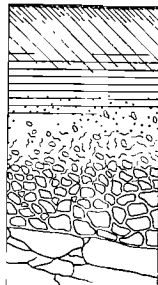


P. ZANTE

**CARACTÉRISATION  
ET ÉVOLUTION  
DES PROPRIÉTÉS HYDRIQUES  
DE SOLS ALLUVIAUX  
DE LA VALLÉE  
DU FLEUVE SÉNÉGAL**

**Périmètre irrigué de TILENE**

(Région du Fleuve)



MARS 1984

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER



CARACTERISATION ET EVOLUTION  
DES PROPRIETES HYDRIQUES DE SOLS ALLUVIAUX  
DE LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL

- PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ DE TILÈNE -  
( RÉGION DU FLEUVE )

P. ZANTE

Mars 1984

- S O M M A I R E -

	<u>P A G E S</u>
AVANT-PROPOS .....	1
I - GENERALITES .....	4
1.1. But de l'expérience .....	4
1.2. Choix des sites .....	4
II - MATERIEL ET METHODE DE MESURE .....	6
2.1. Dispositif d'infiltration .....	7
2.2. Principe de la méthode neutronique .....	7
2.3. Définition des paramètres utilisés .....	7
III - CARACTERISATION DU SITE ETUDIE .....	9
3.1. Caractérisation Pédologique .....	9
3.1.1. Description du profil CTI 3 .....	9
3.1.2. Résultats analytiques .....	10
3.1.3. Caractéristiques physico-hydrauliques .....	11
3.2. Débit d'infiltration .....	15
3.3. Vitesse d'avancement du front d'humectation .....	20
3.4. Saturation apparente .....	20
3.5. Capacité de Rétention .....	24
3.6. Porosité .....	29
IV - CONCLUSION .....	31
Annexe : Equations des droites d'étalonnage .....	32
Bibliographie .....	33

## AVANT-PROPOS

Les données de terrain qui ont servi à l'élaboration de ce rapport ont été recueillies par diverses personnes qui ont partiellement ou totalement effectué certaines campagnes de mesures.

Marc CHEVAL a réalisé la plus grande partie des cinétiques durant les deux premières années, sous la direction scientifique de J.-Y. LOYER, et après son départ du Sénégal, J.-Y. LE BRUSQ, J.-Y. LOYER, Ph. JOIN et P. ZANTE ont effectué les mesures de la troisième campagne, nécessaires à l'achèvement du programme.

La détermination des paramètres d'étalonnage de la sonde à neutrons et le traitement informatique des relevés de terrain ont été effectués par S. DOULBEAU sous la direction de M. VALLERIE, responsable de l'Antenne ORSTOM au C.E.N. de Cadarache.

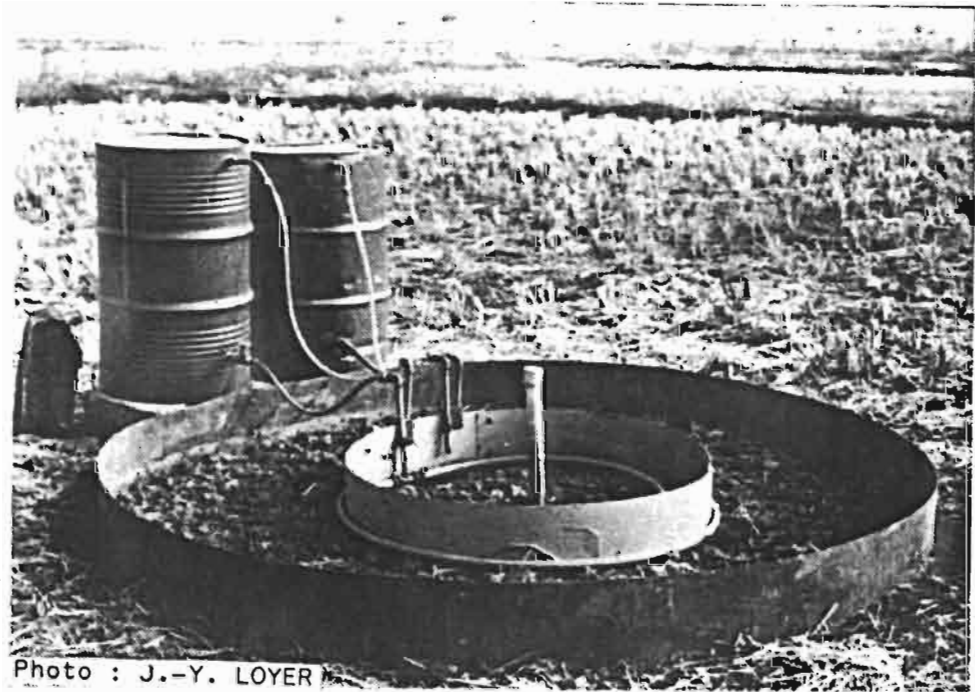
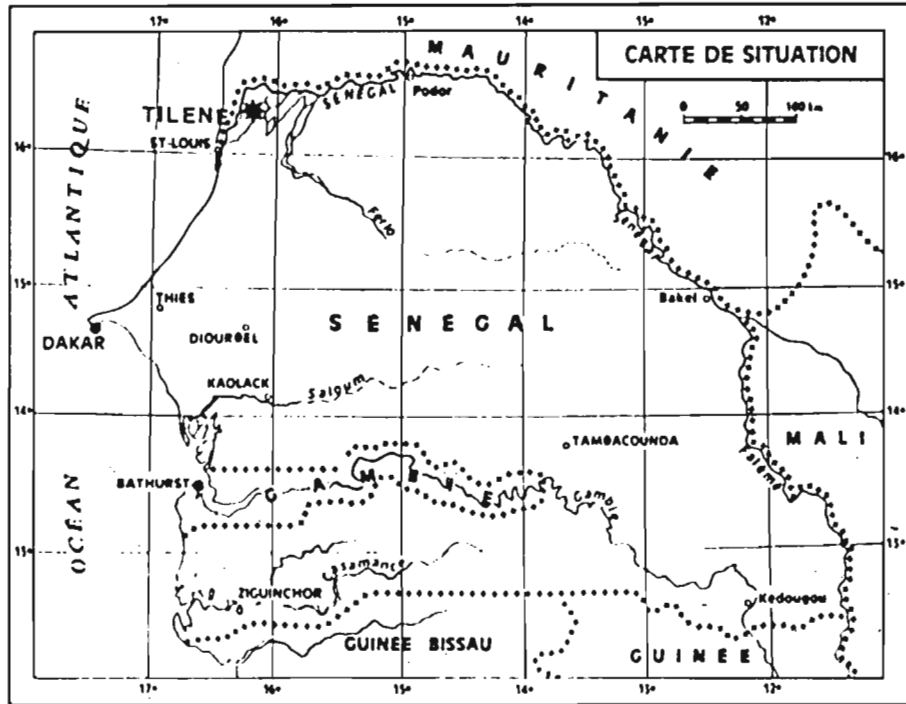


Photo : J.-Y. LOYER

Photo n° 1 : Vue d'ensemble d'un dispositif d'infiltration par la méthode MUNTZ géant.

## I - GENERALITES

### 1.1. But de l'expérimentation

Cette expérimentation a été élaborée et mise en place par J.Y. LOYER et M. CHEVAL à partir de 1979. Elle a été poursuivie en 1981 par J.Y. LOYER, J. Y. LE BRUSQ, en 1982 par J.Y. LOYER et P. ZANTE.

Le but de ces essais est double :

- Caractériser au plan hydrique un certain nombre de sols exondés ou alluviaux représentatifs de la région du Fleuve.
- Mettre en évidence par des essais répétés dans le temps, l'influence de l'intensification de la riziculture pratiquée en submersion continue et sans drainage de profondeur, sur l'évolution de ces caractéristiques hydriques.

Dans la basse vallée du Fleuve Sénégal en effet, la riziculture se pratique actuellement avec un seul cycle annuel qui correspond à la saison des pluies, période pendant laquelle la crue du Fleuve permet un apport d'eau complémentaire de bonne qualité, en quantité suffisante. En période d'étiage dite de "contre-saison", la remontée de la langue salée dans le lit mineur interdit toute irrigation, hormis à partir de quelques réserves d'eau douce.

Pour pallier ces difficultés, les pays riverains du Fleuve Sénégal ont conçu un projet de barrage à DIAMA (cf. Fig. 1) dont la finition est prévue pour 1986, et qui aura comme double effet de retenir l'eau de crue et d'empêcher la remontée saline. L'importante réserve d'eau douce constituée, évaluée à 25 milliards de m<sup>3</sup>, devrait permettre de réaliser annuellement deux à trois cycles culturels principalement rizicoles, sur les mêmes terres. Dans ce futur contexte hydro-agricole, il a paru important de cerner l'influence de ces submersions répétées sur les caractéristiques hydriques des sols rizicultivés.

A cet effet, plusieurs sites représentatifs des sols du Fleuve ont été sélectionnés sur des périmètres nouvellement aménagés à Tilène et Dagana dont c'était la première mise en culture. Chaque site a été équipé de tubes de pénétration pour la sonde à neutrons et des campagnes d'infiltration-ressuyage y ont été effectuées par la méthode Müntz, avant la première mise en eau, puis répétées sur les mêmes sites, et les mêmes tubes, après une année, deux années et trois années de riziculture.

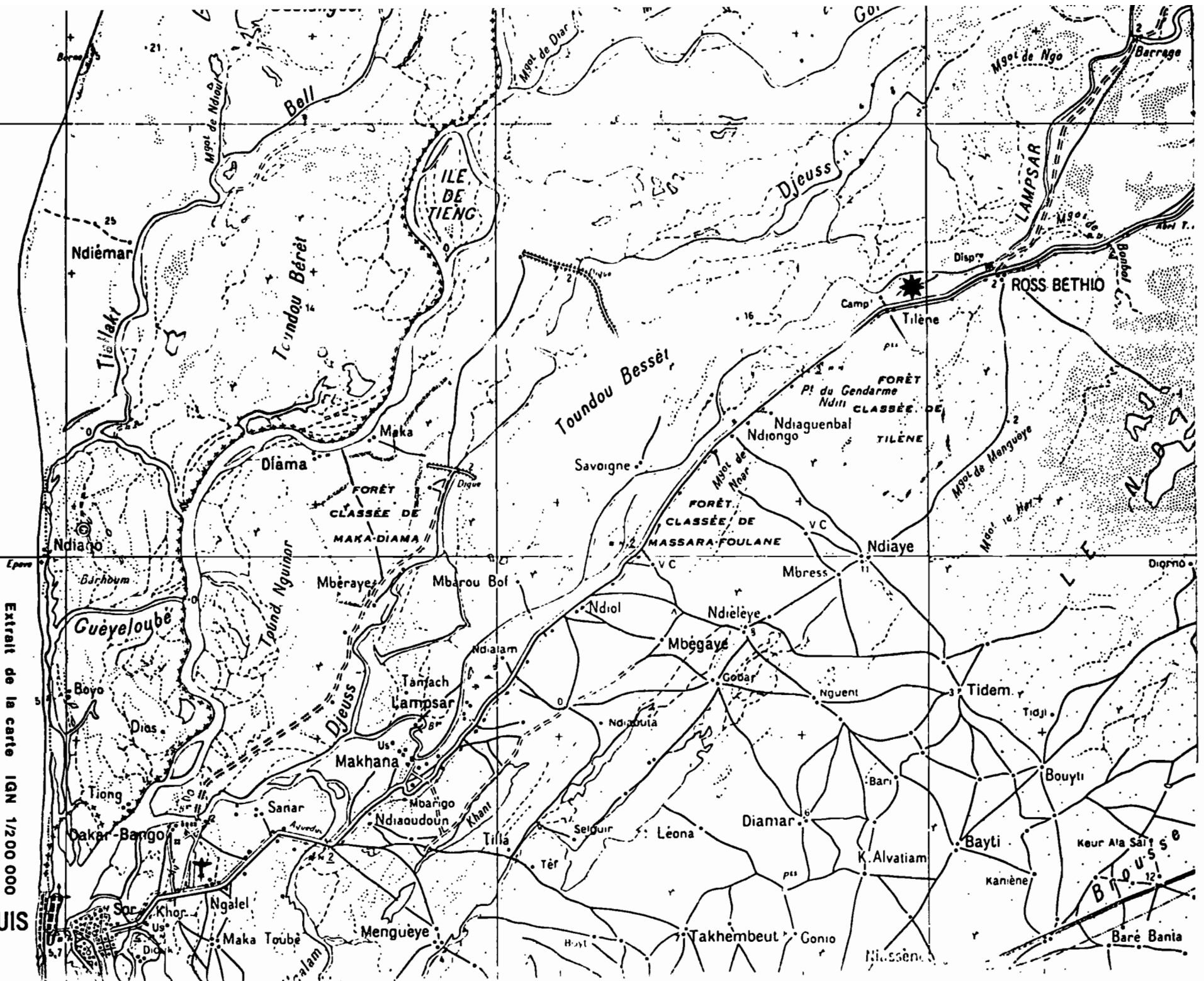
### 1.2. Choix des sites

Dans la basse vallée du Fleuve Sénégal, les cuvettes de décantation occupent une proportion importante du lit majeur. Elles sont constituées de matériaux fins, argileux à très argileux, sur lesquels se sont différenciés des sols hydromorphes à caractères vertiques plus ou moins orientés. Partout en profondeur, le sable apparaît sous 30 cm à 200 cm d'argile selon les endroits.

Après avoir mesuré les caractéristiques hydro-dynamiques de sols argileux sur une grande profondeur (cf. le rapport sur le périmètre de Dagana) il nous a semblé intéressant de tester le comportement hydrique de ces matériaux argileux très peu épais sur lesquels se pratique aussi la riziculture.

A cet effet, la cuvette de Tilène, à l'aval de Ross-Bethio, a été retenue (cf. plan de situation) et après caractérisation cartographique des sols (J.Y. LE BRUSQ 1980), un site

FIG. n°1 CARTE DE SITUATION



Extrait de la carte IGN 1/200 000

feuille Saint Louis

SAINT-LOUIS

caractéristique a été choisi sur lequel une série de cinétiques d'infiltration et resuyage au Müntz ont été menées pendant trois années successives : la première avant la mise en culture puis après 1 et 2 années de riziculture.

TABLEAU 1 : Situation morphologique des sites de mesure.

Position sur le schéma	Morphologie	Nom vernaculaire	Type de sol	Texture	Dénomination du site étudié
1	Formations dunaires anciennes	DIERI	Sols bruns et à brun-rouges sub-arides	Très sableux	SAVOIGNE:COG 5
2	Glacis de raccordement Dune-Cuvette	DJEDJOGOL	Sol Peu Evolué Hydromorphe ou Sol Hydromorphe à pseudogley	Sableux	DAGANA : CDA 5
3	Cuvette de décantation	HOLLALDE	Vertisol	Argileux à très argileux	TILENE :CTi 3 DAGANA :CDA 4
4	Fluvio-deltaïque bas	FONDE OUAKDJIDIOU	Sol Hydromorphe ou Vertique	Argileux à limono-argileux	DAGANA :CDA 2
5	Fluvio-deltaïque haut	FONDE RANERE	Sols Hydromorphes à pseudogley.	Limono-sableux	DAGANA :CDA 1
6	Petites levées subactuelles	DIACRE	Sol Peu Evolué Hydromorphe-vertique ou salé	Sablo-limoneux	TILENE :CTi 6
7	Lit mineur	-	Brut d'apport alluvial	Sableux.	

## II. MATERIEL ET METHODE DE MESURE :

Le choix de la méthode de mesure de l'humidité des sols à l'aide de la sonde à neutrons pour la détermination des caractéristiques hydriques des sols "in situ" répond aux impératifs de l'expérience : ne pas perturber les sites de mesure et pouvoir répéter l'expérimentation sur les mêmes sites d'une année sur l'autre. Sur chaque site étudié un tube de pénétration de sonde à neutrons a été mis en place après forage à la tarière, à 3,50 m. Une mesure d'humidité pondérale a été effectuée simultanément tous les 10 cm. En vue d'assurer leur protection, les tubes ont dû être protégés d'une cage métallique fichée dans le sol.

Sur les sites, une expérimentation au Müntz géant a été mise en oeuvre périodiquement. Cette méthode a été retenue en raison de l'analogie que présente le mode d'apport de l'eau, avec la submersion des sols telle qu'elle est pratiquée ici en riziculture.



## 2.1. Dispositif d'infiltration

Le dispositif Müntz comprend deux anneaux métalliques concentriques fichés dans le sol (cf. Fig. 2) :

- Un anneau central de 1 m<sup>2</sup>
- Un anneau de garde de 5 m<sup>2</sup>

L'apport d'eau à niveau constant est assuré par deux fûts métalliques de 200 litres fermés hermétiquement, fonctionnant en vase de Mariotte ; ils assurent un apport d'eau qui maintient une lame d'eau à un niveau constant au-dessus du sol. La distribution de l'eau dans les deux anneaux est faite par un tube perforé qui assure une répartition régulière de l'eau sur le sol en début d'humectation.

Un tuyau transparent placé verticalement entre le haut et le bas du fût permet de suivre les variations du niveau de l'eau dans le récipient donc de connaître le volume total et le débit. Les mesures neutroniques sont effectuées régulièrement avant, pendant et après l'infiltration pour suivre la cinétique d'infiltration sur 250 cm de profondeur. En fin de cycle, le sol est couvert pour limiter l'évaporation et la cinétique de ressuyage est suivie au-delà de la capacité de rétention. L'humidimètre à neutrons utilisé est une sonde SOLO 20 de 40 mci ; les mesures sont faites en temps long (80 sec.), avec réflecteur.

## 2.2. Principe de la méthode neutronique

La mesure de l'humidité du sol à la sonde à neutrons consiste à émettre, à l'aide d'une source radio-active, un flux de neutrons rapides qui, lors de leur passage dans le sol, sont ralentis par certains noyaux des éléments du sol et en particulier par l'hydrogène de l'eau. La mesure effectuée résulte donc de paramètres qui relèvent de la matrice sol proprement dite et de l'eau du sol : les paramètres de la matrice sol dépendent de la densité apparente et de la composition chimique du sol. La méthode d'étalonnage mise au point au C.E.N. de Cadarache consiste à mesurer directement les caractéristiques d'absorption  $\Sigma a$  et de diffusion  $\Sigma d$  par passage d'un échantillon de 300 g de sol sec tamisé à 2 mm dans un bloc de graphite au centre duquel est placée une source d'Amercium-Beryllium. Ces caractéristiques déterminées, on calcule une courbe d'étalonnage donnée par la formule :

$$N = (\alpha D_s + \beta) H v + (\gamma D_s + \delta) o u$$

$D_s$  est la densité apparente sèche de l'échantillon considéré.

Les coefficients d'étalonnage correspondant aux différents sites de mesure sont donnés en annexe, ainsi que les densités apparentes in situ.

Le traitement informatique des mesures a été effectué à l'Antenne ORSTOM du Centre d'Etudes Nucléaires de Cadarache par Melle. S. DOULBEAU et Mr. VALLERIE.

## 2.3. Définition des paramètres utilisés

- Débit d'infiltration :

Le débit d'infiltration est calculé à partir des lectures de niveau dans le fût lors de l'infiltration. Ces lectures en cm sont reportées sur la droite d'étalonnage du fût pour obtenir les volumes débités. Les volumes infiltrés tiennent compte d'une évaporation moyenne de 12 mm/jour.

- Vitesse d'avancement du front d'humectation :

La méthode d'évaluation utilisée est celle du profil théorique médian : on considère que le front d'humectation se situe à l'intersection entre le profil neutro-nique à la date considérée et un profil théorique médian entre le profil initial et le profil à saturation apparente.

- Humidité à Saturation Apparente (SA)

Elle est définie par l'enveloppe maximale des profils hydriques.

- Humidité à la Capacité de Rétention (CR)

Lors de la phase de ressuyage, pour chaque profondeur de mesure, on reporte les valeurs d'humidité volumique en fonction du temps en coordonnées semi-logarithmiques ( $\log H_v = f(t)$ ). La phase de cinétique lente ressort sous forme linéaire, l'ordonnée à l'origine de cette droite donne la Capacité de Rétention. En reportant la valeur de la CR ainsi trouvée sur la courbe  $\log H_v = f(t)$ , on en détermine la date pour la profondeur considérée. Une date moyenne est ensuite déterminée pour l'ensemble du profil.

- Humidité aux pF

Les valeurs de pF données dans les tableaux des résultats analytiques sont celles obtenues au laboratoire (humidité pondérale). Les valeurs utilisées dans les calculs et celles figurant dans les tableaux des caractéristiques hydriques à différents pF sont exprimées en humidité volumique à partir des pF labo et des densités apparentes "in situ" (méthode du cylindre ou du densitomètre à membrane) utilisées dans le calcul des équations des droites d'étalonnage de la sonde figurant en annexe.

- Réserve en eau utile (RU)

Elle est déterminée par différence entre les humidités volumiques à la Capacité de Rétention (CR) et à pF 4,2 (pF 4,2) :  $RU = CR - pF 4,2$ .

- Porosité

- . La porosité totale est calculée à partir des densités réelles et des densités apparentes in situ. Elle peut être comparée aux humidités volumiques à saturation apparente.
- . La microporosité est définie par l'humidité volumique à la CR
- . La macroporosité est définie par la différence des humidités volumiques à SA et à la CR :  $Macrop = SA - CR$ .
- . La porosité disponible (PD) est définie par la différence des humidités volumiques à SA et à pF 4,2 :  $PD = SA - pF 4,2$ . Elle correspond aussi à la réserve utile plus la macroporosité :  $PD = RU + Macrop$ .

- Densités Apparentes :

Les valeurs figurant dans les tableaux de résultats analytiques sont les densités apparentes sur motte effectuées au laboratoire. Les densités apparentes utilisées dans les calculs d'humidité volumique et de porosité totale sont les densités apparentes "in situ" relevées au cylindre ou au densitomètre à membrane. Elles sont données en annexe avec les droites d'étalonnage de la sonde à neutrons.

### III - CARACTERISATION DU SITE ETUDIE (CTI 3

#### 3.1. Caractérisation Pédologique

##### 3.1.1. Description du profil CTI 3

Ce profil est situé sur les parcelles où ont été menées les expérimentations.

- 0 - 2/5 cm : Sec, brun foncé, quelques taches ocres, matière organique non directement décélabale, aucune effervescence, texture très argileuse, structure polyédrique subanguleuse nette, moyenne à tendance grumeleuse, cohérent, poreux, compact, non calcaire sur l'ensemble du profil.
- 2/5 - 15/20 cm : Sec, brun foncé, quelques taches ocres, matière organique non directement décélabale, texture très argileuse, structure nette prismatique moyenne, quelques fentes, agrégats à pores nombreux, tubulaires et inter-agrégats, transition nette.
- 15/20 - 30 cm : Frais, brun plus foncé, taches ocres et grises, matière organique non directement décélabale, texture argileuse, structure mal définie à petites faces obliques d'alignement horizontal, très compact.
- 30 - 35/37 cm : Frais, horizon de transition de couleur hétérogène gris-clair à gris-foncé ; horizon plus clair sur 1 ou 2 cm à la base discontinue, texture argilo-sableuse, structure très massive à éclats, très compact à l'état sec.
- 35/37-60/70 cm : Sec, horizon bariolé, rouge lie de vin dominant, à taches ocre rouille et blanches verticales et arrondies, texture sableuse, structure particulière, transition distincte et irrégulière.
- 60/70 - 90 cm : Frais, horizon hétérogène, dominante ocre-jaune, ocre-rouille, légèrement indurés, concentrique, peu nombreux, transition distincte et irrégulière.
- 90 - 125 cm : Humide, horizon à nombreuses taches ocres jaunes et blanches taches jaunes horizontales, texture sableuse, structure particulière, limite de battement de nappe. Transition nette.
- 125 - 135 cm : Humide, horizon blanc délavé, sans tache, texture sableuse.
- 135 - 155 cm : Gley gris avec passées plus foncées, odeur de sulfures, nappe à 140 cm.
- 155 - 160 cm : Niveau de tourbe, racines décomposées, odeur de sulfure.
- 160 cm : Gley sableux gris bleuté.

##### 3.1.2. Résultats Analytiques

Tableau n° 1 - CTI 3 : Résultats analytiques

Profondeur cm	0-2/5	2/5-15/20	15/20-30	30-35/37	35/37-60/70	55 (1)	56 (2)	60/70-90	90-125	125-135	135-155	155-160
<b>GRANULOMETRIE %</b>												
Humidité	2,5	3,3	2,8	1,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	3,0
Argile	53,0	57,9	47,5	21,3	7,0	4,8	3,3	1,4	0,8	1,3	1,8	5,8
Limon fin	14,3	9,5	11,0	4,8	2,1	1,4	1,0	0,6	0,4	0,6	0,3	1,3
Limon grossier	3,8	6,7	4,7	1,5	0,8	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,4	1,9
Sable fin	19,7	14,9	20,4	44,4	53,4	43,9	49,5	73,1	59,1	76,7	78,8	58,0
Sable grossier	5,8	6,3	13,0	28,0	37,0	49,9	45,2	23,7	37,9	20,6	18,3	28,4
<b>MATIERE ORGANIQUE</b>												
Matière Organique %	1,6	1,5	1,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>SOLUTION DU SOL (Extrait 1/5)</b>												
pH	7,5	7,4	7,4	7,1	7,0	6,6	6,7	6,5	5,7	5,6	3,3	2,3
E.C. $\mu\text{mhos/cm } 25^\circ$	180	210	200	175	120	175	110	850	510	70	950	5400
$\text{Cl}^-$ mg/l	0,82	1,03	0,82	0,66	0,70	0,88	0,60	1,60	2,54	3,34	2,80	13,2
$\text{SO}_4^{--}$	-	-	-	-	-	0,43	-	9,43	0,43	1,29	6,86	62,6
$\text{CO}_3\text{H}^-$	0,45	0,40	0,40	0,35	0,20	0,10	0,15	0,15	0,10	0,10	0,00	0,00
$\text{Ca}^{++}$	0,30	0,28	0,32	0,32	0,38	0,50	0,32	11,30	1,82	1,58	2,31	14,8
$\text{Mg}^{++}$	0,38	0,40	0,40	0,32	0,40	0,18	0,28	0,16	0,32	0,44	0,88	7,00
$\text{K}^+$	0,16	0,20	0,21	0,20	0,07	0,07	0,15	0,05	0,07	0,12	0,02	0,15
$\text{Na}^+$	1,22	1,40	1,59	1,30	0,76	0,79	0,54	0,80	2,22	3,10	3,10	15,9
Somme Anions	1,27	1,43	1,22	1,01	0,90	1,41	0,75	11,18	3,07	4,73	9,66	75,80
Somme cations	2,06	2,28	2,52	2,14	1,68	1,54	1,29	12,31	4,43	5,24	6,31	37,85
<b>ANALYSES PHYSIQUES</b>												
pF 4,2 H <sub>2</sub> O %	16,2	17,7	15,4	6,3	2,1	-	-	-	-	-	-	7,3
pF 3,0 "	22,8	24,4	22,4	9,9	3,4	-	-	-	-	-	-	7,4
pF 2,5 "	29,9	32,6	29,3	13,6	5,0	-	-	-	-	-	-	10,0
Perméabilité Labo (cm/H)	0,9	0,6	0,3	0,2	0,5	-	-	-	-	-	-	34,8
(1) Taches rouges entre 40 et 60												
(2) Taches blanches entre 40 et 60												

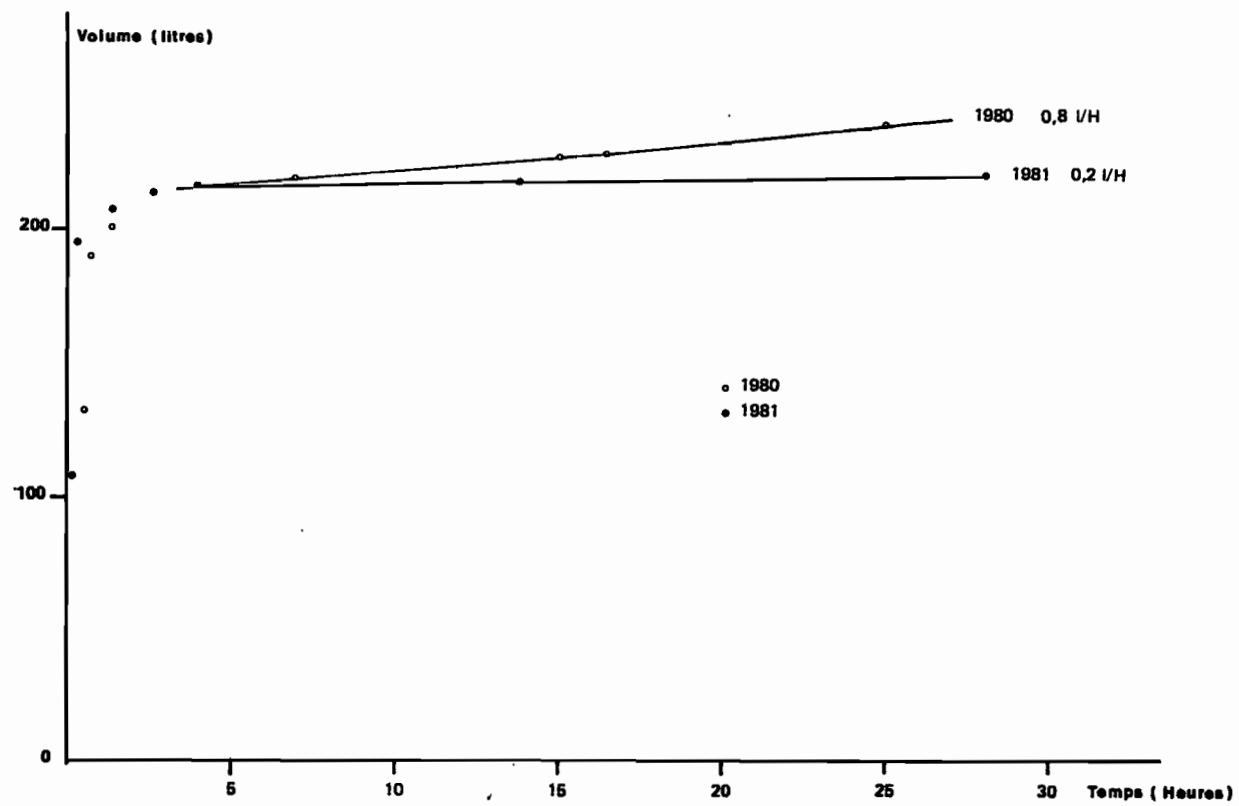
3.1.3. Caractéristiques physico-hydriques

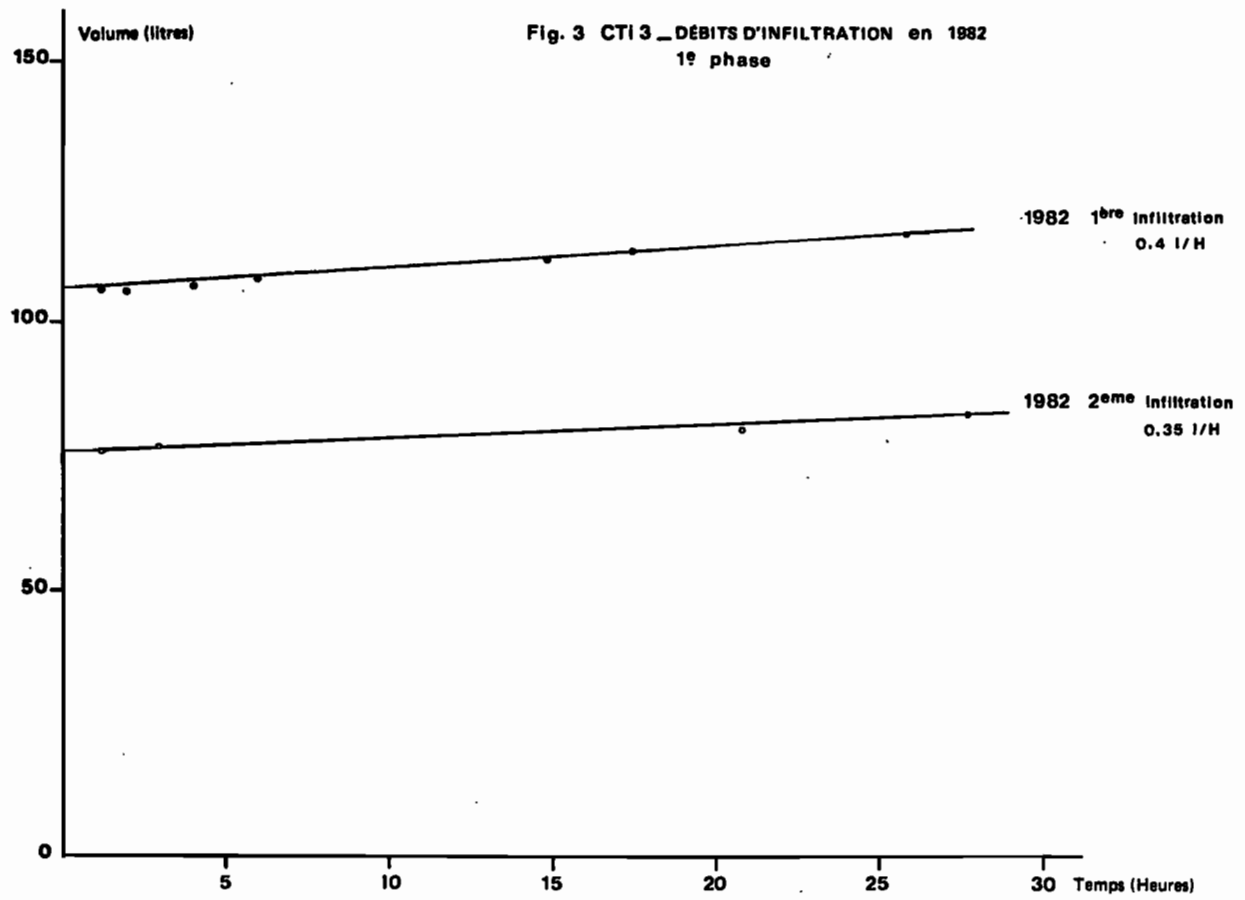
Tableau n° 2 : Teneur en eau à différents pF.

Profondeur cm	H.v %		
	pF 4,2	pF 3,0	pF 2,5
10	21,4	29,5	39,4
20	22,2	32,2	42,2
30	9,3	14,6	20,1
40	3,7	6,0	8,8
50	3,5	5,7	8,4
60	3,4	5,6	8,2
70	3,4	5,4	8,0
80	3,4	5,4	8,0
90	3,4	5,4	8,0
100	3,4	5,4	8,0
110	3,4	5,4	8,0
120	3,4	5,4	8,0
130	3,4	5,4	8,0
140	3,4	5,4	8,0
150	3,4	5,4	8,0

Ces valeurs sont calculées avec les densités apparentes utilisées pour la détermination des droites d'étalonnage de la sonde à neutrons (voir annexe).

Fig. 2 CTI 3 \_DÉBITS D'INFILTRATION  
1<sup>ère</sup> phase 1980 - 1981





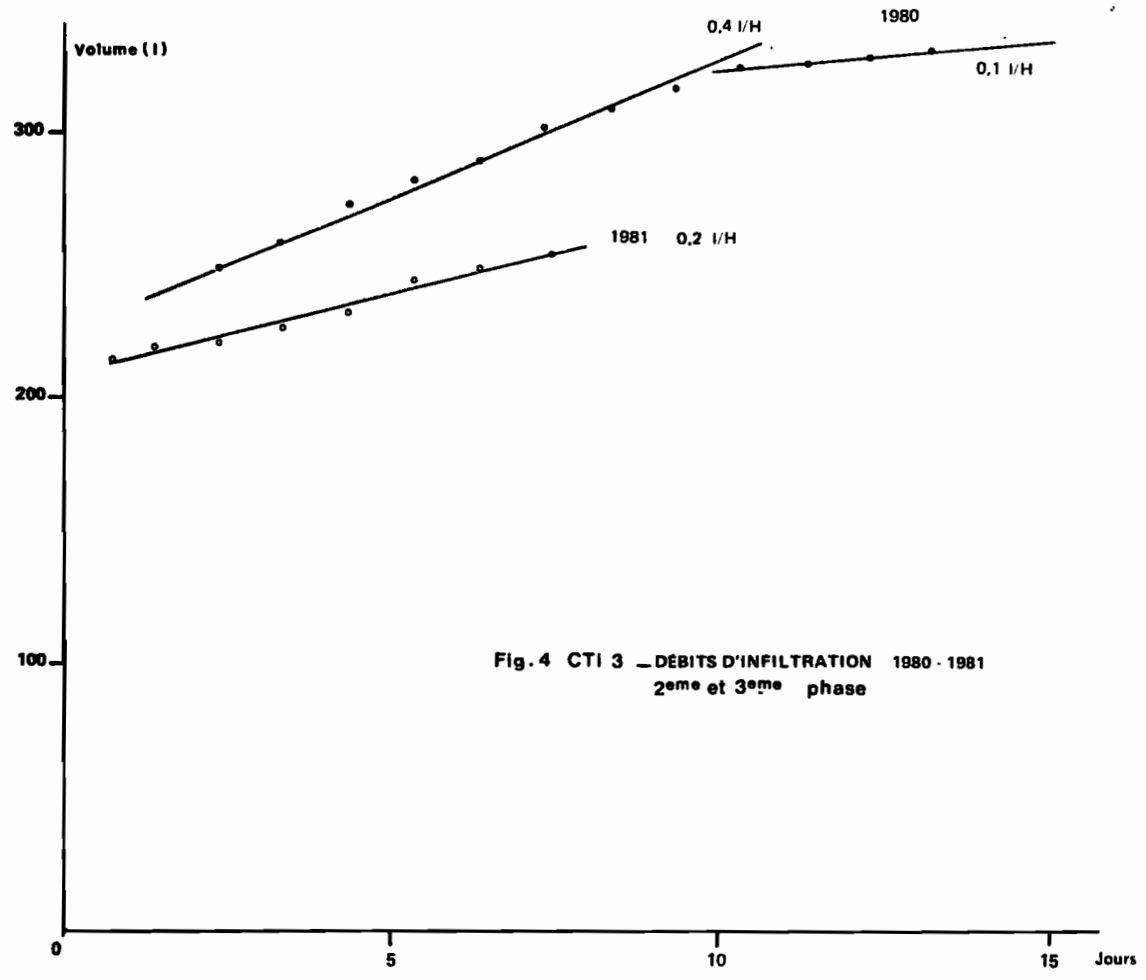


Fig. 4 CTI 3 - DÉBITS D'INFILTRATION 1980 - 1981  
2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> phase



### 3.2. Débit d'infiltration

Tableau n° 3 : CTI 3 - Débits d'infiltration

Année	Date	Durée (J)	Volume (l) infiltré	débit (l/h)	
				1ère phase	2ème phase
1980	25-3 au 09-4	15	313	0,8	0,4
1981	23-4 au 30-4	7	252	0,3	0,2
1982	10-6 au 22-6	12	156	0,4	-
1982	29-6 au 05-7	6	123	0,35	-

En 1980 et 1981, les infiltrations se sont déroulées normalement.

En 1982, en raison d'une panne de sonde, nous avons dû interrompre les mesures neutroniques au bout de 17 h d'infiltration ; nous avons néanmoins continué l'infiltration jusqu'au 22 Juin ; en fait, pendant cette période le débit du fût a correspondu à l'évaporation journalière du Müntz. L'apport d'eau a été arrêté du 22 Juin au 29 Juin, date à laquelle l'infiltration a pu reprendre.

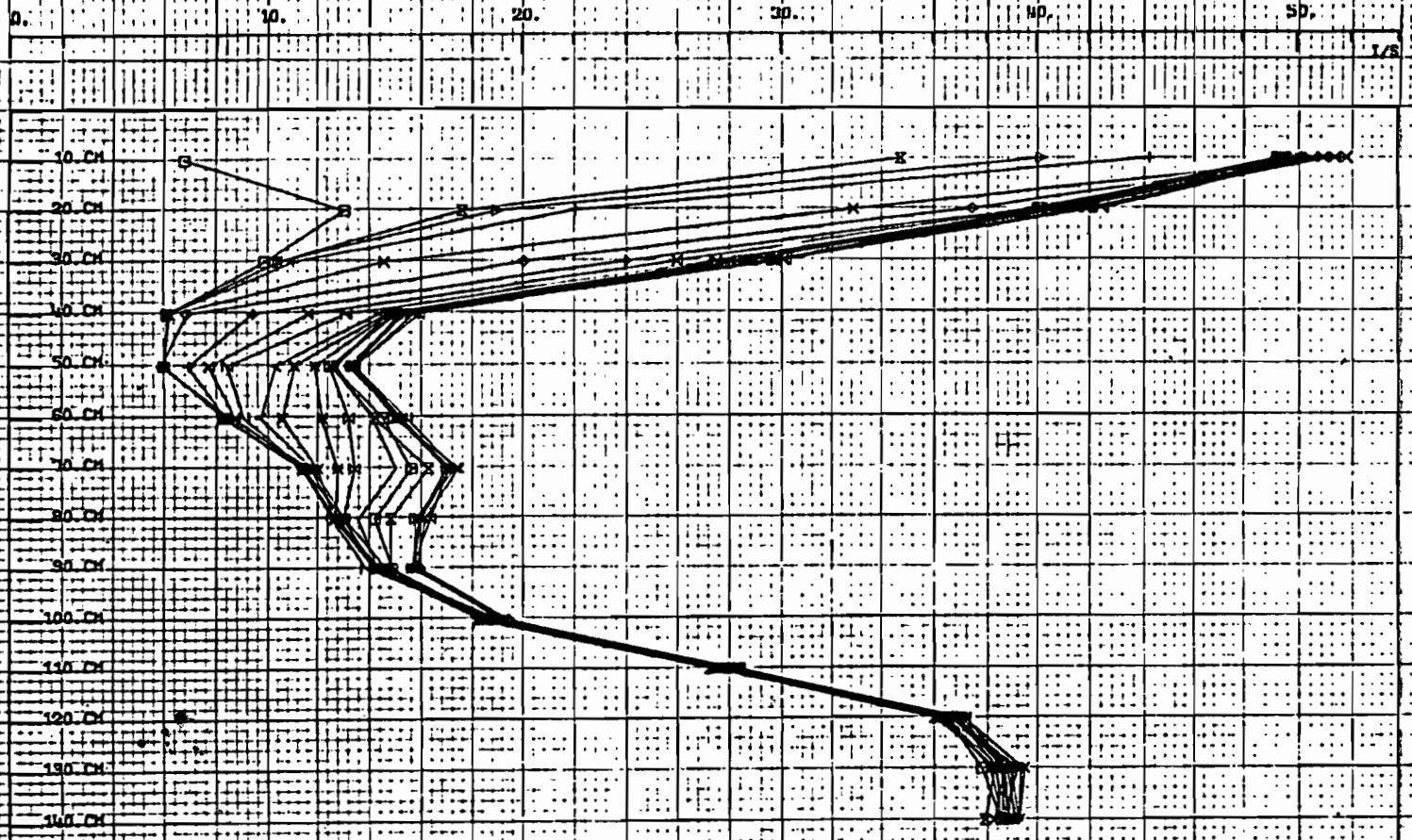
Cet incident rend la comparaison des débits d'infiltration entre les trois années plus aléatoire sur la durée totale de chaque infiltration. Il est cependant possible de les comparer durant les trente premières heures de la cinétique.

Les figures n°s 2 - 3 et 4 montrent que pour les quatre infiltrations on distingue une période d'environ deux heures avant l'apparition d'une première phase de stabilisation. La comparaison des débits d'infiltration mesurés au cours des quatre répétitions lors de cette première phase stabilisée montre que :

- l'influence de la mise en culture fait apparaître des différences de débit dès la première année : 0,80 l/h en 1980, 0,30 l/h en 1981
- que le débit d'infiltration ne varie plus après la 1ère et la 2ème année de riziculture : 0,38 l/h en 1981 et 0,4 l/h pour la 1ère infiltration de 1982.
- qu'en 1982, les débits d'infiltration sont sensiblement identiques, pour les trente premières heures, entre la première et la deuxième infiltration : première infiltration : 0,4 l/h, deuxième infiltration : 0,35 l/h.

La comparaison des débits sur la durée totale de l'infiltration montre l'existence d'une deuxième phase stable qui dure sur la plus grande partie de la période d'infiltration, le débit est en effet stabilisé à 0,4 l/h en 1980 et 0,2 l/h en 1981.

En 1980, apparaît ensuite une troisième phase, qui commence dix jours après le début de la mise en eau, le débit tombe alors à 0,1 l/h ; l'examen des courbes de la cinétique d'infiltration (humidité en fonction de la profondeur à différentes dates (fig. n° ) ) montre que cette phase débute au moment où l'on atteint la saturation apparente.



CINETIQUE MUNTZ THILENE TUB3 CTI 3

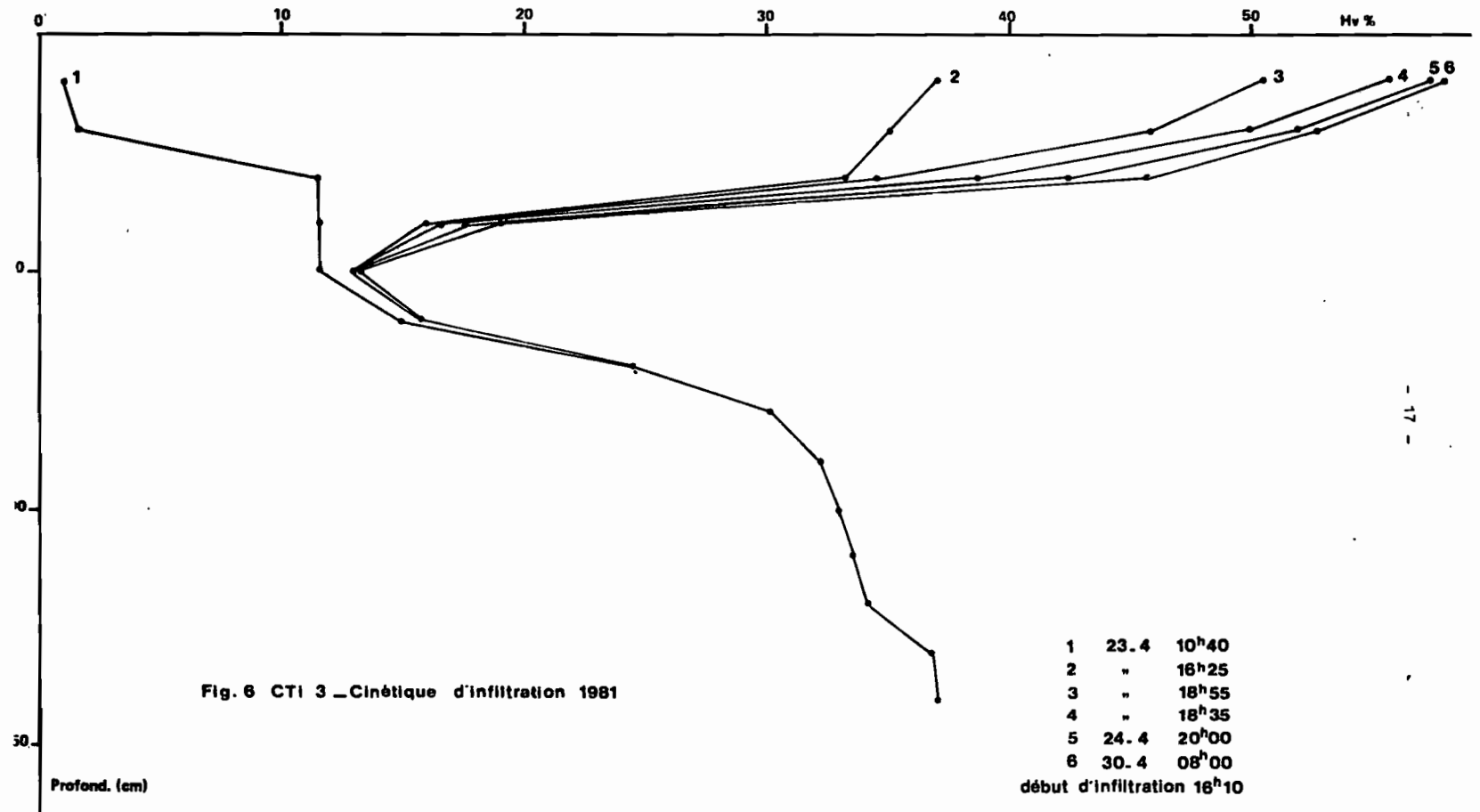
PROFILS NEUTRONIQUES OU HYDRIQUES

SYMBOLE

JOUR

FIG. N°5 CINETIQUE D'INFILTRATION 1980

SYMBOLE	JOUR
B	84.74
E	84.76
P	84.77
+	84.80
X	85.04
O	85.41
*	85.76
N	86.34
<math>\times</math>	86.75
<math>\times</math>	87.35
X	87.79
*	88.35
M	88.75
	89.35
B	89.73
E	90.35
P	91.40
+	93.34
X	94.84
O	95.35
*	96.34
+	97.34
N	99.34



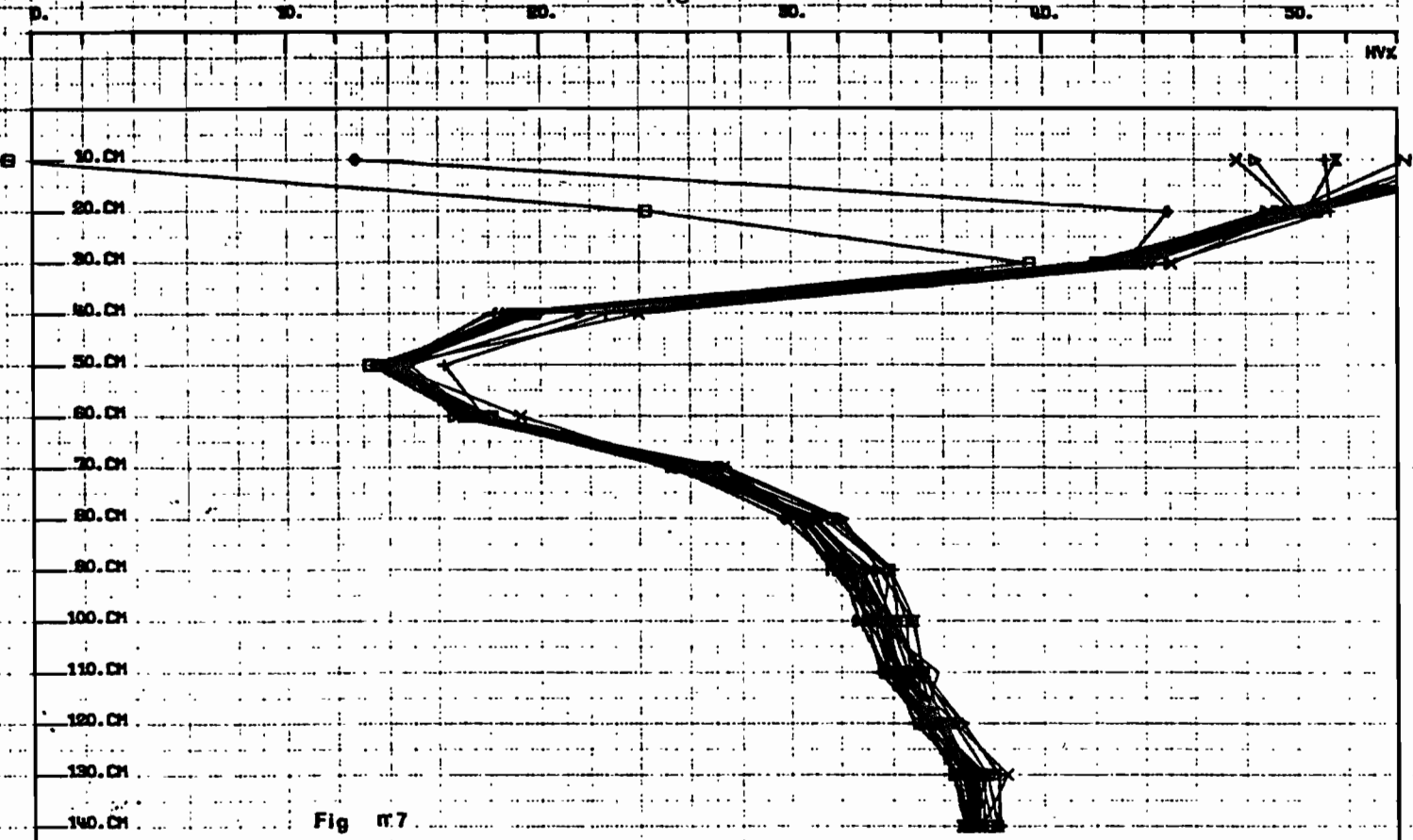


Fig n°7

CINETIQUE MUNTZ THILENE 3 INFILTRATION 1982

PROFILS HYDRIQUES

SYMBOLE	JOUR	HEURE
□	10.06	15.40
×	10.06	16.18
△	10.06	16.55
+	10.06	18.00
x	10.08	20.00
◆	29.06	14.00
+	29.06	16.05
x	29.06	18.00
Z	30.06	8.00
Y	30.06	12.00
x	30.06	18.00
■	1.07	8.00
×	1.07	12.45
■	1.07	18.00
□	2.07	8.00
×	2.07	12.30
△	2.07	18.00
+	3.07	8.00
x	3.07	12.00
+	3.07	18.00
◆	4.07	8.00
x	4.07	12.00
Z	4.07	18.00
Y	5.07	7.30
x	5.07	12.00

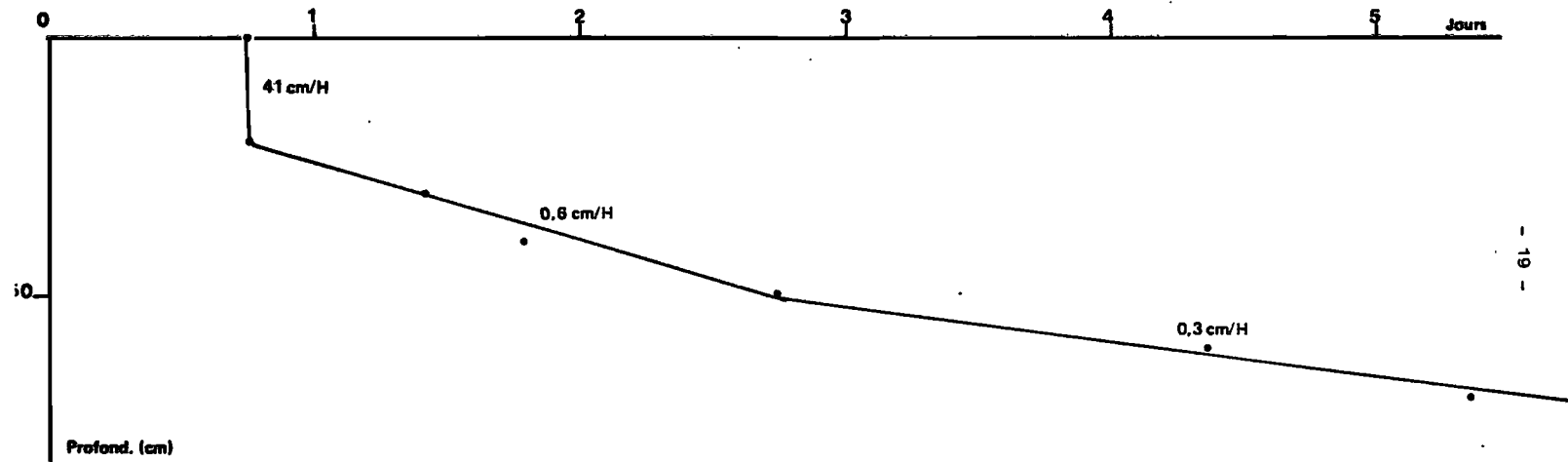


Fig. 8 CT1 3 VITESSE D'AVANCEMENT DU FRONT D'HUMECTATION EN 1980

### 3.3. Vitesse d'avancement du front d'humectation

En raison de la panne de la sonde à neutrons, l'interprétation des courbes d'infiltration n'est possible qu'en 1980 et 1981, soit avant et après un cycle rizicole. En 1980, l'avancée du front se fait rapidement pour les vingt premiers centimètres puis de façon plus progressive pour atteindre cinquante centimètres après quarante huit heures et un maximum de quatre vingt centimètres cinq jours et neuf heures après le début de l'infiltration (Fig. n° 8).

- Par contre, en 1981, le front atteint cinquante centimètres de profondeur quinze minutes après le début de l'infiltration, les quarante premiers centimètres continuant à s'humecter ensuite progressivement pour ~~atteindre la saturation~~ apparente vingt-huit heures après le début de l'infiltration (Fig. n° 6).

Ceci correspond au remplissage des fentes de retrait importantes et profondes et ensuite à l'humectation des prismes qu'elles délimitent.

### 3.4. Saturation Apparente (S.A.)

- La comparaison des profils hydriques initiaux et à saturation apparente (Fig. n°s 9 et 10) montre que les profils de 1981 et 1982 sont similaires entre eux et différents des profils de 1980. On peut donc se limiter à une comparaison avant et après un cycle de riziculture (Fig. n° 11).

La comparaison du profil hydrique à saturation apparente en 1980 et du profil hydrique initial de 1981 montre qu'entre 50 cm et 115 cm, le profil initial de 1981 est beaucoup plus humide que le profil à saturation apparente de 1980 (différence de stock d'eau : 90 mm).

Les relevés piézométriques effectués à proximité du site par J.Y. LE BRUSQ (Fig. n° 12) montrent qu'en Août 1980, la nappe est à 1,50 m de profondeur, elle remonte à 50 cm en Novembre et Décembre 1980 et redescend progressivement à 1,10 m en Avril 1981.

De plus, les profils hydriques montrent l'existence d'un horizon à faible capacité pour l'eau à 40 cm de profondeur, qui correspond, aux variations latérales près, à l'horizon fortement compacté 30-37 cm du profil décrit (P. 9) qui fait la transition entre la partie argileuse superficielle et la partie sableuse profonde du profil.

Il apparaît donc qu'en 1980, seule la partie 0-60 cm du profil a été réellement saturée lors de l'expérience d'infiltration au Müntz.

La partie 50-115 cm du profil a été saturée par remontée de la nappe due à la riziculture (depuis la mise en riziculture la nappe n'est jamais redescendue à son niveau d'Août 1980 (1,50 m), son niveau varie de 0,25 m en Août/Septembre à 1,20 m en Juin).

Tableau n° 4 : CTI 3 - Stock d'eau à saturation apparente.

Profondeur cm		Année						
		0 - 25	25-50	50-100	100-140	0 - 50	0 - 100	0 - 140
Stock mm	1980	119	52,8	81	132,9	171,8	252,8	385,7
	1981	139,7	71,1	128,2	142,2	210,6	338,8	481,0
	1982	142,8	69,8	133,8	145,1	212,6	346,4	491,5

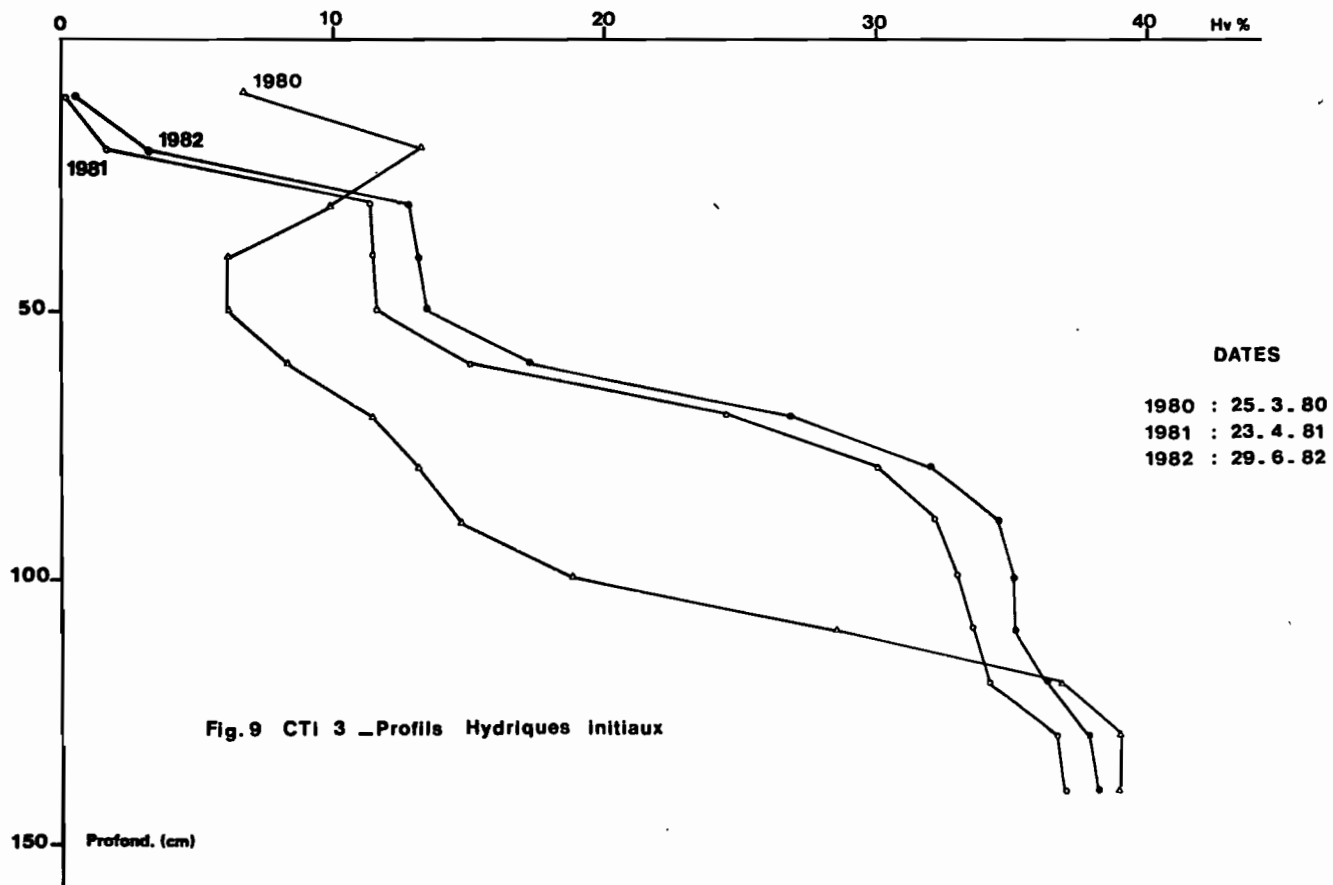
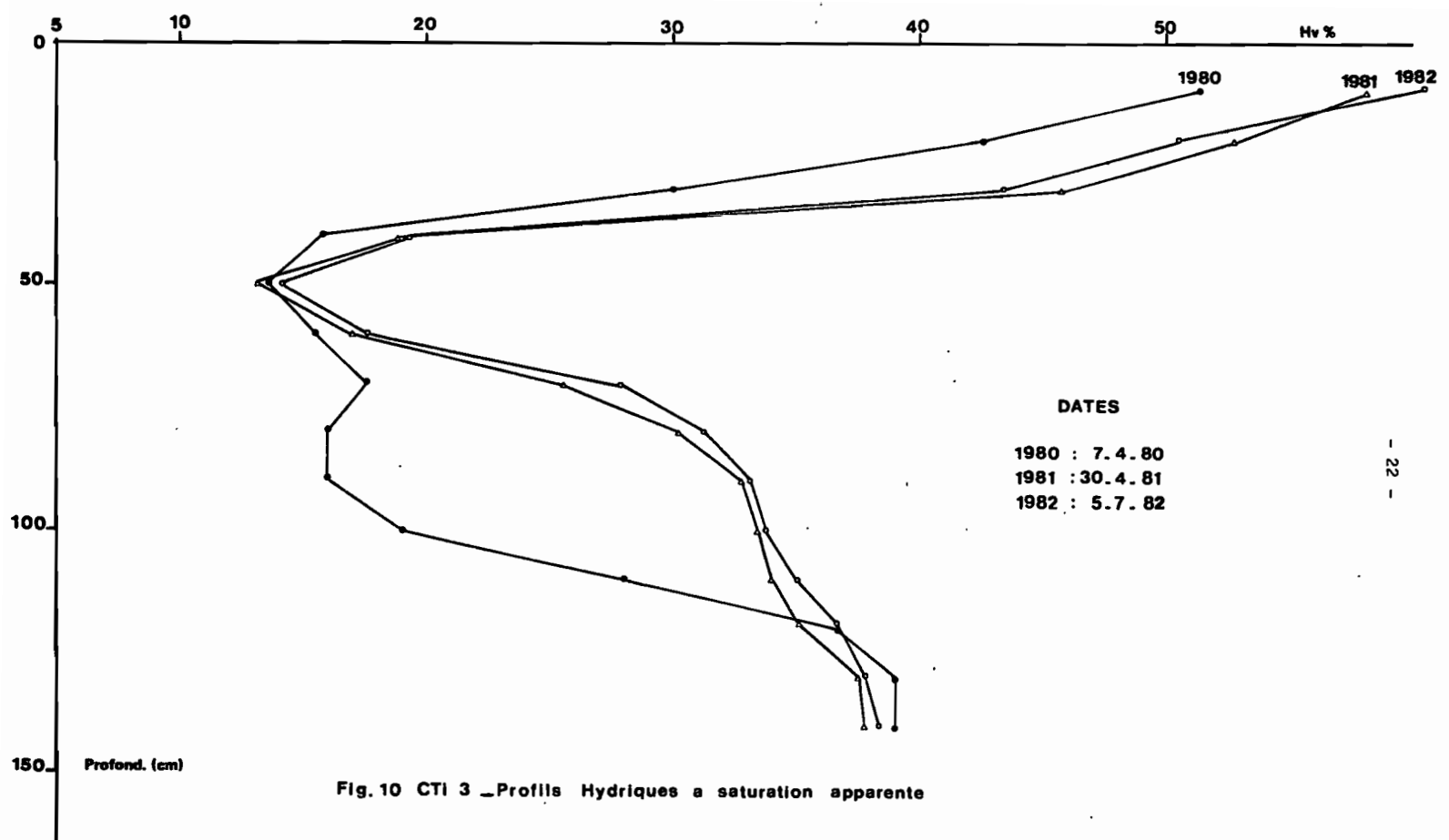


Fig.9 CTI 3 - Profils Hydriques Initiaux

**DATES**

- 1980 : 25. 3. 80
- 1981 : 23. 4. 81
- 1982 : 29. 6. 82



**DATES**  
 1980 : 7.4.80  
 1981 : 30.4.81  
 1982 : 5.7.82

Fig.10 CTI 3 \_Profils Hydriques a saturation apparente



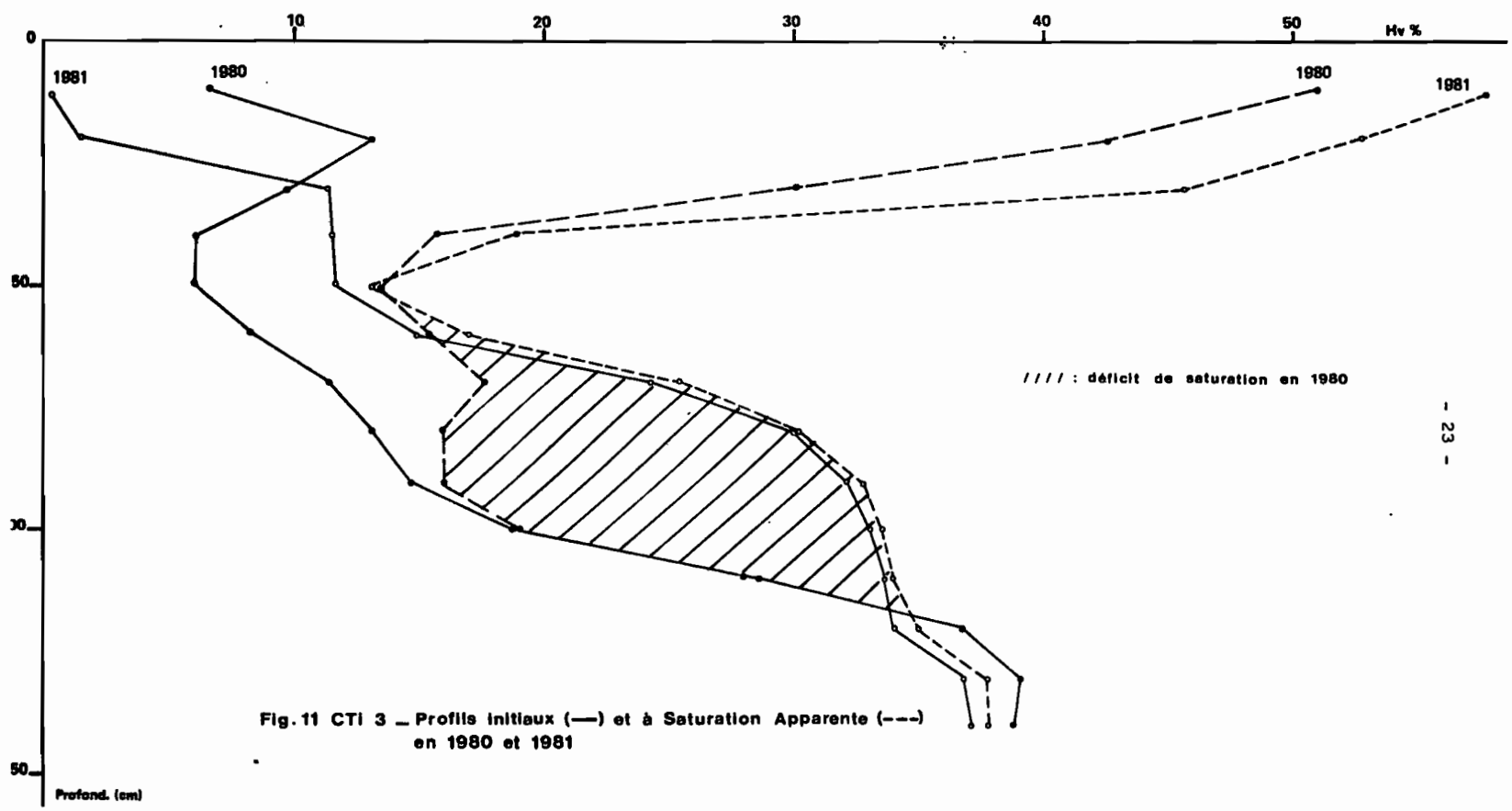


Fig. 11 CTI 3 - Profils initiaux (—) et à Saturation Apparente (---) en 1980 et 1981

Alors qu'en 1980, le premier mètre de sol subissait des variations saisonnières d'humidité, il semble que depuis la mise en riziculture, ces variations n'intéressent plus que les cinquante premiers centimètres superficiels.

Enfin, la partie 115-140 cm du profil était déjà à saturation apparente dans le profil de 1980 et ne varie pas sensiblement ensuite. Cette partie du profil reste à saturation apparente toute l'année comme le montre la similitude des courbes des profils initiaux et à saturation en 1981 et 1982.

Les différences de stock à saturation apparente dans les cinquante premiers centimètres entre l'année 1980 et les années 1981 et 1982 traduisent, elles, un changement des caractéristiques physiques du sol à la suite de la mise en riziculture par submersion (apparition de fentes de retrait plus larges, plus nombreuses, d'où des profils initiaux également plus secs dans les vingt cinq premiers centimètres).

### 3.5. Capacité de Rétention : (CR)

La mesure de la capacité de rétention par cinétique de ressuyage sur ce profil ne s'avère pas possible dans tous les cas. Elle a pu être calculée en 1980 ; en 1981, le ressuyage n'a été suivi que pendant cinq jours ; au cinquième jour, le profil hydrique est encore pratiquement à saturation apparente. En 1982, par contre, le ressuyage a été suivi pendant onze jours mais seule la mesure à 10 cm effectuée 2 heures après le début du ressuyage marque une diminution de la teneur en eau ; cette diminution est davantage due à la disparition de la nappe de charge du Müntz qu'à un réel ressuyage de l'horizon.

En 1980, par contre on a pu suivre une cinétique de ressuyage pendant 27 jours. La capacité de rétention est atteinte en moyenne 8 jours après l'arrêt de l'infiltration pour les quatre vingt centimètres de sol qui se sont ressuyés. Les teneurs en eau à capacité de rétention sont assez proches de celles à saturation apparente, traduisant pour ce sol une assez faible capacité en eau gravitaire.

Tableau n° 5 CTI 3 : Stock d'eau à la capacité de rétention (CR) et à saturation apparente (SA) en mm.

Profondeur cm		Année				
		0 - 25	25 - 50	50 - 80	0 - 50	0 - 80
C R	1980	110,2	45,6	39,9	155,8	195,7
S A	1980	119	52,8	47,5	171,8	219,3

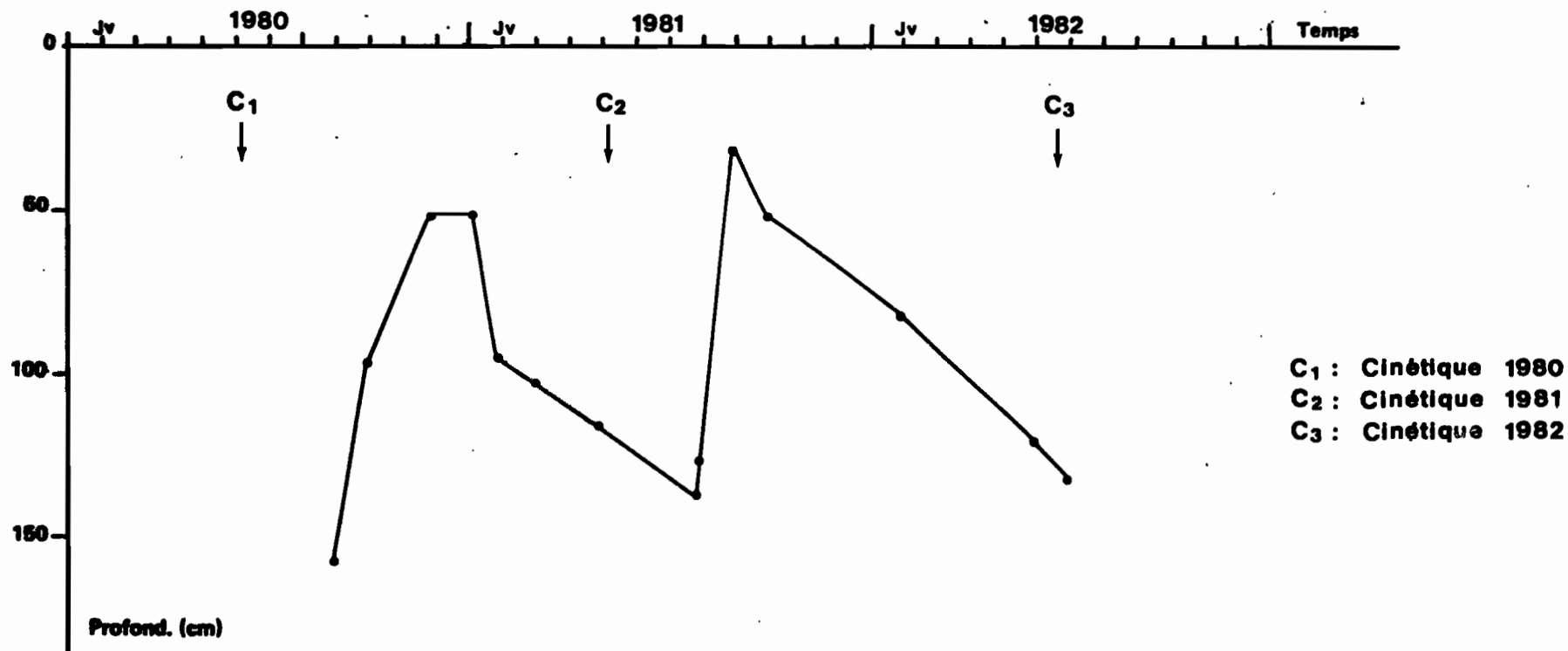
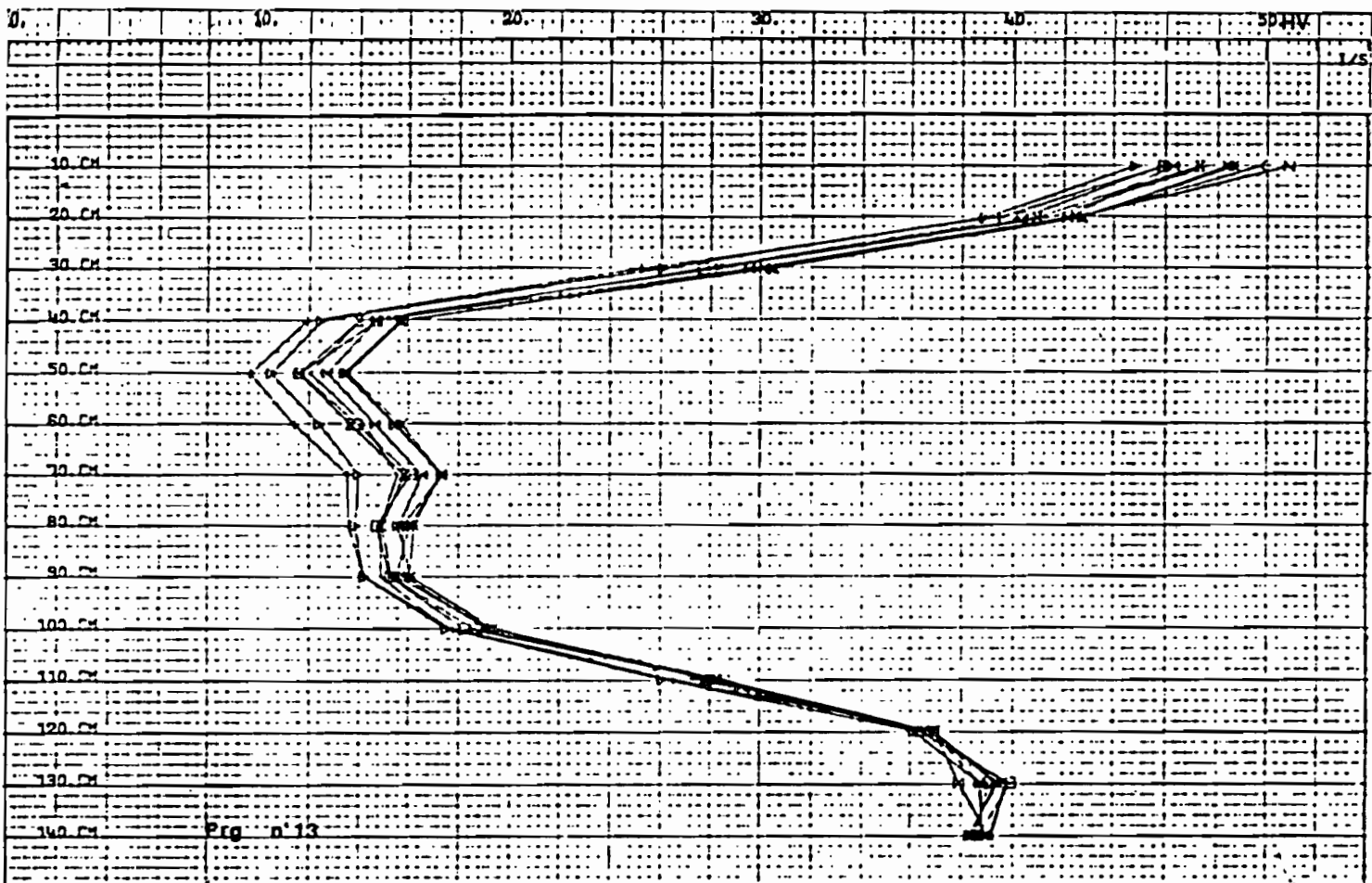


Fig. 12 CTI 3 \_Variations de profondeur de la nappe phréatique 1980-1982 ( J.Y. LE BRUSQ )



CINETIQUE MUNTZ THILENE TUB3 CTI 3 1980

PROFILS NEUTRONIQUES OU HYDRIGUES

SYMBOLE	JOUR
N	99.34
	99.51
X	99.76
	100.50
M	101.62
	102.80
E	109.69
	104.62
D	119.40
	126.81

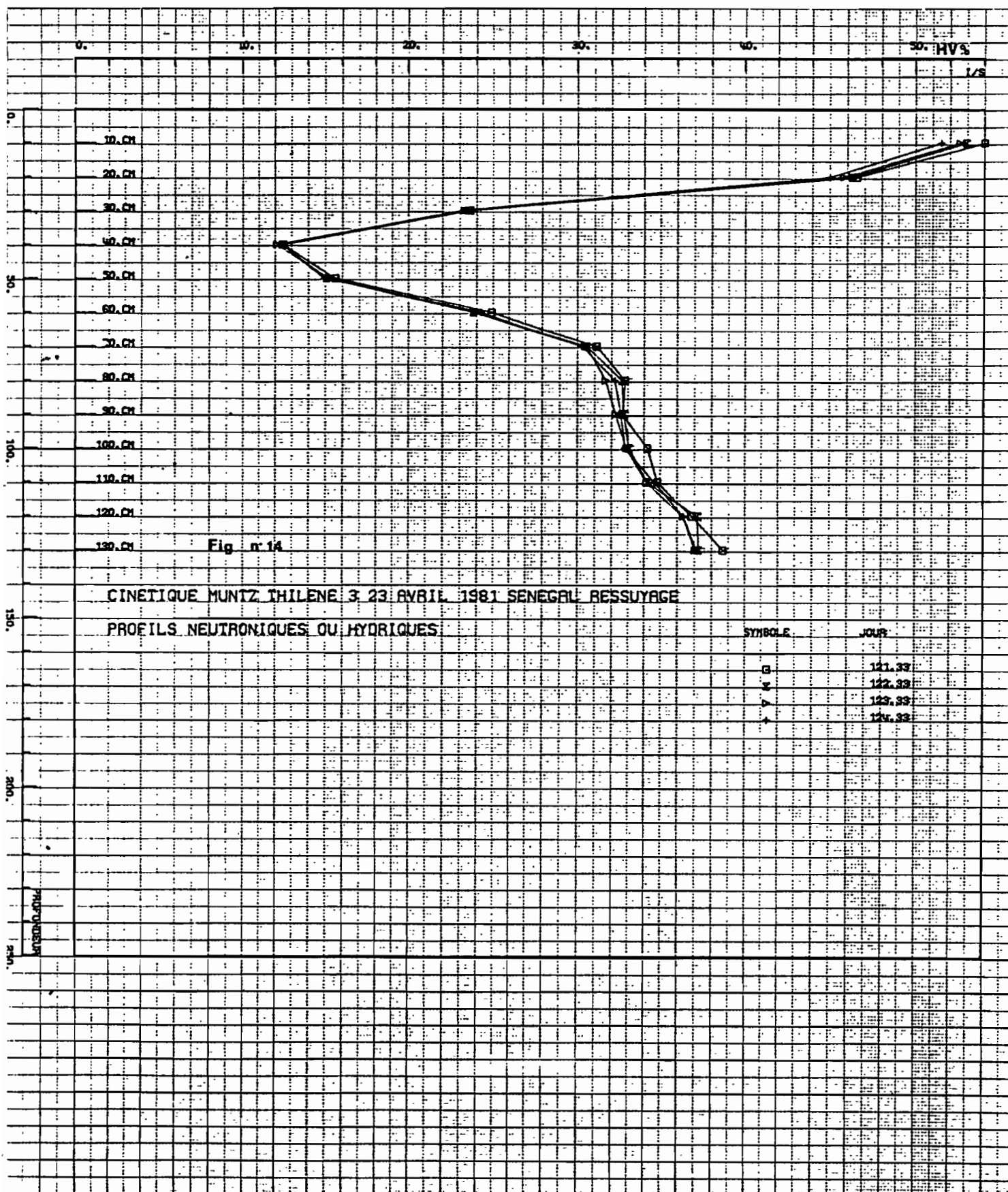


Fig n 14

CINETIQUE MUNTZ THILENE 3 23 AVRIL 1981 SENEGAL BRESSUYAGE

PROFILS NEUTRONIQUES OU HYDRIQUES

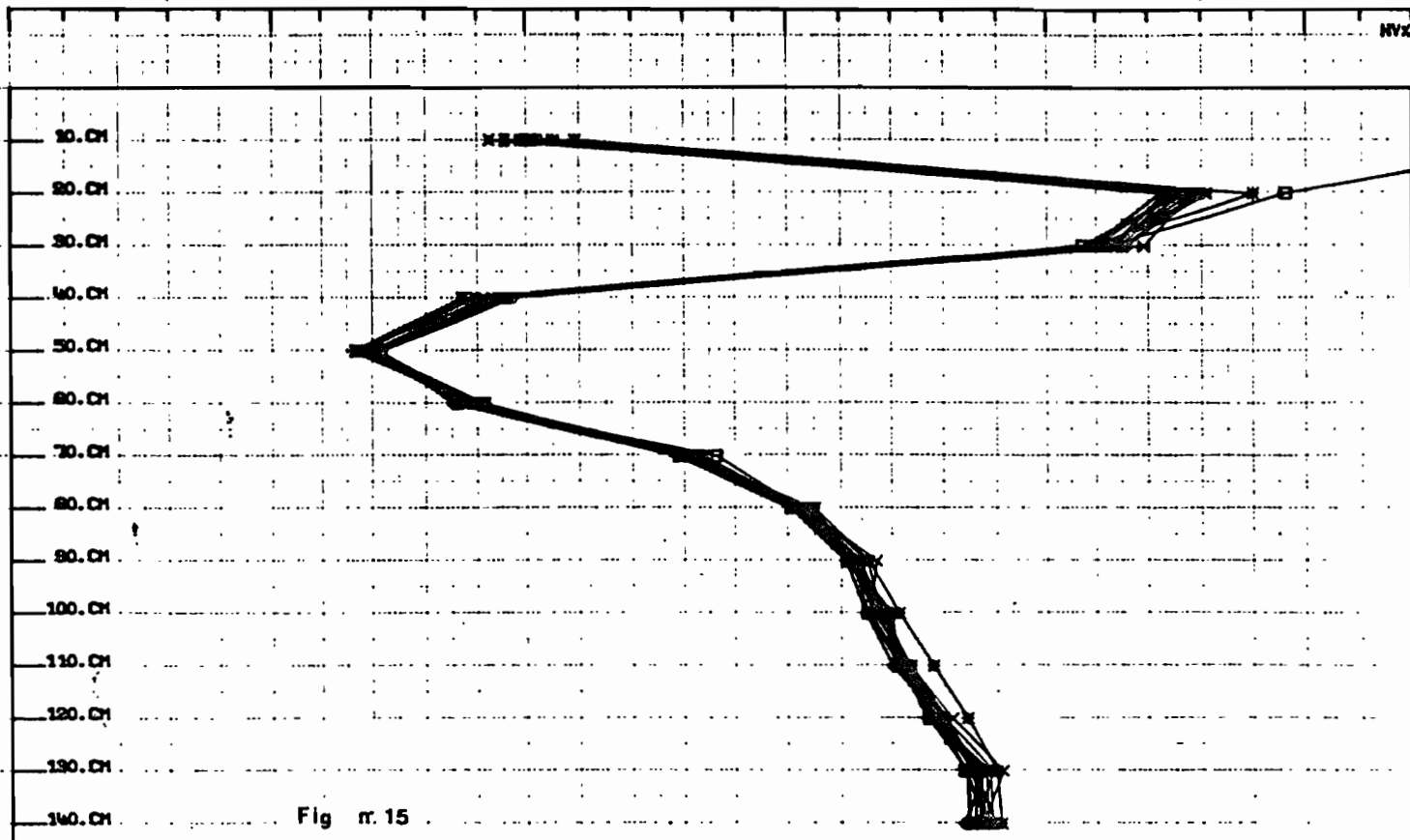


Fig n. 15

### CINETIQUE MUNTZ THILENE 3 RESSUYAGE 1982

#### PROFILS HYDRIQUES

SYMBOLE	JOUR	HEURE
□	5.07	12.00
■	5.07	14.00
▷	5.07	18.00
+	5.07	18.00
x	5.07	20.00
◆	6.07	8.00
+	6.07	12.00
x	7.07	12.00
z	8.07	12.00
γ	8.07	12.00
x	10.07	12.00
■	12.07	12.00
■	13.07	7.00
■	14.07	8.00
□	15.07	8.00
■	16.07	7.00

### 3.6. Porosité

Tableau n° 6 : CTI 3 - Répartition de la porosité du sol en 1980

Profondeur cm	Pd		Microporosité		Macroporosité	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
0 - 25	64,7	25,9	55,9	22,4	8,8	3,5
25 - 50	38,0	15,2	30,8	12,3	7,2	2,9
50 - 80	37,3	12,4	29,7	9,9	7,6	2,5
0 - 50	102,7	20,5	86,7	17,3	16,0	3,2
0 - 80	140,0	17,5	116,4	14,6	23,6	2,9

(1) Exprimé en mm de stock d'eau pour la tranche de sol considérée  
 (2) Porosité moyenne en pourcent pour la tranche de sol considérée.  
 Pd : Porosité disponible : Teneur en eau à SA - Teneur en eau à pF 4,2

Tableau n° 7 : CTI 3 - Porosités totales comparées

Profondeur cm	Pd %			Pt. mesurée %			Pt. calculée %
	1980	1981	1982	1980	1981	1982	
10	29,6	36,6	40,2	51	58	61,6	53,4
20	20,3	30,5	28,2	42,5	52,7	50,4	44,6
30	20,9	30,4	34,1	30,2	45,7	43,4	43,0
40	12,1	15,1	15,6	15,8	18,8	19,3	32,3
50	10,0	9,6	10,7	13,5	13,1	14,2	35,4
60	12,1	13,1	14,2	15,5	16,5	17,6	36,9
70	14,0	22,0	24,5	17,4	25,4	27,9	38,4
80	12,4	26,8	27,8	15,8	30,2	31,2	38,4
90	12,5	29,4	29,7	15,9	32,8	33,1	38,4
100	15,7	30,1	30,3	19,1	33,5	33,7	38,4
110	24,9	30,6	31,6	28,3	34,0	35,0	38,4
120	33,5	31,7	33,1	36,9	35,1	36,5	38,4
130	35,4	34,1	34,1	38,8	37,5	37,5	38,4
140	35,5	34,3	34,9	38,9	37,7	38,3	38,4

Pt. mesurée : Porosité totale mesurée - Teneur en eau à SA  
 Pt. calculée : (densité réelle. densité apparente)/densité réelle.

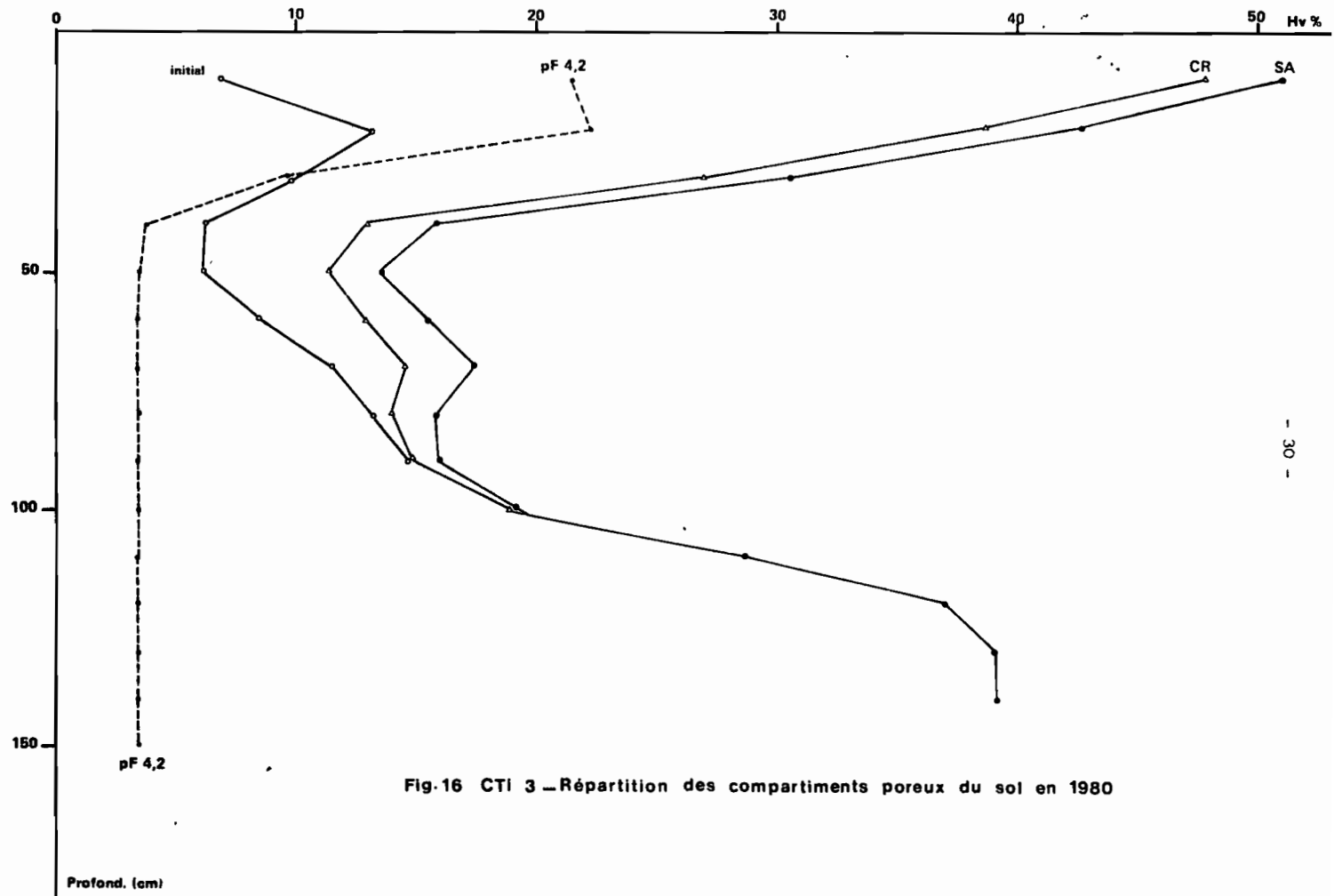


Fig.16 CTI 3 - Répartition des compartiments poreux du sol en 1980



L'évolution des porosités totales mesurées, comparées aux porosités totales calculées montre bien qu'en 1980, la tranche de sol 80-120 cm n'avait pas été amenée à saturation alors qu'elle l'a été en 1981 et 1982 par suite de la remontée de la nappe phréatique ; la tranche 120-140 cm demeure elle à saturation toute l'année, sous l'effet de la nappe,

Par contre, pour la tranche de sol de 40 à 70 cm, les valeurs de Porosité totale mesurée ne concordent pas avec les valeurs calculées. Il ne fait pourtant pas de doute que l'ensemble du profil a été amené à saturation apparente. Il semble donc que pour la tranche de sol 40-70 cm (qui correspond au niveau où se trouve l'horizon compact) les porosités calculées sur sol sec ne correspondent pas à l'état du sol "in situ" lors de l'infiltration (sol humide) ou que l'on est en présence d'un horizon à porosité fermée.

#### IV - CONCLUSION

Ce type de sol hydromorphe à gley profond, de texture argileuse en surface, présente des débits d'infiltration très faibles (0,8 l/h) en état naturel qui diminuent encore dès la première année de riziculture (0,3 l/h).

En 1980, avant la mise en riziculture, l'infiltration a permis d'humecter 1 m de sol avec une vitesse d'avancement du front de 0,3 à 0,6 cm/h alors qu'après un cycle rizicole, le sol se sature rapidement sur les cinquante premiers centimètres, le reste du profil étant resté à saturation du fait de la remontée de la nappe phréatique lors de la 1ère mise en eau de la rizière.

En 1980 et 1981/1982, la capacité en eau à saturation apparente a légèrement augmenté pour la tranche de sol de 0 à 50 cm (en dessous, l'augmentation est due au fait qu'en 1980 le sol n'avait pas été saturé lors de l'infiltration).

La capacité de rétention a pu être calculée en 1980 pour les 80 premiers centimètres de sol. Elle apparaît 150 à 250 heures après l'arrêt de l'infiltration et les teneurs en eau sont proches de celles à saturation apparente.

La comparaison des porosités exprimées par les teneurs en eau à saturation apparente aux porosités calculées à partir des densités, montre une bonne concordance entre les deux méthodes d'évaluation sauf pour la tranche de sol 40-70 cm où les valeurs calculées ne reflètent pas la faible capacité pour l'eau de cet horizon.

# A N N E X E

## SITE TILÈNE 3

### Coefficients d'étalonnage

Profondeur	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$
0 - 35	0,73	9,86	117,19	- 90,27
35 - 75	3,52	9,10	62,15	- 60,03
75 - 200	4,13	8,81	50,12	- 50,90

### Densités apparentes in situ

Profondeur	Densité
0 - 15	1,21
15 - 25	1,44
25 - 35	1,48
35 - 45	1,76
45 - 55	1,68
55 - 65	1,64
65 - 200	1,60

### Equations des droites d'étalonnage (Bloc graphite)

Profondeur	Equations
0 - 15	$H_v = 0,093 N - 4,796$
15 - 25	$H_v = 0,091 N - 7,189$
25 - 35	$H_v = 0,091 N - 7,602$
35 - 45	$H_v = 0,065 N - 3,22$
45 - 55	$H_v = 0,066 N - 2,955$
55 - 65	$H_v = 0,067 N - 2,815$
65 - 75	$H_v = 0,068 N - 2,672$
75 - 200	$H_v = 0,065 N - 1,898$

## BIBLIOGRAPHIE

- DANCETTE C. - (1970) - Détermination au champ de la capacité de rétention après irrigation, dans un sol sableux du Sénégal. Agro.Trop. - Vol. XXV n° 3.
- HANON G. - (1978) - Caractérisation hydrodynamique in situ de 2 sols de culture de la région Centre-Nord du Sénégal INRA/BAMBEY - 27 p.
- IMBERNON J. - (1979) - Caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol de la région de Louga.
- LE BRUSQ J.Y. - (1980) - Etude Pédologique des cuvettes de la vallée du Lampsar - ORSTOM/DAKAR, 114 p. + 3 cartes pédologiques et 3 cartes factuelles.
- LONGHI P. - (1978) - Etude de la zone non saturée. Théorie et pratique. BRGM - Département d'Hydrogéologie - 32 p.
- LOYER J.Y., LE BRUSQ J.Y., CHEVAL M. - (1984) - Etude expérimentale de l'influence de la salure chlorurée dans la détermination de l'humidité du sol à l'aide d'un humidimètre à neutrons - ORSTOM/DAKAR - 13 p.
- MARCESSE J. - (1970) - Exploitation des mesures neutroniques pour calculer les bilans hydriques et les doses d'arrosage. GEN/CADARACHE, Service de Radio-Agronomie.
- MARCESSE J., COUCHAT Ph. - (1973) - Etude hydrodynamique des sols à l'aide d'un humidimètre à neutrons automatique. GEN/CADARACHE - Symposium AIEA/VIENNE.
- REBOUR H., DELOYE M. - (1971) - Irrigation de surface et par aspersion. La Maison Rustique - PARIS - 231 p.
- VALET S., MARCESSE J. - (1980) - Prospection hydropédologique amélioration foncière et essai d'irrigation sous cultures en vue de l'aménagement des Terrasses du Fleuve Niger à Tillabery. Agro-Trop. Vol. XXXV n° 2 pp. 115-133.
- ZANTE P. - (1983) - Etude in situ des caractéristiques hydriques d'un sol de DIERI irrigué par aspersion dans la région du Fleuve Sénégal (périmètre de la SOCAS-SAVOIGNE) - ORSTOM/DAKAR - 29 p.
- ZANTE P. - (1984) - Caractérisation et évolution des propriétés hydriques de sols alluviaux de la vallée du Fleuve Sénégal - Périmètre irrigué de DAGANA - ORSTOM/DAKAR.