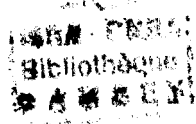


CN0100395  
P332  
HAM

1978/95

GH/NMB  
REPUBLIQUE DU SENEGAL  
PRIMATURE

DELEGATION GENERALE  
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE



CARACTERISATION HYDRODYNAMIQUE  
IN SITU  
DE 2 SOLS DE CULTURE  
DE LA REGION CENTRE-NORD DU SENEGAL

Par:

Gérald HAMON

V.S.N. affecté à l'IRAT, détaché à l'ISRA

03/10/78  
084901  
SR/Doc

Centre National de Recherches Agronomiques  
de BAMBEY

Septembre 1978

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

( I . S . R . A . )

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Le programme ISRA 1A5 a pour but une meilleure connaissance des caractéristiques hydriques des principaux sols du Sénégal aptes à la culture pluviale ou irriguée. Plusieurs chercheurs étant amenés à contribuer successivement à la réalisation de ce programme, il est apparu nécessaire de concevoir ce rapport comme un document de travail où figureront d'ensemble des données permettant une synthèse ultérieure.

Cette étude a pu être réalisée grâce à la collaboration permanente et efficace des observateurs du service de Climatologie

- M	SITOR	NDOUR
- M	NDONGO	NGOM
- M	AMADOU	THIAM

Les analyses chimiques et granulométriques ont été effectuées par le personnel du service SR/SOLAB, les mesures de densité apparente par M. Serigne SARR, observateur au service de physique des sols. Mlle Ndèye MBODJ a assuré la dactylographie du rapport. Papa SECK la reproduction des figures,

qu'ils soient remerciés pour la qualité de leur travail.

iv.23 - Caractéristiques hydrodynamiques .....	12
IV.24 - Remarques .....	13

V - COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES HYDRIQUES ET HYDRODYNAMIQUES DE 3 SOLS SABLEUX DU SENEGAL .....	14
V.1 - Comparaison des concepts agronomiques traditionnels..	14
V.2 - Comparaison des caractéristiques hydrodynamiques,....	16
v.21 - Relation succion - teneur en eau.....	16
V.22 - Relation conductivité hydraulique - teneur en eau....	16
v.2 - Conclusion.....	17

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES . . . . .0....0*..**.....*...*	18
--	----

ANNEXE

A11 - Description pédologique, sol DEK .....	19
A12 - Distribution granulométrique, sol DEK .....	20
A13 - Profil de densité apparente, sol DEK .....	21
A21 - Description pédologique, sol DIOR...* .....	22
A22 - Distribution granulométrique, sol DIOR.....	23
A23 - Profil de densité apparente, sol DIOR.....	24
A24 - Caractéristiques physiques, horizon C, sol DIOR.....	25
A31 - Description pédologique, sol DIERI.....	26
A32 - Distribution granulométrique, sol DIERI .....	27

TABLE DES FIGURES

N° figures

\*\*\*oOo\*\*\*

Carte pédologique des environs de BAMBEY . . . . .	1
Variations verticales de la distribution granulométrique du sol DEK . . . . .	2
Variations verticales de la distribution granulométrique du sol DIOR . . . . .	3
Essai de redistribution interne sol DEK, profils hydriques....	4
Essai de redistribution interne sol DEK, profils de charge hydraulique . . . . .	5
Essai en évaporation naturelle sol DEK, profils hydriques....	6
Essai en évaporation naturelle sol DEK, profils de charge hydraulique . . . . .	7
Relation entre pression de l'eau et teneur en eau volumique sol DEK . . . . .	8
Relation entre conductivité hydraulique et teneur en eau volumique sol DEK . . . . .	9
Essai d'infiltration, type MUNTZ à double anneau sol DEK.....	10
Essai de redistribution interne, sol DIOR, profils hydriques..	11
Essai de redistribution interne, sol DIOR, profils de charge hydraulique . . . . .	12
Essai en évaporation naturelle sol DIOR, profils hydriques....	13
Essai en évaporation naturelle sol DIOR, profils de charge hydraulique . . . . .	14
Relation entre pression de l'eau et teneur en eau volumique sol DIOR . . . . .	15
Relation entre conductivité hydraulique et teneur en eau volumique sol DIOR . . . . .	16
Essai d'infiltration, type MUNTZ à double anneau, sol DIOR...	17
Comparaison des courbes h(Q) de 3 sols sableux du Sénégal.....	18
Comparaison des courbes K(Q) de 3 sols sableux du Sénégal.....	19
Courbe d'étalonnage, humi di mètre WALLINGFORD, sol DEK . . . . .	20
Courbe d'étalonnage, humi di mètre WALLINGFORD, sol DIOR . . . . .	21

R E S U M E

On présente les résultats de la caractérisation hydrodynamique in situ de deux sols de culture de la région Centre Nord du SENEGAL :

- un sol à engorgement temporaire de surface de dénomination vernaculaire DEK

- un sol sableux ferrugineux tropical peu lessivé de dénomination vernaculaire DIOR

Les essais au champ ont été réalisés suivant les méthodes dites "du drainage interne" et du "bilan".

Dans la dernière partie du rapport on compare 3 types de sols sableux représentatifs des zones à déficit pluviométrique sévère et on montre que ce type d'études est un outil puissant pour orienter les recherches agronomiques sur les techniques d'économie de l'eau.

\*\*\*\*\*

## 1 - CARACTERISATION DES SITES D'ESSAI

### I - 1 - Localisation :

Les essais de caractérisation hydrodynamique ont été réalisés au Sénégal sur deux types de sols sableux :

- un sol sableux à hydromorphe temporaire de surface de dénomination vernaculaire DEK
- un sol sableux ferrugineux tropical peu lessivé de dénomination vernaculaire DIOR.

Les sols DEK occupent des surfaces importantes dans la zone Centre Ouest du Sénégal et plus particulièrement dans le triangle formé par les villes de THIES, BAMBEY, JOAL-FADIOUTH. (fig 1). Ils sont surtout représentés dans les zones en dépression, le long des marigots et dans les interdunes très marquées où ne se produit aucun écoulement de surface (BONFILS, FAURE ; 1957). Sur ces terres légèrement argileuses, soumises à un fort durcissement pendant la saison sèche, la culture traditionnelle était le sorgho.

Les sols DIOR recouvrent la quasi-totalité de la zone THIES, BAMBEY, BABA-GARAGE, TIVAOUANE. Leur caractère fondamental est d'être par leur composition et leur situation topographique, extrêmement bien drainés (BONFILS, FAURE ; 1957). Dans la région Centre - Nord, ce sont les terres à arachide par excellence.

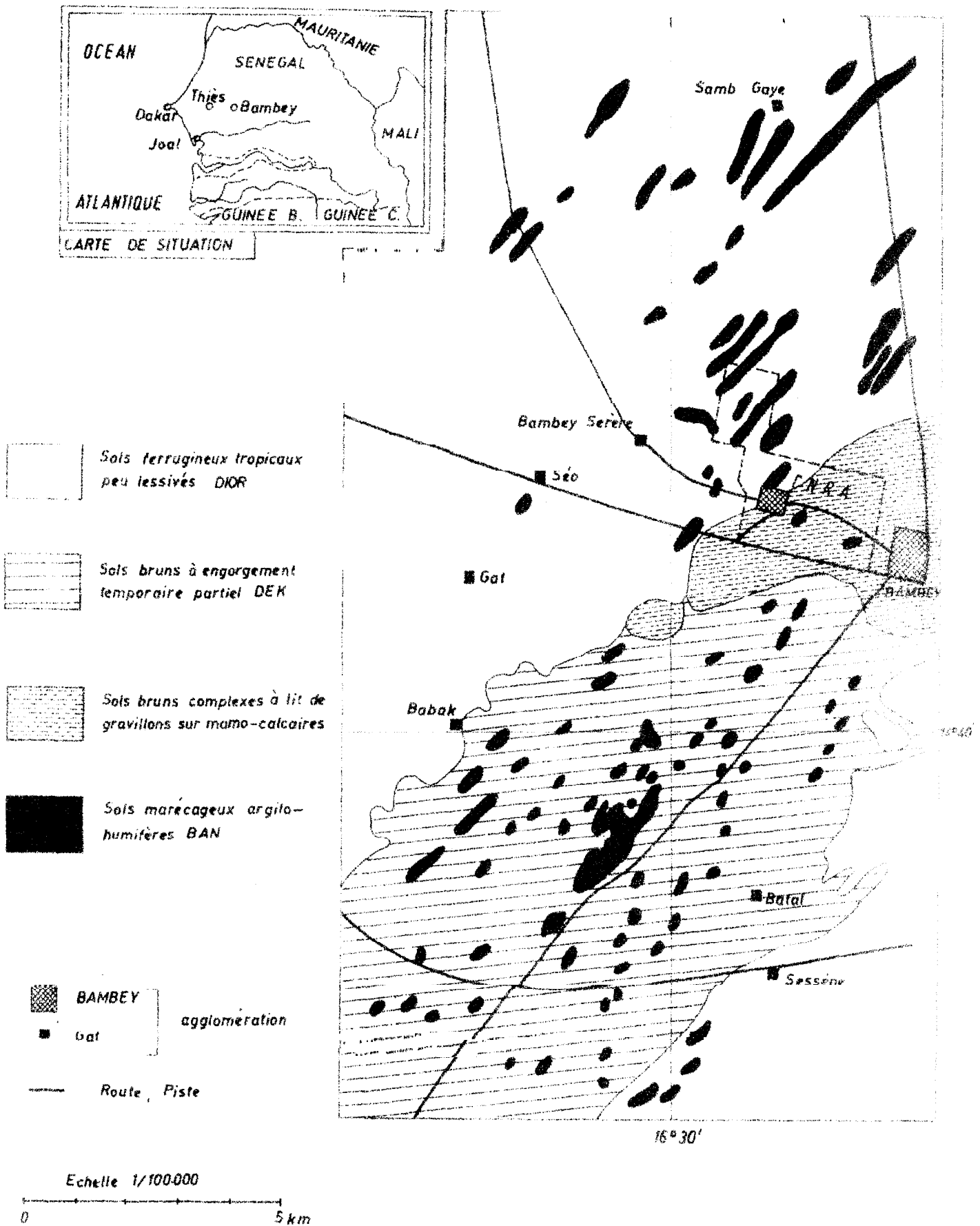
### 1 - 2 Caractères pédologiques :

Les sols DEK sont des sols hydromorphes à engorgement temporaire partiel ; ce sont des sols très sableux, de couleur brune, caractérisés par une différenciation assez faible des horizons supérieurs et un lessivage peu marqué de l'argile et du fer. Le taux d'argile croît régulièrement avec la profondeur. La fraction argileuse est composée de 4.0 % de montmorillonite et de 55 % de kaolinite (BONFILS, FAURE ; 1955).

Les sols DIOR ferrugineux tropicaux peu lessivés sont des sols très sableux de couleur beige clair, présentant généralement un horizon d'accumulation du fer et de l'argile de couleur ocre ou rouge à une profondeur variant avec la position topographique du site le long du profil en travers des dunes.

Pour les deux types de sols, on constate une nette prédominance des sables fins dans tous les horizons et l'absence d'éléments, sables ou agrégats, de dimension supérieure à 2 mm. La teneur en argile et limons fins reste très faible pour les sols DIOR ( $A + L.F. < 6\%$ ) ; elle est deux fois plus élevée en sol DEK. Les densités apparentes du sol en place varient entre 1.6 et 1.7 pour les différents horizons de sol DEK et entre 1.5 et 1.6 pour les différents horizons de sol DIOR. La porosité totale est faible : 0,4 (NICOU, 1975).

.../...



**FIG. 1 : CARTE PEDOLOGIQUE DES SOLS DES ENVIRONS DE BAMBEÏ**

(extrait de la carte des sols de la région de Thiès : 1/100.000

**BONFILS FAURE 1956)**

### I - 3. Caractères hydriques :

Les valeurs des coefficients de conductivité hydraulique a saturation mesurées par diversos méthodes (PORCHET, MUNTZ, cases lysimétriques, DARCY) varient dans de très larges limites : entre 10 et 270 mm/h pour les deux types de sols. Sur sol DEK, on constate que les colloïdes de la fraction argileuse sont dispersés Par l'érosion pluviale. Le coumotage de la surface provoque fréquemment l'apparition de phénomènes d'hydromorphie.

### I - 4. Caractéristiques des sites de a :

Les sites de mesures ont été implantés au Centre National de Recherches Agronomiques de BAMBEY, On trouvera, figure 1 la carte pédologique des environs de la station agronomique.

En sole A, emplacement de l'essai N° 1, se trouve un sol DEK recouvrant des marno calcaires formés sur place ; cet horizon calcaire commence à la côte  $Z = 3,8$  m.

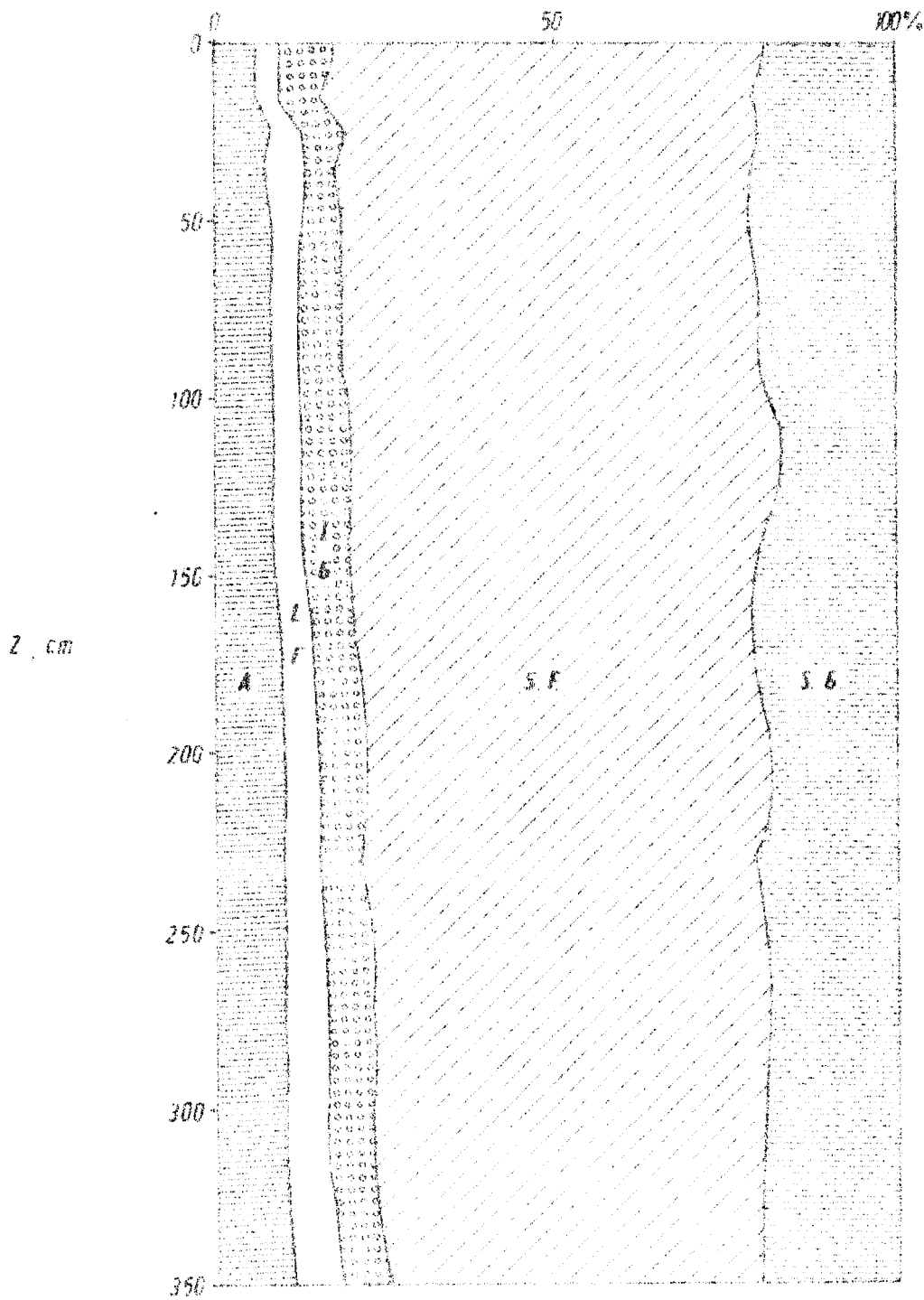
Le profil pédologique mis à jour jusqu'à 1,8 m de profondeur est apparu très homogène. Toutefois, on note la présence de fissures planes, verticales et continues, larges de plusieurs millimètres et distantes de 1 m environ. Elles prennent, naissance Près de la surface et s'enfoncent à des profondeurs supérieures à 2 m

En sole 1 Nord, emplacement de l'essai N° 2 se trouve un sol DIOR caractérisé Par un horizon d'accumulation en argile entre 2,2 m et 2,4 m de profondeur et des lignes d'accumulation sub horizontales plus argileuses, d'épaisseur croissante avec la Profondeur de couleur ocre rouge entre 60 cm et 200 cm

Pour les deux types de sols DEK et DIOR, on trouvera, figures 2 et 3, la représentation de la distribution granulométrique pour l'ensemble du profil .

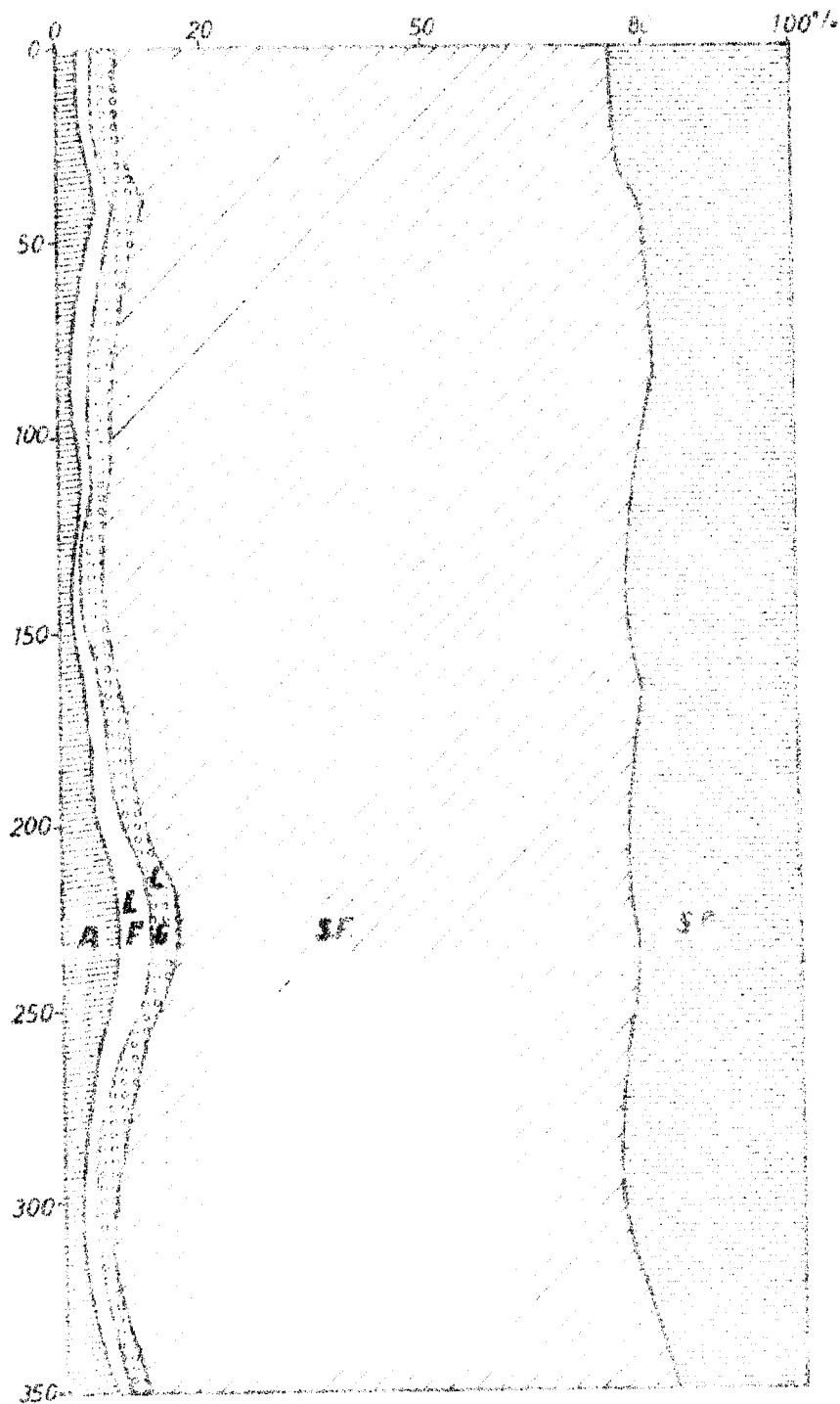
Les résultats détaillés des densités apparentes mesurées sur sol en place au densitomètre à membrane, des compositions granulométriques par tranche de sol de 10 cm, des descriptions pédologiques des deux Profils sont rapportes en annexe A11 - A24





**VARIATIONS VERTICALES DE LA DISTRIBUTION  
GRANULOMETRIQUE DU SOL DEK CNRA BAMBEY**

$2\mu < \Phi$	A
$2\mu < \Phi < 20\mu$	LF
$20\mu < \Phi < 50\mu$	LB
$50\mu < \Phi < 200\mu$	SF
$200\mu < \Phi < 2000\mu$	SB



VARIATIONS VERTICALES DE LA DISTRIBUTION GRANULOMETRIQUE

DU SOL DIOR C.N.R. A BAMBEY

$0 < \varphi < 2\mu$	LA	A
$2\mu < \varphi < 20\mu$	LF	LF
$20\mu < \varphi < 50\mu$	LG	LG
$50\mu < \varphi < 200\mu$	SF	SF
$200\mu < \varphi < 2.00\mu$	SG	SG

## II - METHODOLOGIE DE L'ESSAI DE CARACTERISATION HYDRODYNAMIQUE

### II - 1. Préliminaire

Le lecteur se rapportera utilement à l'article méthodologique :  
"Méthode de caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol non saturé. Application à deux types de sol 75 Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique.  
VACHAUD - DANCETTE - SONKO - THONY Septembre 1977.  
IMS - ISAA - IRAT soumis pour publication aux Annales Agronomiques où sont décrits le but, le principe et la mise en oeuvre de l'essai.

Dans l'état actuel des connaissances, les résultats décrits dans ce rapport n'ont de signification que pour le site même de l'essai. Toute extension de ces caractéristiques hydriques à d'autres emplacements pour les mêmes types de sol demande la plus grande circonspection et ne peut se faire que par référence aux principes caractéristiques physiques et pédologiques des profils décrits en annexe.

### III- 2, Principe de l'essai

L'essai de caractérisation hydrodynamique in situ des sols doit conduire à l'obtention des deux relations nécessaires pour décrire et quantifier la dynamique des transferts hydriques en zone non saturée :

- d'une part, la relation entre la pression effective de l'eau  $h$  (en cm d'eau) et la teneur en eau volumique  $H_v$  (en  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ )
- d'autre part, la relation entre la conductivité hydraulique  $K$  (en mm/j) et la teneur en eau volumique  $H_v$

La méthode consiste à mesurer simultanément les deux paramètres, teneur en eau volumique et charge hydraulique, sur un même profil :

- pendant le ressuyage consécutif à la submersion par une forte lame d'eau, l'évaporation de surface étant bloquée (méthode dite du drainage interne)
- puis lors de l'évolution en conditions naturelles (méthode dite du bilan)

Les mesures d'humidité sont effectuées avec un humidimètre à neutrons et celles de charge hydraulique sont obtenues par tensiométrie.

### II - 3. Description de l'appareillage de mesure :

#### II - 31. humidimètre à neutrons :

La teneur en eau volumique est mesurée par un ensemble sonde échelle de comptage WALLINGFORD dont les caractéristiques sont les suivantes :

- diamètre du tube d'acier inox : 38 mm
- source. : 50 millicuries (Americium - Beryllium) annulaire avec détecteur central

.../...

détecteur : compteur standard BF3  
contre de sensibilité : 12,5 cm de l'extrémité inférieure du tube  
comptage moyen dans l'eau : 790 i.p.s.  
sensibilité à la température :  $\pm 0.2$  ips. / $^{\circ}\text{C}$   
sensibilité à la tension d'alimentation :  $\pm 10$  ips./Volt

L'analyse statistique de plusieurs centaines de mesures dans l'étui de protection en polypropylène et dans l'eau a permis de conclure que le coefficient de variation est de l'ordre de 1% sur les comptages. Cependant, l'erreur instrumentale reste faible devant les autres causes d'erreur (hétérogénéité du sol, méthode d'étalonnage). L'incertitude sur la mesure de l'humidité volumique est :

$$H_v = + 0.01 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

Les courbes d'étalonnage comptages - teneur en eau volumique ont été effectués sans dispositif réflecteur.

## II - 32. Les tensiomètres

Le système complet de mesure de la charge hydraulique comprend 10 ensembles élémentaires. Chaque ensemble est composé :

- d'une bougie poreuse : SOIL MOISTURE Ref 2131  
conductance à saturation :  $45 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ S}^{-1} \text{ mbar}^{-1}$   
pression d'entrée d'air : 1 bar
- d'un circuit hydraulique de liaison (canne  $\varnothing$  int = 13 mm  
capillaire  $\varnothing$  int = 1,5 mm ) SOIL MOISTURE 2325
- d'un manomètre à mercure monté sur support, gradué  
SOIL MOISTURE 2300

Le suivi de la campagne de mesures tensiométriques incite à penser que les variations journalières de la charge hydraulique mises en évidence ne sont pas le seul fait des phénomènes de réhumidification nocturne et de dessèchement diurne. Il semble en effet que la température ambiante ait un effet direct sur le système de mesures. Il a été difficile d'en apprécier l'importance relative dans les essais au champ.

## II - 4. Description du dispositif expérimental :

Sur un emplacement caractéristique, à priori, du type de sol étudié, laissé en jachère pendant l'hivernage précédent et donc asséché uniformément sur deux mètres de profondeur environ, on isole un monolithe de sol intact in-situ de 5 m<sup>2</sup> de surface de base et 1,4 m de profondeur en ceinturant ses flancs par un film plastique étanche cette procédure a été mise en oeuvre pour limiter la diffusion latérale lors de l'essai d'infiltration, phénomène en contradiction avec les hypothèses de la méthode d'interprétation des mesures utilisées.

Au centre du monolithe, on met en place le tube d'accès de l'humidimètre à neutrons. Ses caractéristiques sont :

tube PUC      diamètre intérieur : 40 mm  
                  diamètre extérieur : 45 mm  
                  profondeur maximale de mesure : 352 mm

A 40 cm du tube d'accès, on installe 10 tensiomètres. Le milieu des boues poreuses est situé aux profondeurs : 12 cm, 22 cm, 32 cm, 52 cm, 72 cm, 92 cm, 112 cm, 132 cm, 152 cm.

La surface du sol du monolithe est alors désherbée par un sarclage léger, planée et recouverte d'une toile tamis de maille 2 mm pour éviter les remaniements lors de la submersion.

II - 5. Description de l'essai

II - 51. infiltration et redistribution interne :

L'apport d'eau est réalisé à l'arrosoir en maintenant une charge constante de 4 cm d'eau. Aussitôt après la disparition de la lame d'eau, la surface d'infiltration est entièrement couverte par un film plastique pour supprimer toute évaporation. Un mulch très épais de paille de mil, est mis en place pour réduire l'influence des variations de température. On suit le ressuyage du profil, sans modification du dispositif expérimental, pendant deux semaines.

Après la disparition de la lame d'eau, instant pris comme origine des temps, la fréquence des scrutations neutroniques et des mesures tensiométriques s'établit suivant le tableau ci après :

0h - 2 h	mesures continues
2 h - 8 h	mesures horaires
8 h - 24h	3 mesures
1 j - 3 j	2 mesures journalières
3j - 15	1 mesure journalière

II - 52. Evaporation naturelle :

A l'issue des deux semaines de ressuyage en conditions contrôlées, le mulch pailleux et le film plastique qui recouvraient la surface sont enlevés et l'on suit l'évolution du profil sous l'action du drainage et de l'évaporation pendant 5 mois de saison sèche, la première pluie étant survenue à Bambey le 15 juin 1978. Dans cette configuration du dispositif expérimental les mesures neutroniques et tensiométriques sont hebdomadaires pendant le premier mois, mensuelles ensuite.

II - 6. Acquisition et dépouillement des mesures :

II - 61. Mesures neutroniques :

Le profil est scruté de bas en haut avec un pas de 10 cm. Le temps de comptage pour chaque mesure est de 64 secondes. On effectue trois comptages dans l'étui de protection en polypropylène avant et après chaque scrutation complète d'un profil. Le contrôle de la campagne de mesures est obtenu par des séries de comptages dans l'eau, effectuées à intervalles réguliers, qui



### III - CONDITIONS DE REALISATION

#### III.1. Sol DEK, sole A CNRA BAMBEY :

L'infiltration a commencé le 28 Décembre 1977 à 9h50. L'arrosage a cessé à 10h55. La lame d'eau a disparu à 11h 03

On a constaté, dès les premiers instants de la submersion, le long de l'interface sol humide - film plastique, des infiltrations préférentielles et l'apparition de nombreuses bulles d'air.

A la fin de la submersion, le front d'humectation avait dépassé la profondeur de 50 cm et la teneur en eau volumique de la couche 0-5 cm était de  $0.29 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  avec toutefois une grande variabilité suivant les échantillons,

Le volume infiltré correspond à une lame d'eau  $h_0$  :

$$h_0 = 184 \text{ mm} \pm 7 \text{ mm}$$

Le ressuyage en conditions contrôlées a été suivi jusqu'au 11 Janvier 1978.

De ce jour au 13 Juin 1978, on a suivi l'évolution du profil en conditions naturelles. Il est à noter que le matériel de mesures installé in situ a été endommagé (dégâts dus aux animaux, vandalisme) et remplacé plusieurs fois.

On a constaté également, qu'un léger vide de retrait se formait autour du tube d'accès de l'humidimètre et des cannes tensiométriques, au fur et à mesure du dessèchement.

#### III.2. Sol DIOR, sole 1 Nord. CNRA BAMBEY

L'infiltration a commencé le 18 Janvier 1978 à 10h 15, l'apport d'eau a cessé à 11h 15. La lame d'eau a disparu à 11h 29. Lors de la disparition de la lame d'eau, le front d'humidification avait atteint la cote  $Z = 60 \text{ cm}$  et la teneur en eau volumique de la couche 0-5 cm était de  $0.26 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ .

Le volume infiltré correspond à une lame d'eau  $h_1$  :

$$h_1 = 150 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$$

On a suivi le ressuyage en conditions contrôlées jusqu'au 2 Février 1978, puis l'évolution en conditions naturelles jusqu'au 13 Juin 1978.

#### IV - CARACTERISTIQUES HYDRIQUES ET HYDRODYNAMIQUES - RESULTATS -

##### IV.7. Soil DEK, sole A CMRA BAMBEY

##### IV.11. Essai en redistribution interne :

Le stock hydrique déduit des mesures d'humidité neutroniques est resté constant pendant le ressuyage mais inférieur de 15 % à la lame d'eau apportée. Ce déficit peut être attribué aux infiltrations préférentielles sur les flancs du monolithe et au travers des fissures de retrait dans les premiers instants de la submersion d'une part, à la sous estimation de l'humidité dans le cas d'un front très raide d'humectation d'autre part (VACHAUD, 1977). Et peut être à des écoulements rapides par les fissures verticales.

On trouvera, figure 4 et 5, les profils hydriques et de charges hydrauliques obtenus lors de l'essai en redistribution interne, Malgré l'imprécision des concepts agronomiques classiques, il semble intéressant de cerner par des valeurs mesurées sur cet essai les notions de teneur en eau volumique, de potentiel, de stock d'eau utile à la capacité de rétention.

Au cours du ressuyage en conditions contrôlées se développe une zone où la teneur en eau est uniforme et le gradient de charge hydraulique unitaire on peut donc caractériser le profil à un instant  $t$  du ressuyage par un couple de valeurs (teneur en eau volumique  $H_v^*$ ; potentiel de succion  $h^*$ ) représentatif de cette zone.

Le profil initial étant au point de flétrissement, on définit, par différence les stocks hydriques disponibles à tout instant du ressuyage.

On peut déduire du tableau 1 qu'à la capacité de rétention (c.a.d 2 ou 3 jours après une irrigation massive) :

- la teneur en eau volumique est d'environ  $0.16 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$
- le PF est de 1.75
- le stock hydrique disponible sur la premier mètre est de l'ordre de 120 mm.

Au point de flétrissement permanent, le stock hydrique sur le premier mètre est de l'ordre de 40 mm.

##### IV.12. Evolution en conditions naturelles :

Les figures 6 et 7 représentent l'évolution des profils hydriques et de charges hydrauliques en conditions naturelles.

120 jours après le début de l'essai, l'évaporation affecte la zone comprise entre la surface et la cote  $Z = 80 \text{ cm}$  (plan de flux nul) cf fig. 7a et 7b ; le stock hydrique disponible dans la tranche 0-50 cm est de 28 mm, dans la tranche 0-100 cm de 43 mm.

La lame d'eau ayant percolé à travers la cote  $Z = 150 \text{ cm}$  est 37,3 mm et la lame d'eau évaporée est de 34 mm. Pendant la même période la demande évaporative caractérisée par l'évaporation du bac normalisé classe A est de 1260 mm.

...../.....



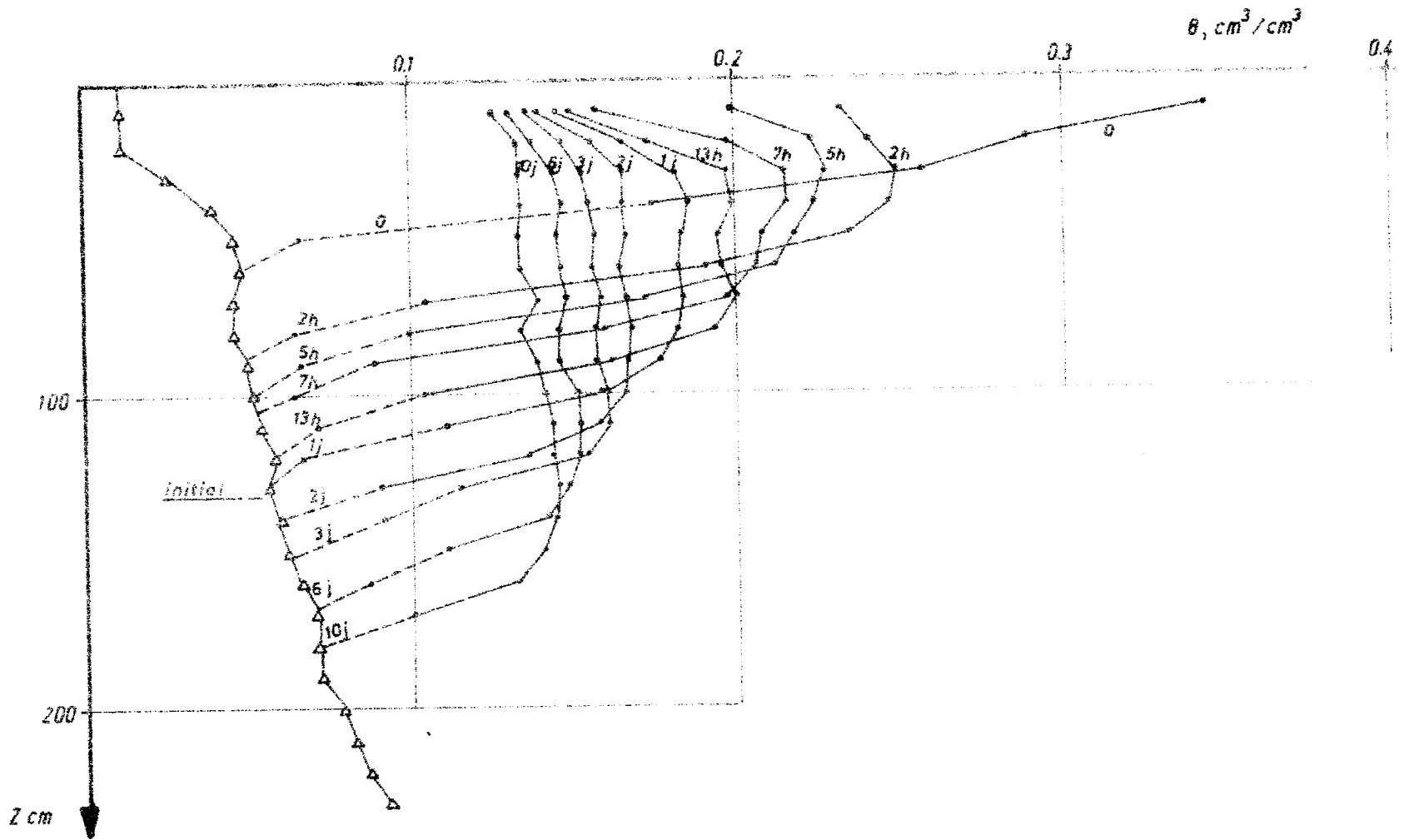
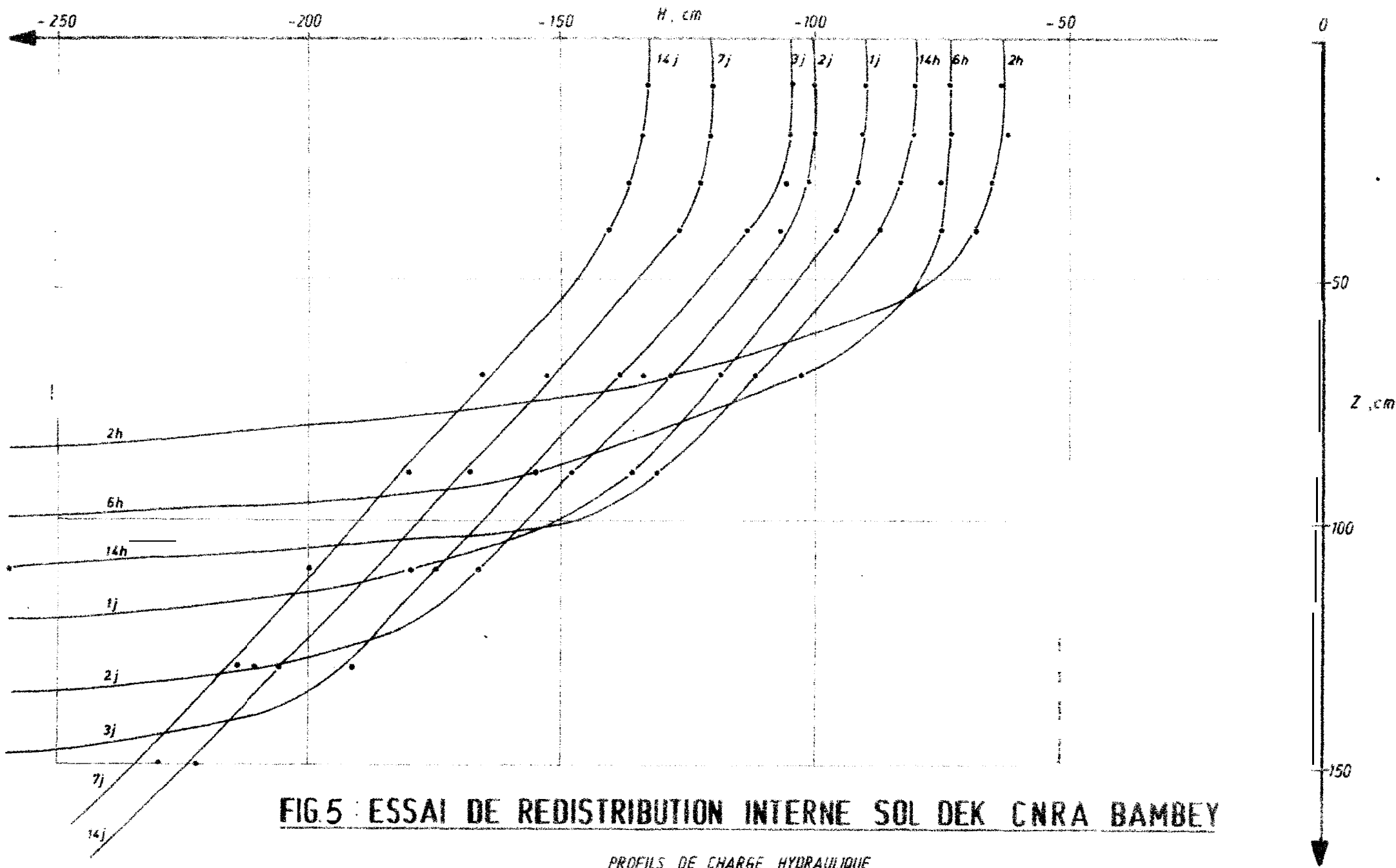


FIG 4 : ESSAI DE REDISTRIBUTION INTERNE SOL DEK CNRA BAMBEY

PROFILS HYDRIQUES



**FIG.5 : ESSAI DE REDISTRIBUTION INTERNE SOL DEK CNRA BAMBEY**

PROFILS DE CHARGE HYDRAULIQUE

Date après le début du ressuyage	Initial	1 jour	2 jours	3 jours	6 jours	10 jours	15 jours
$h_v^*$ ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ )	"	18.3	16.5	15.6	14.6	14.0	13.4
$h^*$ (cm d'eau)	"	47	55	62	70	82	89
$p F^*$	"	1.67	1.74	1.79	1.85	1.91	1.95
stock hydrique (mm) tranche 0-50 cm	" 12.2	87.0	79.8	76.1	72.0	68.	64.9
stock hydrique utile (mm) tranche 0-50 cm	"	74.8	67.6	63.9	59.8	56.	52.7
stock hydrique (mm) tranche 50-100cm	" 23.7	89.2	82.3	78.5	73.0	68.4	65.4
stock hydrique utile (mm) tranche 50-100 cm	"	65.5	58.6	54.2	49.3	45.1	41.7

Tableau - 1

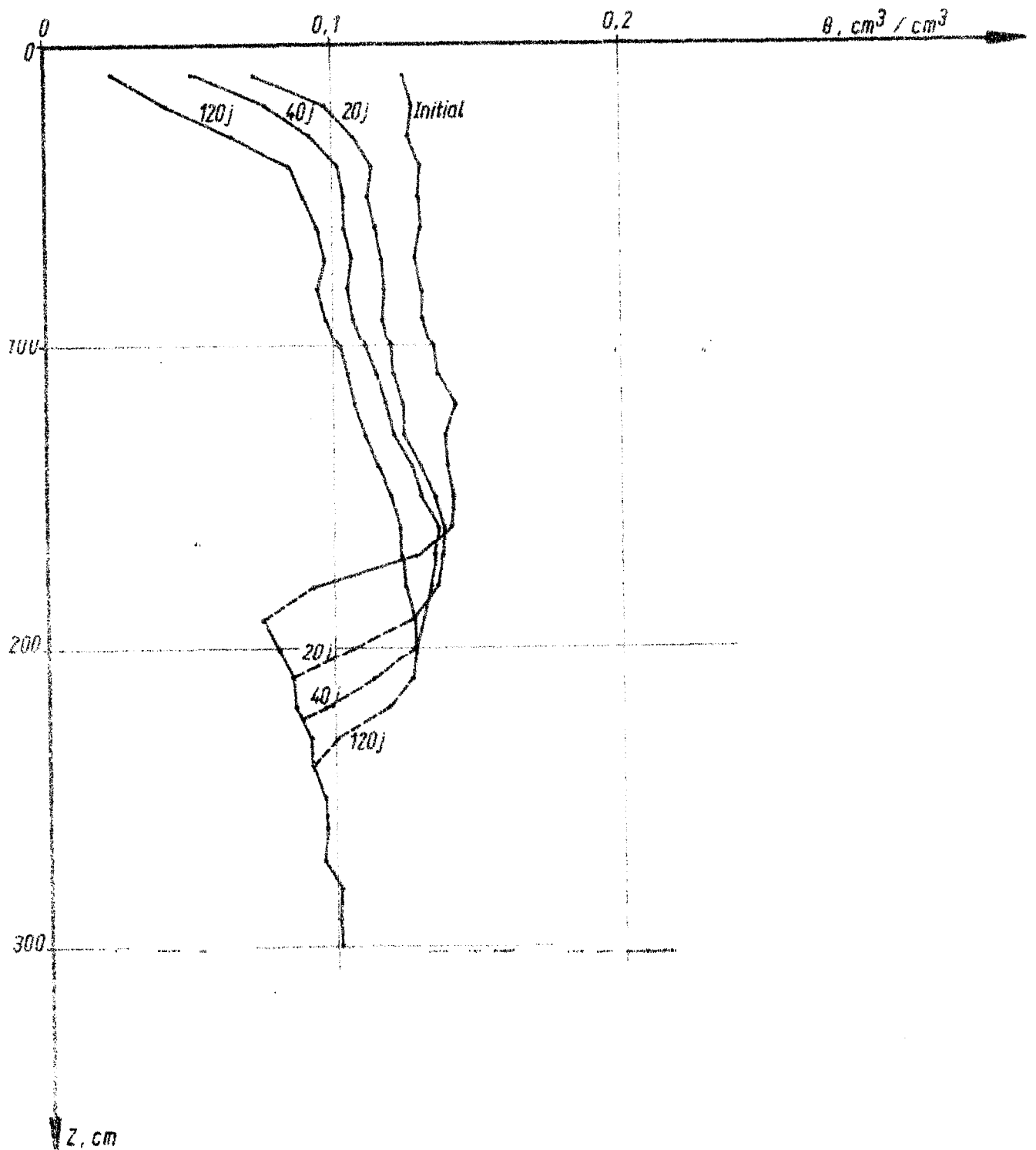


FIG: 6 SOL DEK C. N. R. A. BAMBEY  
EVOLUTION EN EVAPORATION NATURELLE  
PROFILS HYDRIQUES

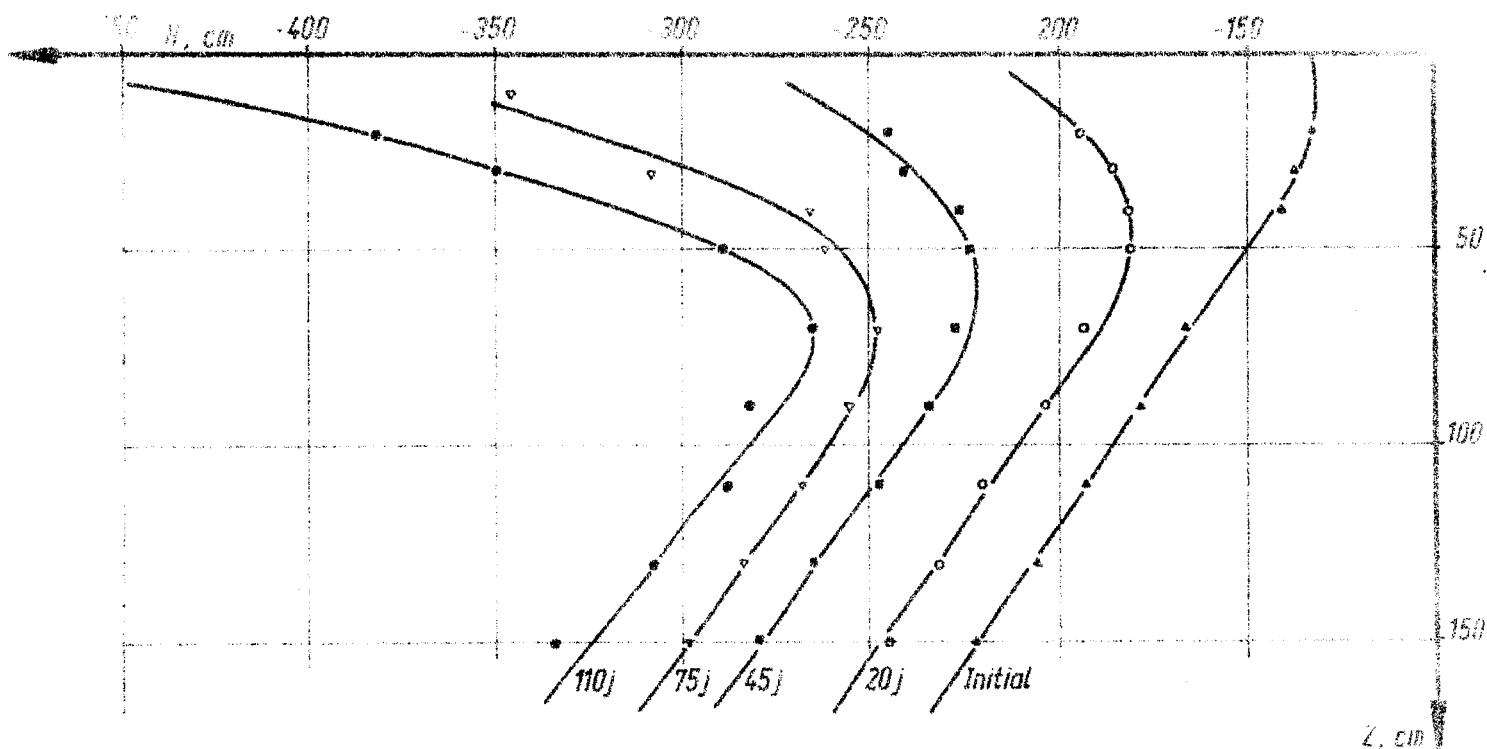


FIG. 7a : EVOLUTION DES PROFILS DE CHARGE HYDRAULIQUE AU TEMPS  $T$  APRES LE DEBUT DE L'EVAPORATION

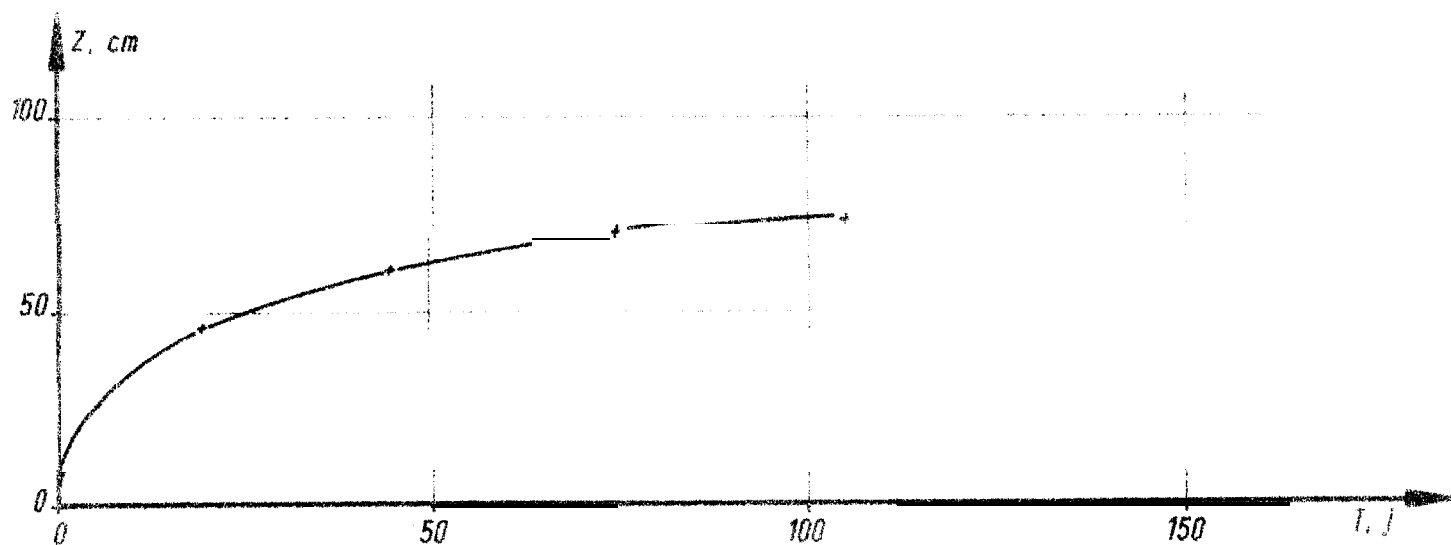


FIG. 7b : EVOLUTION DE LA PROFONDEUR DU PLAN DE FLUX NUL AU COURS DU PHENOMENE EVAPORATIF

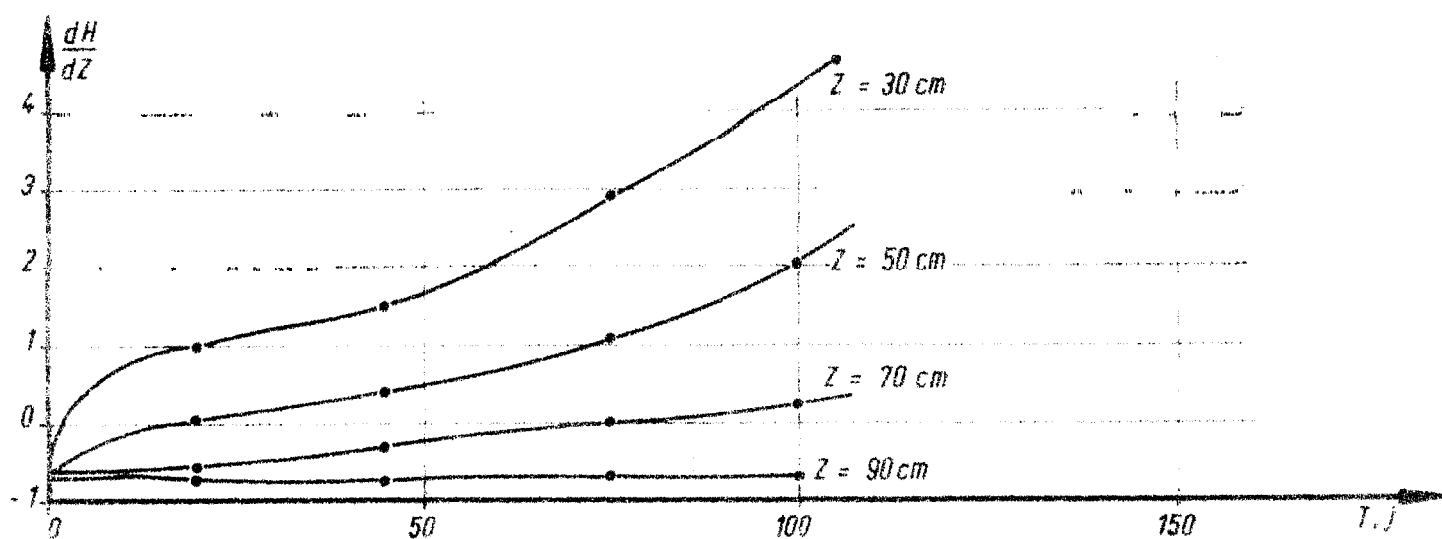


FIG. 7c : EVOLUTION DU GRADIENT DE CHARGE

#### IV.13. Caractéristiques hydrodynamiques :

On a représenté sur la figure 8 la relation entre la pression de l'eau  $h$  (cm d'eau) et la teneur en eau volumique  $\theta$  ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) pour une évolution en drainage, toutes sections confondues et sur la figure 9 la relation entre la conductivité hydraulique  $K$  (mm/j) et la teneur en eau volumique  $\theta$ , toutes sections confondues. L'homogénéité du profil (cf. Annexe 1) a permis de caractériser l'ensemble du profil de mesures par une courbe unique pour chacune des relations. Toutefois on n'a pas pris en compte les couches superficielles (0-27 cm) où les transferts sont susceptibles d'être affectés par les gradients thermiques.

De l'essai d'infiltration à charge constante, type MUNTZ à double anneau on déduit la conductivité hydraulique à saturation (fig. 10a)

$$K_s = 15 \text{ cm/heure}$$

Le débit d'infiltration par unité de surface reste stable avec le temps. Il faut toutefois remarquer que les teneurs en eau mesurées indiquent que la saturation n'est pas atteinte. Cela peut signifier d'une part que toute la porosité n'est pas accessible à l'eau et que l'air reste piégé, d'autre part que le ressuyage instantané de l'échantillon ne permet pas une mesure satisfaisante de l'état hydrique in-situ.

#### IV.14. Remarques :

On remarquera la bonne concordance des résultats de CHARREAU (CHARREAU, 1963) avec ceux présentés dans cette étude concernant teneur en eau et stock hydrique disponible à la capacité de rétention, stock hydrique au point de flétrissement permanent et perméabilité à saturation.

Il apparaît cependant que la méconnaissance des percolations profondes conduisait alors à une surestimation de la lame d'eau évaporée en saison sèche.

Il est communément admis que les  $p^F$  mesurés par centrifugation sur échantillons remaniés ne permettent pas de caractériser l'état hydrique in-situ ; on retiendra donc la valeur de  $p^F$  1.75 déduite des mesures tensiométriques au champ pour le potentiel de l'eau à la capacité de rétention en Sol DEK.

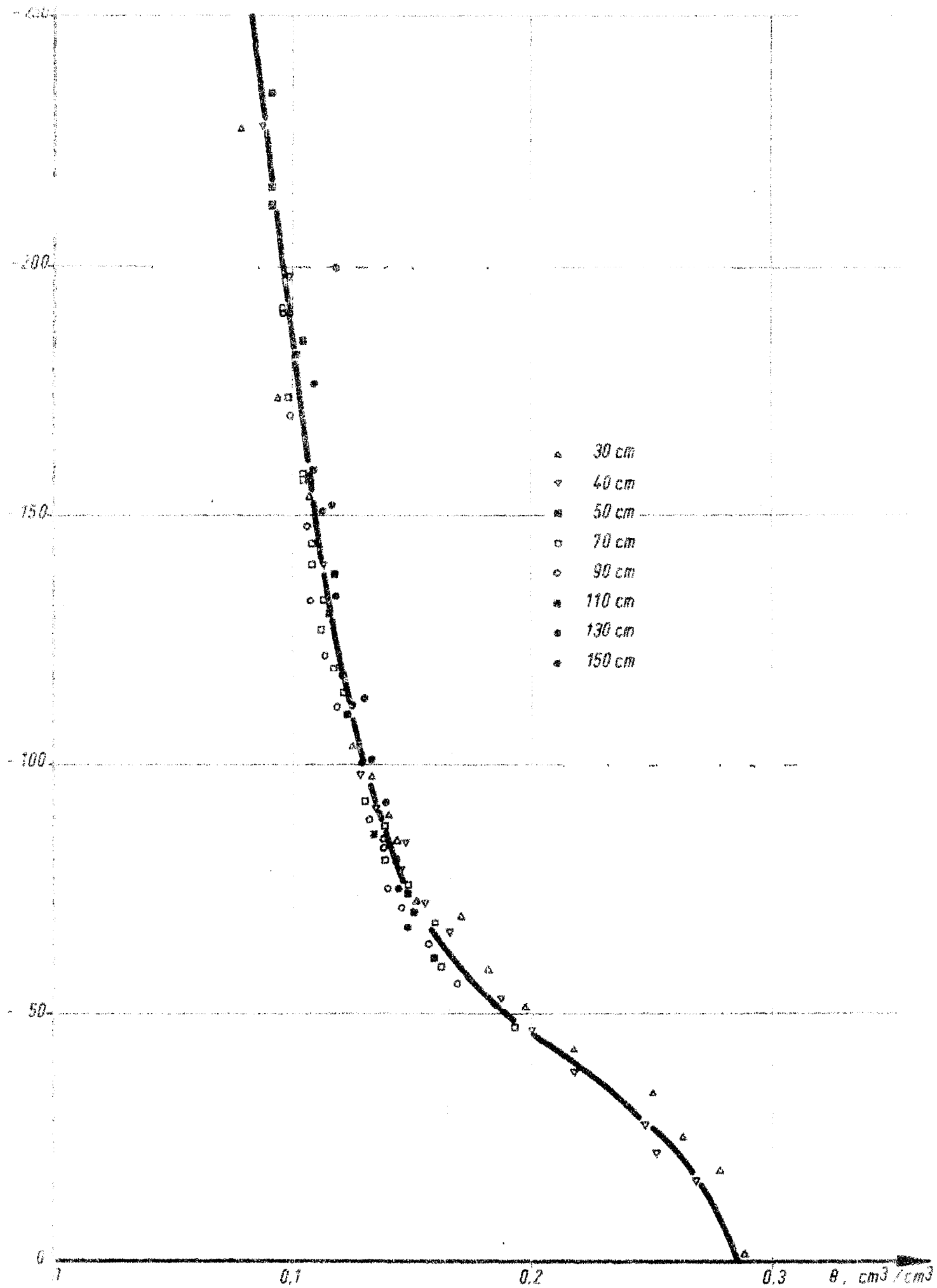


FIG : 8 SOL DEK C. N. R. A. BAMBEY

RELATION ENTRE PRESSION DE L'EAU ET TENEUR EN EAU

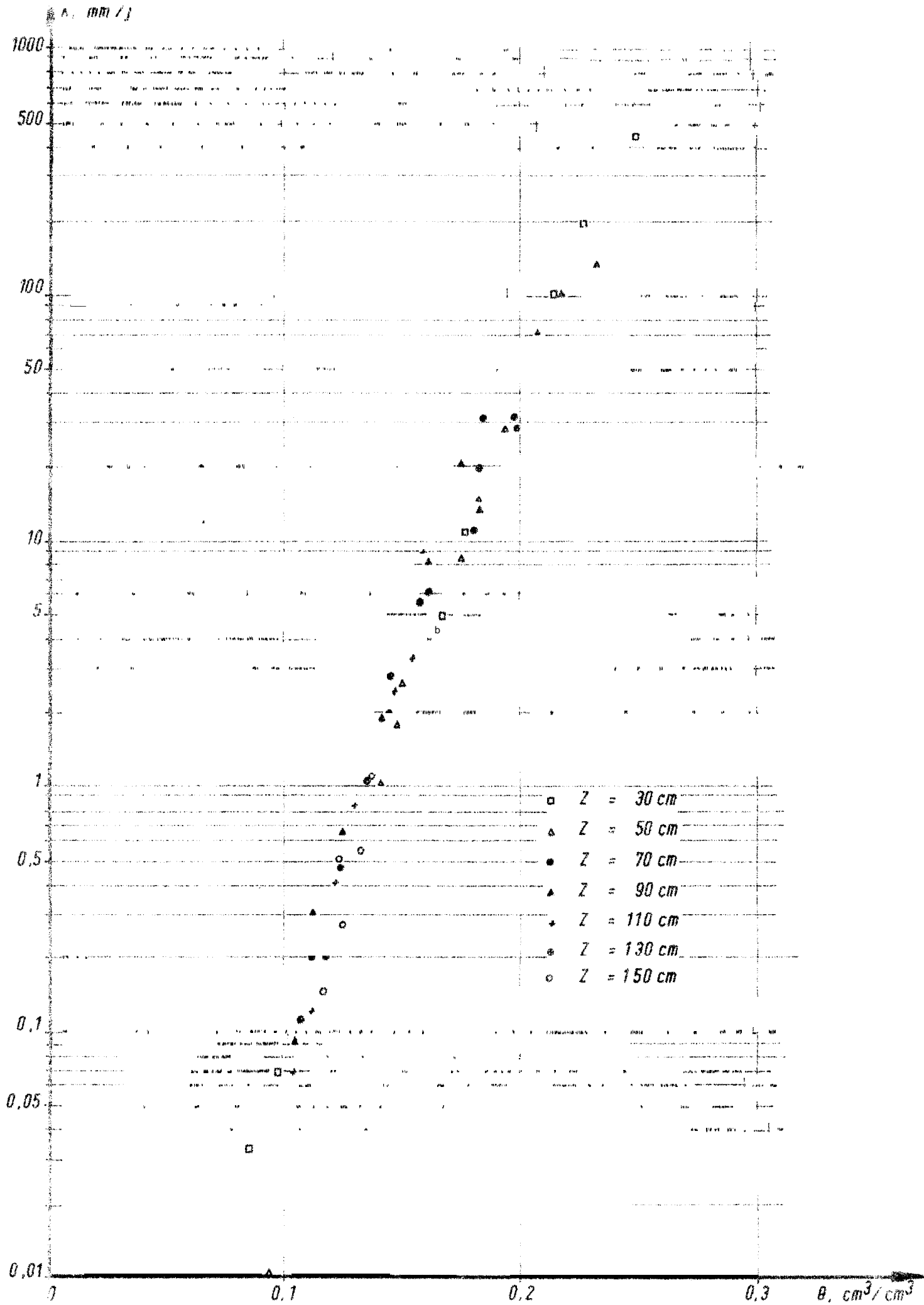


FIG: 9 SOL DEK C. N. R. A. BAMBEY  
RELATION ENTRE CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE



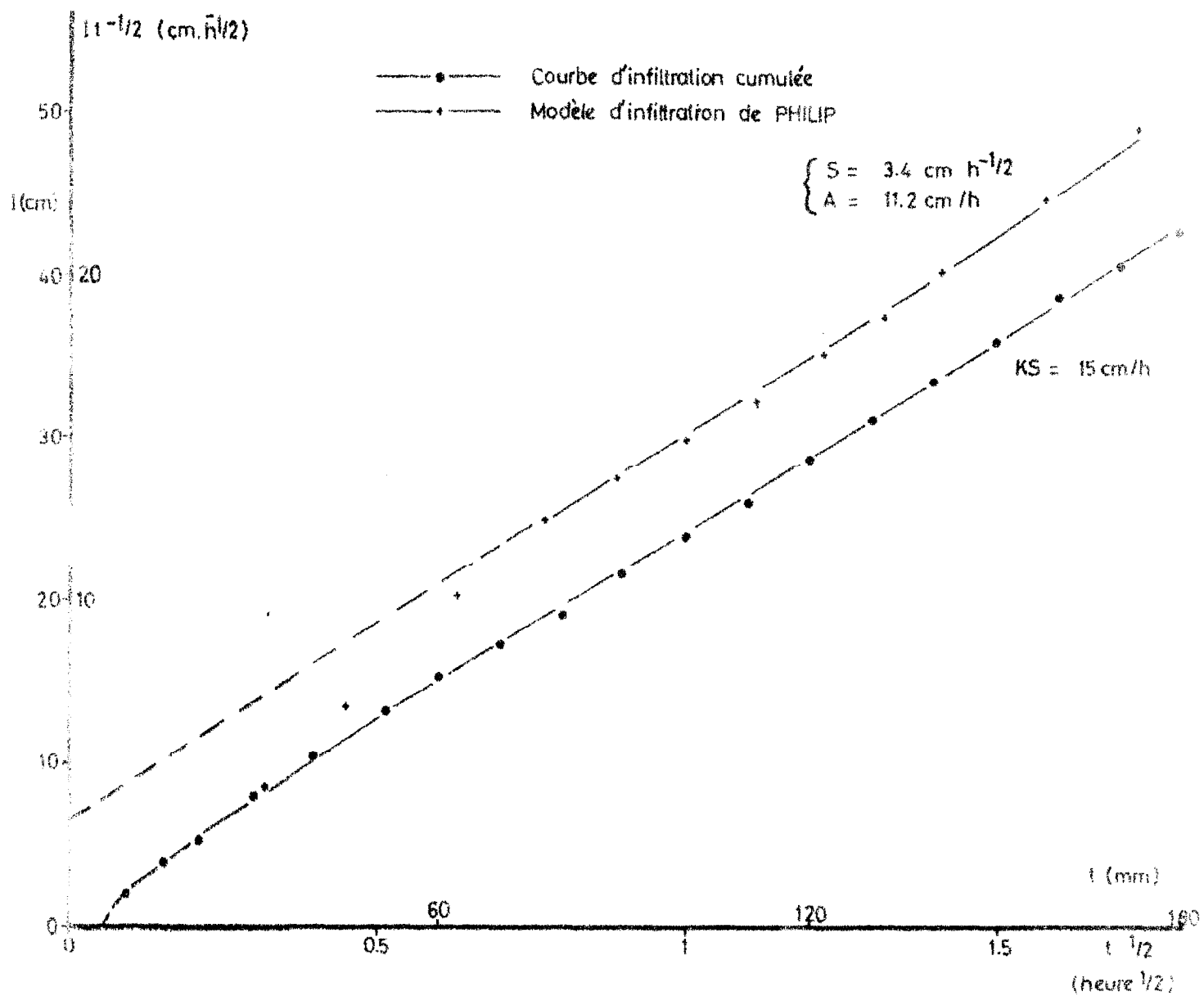


Fig 10 a : Courbes d'infiltration

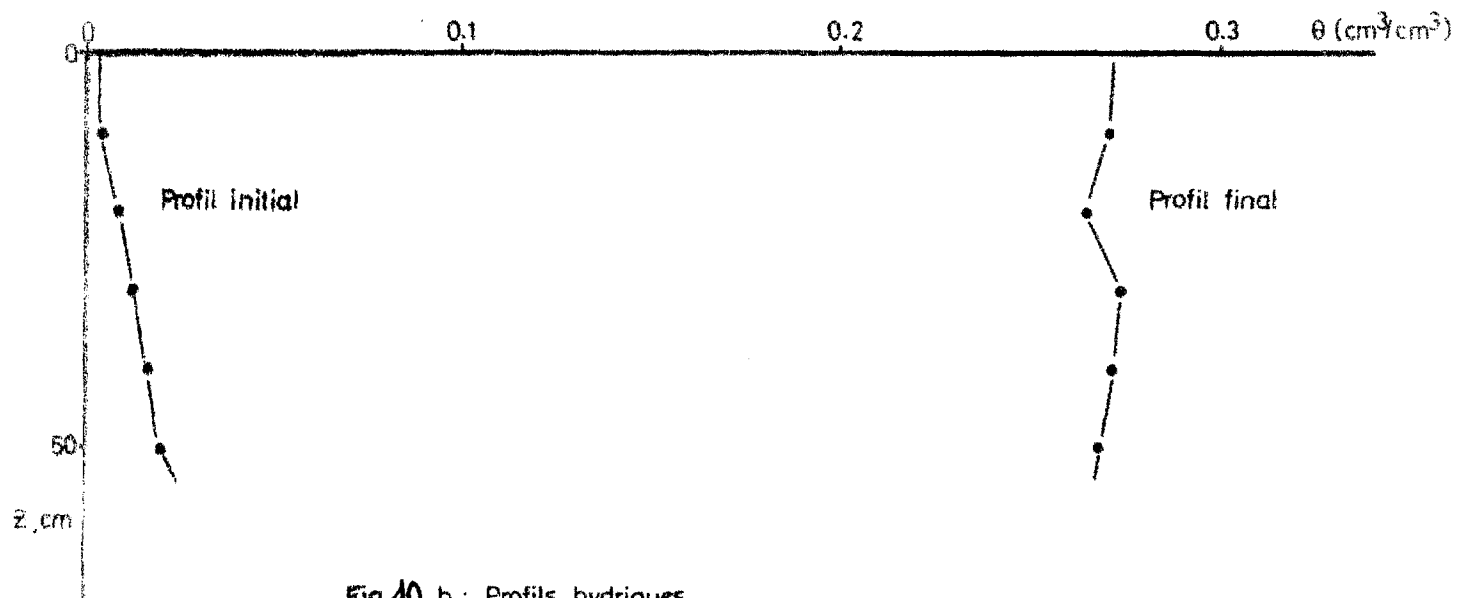


Fig 10 b : Profils hydriques

## IV.2 Sol DIOR, sole 1 Nord CNRA BAMBEY

### IV.21 Essai en redistribution interne :

Le stock hydrique déduit des mesures neutriques d'humidité est resté constant pendant les 48 heures ayant suivi la disparition de la lame d'eau et inférieur de 15 % environ au volume apporté. On a constaté ensuite une diminution progressive du stock hydrique qui ne représentait plus que 75 % du stock infiltré après 300 heures. Ceci ne peut être attribué qu'à un écoulement latéral ayant lieu vers la cote  $Z = 140$  cm.

Or on trouve à cette profondeur, une raie d'épaisseur moyenne 1 cm, de densité apparente nettement supérieure au matériau adjacent, et présentant une accumulation très nette en éléments fins et en hydroxydes de Fer (cf Annexe A24). Il apparaît donc que cette raie a une perméabilité nettement plus faible que celle du matériau lessivé.

On trouvera, figures 11 et 12, les profils hydriques et de charges hydrauliques obtenus lors de l'essai en redistribution interne

On peut en déduire qu'à la capacité de rétention :

- la teneur en eau volumique est d'environ  $0,1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$
- le PF est de 1.8
- le stock hydrique disponible sur le premier mètre est de l'ordre de 75 mm

Au point de flétrissement permanent, le stock hydrique sur le premier mètre est de 25 mm environ

On notera qu'après deux semaines de ressuyage sans évaporation le stock hydrique disponible dans le premier mètre est de 45 mm seulement

### IV. 22 Evolution en conditions naturelles

Les figures 13 et 14 représentent l'évolution des profils hydriques et de charges hydrauliques en conditions naturelles.

130 jours après le début de l'essai, l'évaporation affecte la zone comprise entre la surface et la cote  $Z = 80$  cm cf fig. 14 ; le stock hydrique disponible dans la tranche 0-50 cm est de 5 mm, dans la tranche 0-100 cm de 16 mm.

La lame d'eau ayant percolé à travers la cote  $Z = 100$  cm est de 16 mm et la lame d'eau évaporée est de 11 mm.

pendant la même période, la demande évaporative caractérisée par l'évaporation du bac normalisé classe A est de 1400 mm

### IU.23. Caractéristiques hydrodynamiques

On a représenté sur la figure 15 la relation entre la pression de l'eau  $h$  (cm d'eau) et la teneur en eau volumique  $\theta$  ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) pour une évolution en drainage, toutes sections confondues et sur la figure 16 la relation entre conductivité hydraulique  $K$  (mm/j) et la teneur en eau  $\theta$ , toutes sections comprises entre 30 cm et 90 cm confondues.

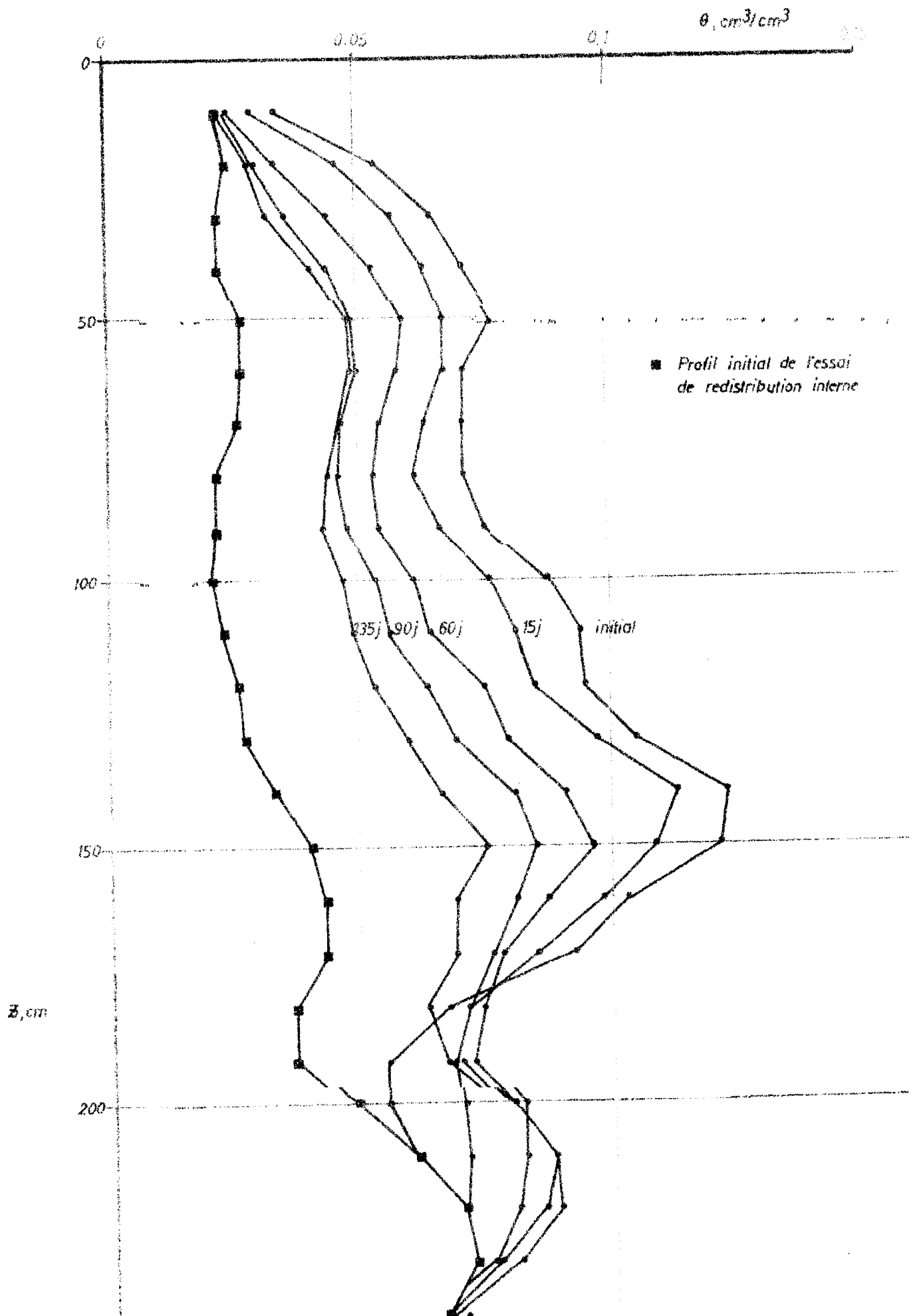


FIG. 13 Profils hydriques

EVOLUTION EN EVAPORATION NATURELLE

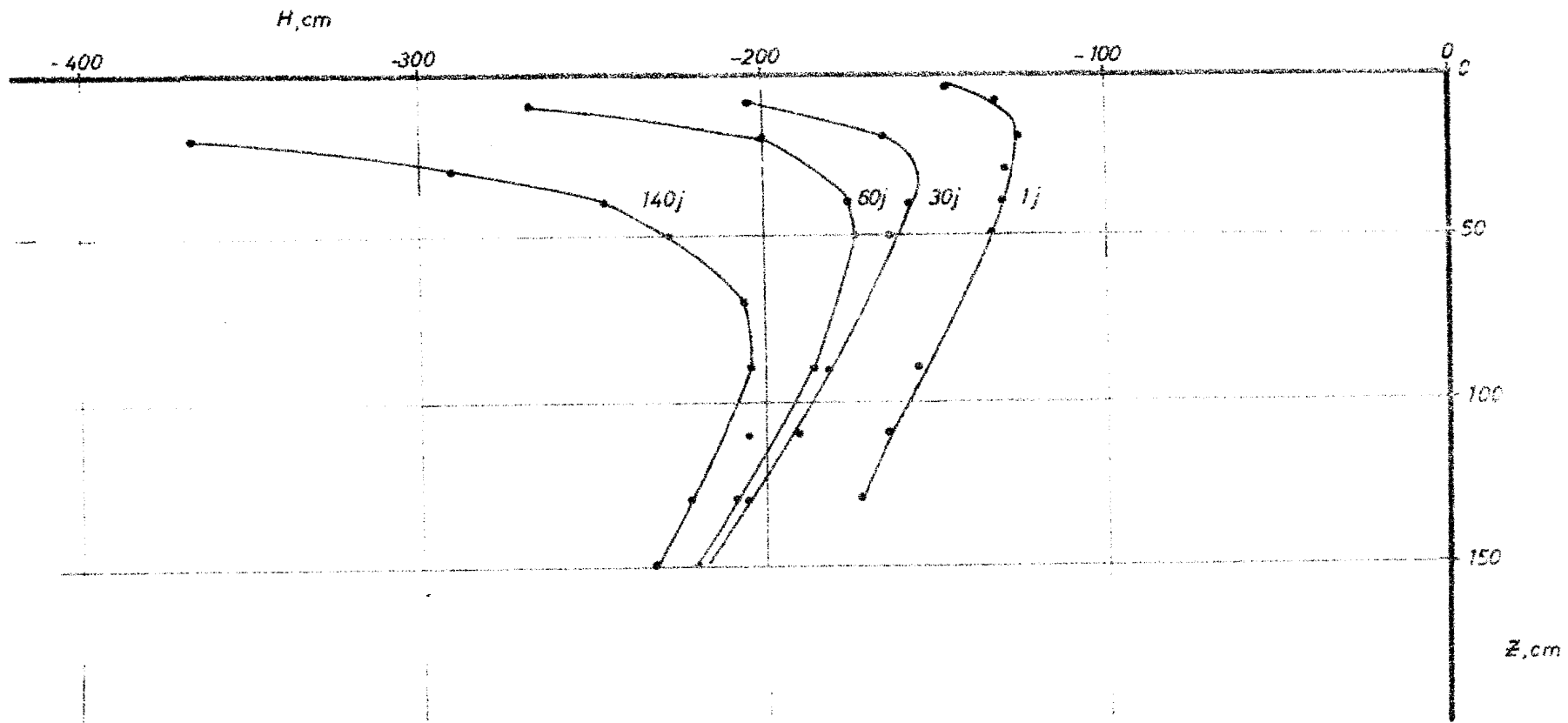


FIG. 14: EVOLUTION SOUS EVAPORATION NATURELLE SOL DIOR C.N.R. A BAMBEY

PROFILS DE CHARGE HYDRAULIQUE

Il est à noter que la faible épaisseur des raies d'accumulation et leur compacité n'a pas permis d'y implanter une bougie tensiométrique et donc de différencier les courbes  $h(z)$ . D'autre part en présence vers  $Z = 1,5$  m d'un écoulement bi dimensionnel dont les composantes latérales ne sont pas mesurées, le calcul de la conductivité hydraulique n'a pas été étendu aux profondeurs supérieures à 1 m

De l'essai d'infiltration à charge constante, type MUNTZ à double anneau, on déduit la conductivité hydraulique à saturation (fig. 17)

$$K_s = 21,5 \text{ cm/heure}$$

#### IV.24. Remarques :

De même que précédemment, cette étude apporte confirmation des résultats déjà obtenus sur le DIOR (CHARREAU, 1963 ; DUC, communication personnelle DANCETTE, 1970) relativement à la teneur en eau et au stock hydrique disponible à la capacité de rétention, au stock hydrique au point de flétrissement permanent et à la perméabilité à saturation.

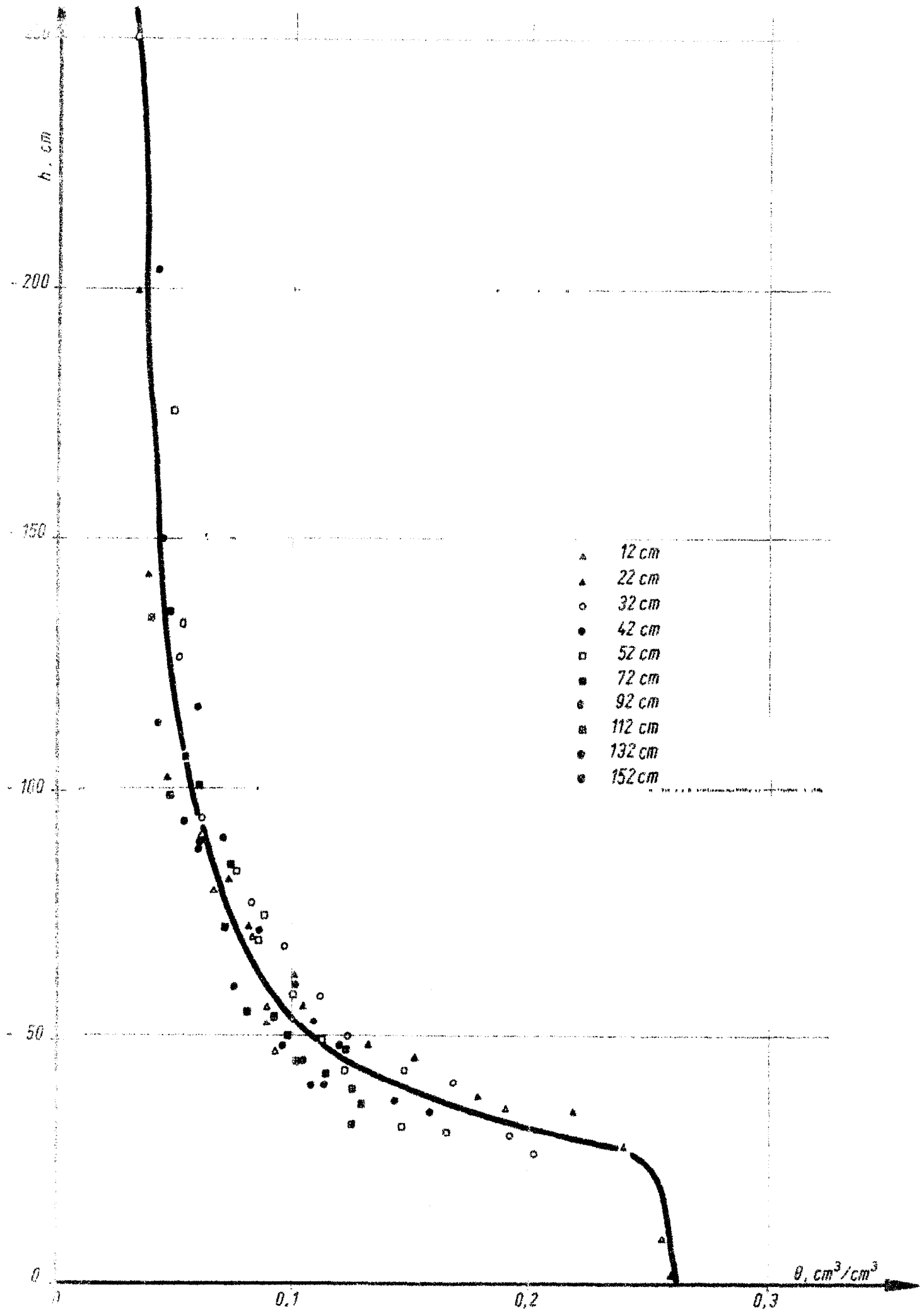


FIG. 15 SOL DIOR C. N. R. A. BAMBEY SOLE I NORD

RELATION ENTRE PRESSION DE L'EAU ET TENEUR EN EAU

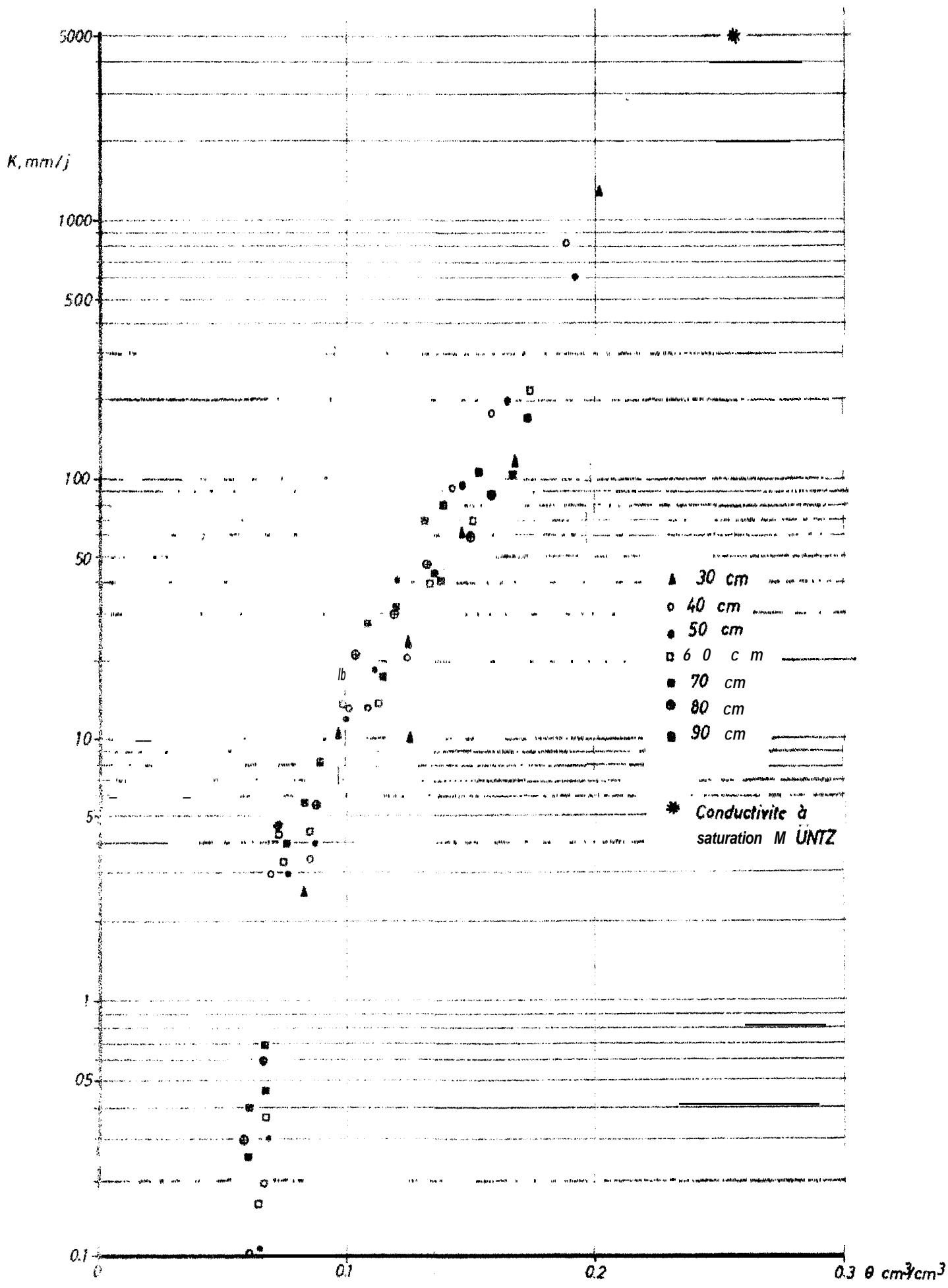


FIG. 16: RELATION ENTRE CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE

ET TENEUR EN EAU VOLUMIQUE SOL DIOR C. N. R. A BAMBEÏ

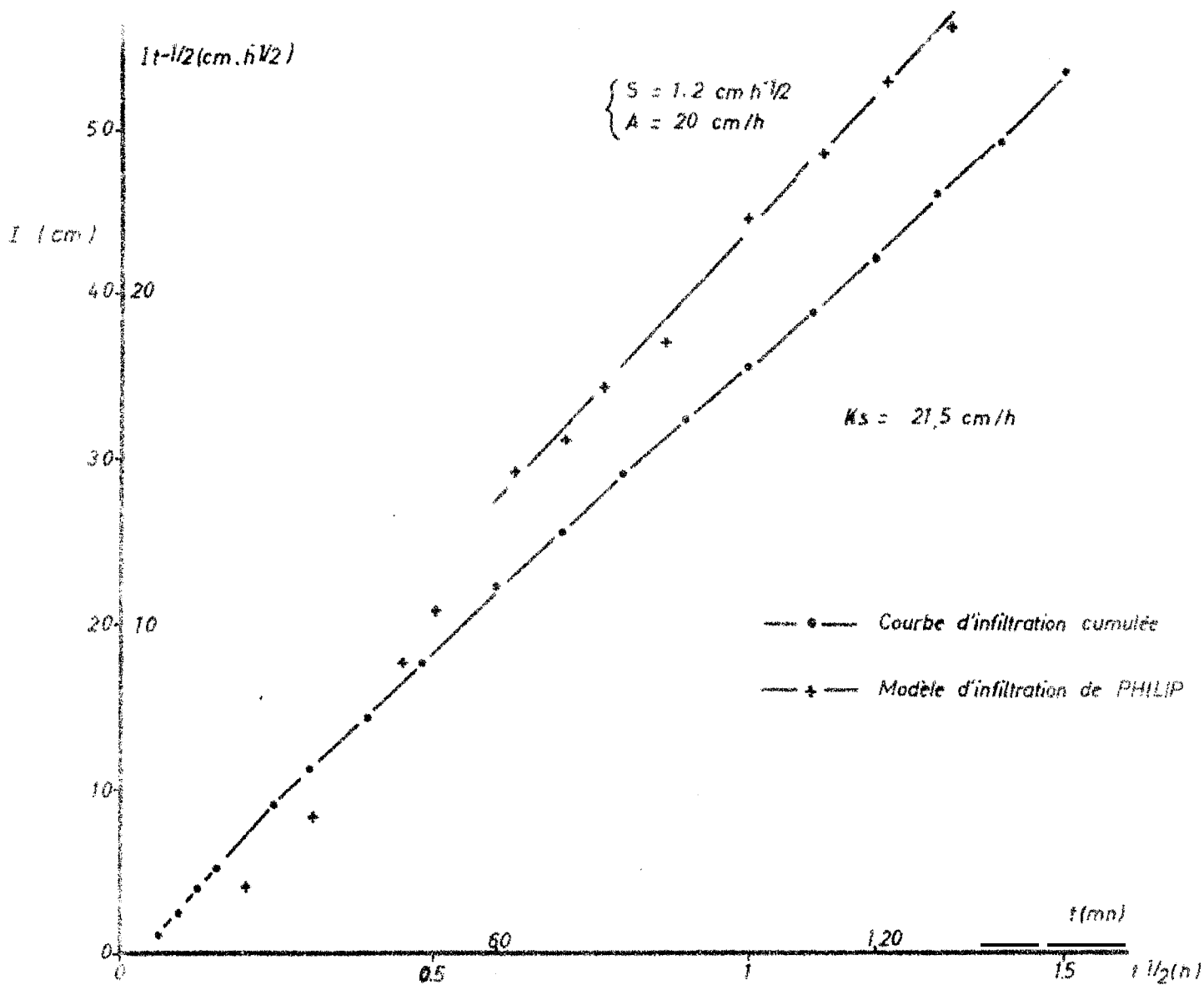


Fig 17a : Courbes d'infiltration

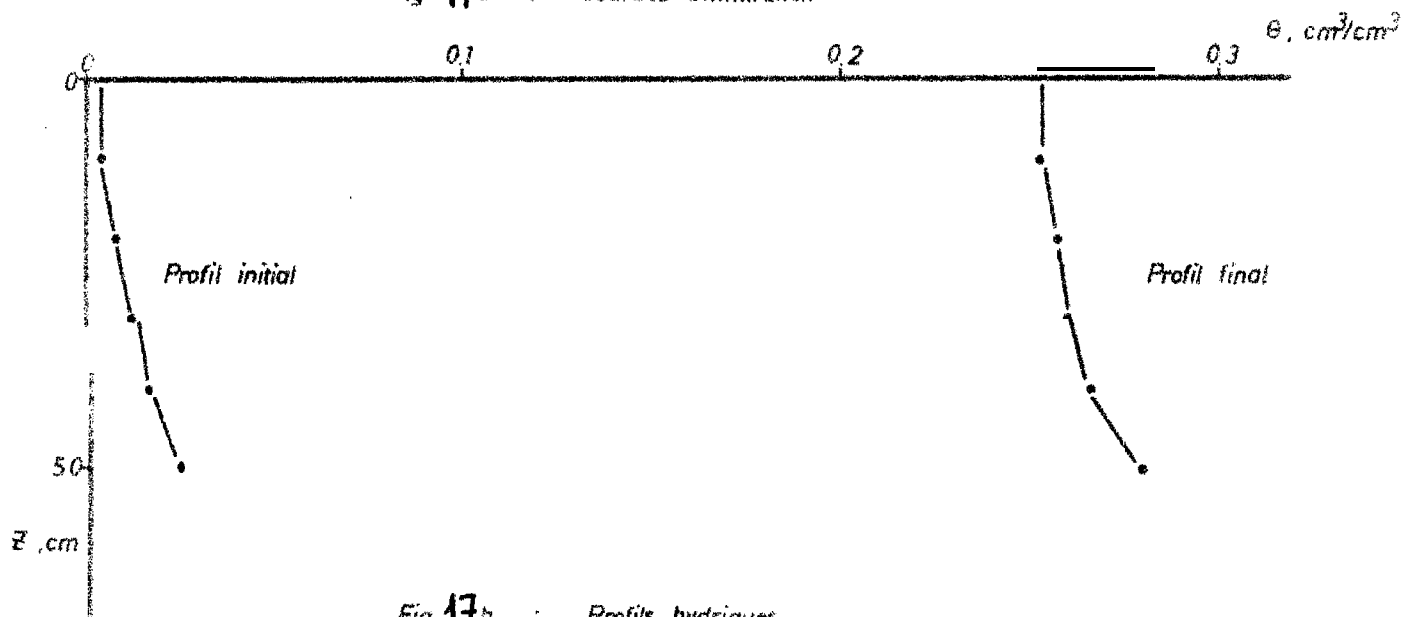


Fig 17b : Profils hydriques

ESSAI D'INFILTRATION TYPE MÜNTZ A DOUBLE ANNEAU

SOL DIOR C.N.R.A BAMBEY



## V - COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES HYDRIQUES ET HYDRODYNAMIQUES. DE 3 SOLS SABLEUX DU SENEGAL

Il a paru intéressant de comparer les résultats obtenus sur :

- un sol sableux hydromorphe à engorgement temporaire de surface sol DEK sole A CNRA BAMBEY
- un sol sableux ferrugineux tropical peu lessivé sol DIOR sole 1 Nord CNRA BAMBEY
- un sol sableux brun rouge subaride sur formation dunaire sol DIERI NDIOL (cf Annexe A31 - A32)

Non qu'ils procèdent d'une même unité morphopédologique mais parce qu'ils sont largement représentatifs d'une zone où la déficience pluviométrique répétée impose la mise en oeuvre de techniques d'économie de l'eau.

## VI. Comparaison des concepts agronomiques traditionnels :

On trouvera dans les tableaux 2, 3, 4, 5 les stocks hydriques à différents stades d'évolution du profil, les pourcentages représentant la fraction correspondante de volume infiltré.

A la capacité de rétention, les stocks hydriques "utiles" en DIERI DIOR et DEK sont respectivement de l'ordre de 75 mm, 120 mm, 185 mm sur 1,5 m de profondeur, c.a.d. 1 horizon susceptible d'être prospecté par les racines (cf tableau 3).

Après deux semaines de ressuyage sans évaporation, les stocks hydriques "utiles" en DIERI, DEK respectivement de l'ordre de 40 mm, 75 mm, 140 mm sur 1,5 m de profondeur (cf tableau 4). Ces chiffres donnent la mesure des réserves hydriques dans l'horizon racinaire que l'on pourrait espérer conserver par des techniques culturales réalisant une suppression totale de l'évaporation et ceci, 2 semaines seulement après irrigation.

Les lames d'eau ayant percolé à travers la cote  $Z = 150$  cm à cette date et donc soustraites aux possibilités d'extraction racinaire en DIERI, DIOR, DEK sont respectivement de 80 %, 40 %, 5 % du volume infiltré.

Après 120 jours d'évolution en conditions naturelles (drainage + évaporation sol nu) les stocks hydriques "utiles" en DIOR, DEK sont respectivement de l'ordre de 30 mm, 65 mm sur 1,5 m de profondeur (cf tableau 5).

Les lames d'eau perdues par évaporation représentent en DIOR et en DEK respectivement 3 % et 25 % du volume infiltré.

Tranche de sol (cm)	DIERI NDIOI	DIOR SOLE I NORD BAMBEY	DEK SOLE A BAMBEY
0 - 50	4	13	12
50 - 100	6	12	24
100 - 150	7	15	28

Tableau 2 : stock hydrique au point de flétrissement permanent (en mm)

Tranche de sol (cm)	DIERI NDIOI	DIOR SOLE I NORD BAMBEY	DEK SOLE A BAMBEY
0 - 50	21 (9 %)	37 (29 %)	68 (45 %)
50 - 100	25 (11%)	39 (30 %)	58 (39 %)
100 - 150	28 (12%)	47 (36 %)	

Tableau 3 : stock hydrique "utile" à la capacité de rétention (en mm)

Tranche de sol (cm)	DIERI NDIOI	DIOR SOLE I NORD BAMBEY	DEK SOLE A BAMBEY
0 - 50	10 (4,5 %)	17 (13 %)	59 (40 %)
50 - 100	15 (7 %)	24 (19 %)	42 (28 %)
100 - 150	17 (8 %)	37 (29 %)	42 (23 %)

Tableau 4 : stock hydrique "utile" après 2 semaines de ressuyage sans évaporation (en mm)

Tranche de sol (cm)	DIERI NDIOI	DIOR SOLE I NORD BAMBEY	DEK SOLE A BAMBEY
0 - 50		6 (4,5 %)	22 (15 %)
50 - 100	1 (1 %)	5 (5 %)	22 (15 %)
100 - 150	1 (1 %)	15 (12%)	23 (15 %)

Tableau 5 : stock hydrique "utile" après 120 jours d'évolution en conditions naturelles (en mm)

De ces simples bilans in situ, il apparait, que pour le même schéma expérimental, les quantités d'eau ayant quitté la tranche 0 -150 cm représentent :

en sol DIOR

- par évaporation 8 % du volume infiltré
- par drainage 65 % " "

en sol DEK

- par évaporation 25 % du volume infiltré
- par drainage 30 % " "

## V2. Comparaison des caractéristiques hydrodynamiques.

On trouvera, figures 18 et 19, les courbes  $h(\theta)$  et  $K(\theta)$  [pour les 3 sols considérés

### V2.1. Relation succion - teneur en eau

La courbe  $h(\theta)$  représente l'énergie interne de pression de l'eau dans un volume de sol.

Cola signifie qu'une plante doit fournir une énergie  $\gamma$

- 2 fois plus grande en sol DEK qu'en sol DIOR pour assécher une tranche de sol de  $0,2 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  à  $0,1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$
- 3 fois plus grande en sol DEK qu'en sol DIOR pour assécher une tranche de sol de  $0,1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  à  $0,08 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$
- 5 fois plus grande en sol DEK qu'en sol DIOR pour assécher une tranche de sol de  $0,08 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  à  $0,06 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$

On conçoit donc que, même si la réserve utile n'est pas épuisée, les phases de sécheresse soient beaucoup plus sévèrement ressenties, pour une même variété, en sol DEK qu'en sol DIOR.

### V2.2. Relation conductivité hydraulique - teneur en eau

Les courbes  $K(\theta)$  pour toutes teneurs en eau, les trois sols peuvent être classés par ordre de perméabilité croissante :

DEK	DIOR	DIOR	
0,08 mm/j	13 mm/j	20 mm/j	$\theta = 0,1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$
50 mm/j	1100 mm/j	1700 mm/j	$\theta = 0,2 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$

On notera que les perméabilités à saturation, type MUNTZ, ne sont absolument pas représentatives des différences importantes de comportement hydrique des 3 sols étudiés et que leur seule connaissance peut conduire à des conclusions erronées.

## V3. Conclusions :

Il est évident que l'intérêt essentiel de la caractérisation hydrodynamique des sols de culture est la détermination directe du bilan hydrique. Toutefois ce genre d'étude peut être une aide à la décision ou à l'orientation des recherches.

Quelles informations qualitatives l'agronome préoccupé d'économie de l'eau peut-il retirer de ce rapport ?

.../...

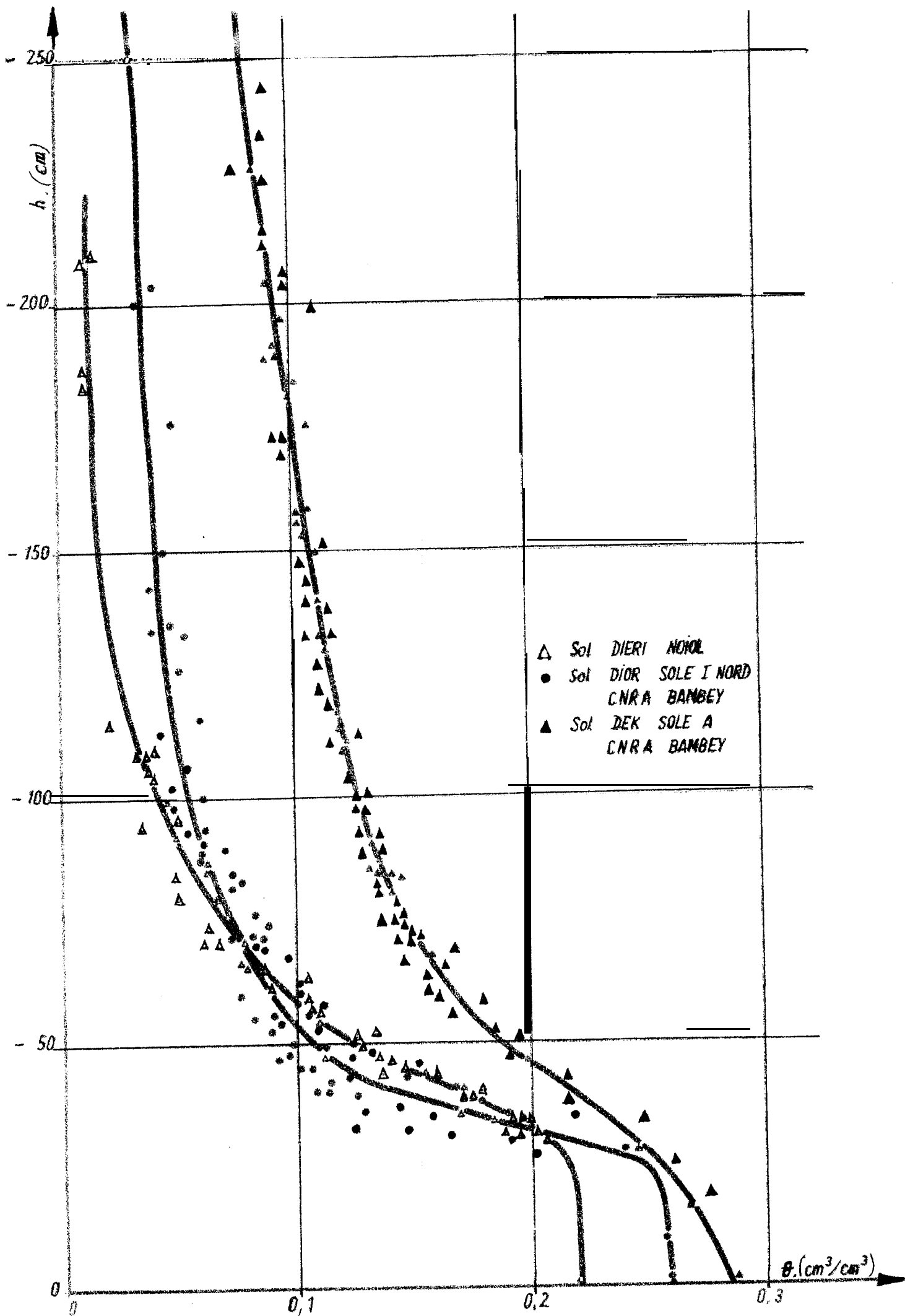
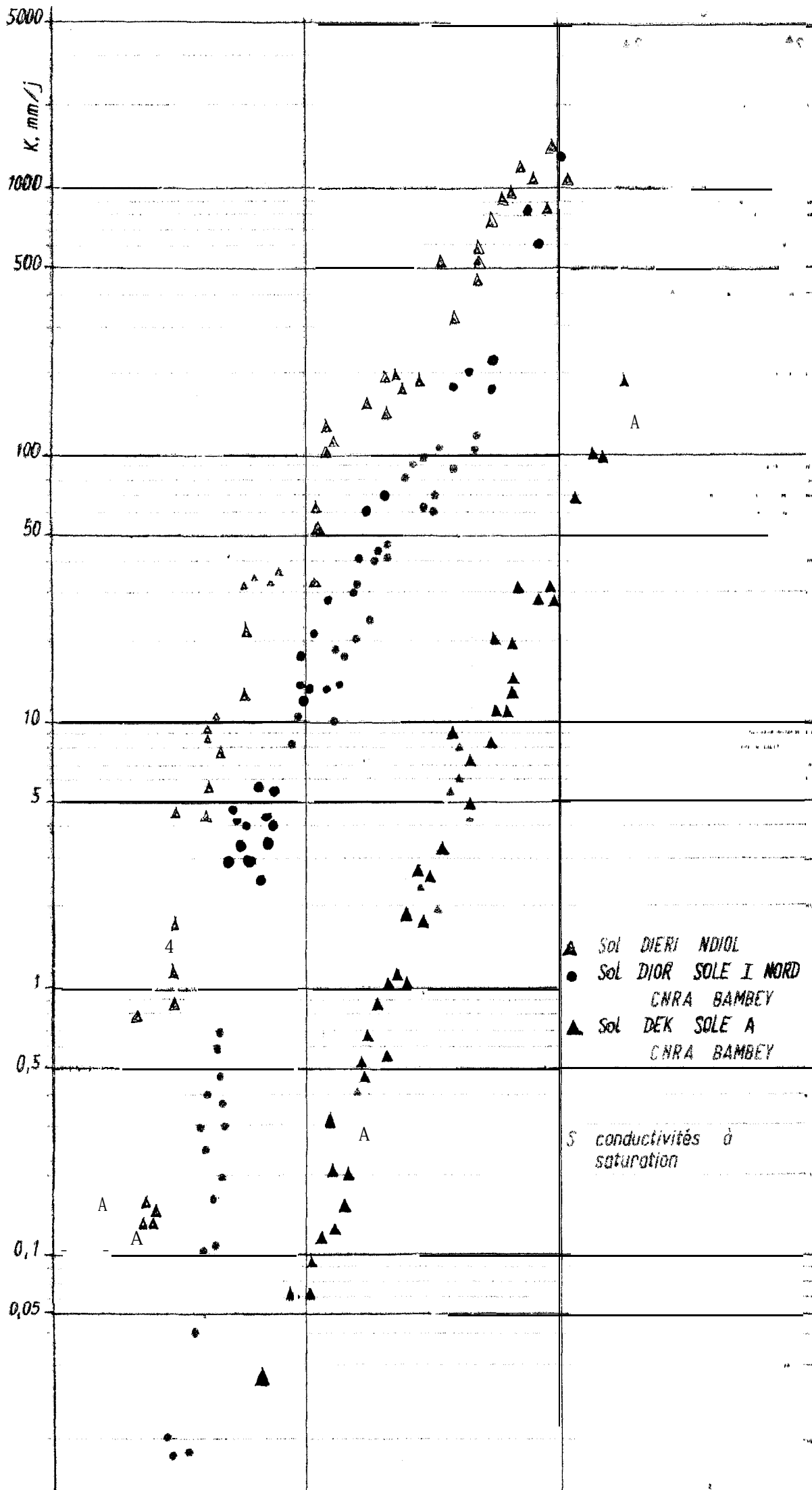


FIG 18 : COMPARAISON DES COURBES  $h = f(\theta)$  DE



- d'une part les courbes de conductivité et les bilans in situ en sol DIERI et DIOR indiquent clairement qu'une lutte efficace contre l'évaporation n'est pas suffisante car une forte proportion des pertes a lieu par drainage profond. Il faut donc développer des variétés ayant un enracinement profond à dynamique rapide et renoncer une fois pour toutes au dry-farming

Les mêmes observations conduisent à préconiser en sol DEK des techniques culturales favorisant l'infiltration des pluies limitant le ruissellement et surtout une réduction de l'évaporation.

- d'autre part les courbes de succion soulignent la nécessité de mettre au point des variétés spécifiques aux sols plus argileux de type DEK susceptibles de développer les énergies suffisantes pour l'extraction racinaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES  
=====

- BONFILS ; FAURE, 1955  
Etude comparative des sols du CRA de Bambey  
ANNALES DU CRA DE BAMBEY Bull N° 15 1955
- BONFILS, FAURE, 1957  
Les sols de la région de Thiès  
ANNALES DU CRA DE BAMBEY Bull N° 16 1956
- CAMUS 1374  
Homogénéisation des mesures d'humidité du sol faites  
avec diverses sondes à neutrons et à partir d'éta-  
lonnages différents  
Cah. ORSTOM, Série Hydrol. Vol XI N°1 1974
- CHARREAU 1963  
Dynamique de l'eau dans deux sols du Sénégal  
AGRONOMIE TROPICALE Bull N°19 Nov 1963
- DANCETTE 1970  
Détermination au champ de la capacité de rétention  
après irrigation dans un sol sableux du Sénégal.  
AGRONOMIE TROPICALE Vol XXV N° 3 Mars 1970
- MOREL SEYTOUX 1973  
Pour une théorie modifiée de l'infiltration  
première partie : pourquoi  
Cab. ORSTOM, Série Hydrol. vol X N° 2 1973
- NICOU 1975  
Caractéristiques principales des sols sableux et  
sablo argileux du Sénégal. Problèmes agronomiques  
de leur mise en valeur.  
multigraphie - CNRA BAMBEY - ISRA - Fev. 1975
- NORMAND 1970  
La mesure de l'humidité du sol. Application aux  
problèmes d'hydraulique agricole  
Bull. Tech. Génie Rural N° 103
- THONY, VACHAUD 1977  
Quelques considérations sur l'étalonnage des  
sondes à neutrons  
Bull du groupe français d'humidimétrie neutroni-  
que N°1 Juin 1977
- VACHAUD, DANCETTE 1977  
SONKO - THONY  
Méthodes de caractérisation hydrodynamique in  
situ d'un sol non saturé  
IMG ISRA IRAT Septembre 1977 soumis pour publi-  
cation aux ANNALES AGRONOMIQUES

OBSERVATEUR : J.F. POULAIN  
 DATE D'OBSERVATION: 3/09/1963  
 LOCALISATION : CNRA BAMBEY ; sole A, Tiers Nord, au Centre  
 TOPOGRAPHIE : Plane ; légère dépression à l'emplacement  
 du profil  
 MATERIAU ORIGINEL : sable argileux  
 VEGETATION : Jachère de l'année

Profondeur (cm)	DESCRIPTION
Surface	Pellicule noire avec sable grossier bien lavé dans les micro-dépressions
1 - 19	Horizon brun avec taches plus claires pouvant passer au jauno ; sable fin ; humide ; nombreuses radicelles, cohésion faible
19 - 52	Gris brun, un peu plus foncé, sableux, plus riche en sables fins, cohésion faible, humide Transition assez nette avec l'horizon supérieur
52 - 95	Brun-jaune, de plus en plus jaune vers le bas ; sableux ; cohésion un peu plus forte, encore quelques traces de racines
95 - 205	Sable ocre clair un plus riche en éléments fins (limon et argile) , encore humide vers 110, sec à la base ; cohésion de plus en plus forte (baisse d'humidité) vers 100 à 200 cm, apparition de taches ocres très diffuses avec quelques rares pisolithes (Ø 3 à 5 cm)
205 - 250	Sable ocre jaune enrichi un argile et limon avec nombreuses indurations rouge brique friables ; on trouve encore des fentes longitudinales, mais plus fines.
250 - 255	Sable ocre clair avec taches bien individualisées ; humide. Transition brutale avec la suivant.
255 - 400	Couleur dominante ; gris blanchâtre, résultant d'un mélange de plages gris blanchâtres et des taches ocres jaunes mal délimitées ; quelques taches ponctiformes de calcaire assez rares. Matériau sec et compact. Vers le bas de l'horizon, au contact des gravillons : coloration très hétérogène résultant d'un mélange de plages grises ocres, vertes, taches ponctiformes blanches de calcaire quelques pisolithes ferrugineux de très petites tailles (1 à 2 mm). Argilo sableux, très sec, très compact

NOTE : Dans l'ensemble du profil décrit, on note la présence de fentes longitudinales de dessiccation dans lesquelles les horizons supérieurs ont largement pénétré, ces fentes se prolongent jusqu'au delà de 2,5 m ( marnes altérées).

CLASSIFICATION : sol à hydromorphie temporaire de cur



Caractéristiques granulométriques du Sol de l'essai

Type : Sol DEK

Emplacement : Sole A (Mord) CMRA BAMBEY.

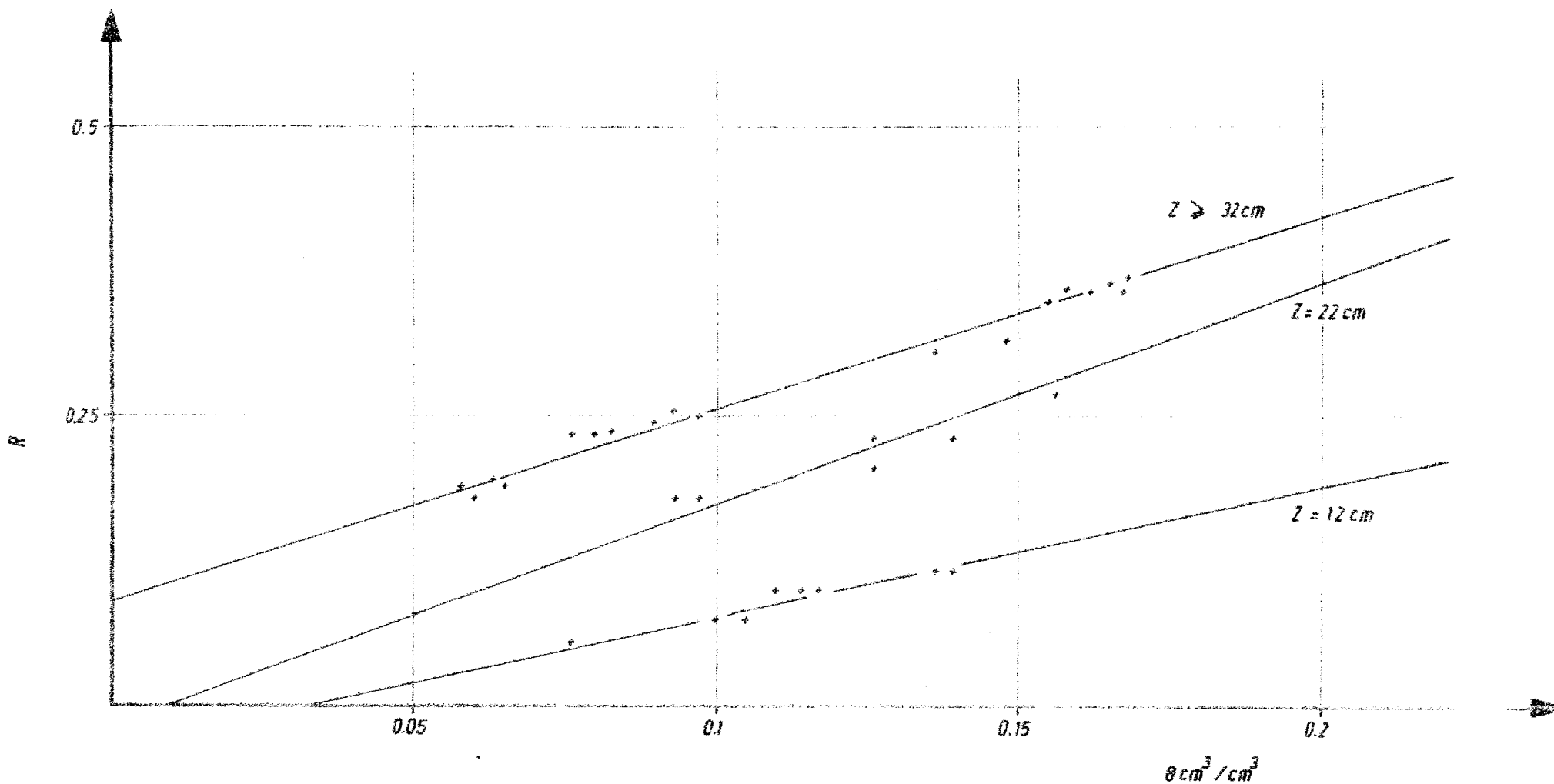
Profondeur (cm)	< 2 $\mu$	2 - 20 $\mu$	20-50 $\mu$	50-200 $\mu$	200-2000 $\mu$
0 - 10	6.5	3.5	7.2	63.4	19.5
10 - 20	6.3	3.3	6.0	63.3	21.2
20 - 30	8.0	4.3	6.1	60.9	19.7
30 - 40	7.5	3.8	6.1	60.8	21.7
40 - 60	8.5	4.3	5.9	58.9	22.3
60 - 80	8.3	4.3	6.3	61.1	20.1
80 - 100	8.3	4.3	6.2	61.3	19.9
100 - 120	8.8	4.3	7.1	63.1	16.6
120 - 140	8.5	4.3	7.1	61.8	18.2
140 - 160	8.8	4.5	6.8	58.8	21.3
160 - 180	9.8	4.8	6.4	58.4	20.6
180 - 200	9.8	5.0	7.0	59.1	19.1
200 - 220	10.3	5.3	6.7	53.7	18.1
220 - 240	10.0	5.0	6.4	57.7	20.4
240 - 260	11.0	5.5	6.5	58.1	19.8
260 - 280	11.0	5.5	6.7	50.1	19.5
280 - 300	11.0	5.5	6.8	57.6	20.0
300 - 320	10.8	5.3	6.6	57.6	19.0
320 - 340	11.8	5.0	6.5	55.6	20.2

A13 Profil de densité apparente :  
SOL DEK Sole A CNRA BAMBEY

\*\*\*\*\*

Profondeur (cm)	Da
1 - 19	1,63 ± 0,03
19 - 52	1,66 ± 0,035
52 - 95	1,60 ± 0,02
95 -150	1,57 ± 0,03

On a effectué quatre prélèvements par horizon pédologique reconnu au cylindre de 260 cm<sup>3</sup> en sol humide.



**FIG. 20: ESSAI DE REDISTRIBUTION INTERNE SOL DEK CNRA BAMBEY**

COURBES D'ETALONNAGE DE LA SONDÉ WALLINGFORD POUR LES COIÉS  $Z = 12 \text{ cm}$  ;  $Z = 22 \text{ cm}$  ;  $Z > 32 \text{ cm}$

OBSERVATEURS : S. DIATTA et G. HAMON  
 DATE D'OBSERVATION : 25 Juillet 1978  
 LOCALISATION : CNRA BAMBEY ; Sole 1 Nord, essai de caracté-  
 risation hydrodynamique  
 TOPOGRAPHIE : Sommet de dune  
 VEGETATION : Sol nu depuis le 10/01/1978 ; précédent jachère

## PROFONDEURS

## DESCRIPTION

(cm)

0 - 20

Horizon brun jaunâtre (10 YR 5/3,5) humide recou-  
 vrement superficiel éolien y très pauvre en matière  
 organique ; texture sableuse ; structure massive, cohé-  
 sion faible ; porosité fine bonne ; activité biologi-  
 que faible ; quelques radicelles très fines.

Passage progressif à

20-70

Horizon brun sombre (7,5 YR 4/4) sec ; pauvre en  
 matière organique ; texture sableuse à sables fins struc-  
 ture massive ; cohésion moyenne à forte ; porosité  
 fine bonne à moyenne ; apparition de raies fines (épais-  
 seur 1 mm) horizontales de couleur rouille nettement  
 distinctes et de cohésion forte à moyenne fissures ver-  
 ticales fines souvent occupées par des radicelles mortes ;  
 activité biologique moyenne caractérisée par des cel-  
 lules d'estivation et des galeries comblées par du ma-  
 tériel de surface. Quelques rares plages de sables blancs.

Passage graduel à

70-180

Horizon brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) ; texture sa-  
 bleuse à sables fins ; structure particulière ; cohé-  
 sion très faible y matériau friable, porosité fine  
 bonne individualisation très nette de raies horizonta-  
 les (éléments fins cimentés par le fer). L'épaisseur  
 de ces raies croît avec la profondeur. On observe :  
 à 140cm des raies de 1 cm d'épaisseur, moyenne  
 de couleur gris rougeâtre sombre (5 YR 4/2)  
 à 160cm des raies de 2cm d'épaisseur moyenne  
 de couleur brun rougeâtre sombre (5 YR 3/4)  
 à 175cm des raies de 3cm d'épaisseur moyenne  
 de couleur gris rougeâtre clair (5 YR 4/2) humide  
 activité biologique moyenne à bonne (grandes cellules  
 d'estivation comblées Par du matériel de surface)  
 Quelques très fines radicelles

Passage assez net à

180

Horizon jaunâtre ; humide ; texture sableux, très  
 légèrement argileuse ; structure massive a éclat polyé-  
 drique angulaire ; augmentation de la taille des raies.  
 Nombreuses plages de sables blancs. Activité biologi-  
 que faible. Enchevêtrement dense de raies indurées de  
 couleur brun rougeâtre épaisseur moyenne 2 cm.

CLASSIFICATION Sol ferrugineux tropical Peu lessivé sur formations  
 dunaires sableuses (DIOR)

Caractéristiques granulométriques du sol de l'essai

Type : Sol DIOR

Emplacement : Sole 1 Nord CNRA BAMBEY.

Profondeur (cm)	< 2 $\mu$	2 - 20 $\mu$	20 - 50 $\mu$	50 - 200 $\mu$	200 - 2000 $\mu$
0 - 10	3.0	1.5	3.5	67.2	24.7
10 - 20	2.8	1.5	3.1	67.8	24.2
20 - 30	3.8	1.8	3.7	67.0	24.3
30 - 40	5.3	2.8	3.8	67.6	20.4
40 - 60	4.5	2.3	3.8	68.7	20.7
60 - 80	3.3	1.5	3.5	71.8	19.9
80 - 100	2.3	1.0	3.8	73.7	19.3
100 - 120	2.8	1.5	3.3	69.8	23.0
120 - 140	2.0	1.0	3.0	70.7	23.3
140 - 160	2.3	1.3	3.1	70.7	22.6
160 - 180	4.0	2.0	3.1	70.6	20.4
180 - 200	4.3	2.3	3.3	67.8	22.4
200 - 220	7.0	3.5	3.1	63.5	22.7
220 - 240	8.3	4.0	2.9	63.0	21.9
240 - 260	6.3	3.0	3.1	66.0	21.6
260 - 280	4.3	2.3	2.1	66.6	24.8
280 - 300	2.8	1.3	3.9	68.2	23.0
300	2.0	2.5	1.3	71.4	22.4

A23 Profil de densité apparente :  
SOL DIOR Sole 1 NORD CNRA BAMBEY

+++++

Profondeur (cm)	Da
0 - 20	1,61 $\pm$ 0,04
20 - 70	1,58 $\pm$ 0,02
70 - 180	1,51 $\pm$ 0,02

On a effectué quatre prélèvements par horizon  
au cylindre de 260 m3 en sol humide.

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, SOL DIOR  
HORIZON C (70 cm - 180 cm)

\*\*\*\*\*

granulométrie (%)	Matériau inter-raies 70cm-180cm	Raie R1 Z = 140 cm	Raie R2 Z = 160 cm	Raie R3 z = 175 cm
< 2 $\mu$	1.5	7.8	8.3	8.8
2 - 5 $\mu$	0.8	3.8	4.0	4.5
50 - 1 $\mu$	5.1	5.7	4.3	6.4
100 - 200 $\mu$	63.7	61.1	60.5	60.2
200 - 200 $\mu$	22.7	21.5	20.1	20.0
densité apparente sur mottes	1.51	1.6	1.66	1.68
teneur en fer total (%)	7.9	18.5	21.5	21.9

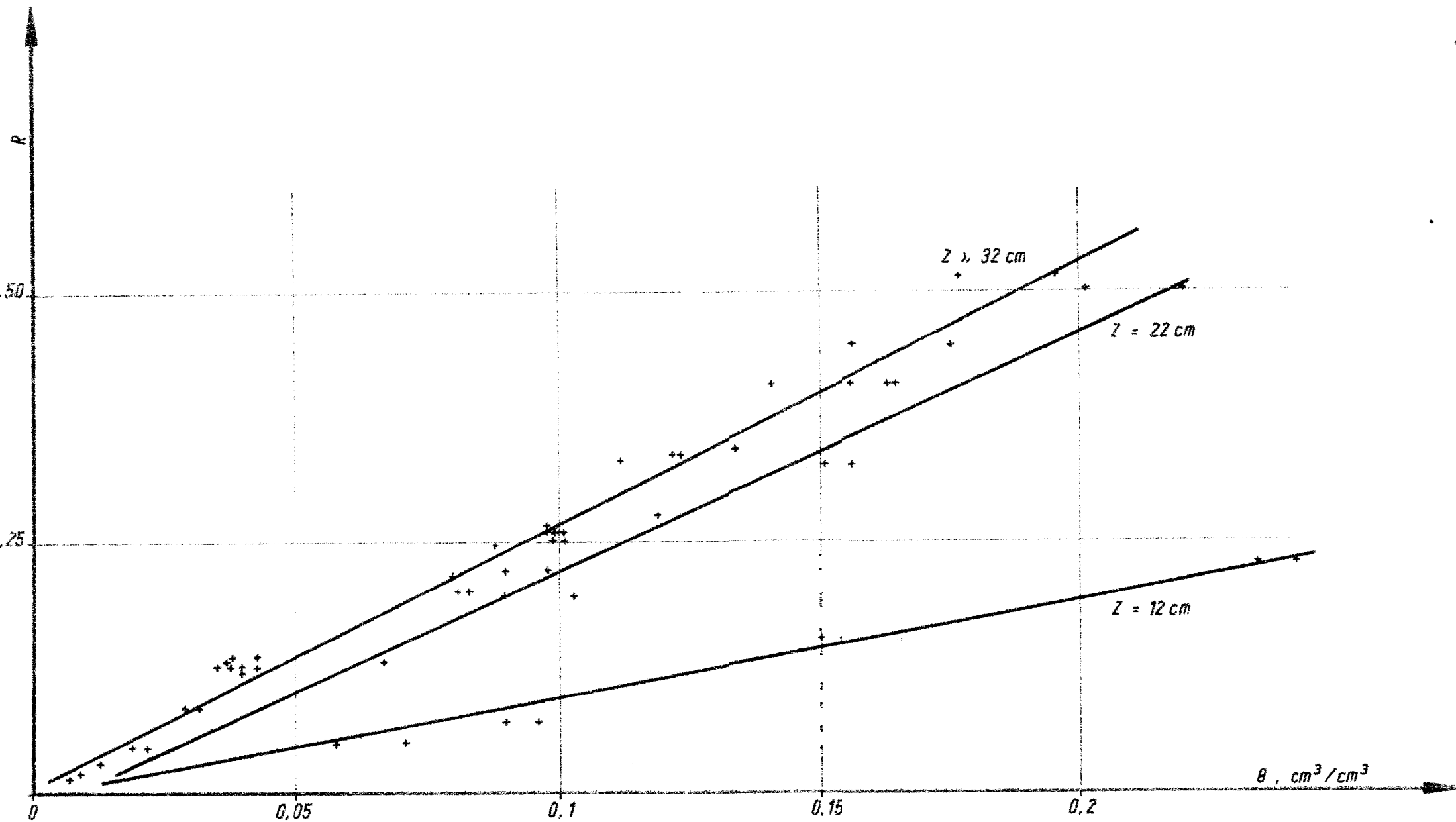


FIG. 2.1: ESSAI DE REDISTRIBUTION INTERNE SOL DIOR C. N. R. A. BAMBEY

Courbes d'étalonnage de la sonde WALLINGORD

pour les cotes  $Z = 12 \text{ cm}$  ;  $Z = 22 \text{ cm}$  ;  $Z > 32 \text{ cm}$



OBSERVATEUR : M. SONKO  
 DATE D' OBSERVATION : Mars 1973  
 LOCALISATION : N' DIOL, essai de caractérisation hydrodynamique  
 TOPOGRAPHIE : pente très douce

PROFONDEURS (cm)	DESCRIPTION
0 - 30	Sec ; brun clair ; apparemment humifère, texture très sableuse ; structure particulière légèrement feuilletée en surface (environ 2 cm) y friable ; cohésion très faible ; radicules de graminées éparses, porosité très bonne. passage progressif à l' horizon suivant
30- 65	Sec ; brun clair ; légèrement humifère ; texture sableuse structure particulière à tendance massive, cohésion très faible (horizon très friable). Porosité très bonne quelques radicules. Passage assez progressif à l' horizon suivant
65- 110	Sec ; légèrement éclairci, texture très sableuse, structure particulière fondue (sable blanc brut) cohésion faible (horizon friable) ; porosité très bonne dans l'ensemble ; pas de radicules Passage relativement net à l' horizon suivant
110-145	Frais ; brun jaunâtre ; quelques taches rougeâtres dans la masse de l' horizon, texture sableuse à sablo-limoneuse ; structure à tendance massive à débits moyennement aises polyédriques cohésion moyenne à faible, porosité d'ensemble moyenne. Pas de racines
145	Horizon identique au précédent mais relativement plus humide

#### CLASSIFICATION

Sol brun rouge subaride sur sable dunaire. (DIERI)

Caractéristiques granulométriques du sol de l'essai

Type : sol DIERI

Emplacement : N'DIOL

Profondeur	2	2-20	20-50	50-200	200-2000
0 - 30	2,3	1.0	2.1	51.2	42.9
					mm
30 - 65	2.5	1.3	1.2	44.9	49.8
					m. I
65 - 110	1.3	0.0	0.6	43.5	53.7
110 - 145	6.3	3.0	0.5	55.9	34.2