



PROJET TAÏ

EFFETS DE L'ACCROISSEMENT DES ACTIVITÉS HUMAINES
SUR LA FORÊT DU SUD-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE

MESURES

Programme sur l'homme et la biosphère
UNESCO

**INFILTRATION - RESSUYAGE SUR UN
SOL DE BAS DE PENTE
(TAÏ 2 - 9 DECEMBRE 1978)**

Roland POSS

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPOBOUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B.P.V 51 - ABIDJAN



Janvier 1979

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE D'ADIPODOUME (Côte d'Ivoire)

Laboratoire de Pédologie

INFILTRATION-RESSUYAGE SUR UN SOL DE BAS DE VERSANT
(TAI, 2-9 décembre 1978)

par
Roland POSS

Ce rapport présente les premiers résultats d'une expérimentation menée à TAI avec la collaboration de J. COLLINET. Une deuxième campagne de mesures est prévue vers la fin de la saison sèche, en liaison avec une action du simulateur de pluies (février-mars 79).

1. METHODOLOGIE

1.1. But

Nous avons cherché à préciser certains aspects de la dynamique de l'eau partiellement abordés à l'aide d'un simulateur de pluies.

1.2. Moyen

Nous avons réalisé une expérience d'infiltration-ressuyage à l'intérieur d'un cadre circulaire de 1 mètre carré. L'évolution de l'humidité est suivie à l'aide d'un humidimètre à neutrons. La tension matricielle est relevée sur des tensiomètres.

1.3. Dispositif expérimental

La parcelle est limitée par un cadre circulaire en tôle de 20 centimètres de hauteur enfoncé dans le sol d'environ 5 centimètres. Cette parcelle est située à proximité du site étudié à l'aide du simulateur de pluies, à l'intérieur de la zone arrosée par l'appareil (afin de suivre l'infiltration au cours des pluies simulées de la campagne 79).

Au centre de la parcelle est implanté un tube de sonde à neutrons permettant d'effectuer des mesures jusqu'à 1,35 mètre. Autour de ce tube, à une distance de 20 centimètres, sont enfoncés 7 tensiomètres. Leur profondeur croît de 10 en 10 centimètres entre 15 et 65 centimètres avec une répétition pour les niveaux 15 et 25 (matériel IRROMETER avec manomètres à ressort).

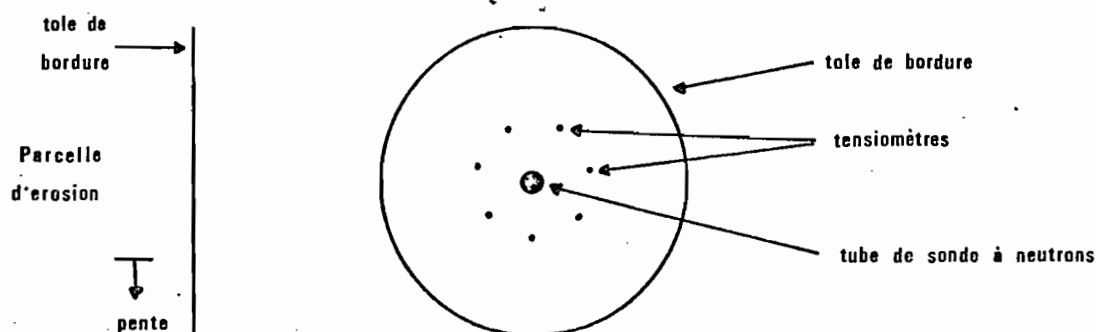


Figure 1 : Dispositif expérimental

1.4. Protocole

Au cours de cette expérimentation en fin de saison des pluies, nous avons voulu suivre l'infiltration et le ressuyage d'une lame d'eau de 500 mm environ apportée par submersion. L'apport s'est effectué en deux temps :

. premier jour : 300 mm environ par tranche de 50 mm, le niveau de l'eau étant maintenu à 5 cm du sol. Le temps nécessaire à l'infiltration de chacun de ces apports est noté.

. deuxième jour : apport de 200 mm environ en deux fois. Le temps nécessaire à l'infiltration de la lame d'eau comprise entre 100 et 50 mm est noté. Les mesures de ressuyage débutent lors de la disparition de la dernière flaque d'eau à proximité du tube de sonde.

L'évolution de l'état d'humidité du sol est suivie à l'aide d'un humidimètre à neutrons HP 310 couplé à une échelle de comptage type ECP 510. Les mesures sont effectuées tous les 10 cm entre 5 et 135 cm. Pour l'infiltration, une mesure a été réalisée avant l'apport d'eau (avec étalonnage à la tarière lors de la mise en place du tube), puis 25, 45 et 90 minutes après le début de l'apport (premier jour), 50 minutes après le deuxième apport (deuxième jour), alors qu'il reste encore 50 mm d'eau à la surface du sol. Pour suivre le ressuyage, une bâche carrée de 2 mètres de côté restait en permanence sur la parcelle entre les séries de mesures (flux nul à la surface du sol). La première série de mesures a été réalisée 5 minutes après le début du ressuyage, les mesures s'effectuant ensuite en continu pendant deux heures (temps du début des mesures après la fin de l'infiltration : 15 mn, 26 mn, 36 mn, 50 mn, 1h15, 1h40, 2h). Les mesures ont ensuite été espacées : toutes les deux heures le reste de la journée, puis matin et soir pendant une semaine.

La lecture de la tension matricielle s'est effectuée matin et soir.

2. RESULTATS

2.1. Description du sol

Pour obtenir la description complète du site expérimental, il faut attendre la fin de l'expérimentation pour pouvoir creuser une fosse à l'endroit même du tube de sonde. Cependant, lors de l'implantation, la profondeur d'apparition des différents matériaux a été notée. Nous rattacherons provisoirement ces matériaux à ceux observés par J. COLLINET dans une fosse située à une dizaine de mètres.

Profondeur observée sur le site	Profondeur observée dans la fosse	Description
0-10	0-(8-12)	APPUMITE présentant 50% de son volume occupé par des racines. Présence de sables déliés. Structure psammo-nuciclude (fine à grossière). Très poreux, friable, 10 YR 5/3 à sec. Transition nette, ondulée.
10-30	(8-12)-40	STRUCTICHRON DYSCROPHE hétérogène présentant environ 30% de racines au sommet, passant à environ 10% à la base. Quelques grosses racines conductrices en ilots, présence de quelques cendres. Texture sableuse à sablo-argileuse. Amérode. Cohérent à très cohérent. Poreux, pores très fins tubulaires. 10 YR 5/6 sec avec des traînées plus sombres dans les fissures. Transition graduelle.
30-57 57-75	40-(65-70)	STRUCTICHRON DYSCROPHE hétérogène OXIQUE. 5 à 15% de racines. Moins de 5% de gravillons. Texture argilo-sableuse. Structure pauci-amérode. Peu poreux, pores très fins et fins tubulaires. 10 YR 5/6 et 5/4 sec avec des taches 6,25 YR 5/8 contrastées de 3 à 5 mm. Sur le site : 30-57 : STRUCTICHRON OXIQUE apparemment sans gravillons. Présence d'une grosse racine entre 52 et 56 cm. 57-75 : STRUCTICHRON OXIQUE ET GRAVOLIQUE.
75-110	-	Sur le site : DURI-RETI-STRUCTICHRON (carapace).
110-150	(65-70)-(115-120)	RETI-STRUCTICHRON passant à RETICHRON en profondeur. Gaines réduites au passage des racines. 5 à 15% de racines en ilots. Phase gravorétichrome (5 à 15%) discontinue à la base de l'horizon. Structure pauci-amérode. Peu poreux, pores très fins tubulaires. 10 YR 6/6 et 6/4 avec des taches plus cohérentes à limites peu nettes de 5 à 10 mm 5 YR 6/6. Transition distincte ondulée.

(115-120)-160

DURI-OXY-REDUCTON RETICHROME passant à OXY-REDUCTON FRAGISTERITIQUE. Peu poreux, pores très fins tubulaires. Moins de 5% de gravillons et de racines. 10 YR 6/2 et 6/3 frais avec des taches en réseau induré 2,5 YR 4/8.

Sur le site : RETI-STRUCTICHRON à phase altéritique.

Sur le site, l'hydromorphie apparaît dès 10 cm. Elle devient même superficielle 20 mètres à l'amont.

Les diagnostics indiqués sur le site ont été formulés à partir des carottes de sondage et sont donc sujets à une modification ultérieure.

2.2. Intensité d'infiltration (fig. 2)

L'intensité d'infiltration décroît rapidement et régulièrement en fonction du temps. Elle n'est pas très rapide au début (180 mm/h) pour un sol de défriche récente. Lors de l'apport d'eau du deuxième jour, l'intensité d'infiltration observée (70 mm/h) diminue encore considérablement pour atteindre environ le tiers de la valeur initiale.

2.3. Variabilité des mesures neutroniques

Afin de limiter l'erreur due au comptage, le temps retenu pour chaque mesure a été de 60 secondes, sauf pour quelques mesures de contrôle (30 secondes). L'intervalle de confiance, au risque 5%, est alors de plus ou moins 6 impulsions par seconde pour les taux de comptage observés.

Par ailleurs, l'enfoncement de la sonde dans le tube était repéré au millimètre près par des marques gravées sur le câble de raccord, ce qui évitait toute erreur de profondeur.

Enfin, une mesure était systématiquement effectuée dans l'étui au début et à la fin de chaque série de mesures pour mettre en évidence une éventuelle dérive de l'appareil. Aucune défaillance importante de la sonde n'a été enregistrée au cours de cette expérimentation, la variabilité observée de ces mesures témoins étant de plus ou moins 10 impulsions par seconde.

Cependant, lorsque deux profils hydriques étaient réalisés à la suite plusieurs jours après le début du ressuyage, les résultats pour un niveau pouvaient être nettement différents (différences atteignant assez souvent 20 impulsions par seconde). Par contre, des mesures faites à la suite à un même niveau étaient remarquablement proches (exemple : 512, 514, 510, 518, 513 i/s). Cette variabilité semble liée à la position de la source dans ce type de sonde : la source est excentrée de deux centimètres par rapport à l'axe du tube. Or la mesure neutronique prend essentiellement en compte les premiers centimètres au voisinage de la source : toute rotation du tube peut donc provoquer une modification du comptage dans le cas de sols hétérogènes, ce qui est le cas ici.

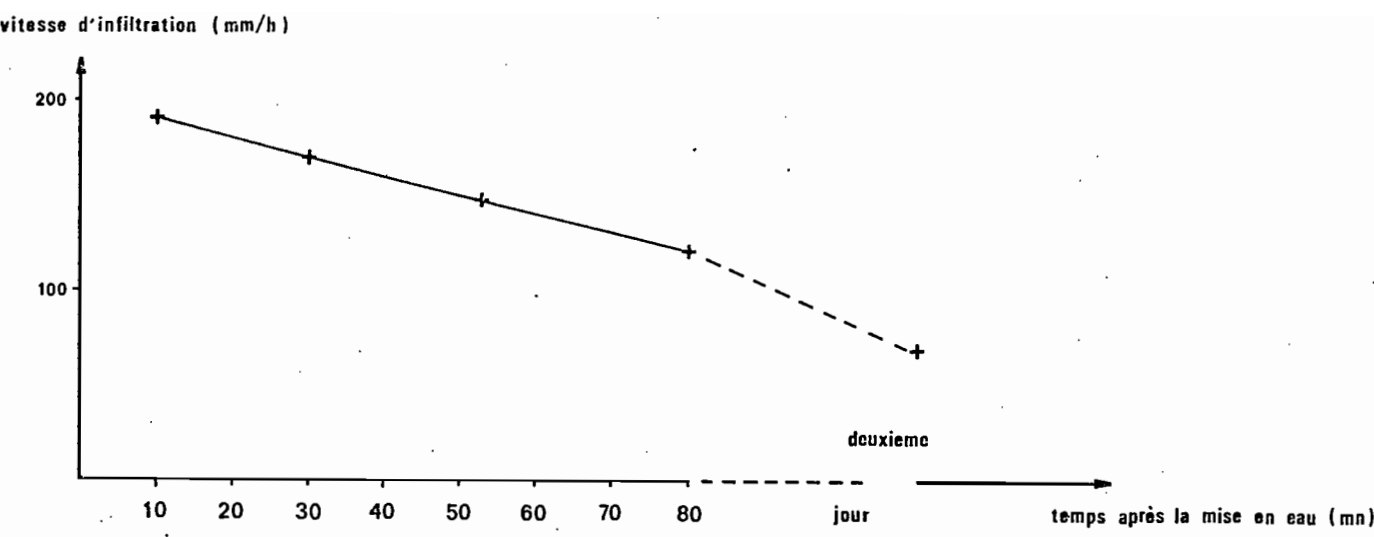


Fig. 2 : Evolution de la vitesse d'infiltration

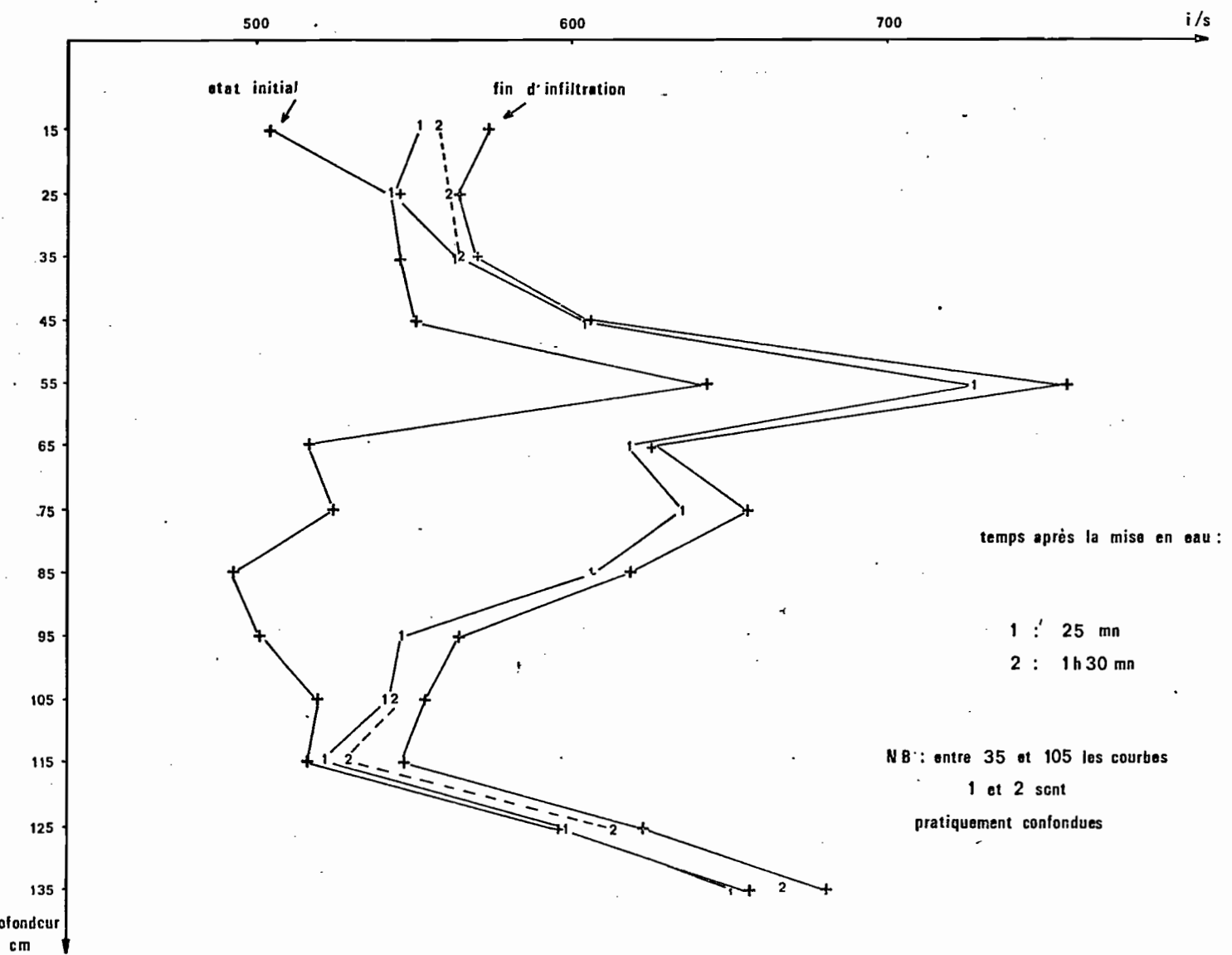


Fig. 3 : Profils hydriques d'humectation

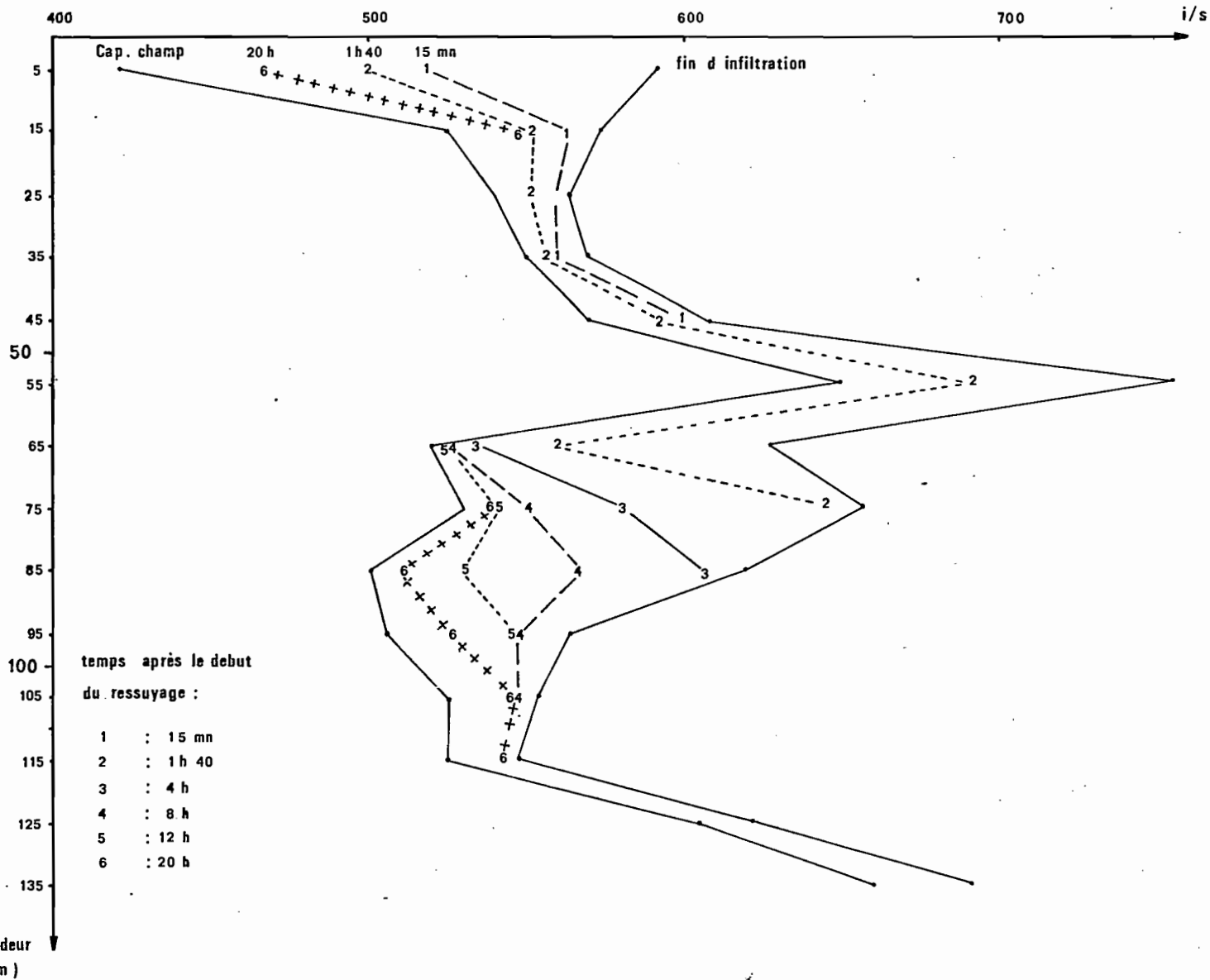


Fig. 4 : Profils hydriques de ressuyage

L'étalonnage des mesures neutroniques n'ayant pas encore été réalisé pour ce sol (nécessité de retirer le tube de sonde...), les résultats ne seront pas présentés en humidités volumiques, mais en impulsions par seconde non corrigées. (NB : pour effectuer la correction, la "valeur eau" de la sonde est de 1153 impulsions par seconde).

2.4. Etude de l'infiltration (fig. 3)

Lors de la première série de mesures, 25 minutes après le début de l'infiltration, le profil était déjà presque saturé jusqu'à 1 mètre, sauf à 25 centimètres. Deux interprétations sont possibles : une infiltration préférentielle a pu se produire le long du tube, ce qui est probable car la mise en place du tube en perçant la carapace a posé quelques difficultés et le trou de tarière a certainement pris un diamètre supérieur à celui du tube (cet espace devrait toutefois être en grande partie comblé car de la terre fine et sèche était maintenue le long du tube lors de la mise en place) ; une circulation rapide dans les horizons compris entre 0 et 1 mètre peut aussi être envisagée. Quoi qu'il en soit, le rétrostructichron de profondeur (en dessous de 1,15 m.) ne s'humecte que très lentement et nous verrons que nous n'avons pas pu atteindre la saturation par cette méthode. L'horizon 25 centimètres ne s'humecte qu'en une heure trente, alors que les horizons sous-jacents sont déjà saturés. Il existe donc des voies préférentielles à ce niveau puisqu'il y a transfert sans humidification de la masse de l'horizon (peut-être en partie le long du tube, mais certainement essentiellement le long des racines). La masse de ce structichron dyscrophe est donc très peu perméable. Cette faible perméabilité ne peut être liée à l'hydrophobie des matières organiques car l'expérimentation a été conduite sur un sol déjà humide.

2.5. Etude du ressuyage

2.5.1. Forme des profils hydriques (Fig. 4)*

La racine qui a été traversée entre 52 et 56 centimètres augmente considérablement l'humidité à ce niveau. Les mesures au niveau 55 cm ne seront donc pas étudiées.

Après un temps de ressuyage de 15 minutes, les horizons compris entre 0 et 35 cm commencent à se vider. Par contre les horizons situés en-dessous de 60 cm présentent un retard du début du ressuyage qui s'accroît avec la profondeur.

2.5.2. Evolution de l'humidité des différents types d'horizons

Pour chacun des niveaux successifs l'évolution du nombre d'impulsions par seconde en fonction du temps a été notée (quelques niveaux sont représentés sur la figure 5). Les mesures apparaissent avec leur intervalle de confiance. La macroporosité, différence entre la saturation et la capacité au champ, sera elle aussi exprimée en impulsions par seconde.

* Pour chaque profil, seule la portion significativement différente du profil précédent a été représentée.

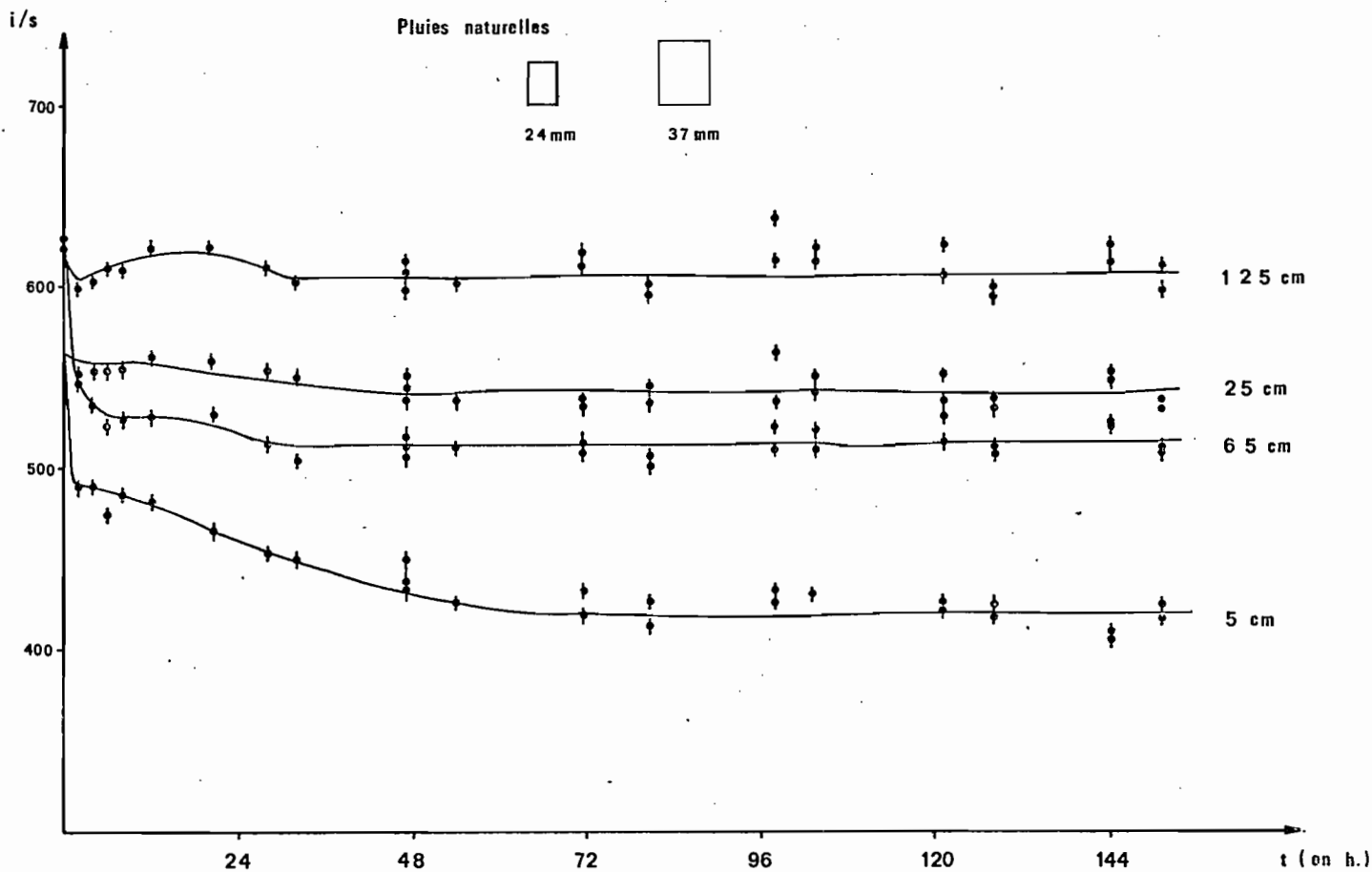


Fig. 5 : Ressuyage de quelques horizons ($i/s = f(t)$)

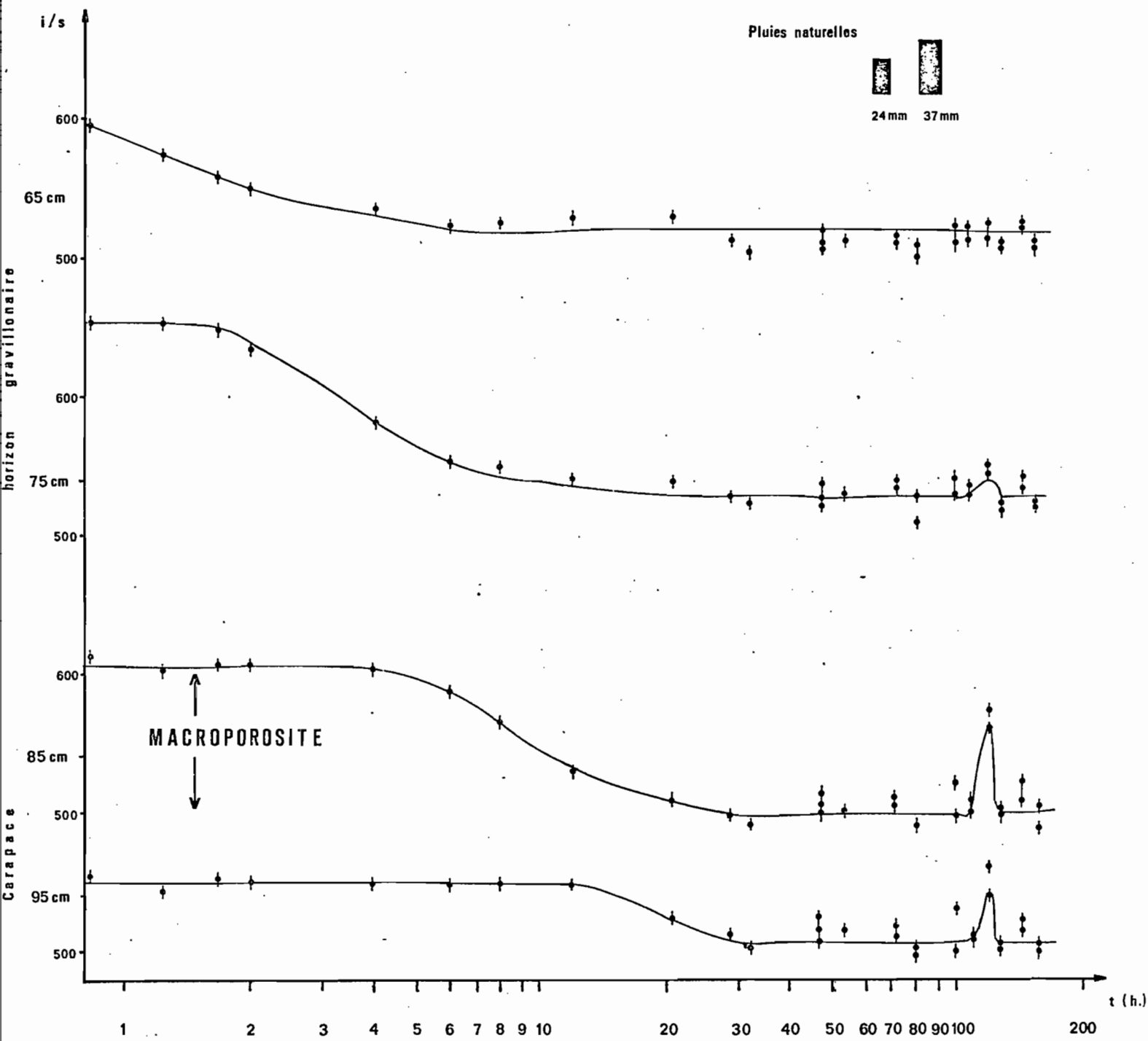


Fig. 6 : Ressuyage de l'horizon gravillonnaire et du sommet

de la carapace ($i/s = f(t)$)

Dans l'appumite, la cinétique s'effectue en trois temps. Pendant les deux premières heures, la décroissance est très rapide, puis le ressuyage se ralentit. La décroissance reste alors constante pendant environ 48 heures, avant que le palier soit atteint. La macroporosité à ce niveau est importante (170 i/s). Nous pouvons distinguer une porosité très grossière, correspondant à la décroissance rapide du début (90 i/s) et une porosité plus fine marquée par la deuxième partie de la courbe (80 i/s).

Dans le structichron dyscrophe (niveaux 15 et 25 cm) la décroissance est irrégulière pendant 48 heures. La macroporosité est assez faible (50 i/s). Dans le structichron (niveaux 35 et 45 cm) la dynamique est très proche, avec une macroporosité plus faible (20 à 40 i/s).

Au sommet du structichron oxique et gravolique (niveau 65 cm) le ressuyage est rapide pendant quelques heures. Le palier est atteint après environ 24 heures. La macroporosité est importante (100 à 120 i/s).

Dans le réti-structichron (niveaux 115 à 135), une légère augmentation du nombre d'impulsions par seconde se produit pendant 24 heures. Cette augmentation étant visible sur tous les niveaux compris entre 105 et 135 cm ne peut être liée à une erreur de l'appareil. Nous n'avons donc pas atteint la saturation dans cet horizon, malgré l'apport de 500 mm. Il s'est donc produit un départ latéral d'une partie de l'eau apportée. De plus, ce phénomène prouve la très faible perméabilité du réti-structichron. Au sein de cet horizon, le ressuyage n'est pas visible à la sonde à neutrons.

A la base du structichron oxique et gravolique et au sein du duri-réti-structichron (niveaux 75 à 95 cm), un retard du début du ressuyage apparaît (fig. 6) :

- 1 h 40 pour le niveau 75
- 4 h pour le niveau 85
- 15 h pour le niveau 95

Dans ces niveaux, la macroporosité décroît avec la profondeur :

- 100 à 120 i/s pour 65, 75 et 85 cm
- 50 i/s pour 95
- 30 i/s pour 105
- 20 i/s pour 115

Le troisième et le quatrième jour du ressuyage deux pluies naturelles, l'une de 24 mm, l'autre de 37 mm, sont tombées sur la parcelle. Ces pluies n'ont pas produit de modification d'humidité sur les horizons superficiels par suite de la présence de la bâche (fig. 5). Mais, par contre, l'humidité a augmenté considérablement dans les niveaux compris entre 75 et 95 cm, sans que le phénomène soit visible en dessous (fig. 6). Cet accroissement d'humidité s'est produit environ 24 heures après la pluie. Il est faible en 75, mais conduit à un engorgement total en 95. Une circulation hypodermique se produit donc à ce niveau avec apparition d'un engorgement temporaire. Le transfert en profondeur reste certainement très faible, non visible à la sonde.

2.5.3. Conclusion

2.5.3.1. Tableau comparatif des différents horizons

Type d'horizon	Vitesse de ressuyage	Macroporosité
Appumite	Dynamique <u>rapide</u> en deux phases : <ul style="list-style-type: none"> . ressuyage très rapide (2h.) (1/2 macroporosité) . ressuyage plus lent (48h.) (1/2 macroporosité) 	forte (170 i/s)
Structichron dyscrophe	Lente (palier après 48 h.)	assez faible (50 i/s)
Structichron oxique et gravillonnaire	Rapide (6h.) avec retard en pro- fondeur	forte (100 à 120 i/s)
Duri-réti-structi- chron	Assez rapide (20h.) avec retard en profondeur	forte (120 i/s) passant à faible (30 i/s)
Réti-structichron	Pas de résultat car la saturation n'était pas atteinte.	certainement faible

2.5.3.2. Interprétation

Le structichron dyscrophe et le structichron présentent une faible macroporosité, mais des voies de circulation rapides probablement liées pour la plus grande part à la présence des racines*. L'eau contenue dans les gros pores de l'appumite peut donc s'évacuer rapidement, mais la masse de l'horizon ne se ressuie qu'en deux jours. Le structichron se ressuie en un ou deux jours, mais peut se saturer très rapidement à cause de sa faible macroporosité. Les horizons peu perméables étant proches de la surface, l'engorgement de la couche 0-50 peut se produire assez fréquemment, ce qui se traduit par l'apparition des caractères hydromorphes.

Dans le structichron oxique et gravillonnaire ainsi que dans le duri-réti-structichron, le drainage est rapide au sommet, mais se trouve ralenti à la base par la présence du réti-structichron très peu perméable. Cela produit un engorgement et le départ d'une circulation latérale à ce niveau à la suite d'une pluie de 60 mm tombant sur un sol proche de la capacité au champ.

Le réti-structichron, horizon peu perméable, semble présenter une macroporosité faible, mais les renseignements sont incomplets la saturation n'ayant pas été atteinte.

* Au cours de la simulation de pluies qui a précédé cette étude, ce phénomène a très bien été mis en évidence. Des racines, coupées lors du creusement des tranchées nécessaires à la simulation, se sont mises à débiter de grandes quantités d'eau peu de temps après le début des pluies simulées. Cette circulation se produit dans l'intervalle compris entre la racine et le conduit racinaire.

2.6. Mesures tensiométriques

Les résultats des mesures tensiométriques n'ont pas encore été interprétés. Les tensions enregistrées n'ont pas dépassé 40 millibars, valeur à la limite de la sensibilité des manomètres à ressort. L'utilisation de manomètres à mercure est envisagée pour la prochaine campagne.

REMARQUES : Points à observer lors de la mission en saison sèche

- description précise des horizons à l'emplacement même du tube
- suivre attentivement l'état d'humidité et l'engorgement éventuel des horizons compris entre la surface et 50 cm
- suivre le processus d'humectation dès le début de la pluie afin de mettre en évidence une infiltration préférentielle le long du tube
- surveiller l'apparition d'une circulation latérale entre 75 et 95 cm (semble se produire après environ 25 h...)
- essayer de saturer le réti-structichron par un apport d'eau massif à la fin des pluies simulées.

REMERCIEMENTS

Nous sommes vivement reconnaissants à J.F. BOIS, du laboratoire des Radioisotopes d'Adiopodoumé, de l'aide qu'il nous a apportée lors de la réalisation de cette étude.