulle du sommet de la déclivité aura pour conséquence un ruissellement plus lent de l'eau de pluie reçue et une plus grande opportunité d'infiltration dans le sol,

- la pente, plus forte en aval, permet un écoulement plus rapide de l'eau issue des précipitations, donc diminue le risque d'une accumulation, sur le bas de pente, d'une lame d'eau relativement grande (eau issue des précipitations + eau de ruissellement venant de l'amont).

A simple titre indicatif, il est parfois conseillé aux U.S.A. de donner les valeurs suivantes à la pente longitudinale de terrasses à lit en pente :

En région où les précipitations sont intenses et les sols moyennement perméables :

0,10 m	de dénivellation pour les 1ers	120 m,
0,20 m	" "	2èmes 120 m,
0,30 m	" "	3èmes 120 m,
0,40 m	" "	4èmes 120 m.

En région où les sols sont excessivement perméables :

120 premiers mètres horizontaux,	
0,10 m	de dénivellation pour les 2èmes 120 m,
0,20 m	" " 3èmes 120 m,
0,30 m	" " 4èmes 120 m.

En région où les sols sont moyennement perméables et la pluviosité faible :

150 premiers mètres horizontaux,	
0,10 m	de dénivellation pour les seconds 150 m,
0,20 m	" " 3èmes 150 m.

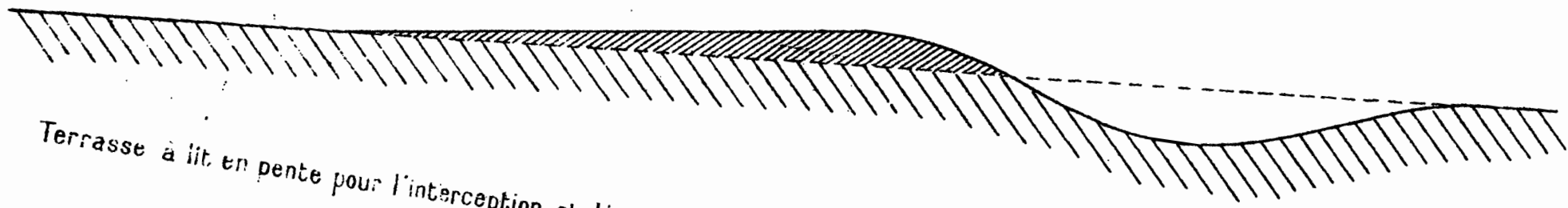
e - caractéristiques du fossé d'écoulement

Deux lois régissent la construction des fossés d'écoulement.

1) un fossé d'écoulement doit avoir une capacité de débit telle qu'il puisse écouler le ruissellement d'intensité maxima issu de la terrasse qu'il limite.

2) le profil transversal d'un fossé d'écoulement doit être suffisamment peu accentué pour permettre les opérations de culture sur le fossé et la levée, avec la machinerie agricole moderne, sans risques de destruction.

Il est donc nécessaire avant toute chose de déterminer l'intensité de ruissellement jamais atteinte sous le climat du lieu, sur une unité de surface. Elle est fonction de l'in-



Terrasse à lit en pente pour l'interception et l'évacuation de l'eau.

tensité maxima de pluviosité et du coefficient d'écoulement, c'est-à-dire du rapport de l'eau écoulée à l'eau tombée.

exemple : si la précipitation la plus intense enregistrée sous le climat d'un lieu se chiffre par une hauteur d'eau de 0,10 m, tombée en une heure, dont 4/5 s'écoulent, la hauteur d'eau écoulée par seconde est :

$$\frac{0,10 \text{ m}}{3.600} \times \frac{4}{5} = 0,0002216 \text{ m.}$$

l'intensité maxima de ruissellement issu d'une surface de 1 km² sera :

$$0,0002216 \text{ m} \times 1.000.000 \text{ m}^2 = 22,16 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

Cette donnée étant évaluée il est facile de calculer le ruissellement d'intensité maxima issu d'une terrasse de superficie connue :

exemple : si la surface d'une terrasse est 0,024 km² et l'intensité maxima d'un ruissellement issu d'une surface de 1 km², 22,16, m³/sec.

l'intensité maxima du ruissellement issu de cette terrasse sera :

$$22,16 \times 0,024 = 0,53184 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

Le fossé d'écoulement d'une terrasse devra avoir une capacité de débit supérieur à l'intensité maxima d'écoulement issu de la terrasse qu'il limite.

La capacité d'écoulement d'un fossé est obtenue en multipliant la surface de la section du fossé en m² par la vélocité de l'eau que permet ce fossé en m/sec.

La formule est : $Q \text{ m}^3/\text{sec} = s V$ s = surface de la section
V = vélocité de l'eau

La vélocité que permet un fossé est obtenue par la formule de Manning

$$V = \frac{1,486}{n} R^{2/3} P^{1/2}$$

n est un coefficient de rugosité. Pour les sols cette valeur est très peu différente de 0,04,

R est le rayon hydraulique, il est égal à $\frac{\text{Surface de la section du fossé}}{\text{longueur du périmètre mouillé}}$

La longueur du périmètre mouillé est la longueur de la ligne de contact en section, entre l'eau et la paroi du fossé.

P est le degré de pente exprimé en m par m.

En général, les dimensions données au fossé d'écoulement d'un système de terrasse à lit en pente doivent être basées sur les principes suivants :

- la profondeur d'un canal d'écoulement doit être supérieure à 0,40 m et inférieure à 0,55 m,
- la surface de la section doit rarement être plus petite que 1 m²,
- la pente de la levée de terre ne doit jamais être plus forte que 25 %, généralement elle est de 20 % environ.

~~2 - Les terrasses à lit en pente pour l'interception et la conservation de l'eau.~~

~~3 - Les terrasses en gradins~~

seront étudiées dans une prochaine lettre.

Le Palmier à Huile (A. COMBEAU)

Parmi les nombreux ouvrages ayant trait au palmier à huile, nous citerons ceux de :

MICHAUX : Economie des sols à Hevea et Elaeis

J. ADAM : Les plantes à matière grasse - Le palmier à huile. (1)

M.V.HOLMES : L'alimentation minérale du palmier à huile. (2)

H. LAUDELOUT : Etude pédologique d'un essai de fumure minérale de l'Elaeis à Yagambi. (3)(4)

Climat

Les exigences climatiques de l'Elaeis ne sont pas très strictes. Toutefois, pour que son développement soit satisfaisant, il exige une pluviométrie totale au moins égale à 1.400 mm. Le palmier à huile croît d'autant mieux que la hauteur totale des pluies est plus élevée.

(1) Encyclopédie d'Agriculture tropicale - Paris 1942

(2) Publication de l'I.N.E.A.C. - n°33 - Bruxelles - 1949

(3) Publications de l'I.N.E.A.C. - n°47 - Bruxelles - 1950

(4) La revue "Oléagineux" de l'I.R.H.O. a publié de nombreux articles concernant le palmier à huile et, en particulier, les essais effectués à Dabou, Grand Drewin, Pobé, etc... (étude de l'influence des engrais, Cl, K, etc..., étude sur l'influence de la densité de plantation)

Fig. 2

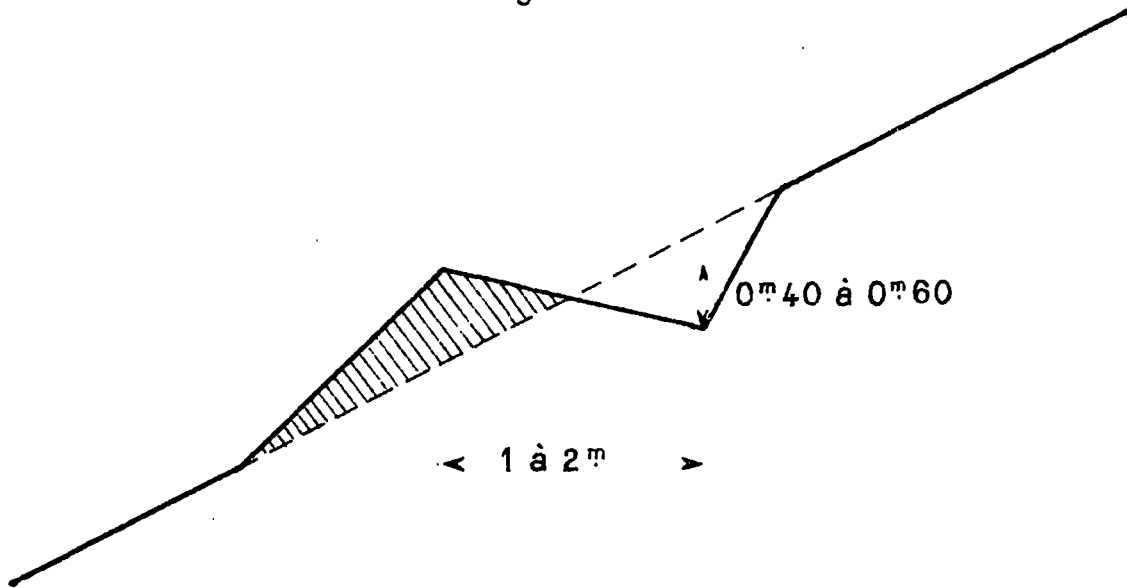
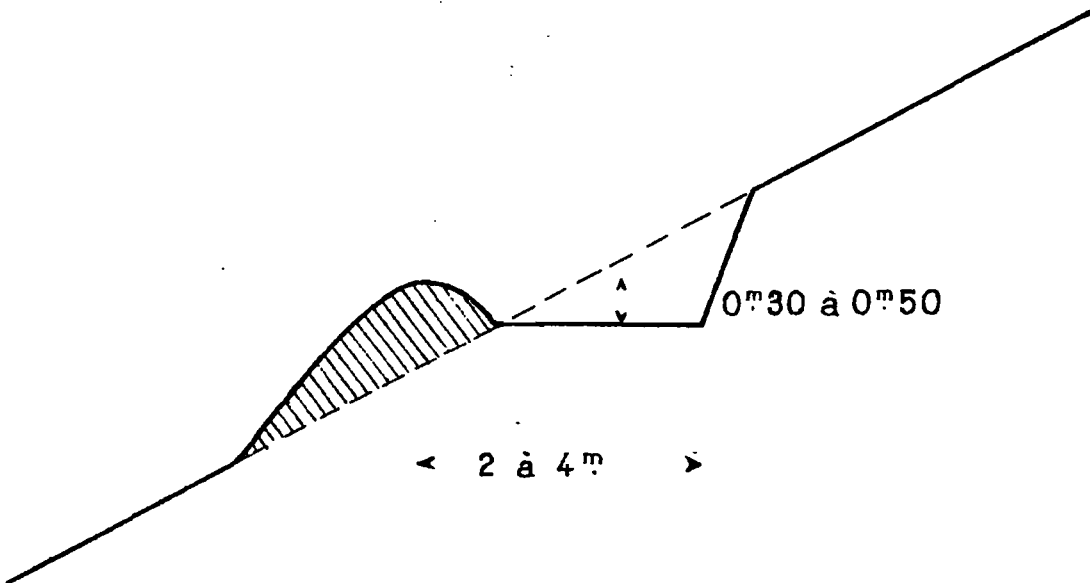


Fig. 3



2 - Les terrasses à lit en pente pour l'interception et la conservation de l'eau (fig. 1).

Ce type de terrasse est adapté aux lieux où il est nécessaire de réduire la vitesse du ruissellement tout en conservant l'eau au sol.

Son emploi est donc plus particulièrement indiqué dans les régions de faibles précipitations :

- dont la mise en valeur nécessite une rétention par le sol de la presque totalité de l'eau tombée,
- ou dont les sols ne permettent qu'une infiltration relativement lente de l'eau, ce qui nécessite un maintien sur place de celle-ci pendant un temps plus long afin de favoriser sa pénétration.

Il faut cependant que les sols aient une perméabilité suffisante pour que la culture envisagée ne soit pas détériorée par un trop long séjour d'une lame d'eau à la surface topographique.

a - pente limite d'établissement.

La terrasse à lit en pente pour l'interception et la conservation de l'eau étant établie en vue de maintenir sur une surface aussi vaste que possible l'eau issue des précipitations, l'élément le plus important auquel toute l'attention doit être portée et la levée de terre qui joue le rôle d'un véritable "barrage miniature".

Elle se situe entre deux fossés latéraux permettant de disposer, pour l'élever, d'un volume de terre suffisant. Le prélèvement d'un même volume de terre dans un seul fossé provoquerait l'existence

- d'un fossé trop profond qui amènerait la concentration de l'eau sur une zone trop restreinte,
- d'un profil transversal "fossé levée de terre" trop accentué.

La pente topographique est un facteur limitant l'emploi des terrasses d'interception et de conservation de l'eau. En effet en pente topographique relativement accentuée, le désir de maintenir l'eau de ruissellement sur une surface suffisamment grande pour être cultivée au moyen de la machinerie agricole moderne entraîne la construction d'une levée de terre trop haute pour être bien entretenue et efficacement protégée par des moyens pratiques contre une destruction. L'emploi de levées de terre moins hautes mais très proches diminuerait les possibilités de culture.

L'expérience montre qu'il est difficile d'utiliser des terrasses à lit en pente pour l'interception et la conservation de l'eau sur des pentes de plus de 3 à 4 %.

b - longueur des terrasses.

La longueur du type de terrasse actuellement étudié ne dépasse généralement pas 800 à 1.000 m.

La plupart du temps cette longueur est sous la dépendance

Fig. 1

< 2^m50 à 5^m > X 3^m à 7^m 50 >



Terrasse à lit en pente pour l'interception
et la conservation des eaux

du réseau de thalwegs qui sillonne le champ.

Afin d'atteindre le but recherché (retenue d'eau) les extrémités latérales de telles terrasses sont closes, afin d'empêcher par ces extrémités, tout écoulement donc perte d'eau.

Il est cependant bon de ménager dans ces "barrages" latéraux un canal d'évacuation fermé en temps normal, mais qui peut être ouvert pour évacuer un excès d'eau en cas de pluies excessives.

c - largeur des terrasses - espacement entre les levées de terre

L'espacement idéal entre les levées de terre d'un ensemble de terrasses à lit en pente pour l'interception et la conservation de l'eau est celui qui provoque une répartition la plus uniforme possible de l'eau sur la surface topographique, tout en réduisant les possibilités d'érosion.

Si, en un lieu de pente topographique inférieure à 4%, se manifeste une érosion suffisamment sévère pour qu'il y ait lieu de lutter contre elle, la formule

$$D = 0,1013 S + 0,608$$

D étant le dénivèlement entre 2 levées de terre successives,

S le degré de pente en pour cent,

peut être employée pour déterminer l'écartement maximum entre deux levées de terre successives.

Mais d'autres facteurs interviennent généralement dans le choix de cet écartement, en particulier le volume maximum d'eau susceptible de s'accumuler sur une terrasse, étant donné le climat du lieu.

Etant donné ce volume et la hauteur de la levée de terre, une terrasse doit avoir une largeur telle que l'eau s'épande sur toute cette largeur.

- dimensions transversales de l'ensemble "fossés-levée de terre"

Toute l'attention devant être portée à la levée de terre, la détermination de ses dimensions est purement empirique. Il existe cependant des valeurs limites, lesquelles sont fournies par la figure n° 1.

./.

3 - Les terrasses en banquettes

Aux deux types de terrasses précédemment étudiés s'ajoute un troisième type qui en dérive, mais s'adapte plus particulièrement aux fortes pentes : c'est la terrasse en banquette.

Sur une surface terrassée en banquettes, il n'y a pas modification totale de la pente originelle du terrain mais, cependant, une modification à intervalles réguliers par création d'une série de replats limités à l'aval par un bourrelet de terre.

a - profil transversal des banquettes

Les banquettes peuvent avoir 2 types de profil transversal :

- le profil déversé (voir figure n°2)
- le profil normal (voir figure n°3).

Le profil déversé n'est recommandable qu'en cas d'exécution du réseau de banquettes à la main et si la nature du sol nécessite un renforcement du bourrelet de retenue. Il présente l'inconvénient d'accumuler le ruissellement vers le talus amont.

Le profil normal est celui donné généralement aux banquettes. Il est facilement réalisé à l'aide des engins mécaniques de terrassement ou de nivellement. Le fond plat de la banquette peut être défoncé ou sous-solé et est assez large pour recevoir ultérieurement les façons culturales susceptibles de maintenir une bonne perméabilité. Il assure donc une excellente infiltration de l'eau. Il convient, lors de sa construction, de lui donner une légère inclinaison (5 à 10 %) vers le talus amont pour protéger, les premiers temps, le bourrelet, encore trop meuble, d'une attaque par ruissellement.

b - fonction d'un réseau de banquettes

Un réseau de banquettes étant une série de replats, de direction longitudinale faisant un angle faible avec celle des courbes de niveau et limités par un bourrelet de retenue d'eau, son rôle est :

- d'intercepter les eaux de ruissellement et de rompre leur force avant érosion,
- d'évacuer les eaux assez lentement pour provoquer une infiltration aussi forte que le permet le terrain, mais assez vite pour que, compte tenu de la longueur de la banquette et de son profil en travers, tout débordement des eaux soit évité lors des plus fortes pluies prévisibles.

c - écartement entre les banquettes

L'écartement entre les banquettes s'obtient par un calcul analogue à celui déterminant la largeur des terrasses à lit en pente.

Une formule a été établie, liant la dénivellée entre deux banquettes successives à la pente du terrain exprimée en pour cent.

Pour les pentes comprises entre 10 et 25 % elle est $H^3 = 260 \pm 10 P$

Pour celles supérieures à 25 %, elle peut être $H^2 = 64 P$

H = dénivellée donnée en mètres.

d - pente longitudinale des banquettes

La pente longitudinale des banquettes doit répondre à 3 nécessités :

- elle doit permettre une forte infiltration,
- elle doit cependant être assez forte pour permettre un écoulement tel qu'il n'y ait pas obligation de créer une section transversale trop grande,
- elle doit toutefois ne pas déterminer un écoulement provoquant une érosion excessive.

Les expériences faites en Afrique du nord ont déterminé l'emploi d'une pente de 5 %.

e - longueur des banquettes

Elle ne doit pas dépasser 400 m.

f - section transversale des banquettes

De la surface de la section transversale d'une banquette découleront les dimensions transversales de celle-ci.

La capacité de débit d'un canal étant $Q \text{ m}^3/\text{s} = SV$

s = surface de la section en m² - V = vitesse d'écoulement permise par le canal en m/s
la surface de la section est obtenue par

$$s = \frac{Q \text{ m}^3/\text{s}}{V}$$

La capacité maxima de débit d'une banquette est facile à obtenir : elle doit être légèrement supérieure au volume maximum d'eau parvenant par seconde à la banquette lors de la pluie la plus intense.

Ce volume est égal à :

surface de réception drainant vers une banquette x hauteur d'eau maxima tombée à la seconde lors de la pluie la plus intense.

La surface de réception est égale à :

longueur de la banquette x espacement entre cette banquette et celle située en amont.

La vitesse permise par le canal est obtenue par la formule :

$$V = \frac{87}{\sqrt{R + \lambda}} \sqrt{P}$$

R = rayon hydraulique = $\frac{\text{surface de la section mouillée}}{\text{périmètre mouillé}}$

λ = coefficient de rugosité = 1,5

P = pente en mètres par mètre.

P et λ étant connus, différentes valeurs de V sont déterminées par différentes valeurs de R .

Puis, il est alors facile de déterminer différentes valeurs de S .

La mieux adaptée est choisie, déterminant les dimensions transversales de la banquette.

Les figures n°2 et n°3 indiquent les valeurs-limites de ces dernières dimensions.

g - utilisation d'un réseau de banquettes

L'utilisation d'un réseau de banquettes est fonction évidemment des conditions locales, de climat et de sol. Mais, en général, une culture arbustive est établie sur le bourrelet. Au fur et à mesure de leur croissance les arbres diminuent les besoins d'entretien des banquettes.

Pédo

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
OUTRE-MER
20, rue Monsieur - PARIS VII°

Année 1953
Tome III - Fascicule 2

Analyses de brochures et articles
à l'intention des pédologues
travaillant dans les territoires tropicaux
de l'Union française

ORSTOM Fonds documentaire
N° : 29380 - 29381
Cote : A

O. R. S. T. O. M.
Collection de Référence

