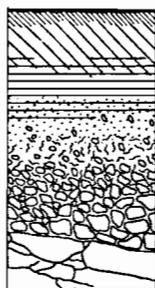




CARACTERISTIQUES HYDRIQUES DES SOLS DE TROIS TYPES DE PARCOURS DU FERLO SABLEUX

P. ZANTE
: Kh. DIEYE



REPUBLIQUE DU SÉNÉGAL
Ministère de la Recherche
Scientifique et Technique

Institut Sénégalais de
Recherches Agricoles

LABORATOIRE NATIONAL DE
L'ELEVAGE ET DE RECHERCHES
VETERINAIRES DAKAR-HANN

JANVIER 1985

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE DAKAR - HANN



CARACTERISTIQUES HYDRIQUES DES SOLS
DE TROIS TYPES DE PARCOURS DU FERLO SABLEUX

S O M M A I R E

P A G E S

Remerciements - Résumé	4
INTRODUCTION	6
I - LE MILIEU ECOLOGIQUE	8
1.1. Situation géographique	8
1.2. Le climat	8
1.2.1. Les températures	8
1.2.2. La pluviométrie	11
1.2.3. Synthèse climatique	11
1.3. Géologie - Géomorphologie	11
1.4. Les traits généraux de la végétation	13
1.4.1. Parcours sur sols sablo-argileux	13
1.4.2. Parcours sur sols sableux groupements sur pénéplaine haute	13
II - MATERIEL ET METHODE DE MESURE	15
2.1. Dispositif d'infiltration	15
2.2. Principe de la méthode neutronique	15
2.3. Définition des paramètres utilisés	16
2.4. Exploitation des données	17
III - LES CINETIQUES DE TATKI	18
3.1. Caractérisation pédologique	18
3.1.1. Description des sols	18
3.1.2. Résultats analytiques	19
3.1.3. Conclusions	23
3.2. Cinétique d'infiltration	23
3.2.1. Débits d'infiltration	23
3.2.2. Vitesses d'avancement du front d'humectation	23
3.2.3. Teneur en eau à saturation apparente	26
3.3. Cinétiques de ressuyage	26
3.3.1. Capacité de rétention	26
3.3.2. Réserve en eau utile	26
3.3.3. Porosité	29
3.4. Conclusion	29
IV - LES CINETIQUES DE VINDOU	30
4.1. Caractérisation pédologique	30
4.1.1. Description des sols	30
4.1.2. Résultats analytiques	31
4.1.3. Conclusion	35

4.2. Cinétiques d'infiltration	35
4.2.1. Débits d'infiltration	35
4.2.2. Vitesses d'avancement du front d'humectation	35
4.2.3. Teneurs en eau à saturation apparente	38
4.3. Cinétiques de ressuyage	38
4.3.1. Capacité de rétention	38
4.3.2. Réserve en eau utile	41
4.3.3. Porosité	41
4.4. Conclusion	41
V - LA CINETIQUE D'AMALI	42
5.1. Caractérisation pédologique	42
5.1.1. Description du sol	42
5.1.2. Résultats analytiques	43
5.1.3. Conclusion	47
5.2. Cinétiques d'infiltration	47
5.2.1. Débit d'infiltration	47
5.2.2. Vitesse d'avancement du front d'humectation	47
5.2.3. Teneur en eau à saturation apparente	47
5.3. Cinétique de ressuyage	47
5.3.1. Capacité de rétention	47
5.3.2. Réserve en eau utile	49
5.3.3. Porosité	49
5.4. Conclusion	49
VI - CONCLUSION GENERALE	50
BIBLIOGRAPHIE	54

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement la Fondation Internationale pour la Science (F. I. S.) de Stockholm dont la bourse attribuée à Monsieur Kh. DIEYE, a contribué pour une part à la réalisation de cette étude. Nos remerciements vont également à la mission forestière Sénégal-Allemande, particulièrement les équipes de Tatki et Vindou Tiengoli pour l'aide qu'elles nous ont apporté lors de la réalisation des cinétiques sur le terrain, en mettant à notre disposition une citerne et un tracteur pour l'apport d'eau.

RESUME

Mots clefs : Sénégal, Sol sableux, cinétique, Müntz, sonde à neutrons.

L'étude des processus de production des pâturages du Ferlo passe par la connaissance des caractéristiques hydriques des sols. Pour ce faire, trois sites ont été choisis (Tatki, Vindou, Amali) représentatifs des parcours sableux et sablo-argileux. Deux cinétiques Müntz ont été installées à Tatki et Vindou, une à Amali. Les résultats obtenus montrent que ces sols présentent tous le même type de cinétique d'infiltration et de ressuyage. Les débits d'infiltration varient de 160 à 230 l/H. La saturation apparente est d'environ 260 mm et la réserve en eau utile de 60 à 75 mm sur 1 m de profondeur. Les sites de Vindou et d'Amali, avec la réserve en eau utile la plus importante et un pF 4,2 bas, ont les caractéristiques hydriques les plus favorables.

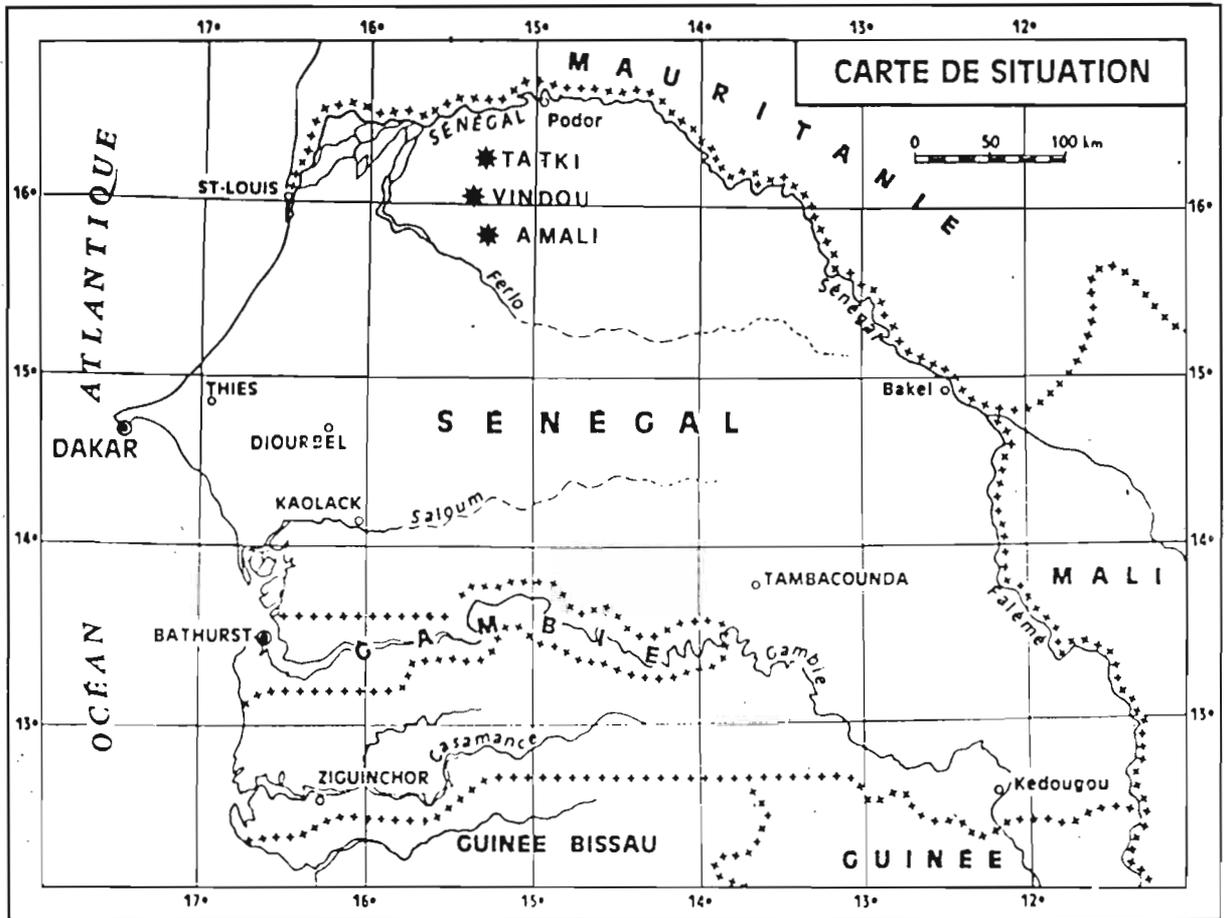


Fig. n° 1 _ CARTE DE SITUATION



Fig. n° 2 _ CINETIQUE MÜNTZ

INTRODUCTION

L'étude et l'analyse des processus de production des pâturages naturels, en cours depuis plusieurs années dans la partie septentrionale du Sénégal, ont montré toute la complexité de l'interaction des composantes de l'environnement. C'est dans cette perspective qu'est envisagé l'étude du fonctionnement des écosystèmes pastoraux concernés. Une des priorités concerne particulièrement la caractérisation hydrodynamique des sols de la région dont les travaux ont été réalisés en collaboration avec l'ORSTOM de Dakar/Hann. Ce travail a pour objet principal, de compléter l'étude des relations analytiques du bilan hydrique (Kh. DIEYE - 1983) et de son déterminisme sur le disponible fourrager du point de vue quantitatif et qualitatif.

Les trois sites choisis (Tatki, Vindou, Amali) sont les plus représentatifs des parcours sableux et sablo-argileux, tant du point de vue de leur étendue que de leurs caractères pédologiques. Sur les sites de Tatki et de Vindou, nous avons choisi de mettre en place deux cinétiques, l'une à proximité des forages et l'autre plus éloignée (4 à 5 km) afin de tenir compte des phénomènes de dégradation dûs à l'intensité de l'utilisation des points d'eau.

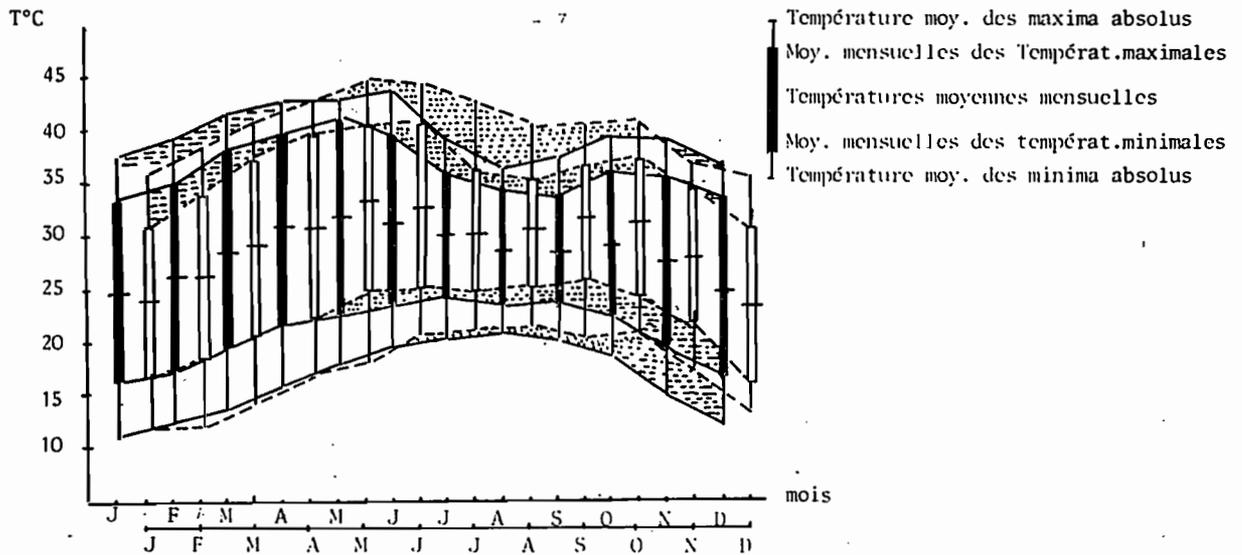


Figure 3 : Variation des températures moyennes et absolues enregistrées à Podor (----) et Linguère (—)
 Source des données : Météorologie nationale (1951-1985)

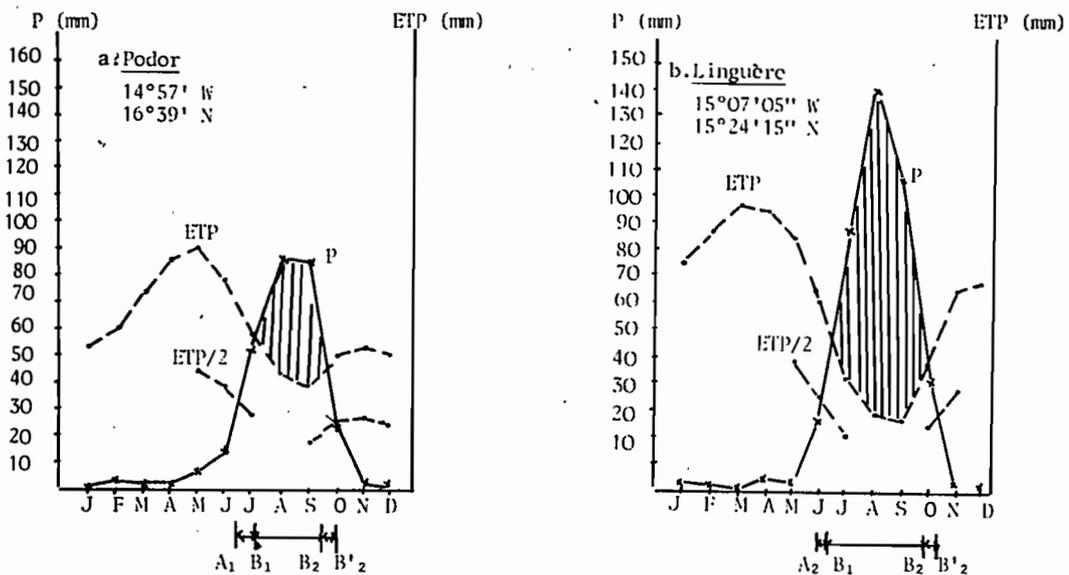


Figure 4 : Variation du bilan hydrique sur un transect nord-sud
 ETP = Evaporation x coefficient (C. DANCETTE)
 Source des données : Météorologie nationale (1951-1985).

I - LE MILIEU ECOLOGIQUE

1.1. Situation géographique

La partie septentrionale du Sénégal (le Ferlo), représente une vaste plaine d'une superficie approximative de 30 000 km². Ses limites assez imprécises, dessinent en gros un quadrilatère irrégulier, inscrit entre les 13°20' et 15°50'W et les 15°20' et 16°30' N (Cf. carte de situation du Ferlo). Au Sud et à l'Est de la région étudiée on rencontre le "Ferlo ferrugineux". La partie sablonneuse, objet de cette présente étude, représente le "DIERI" qui désigne de vastes étendues de sables, jamais atteintes par les crues du fleuve Sénégal. La figure n° 1 illustre le transect sur lequel sont matérialisés les sites étudiés : Tatki, Windou Tiengoli, Amali.

1.2. Le climat

Le climat est du type semi-aride sahélien au Nord et sahélo-soudanien au Sud. Il est limité au Nord par l'isohyète 150 mm (100 ou 200 mm selon les auteurs) et au Sud par l'isohyète 550 mm (500 ou 600 mm selon les auteurs). Il est caractérisé par des températures élevées et une seule saison des pluies de 2 à 3 mois alors que la saison sèche règne durant 9 à 10 mois.

1.2.1. Les températures

La comparaison des variations annuelles des températures mensuelles des stations de Podor et de Linguère, met en évidence deux périodes de fortes chaleurs enregistrées d'une part au cours des mois d'Avril à Juillet et d'autre part en Octobre. On constate également une relative constance dans l'année des valeurs minima des températures moyennes et absolues. Toutefois, l'analyse des maxima laisse apparaître qu'il fait plus chaud au Nord du pays (Podor), essentiellement au cours de la période des mois de Mai à Novembre. En dehors de cette période, il y a une tendance à l'inversion thermique qui fait que l'intérieur du pays (Linguère) présente des températures plus élevées (Figure 3). Les températures élevées sont liées à une forte insolation due probablement aux passages du soleil au zénith. L'abaissement de l'amplitude en hivernage est fonction de la diminution de l'insolation et de l'évaporation qui adoucit les températures maximales (Fig. 3).

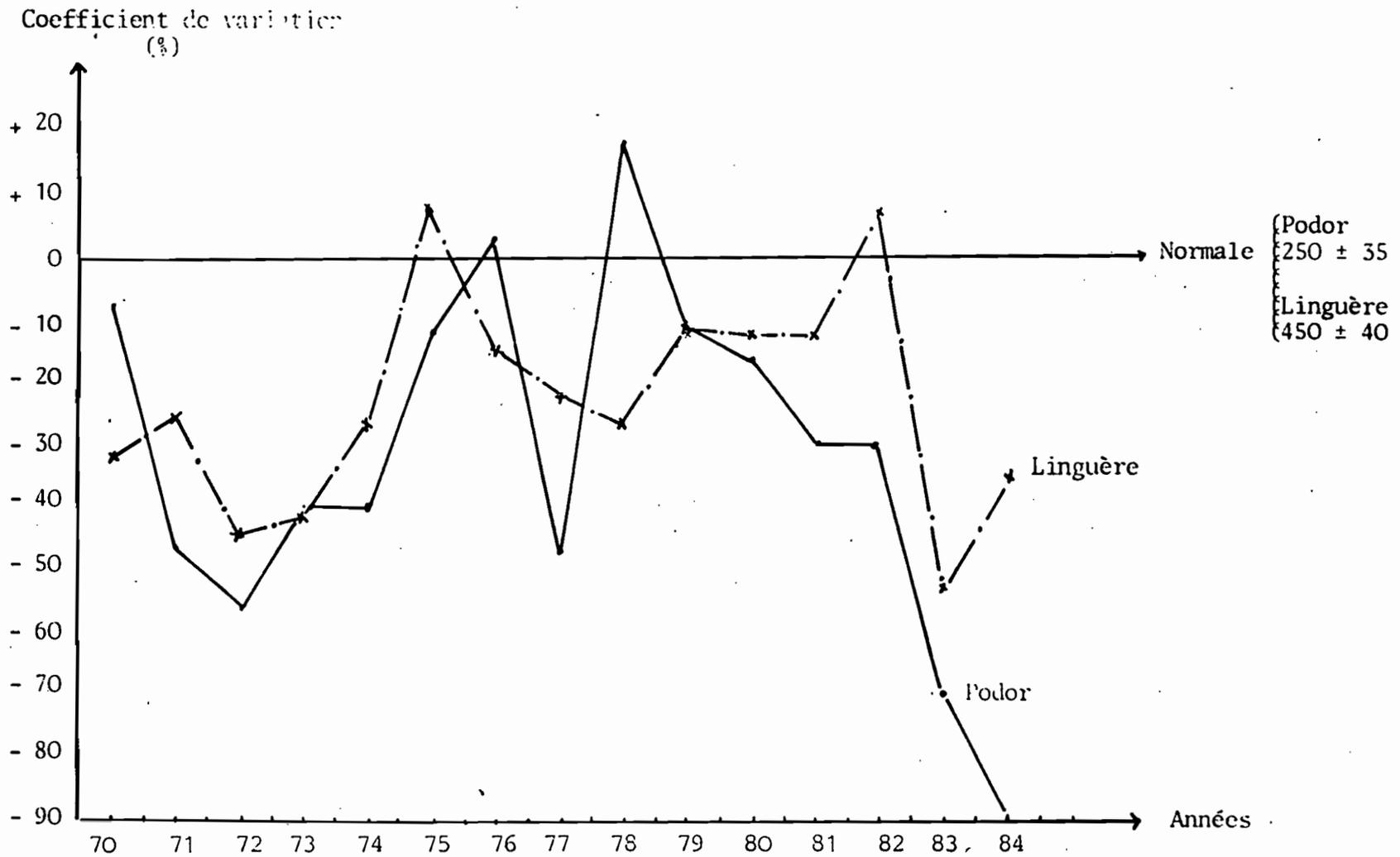


Figure 5 : Variation de la pluviométrie annuelle sur un transect nord-sud (Podor-Linguère) en fonction des normales (1951-1983)
Source des données météorologie nationale.

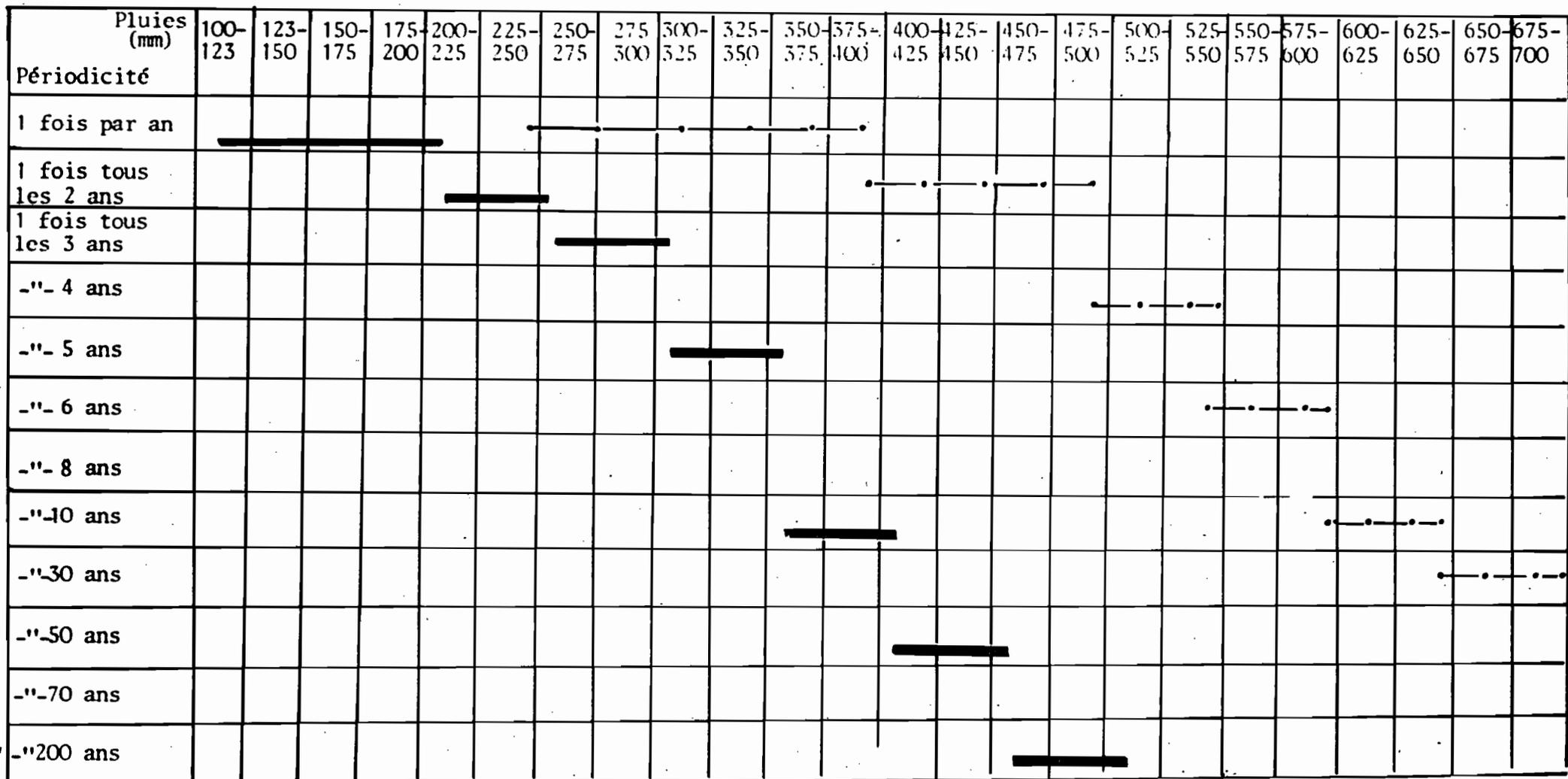


Tableau n° 1 : Probabilités de dépassement de la normale (1951-1983) sur un transect nord-sud (Podor - Linguère) source des données : météorologie nationale
 Podor : moyenne 250 mm ± 35 ; médiane 260 mm
 Linguère : moyenne 450 mm ± 40 ; médiane 450.

1.2.2. La pluviométrie

Depuis plusieurs années sévit dans la région étudiée une sécheresse à caractère exceptionnel tel qu'il en ressort de la figure 5. Cette sécheresse se manifeste soit par une très grande variabilité de la quantité d'eau reçue d'une année à une autre, soit par le temps, trop important, qui sépare deux pluies consécutives, soit par une mauvaise répartition des pluies dans le temps et dans l'espace. En présence de cette dégradation de la pluviosité, les probabilités de retrouver des conditions normales semblent être faibles (Tableau 1).

1.2.3. Synthèse climatique

La figure 4 (a-b) illustre les résultats du calcul du bilan de l'eau selon la méthode de Thornthwaite, appliquée aux stations de Podor et Linguère. Le long de ce transect, on peut constater que la période active de croissance des végétaux (B1 B2) varie de 70 à 110 jours. Les résultats confirment de plus, l'appartenance de la région concernée à un climat de type sahélien d'une part et d'autre part de type sahélo-soudanien.

1.3. Géologie - Géomorphologie

Le substrat géologique de la quasi-totalité de la région étudiée est presque entièrement constitué par les formations gréso-argileuses du Continental terminal. Ce dernier recouvre à l'Est et au Centre celles de l'éocène supérieur et moyen et à l'Ouest celle de l'éocène inférieur. (in J. VALENZA et A.K.DIALLO, 1972).

Le modelé, très monotone, est constitué d'ondulations sableuses de quelques mètres d'amplitude dont certaines sont plus vigoureuses. Cette vaste plaine qui s'abaisse lentement vers le Nord et à l'Ouest a été décrite par LEPRUN J.C. (1971) en trois formations sableuses fixées :

- L'erg ancien : ce sont des massifs sableux de plusieurs kilomètres de long, larges de 500 à 800 m avec une dénivellation de 2 à 3 m. Ils ont une orientation SW-NE 40 à 45° : Tatki (Pa1 - Pa3 - Fig. 6).
- L'erg récent : il est formé de grands alignements sableux longitudinaux de plusieurs kilomètres de long, 2 à 3 km de large et 3 à 6 m de dénivellation. Ils ont une orientation SW-WE 45°53 : Amali, Tessekré, Mbeuleukhé (Ps) - Pa3 - Ps4 - Fig. 6).
- L'erg très récent : il est essentiellement localisé en bordure de la vallée du Sénégal et du lac de Guiers. Son orientation est très variable 35 - 55° NE.

Groupements végétaux caractéristiques du transect nord-sud étudié : km 2 et 5 : Tatki, Vindou Tiengoli, Amali et CRZ Dahra.

Légende

✦ Forage

— Pare-feux

Groupement à *Balanites aegyptiaca*, *Adenium obesum* et *Aristida finiculata*.

- G7 : Parcours à *Acacia seyal* et *Schoenefeldia gracilis*

- G8 a-b : Parcours à *Boscia senegalensis* et *Schoenefeldia gracilis*

Groupement à *Combretum glutinosum* et *Tephrosia purpurea*

- D1 a-b : Parcours à *Guiera senegalensis* et *Aristida stipoides*

Groupement à *Balanites aegyptiaca* et *Schoenefeldia gracilis*

- P a1 : Parcours à *Boscia senegalensis* et *Alysicarpus ovalifolius*

- P a3 : Parcours à *Combretum glutinosum*

Groupement à *Boscia senegalensis* et *Schoenefeldia gracilis*

- P a4 : Parcours à *Boscia senegalensis* et *Schoenefeldia gracilis*

Groupement à *Sclerocarya birrea* et *Balanites aegyptiaca*

- P s1 : Parcours à *Diheteropogon hagerupii* et *Tephrosia purpurea*

- P s4 : Parcours à *Aristida stipoides* et *Tephrosia purpurea*.

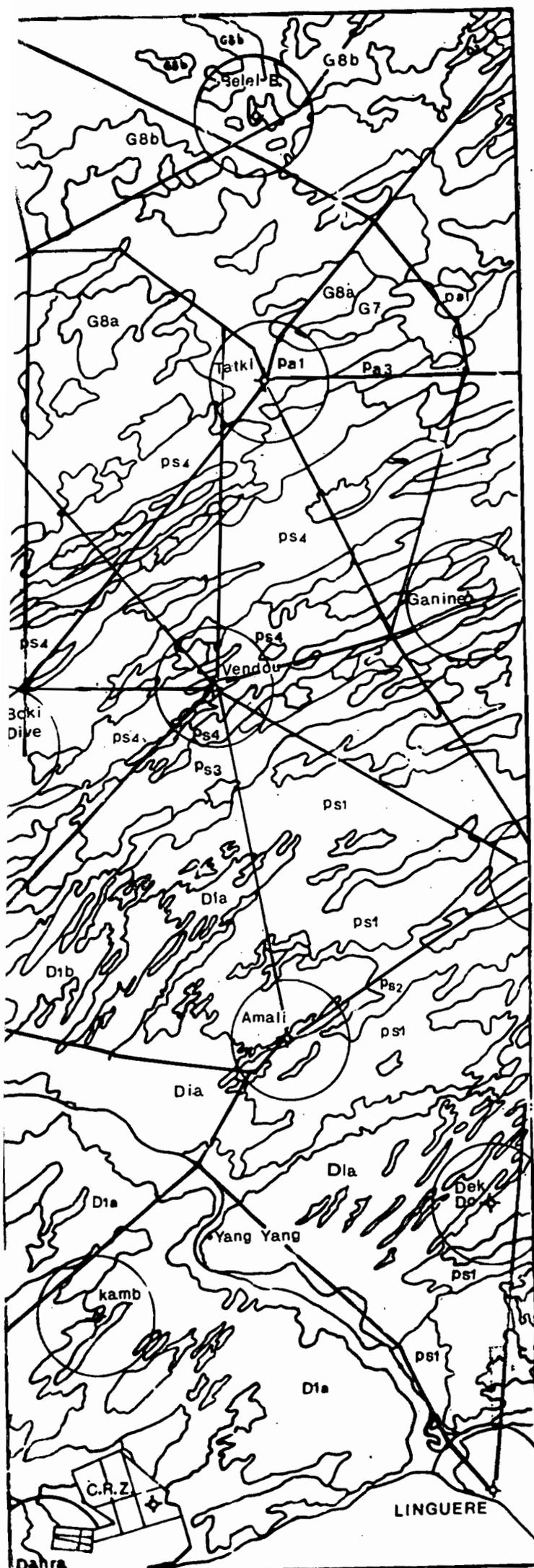


Fig 6 Extrait de la carte des groupements végétaux

Source : J. VALENZA et A.K. DIALLO, 1972.

1.4. Traits caractéristiques de la végétation des trois types de parcours étudiés

Il n'entre pas dans les objectifs de ce travail de décrire intégralement la flore et la végétation du territoire. La physionomie et la sociabilité des espèces ont été caractérisées par VALENZA (J.) et DIALLO (A.K.) 1971.

1.4.1. Parcours sur sols sablo-argileux (TATKI)

Dénommé parcours Pa1 (J. VALENZA et A.K. DIALLO - 1971), s'est largement répandu et se présente comme une steppe arbustive assez dense et parfois arborée recouvrant l'erg "ancien" dans sa partie septentrionale, au modelé très aplati. L'ensemble spécifique normal est composé de :

a/ Strate ligneuse

Balanites aegyptiaca, *Boscia senegalensis* et *Commiphora africana*.

b/ Strate herbacée

Aristida mutabilis, *Schoenefeldia gracilis*, *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Chloris pricurii*, *Alysicarpus ovalifolius*.

1.4.2. Parcours sur sols sableux, groupements sur pénélaine haute

1.4.2.1. Parcours à *Diheteropogon hagerupii* et *Tephrosia purpurea* (AMALI)

C'est une steppe arbustive lache qui peuple essentiellement les pentes de l'erg "récent". L'ensemble spécifique normal est composé de :

a/ Strate ligneuse

Sclerocarya girrea, *Combretum glutinosom*, *Guiera senegalensis*

b/ Strate herbacée

Diheteropogon hagerupii, *Zornia glochidiata*, *Aristida mutabilis*, *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, *Brachiaria orthostachys*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Borreria radiata*.

1.4.2.2. Parcours à Schoenefeldia gracilis et Aristida mutabilis
(VINDOU TIENGOLI)

Ce parcours recouvre les pentes faibles de l'erg "ancien". C'est une steppe arbustive souvent arborée claire.

a/ Strate ligneuse

Sclerocarya birrea, Balanites aegyptiaca, Guiera senegalensis
Boscia senegalensis et Commiphora africana.

b/ Strate herbacée

Schoenefeldia gracilis, Eragrostis tremula, Aristida mutabilis,
Alysicarpus ovalifolius et Zornia glochidiata.

II - MATERIEL ET METHODE DE MESURE

2.1. Dispositif d'infiltration

Le dispositif Müntz utilisé comprend deux anneaux métalliques concentriques fichés dans le sol (Cf. Fig. 2): un anneau central de 1 m², un anneau de garde de 5 m².

L'apport d'eau à niveau constant est assuré par deux fûts métalliques de 200 l fermés hermétiquement, fonctionnant en vase de Mariotte ; ils assurent un apport d'eau qui maintient une lame d'eau à un niveau constant de 4 cm au-dessus du sol. L'approvisionnement en eau de ces fûts a pu être assuré grâce à une citerne tractée de 6 000 l, mise à notre disposition par la Mission Forestière Allemande de Saint-Louis.

La distribution de l'eau dans les deux anneaux est faite par un tube souple 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 les récipients 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 150 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 mcï ; 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 radioactive, 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 dépendent de la densité apparente et de la composition chimique du sol. Une méthode d'étalonnage mise au point au C.E.N. de Cadarache consiste à mesurer directement les caractéristiques d'absorption Σ_a et de diffusion Σ_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'Américium-Beryllium. Ces caractéristiques déterminées, on calcule une courbe d'étalonnage donnée par la formule :

$$N = (\alpha D_s + \beta) H_v + (\alpha D_s + \delta)$$

Cette méthode d'étalonnage exige l'envoi des échantillons de sol à Cadarache, elle est onéreuse et non immédiate. Nous avons donc eu recours à la méthode d'étalonnage "in situ". Cette méthode consiste à prélever des échantillons de sol dans des bocaux hermétiques afin d'en déterminer l'humidité par la méthode pondérale. Ces prélèvements sont effectués à des humidités différentes et associés aux mesures sonde effectuées concomitamment. Dans le cas présent, nous avons effectué un prélèvement lors de la mise en place des tubes (point sec) et un deuxième prélèvement lorsque le sol est arrivé à saturation apparente (point humide). Les humidités volumiques sont calculées à partir des humidités pondérales et des densités apparentes. Les deux séries de couples humidité volumique-valeur sonde en sec et en humide permettent le calcul de la droite d'étalonnage qui s'exprime sous la forme $H_v = a N + b$.

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. Vu la rapidité de l'infiltration, les volumes évaporés sont négligeables.

- 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 neutronique 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 ($\lg H_v = f(t)$). 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, sont exprimées en humidité volumique à partir des pF labo et des densités apparentes "in situ" (méthode du cylindre).

- 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 : $RU = CR - pF_{4,2}$.

- 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.

. 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 : $PD = RU + Macrop$.

2.4. Exploitation des données

A l'occasion de la réalisation de ces cinétiques, BOIVIN P. et ZANTE P. ont mis au point un programme permettant le calcul des droites d'étalonnage et le traitement des données de sonde sur micro-ordinateur GOUPIL d'après les coefficients fournis par Cadarache (étalonnage en pile) ou par la méthode d'étalonnage "in situ". Les différents sous-programmes sont appelés à partir d'un menu. Ils permettent d'obtenir le listing des valeurs sonde, les tableaux des humidités volumiques à différentes dates en fonction de la profondeur ainsi que le tracé des courbes d'humidité volumique en fonction de la profondeur.

III - LES CINÉTIQUES DE TATKI

3.1. Caractérisation Pédologique

3.1.1. Description des sols

Tatki Aval (ZT1)

Sol isohumique brun-rouge subaride peu différencié sur matériau sablo-argileux. Profil situé à l'aval de la séquence, dans une zone à topographie aplanie, situé à environ 1,6 km du forage dans une parcelle mise en défens. Végétation de graminées et d'arbres peu denses.

- 4 - 0 cm : Sable éolien non fixé, beige rouge, bouillant.
- 0 - 2 cm : Sec, gris, sableux, structure lamellaire grossière, fragile plus ou moins battant en surface.
- 2 - 28 cm : Sec, 7,5 YR 5/6 : brun-gris, sableux, horizon à pénétration de la matière organique, structure polyédrique subanguleuse à massive, fragile, racines fines, poreux.
- 28 - 60 cm : Sec, 5 YR 5/8 : Rouge-jaunâtre, sableux, structure polyédrique subanguleuse, moyenne, porosité vésiculaire, fragile, racines fines.
- 60 - 150 cm : Sec : 5 YR 6/8 : Brun-rouge, jaunâtre à partir de 100 cm, sableux, à sablo-argileux, structure massive, très compact pas de racines, quelques veinules de sables blanchis et petites taches indurées de 1 mm noires.

Tatki Amont (ZT2)

Sol Isohumique brun-rouge, subaride peu différencié sur matériau sableux à sablo-argileux.

Profil situé au tiers de l'amont de la séquence. Pente 2 à 3 %, localement plane. Tapis d'herbacées et végétation arborée.

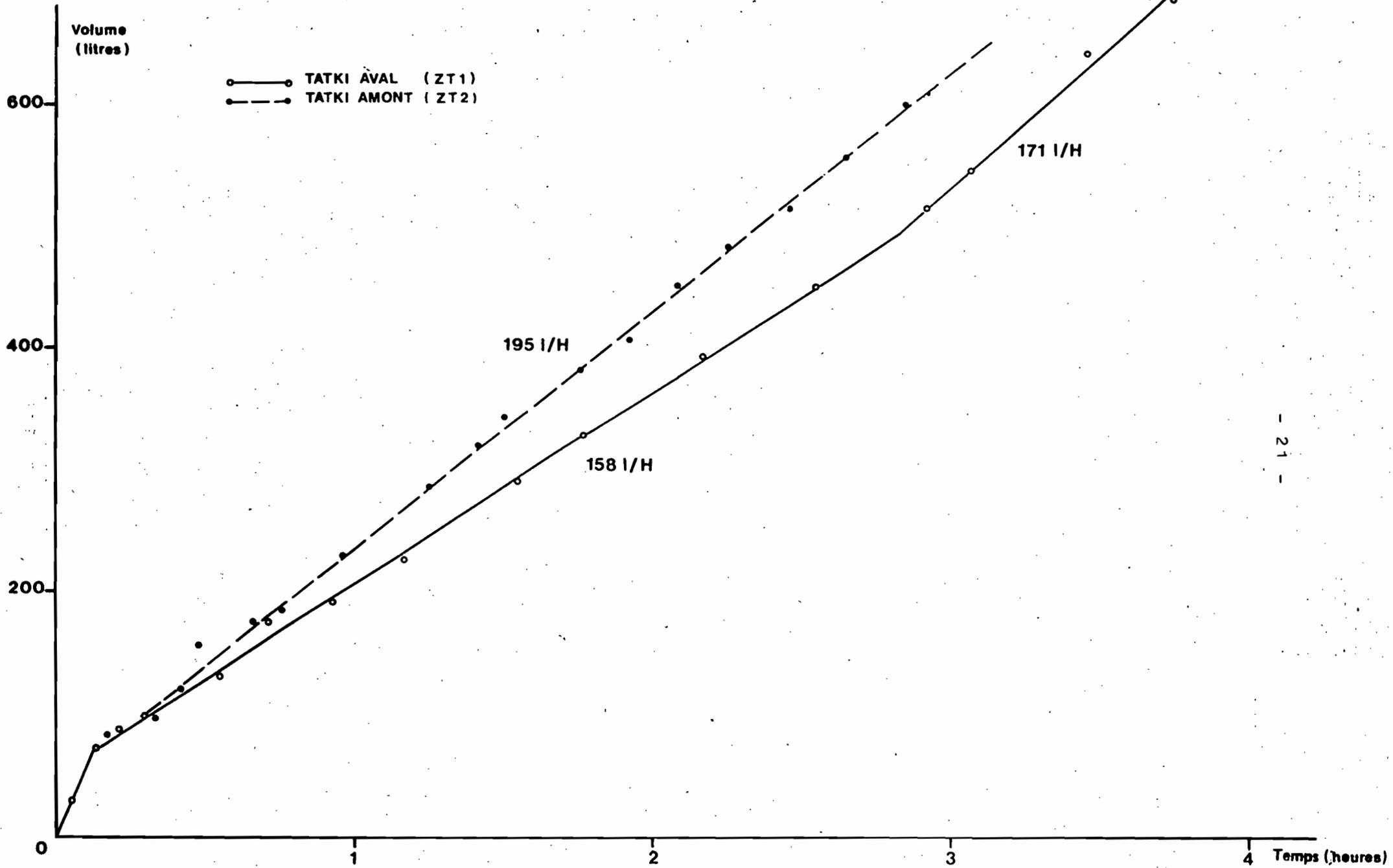
- 4 - 0 cm : Sable éolien non fixé, beige rouge, bouillant.
- 0 - 5 cm : Sec : 5 YR 5/4, brun-gris, horizon à matière organique, sableux, fragile, structure polyédrique subanguleuse, peu nette, nombreuses racines fines.
- 5 - 30 cm : Sec : 5 YR 5/6, rougeâtre, sableux, structure polyédrique subanguleuse à massive, peu fragile, nombreuses racines fines, transition peu nette diffuse.
- 30 - 60 cm : Sec : 5 YR 5/8, brun-rougeâtre, sableux un peu plus argileux, structure polyédrique subanguleuse, poreux, nombreuses racines fines, transition diffuse.
- 60 - 150 cm : Idem : 5 YR 6/6, jaune-rougeâtre, racines fines, fragile, un peu moins sec.

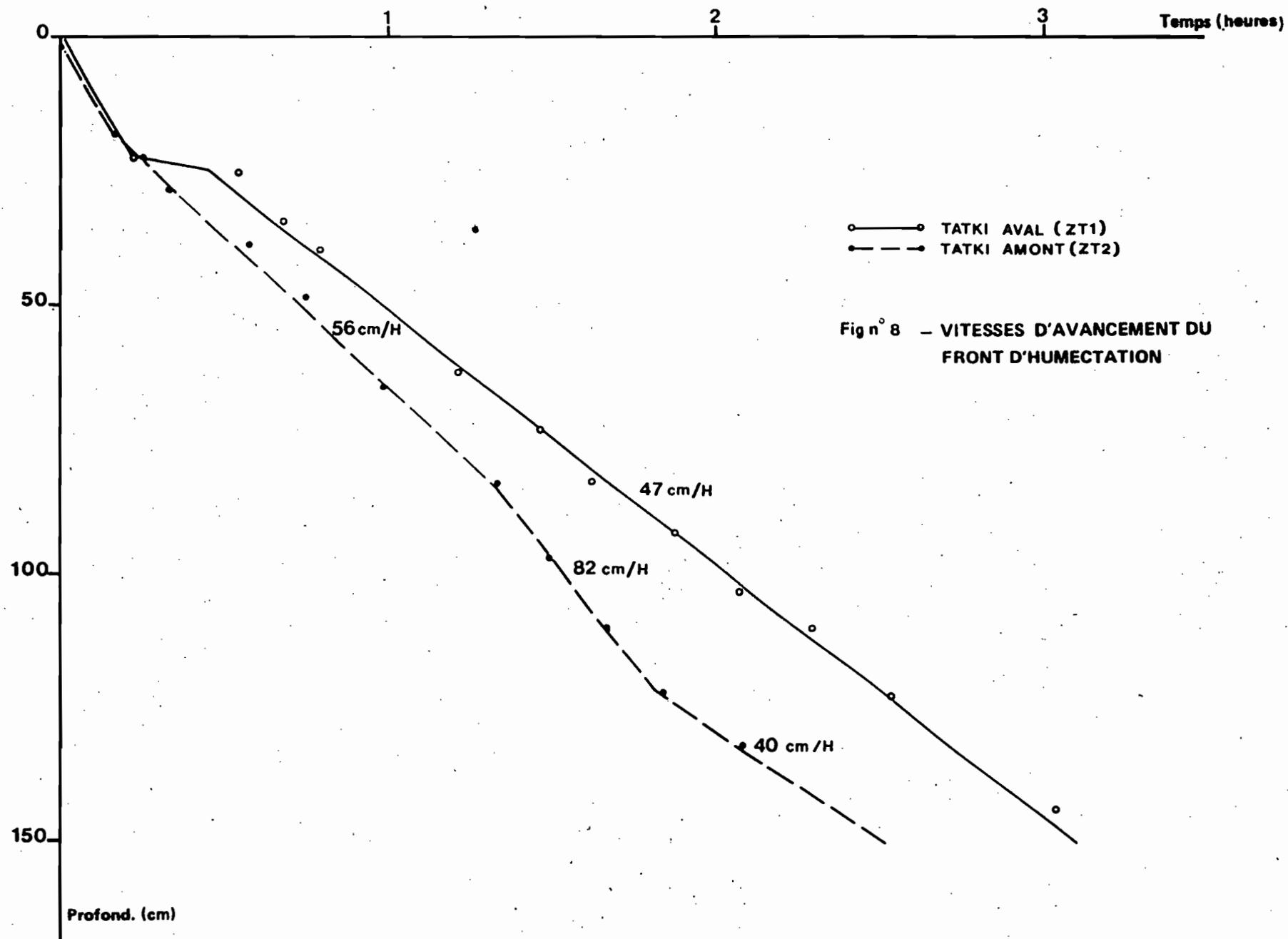
3.1.2. Résultats Analytiques

* TATKI AVAL (ZT1)			
Profondeur en cm	0 - 28	28 - 60	60 - 100
GRANULOMETRIE %			
Argile	3,5	9,2	10,7
Limon fin	4,0	4,1	4,3
Limon grossier	4,5	3,7	2,8
Sable fin	55,5	55,4	51,1
Sable grossier	31,9	26,7	29,2
Humidité	0,5	1,2	1,3
MATIERE ORGANIQUE - P ₂ O ₅ - pH			
Matière Organique %	0,61	0,09	-
C %	3,56	1,26	-
N %	0,14	0,16	-
C/N	25,4	8	-
P ₂ O ₅ total %	0,12	0,10	-
P ₂ O ₅ assimilable %	0,026	0,021	-
pH eau	6,9	7,5	7,5
pH KCl	5,5	5,5	5,4
COMPLEXE ADSORBANT mé/100 g			
Calcium	1,80	2,70	-
Magnésium	0,60	1,50	-
Potassium	0,16	0,02	-
Sodium	0,01	0,01	-
S	2,57	4,23	-
T	3,60	4,39	-
V %	71	96	-
ANALYSES PHYSIQUES			
pF 4,2	1,78	2,88	3,65
pF 3,0	3,02	4,22	5,81

TATKI AMONT (ZT2)				
Profondeur en cm	0 - 5	5 - 30	30 - 60	60 - 130
GRANULOMETRIE %				
Argile	1,0	2,1	4,5	5,5
Limon fin	3,6	3,0	2,3	1,7
Limon grossier	3,9	3,1	3,2	2,6
Sable fin	52,8	56,0	54,7	54,7
Sable grossier	39,2	34,9	35,0	34,8
Humidité	0,2	0,2	0,4	0,4
MATIERE ORGANIQUE - P ₂ O ₅ - pH				
Matière Organique %	0,56	0,29	0,22	-
C ‰	3,25	1,69	1,26	-
N ‰	0,10	0,08	0,28	-
C/N	32,5	21,0	4,5	-
P ₂ O ₅ total ‰	0,12	0,08	0,10	-
P ₂ O ₅ assimilable ‰	0,02	0,013	0,01	-
pH eau	7,5	7,6	7,6	7,2
pH KCl	5,8	5,8	6,8	5,6
COMPLEXE ADSORBANT mé/100 g				
Calcium	1,20	0,94	1,00	-
Magnésium	0,34	0,28	0,11	-
Potassium	0,14	0,12	0,10	-
Sodium	0,00	0,02	0,00	-
S	1,68	1,36	1,50	-
T	2,86	2,16	2,28	-
V %	59,0	63,0	68,0	-
ANALYSES PHYSIQUES				
pF 4,2	1,17	1,22	1,65	1,91
pF 3,0	2,07	2,04	2,30	2,50

Fig n°7 - DÉBITS D'INFILTRATION





3.1.3. Conclusion

Ces profils présentent tous deux un voile éolien en surface mais le profil aval comprend un premier horizon plus structuré avec une croûte superficielle probablement due au piétinement du bétail et un horizon nettement plus argileux à partir de soixante centimètres de profondeur, caractéristique des zones topographiques basses.

3.2. Cinétique d'infiltration

3.2.1. Débits d'infiltration

- Tatki Aval (ZT1) :

L'infiltration a débuté le 11/02/1984 à 10 H 42 mm et s'est terminée le 11/02/1984 à 14 H 27 mm soit une durée de 3 H 45 mm pour un volume d'eau infiltré de 664 litres soit un débit d'infiltration moyen de 177 l/H, le débit dans la phase stabilisée s'établit à 158 l/h. Il monte à 171 l/H lorsque le front d'humectation atteint 140 cm de profondeur.

- Tatki Amont (ZT2) :

L'infiltration a débuté le 13/02/1984 à 11 H 45 mm et s'est terminée le 13/02/1984 à 14 H 36 mm soit une durée de 2 H 56 mm pour un volume infiltré de 599 litres, soit un débit moyen de 204 l/H. Le débit de la phase stabilisée est régulier 10 mm après le début de l'infiltration et s'élève à 195 l/H.

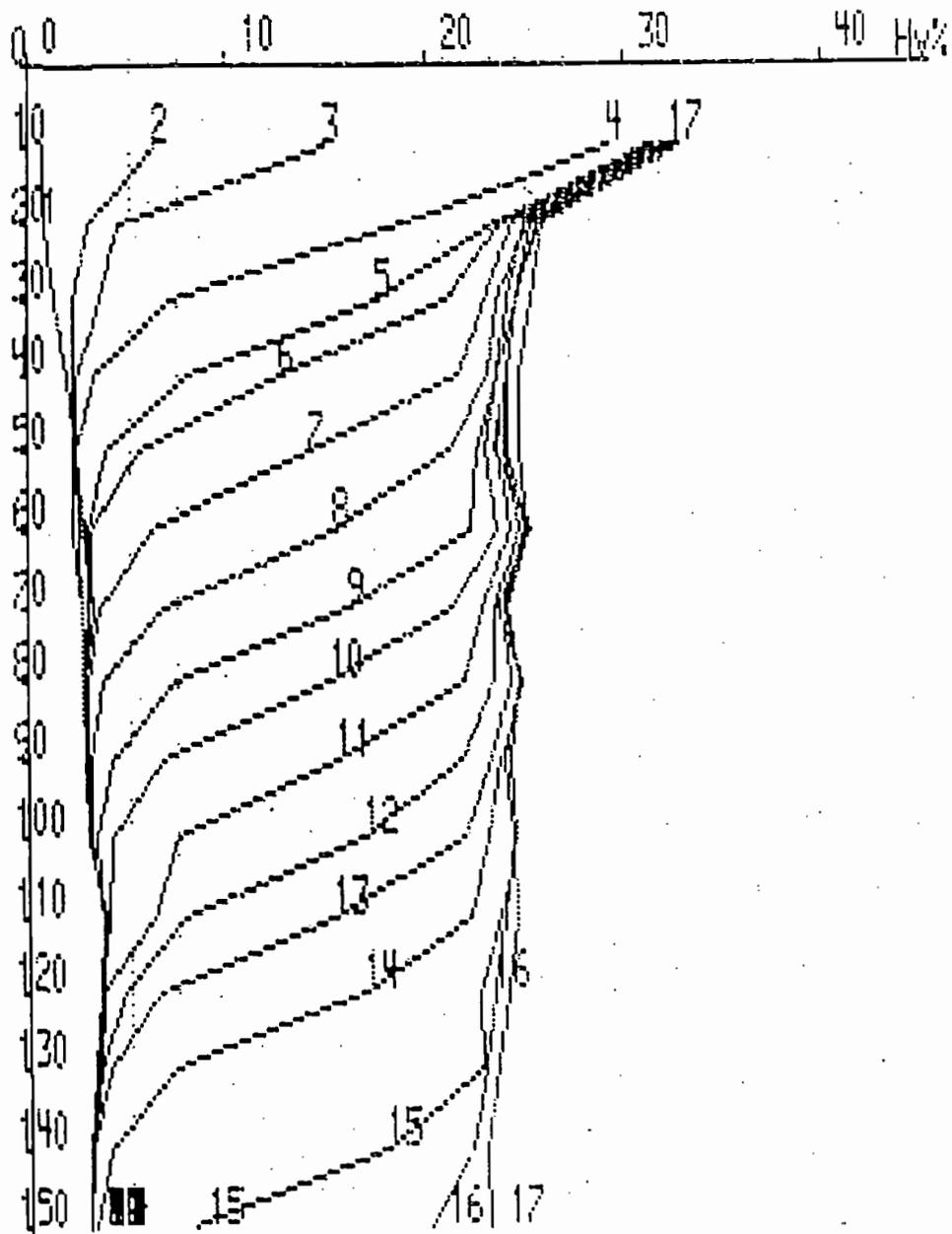
3.2.2. Vitesse d'avancement du front d'humectation

- Tatki Aval (ZT1) :

La vitesse d'avancement du front d'humectation présente un pallier entre 20 et 25 cm puis prend une allure régulière jusqu'à 150 cm de profondeur à la vitesse de 47 cm/H. Ce pallier correspondant au changement granulométrique au sein du profil : 0-28 cm : 3,5 % d'argile, 28-150 cm : 10 % d'argile.

- Tatki Amont (ZT2)

La vitesse d'avancement du front d'humectation varie avec la profondeur : 56 cm/H de 20 à 80 cm, 82 cm/H de 80 à 150 cm puis 40 cm/H de 120 à 150 cm sans liaison avec un changement de texture ou de structure du sol.



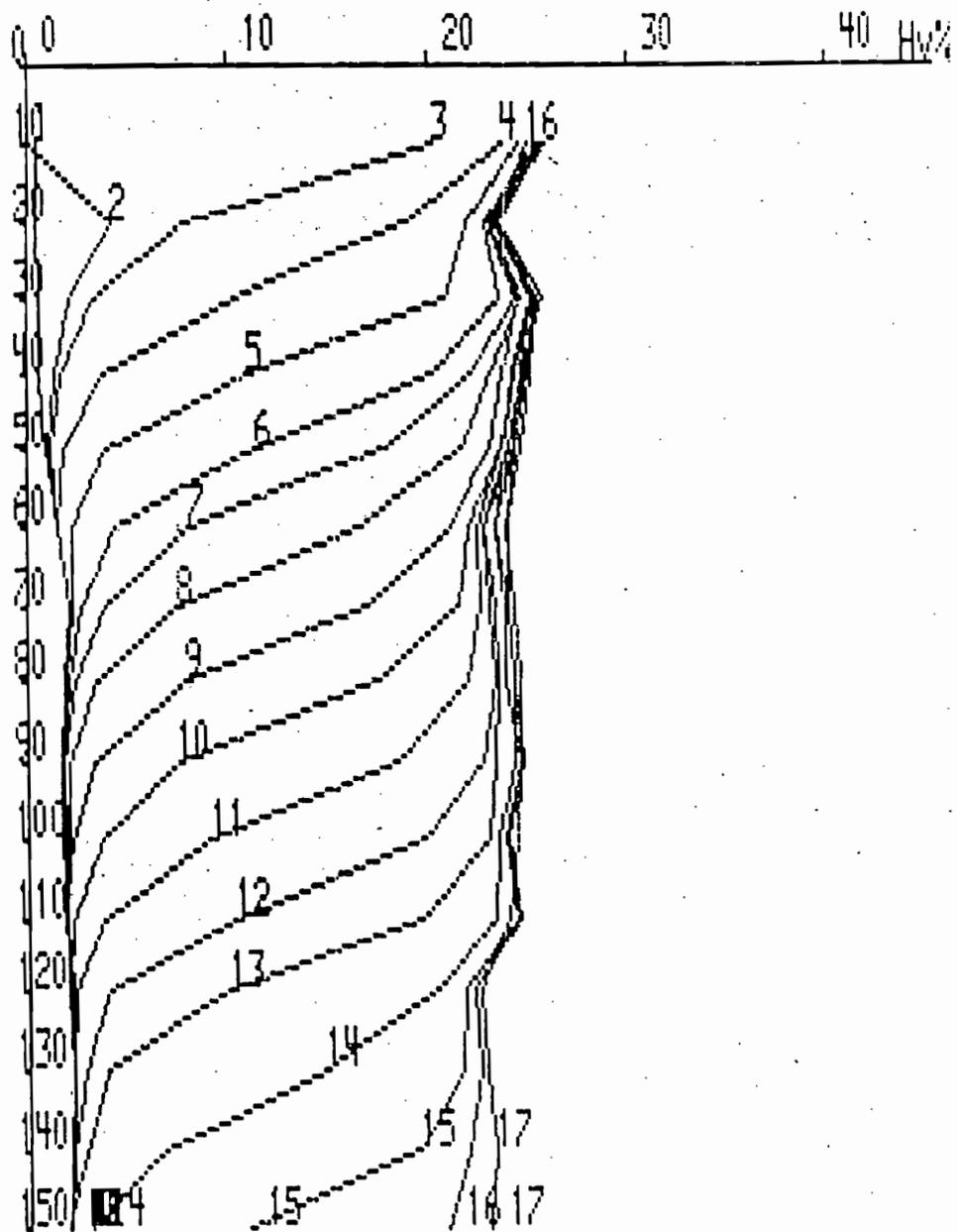
courbe numero	1	date :	110284	heure :	1018
courbe numero	2	date :	110284	heure :	1045
courbe numero	3	date :	110284	heure :	1050
courbe numero	4	date :	110284	heure :	1056
courbe numero	5	date :	110284	heure :	1123
courbe numero	6	date :	110284	heure :	1130
courbe numero	7	date :	110284	heure :	1142
courbe numero	8	date :	110284	heure :	1155
courbe numero	9	date :	110284	heure :	1210
courbe numero	10	date :	110284	heure :	1220
courbe numero	11	date :	110284	heure :	1235
courbe numero	12	date :	110284	heure :	1247
courbe numero	13	date :	110284	heure :	1300
courbe numero	14	date :	110284	heure :	1315
courbe numero	15	date :	110284	heure :	1345
courbe numero	16	date :	110284	heure :	1400
courbe numero	17	date :	110284	heure :	1426

Prof.

tube: zt

Fig 9

CINETIQUE D'INFILTRATION



courbe numero	1	date :	130284	heure :	1140
courbe numero	2	date :	130284	heure :	1150
courbe numero	3	date :	130284	heure :	1155
courbe numero	4	date :	130284	heure :	1205
courbe numero	5	date :	130284	heure :	1215
courbe numero	6	date :	130284	heure :	1225
courbe numero	7	date :	130284	heure :	1230
courbe numero	8	date :	130284	heure :	1240
courbe numero	9	date :	130284	heure :	1250
courbe numero	10	date :	130284	heure :	1300
courbe numero	11	date :	130284	heure :	1310
courbe numero	12	date :	130284	heure :	1320
courbe numero	13	date :	130284	heure :	1330
courbe numero	14	date :	130284	heure :	1345
courbe numero	15	date :	130284	heure :	1400
courbe numero	16	date :	130284	heure :	1415
courbe numero	17	date :	130284	heure :	1450

Prof.

tube: zt2

Fig. 10 - CINETIQUE D INFILTRATION

3.2.3. Teneur en eau à Saturation Apparente

Tableau n° 2 - Stocks d'eau à Saturation Apparente (mm)

Profondeur (cm)	0 - 50	50 - 100	100 - 150	0 - 100	0 - 150
Tatki Aval	133,6	122,7	118,8	256,3	375,1
Tatki Amont	124,3	122,6	116,6	246,9	363,5

Les deux profils ont des stocks d'eau à saturation apparente pratiquement identiques, seule diffère, la saturation apparente de l'horizon 0-10 cm, qui s'élève à 32 % pour le site aval contre 25 % pour le site amont. Malgré une teneur en argile de 9 à 10 % à partir de 30 cm de profondeur, le profil aval présente les mêmes caractéristiques de saturation apparente que le profil amont plus sableux.

3.3. Cinétique de ressuyage

3.3.1. Capacité de rétention

Comme pour les sites de Vindou, les deux profils de Tatki se ressuyent régulièrement sur toute la profondeur saturée.

- Tatki Aval

La capacité de rétention moyenne sur le profil est atteinte le 12/02/1984 à 14 H soit 23 H 33 mm après la fin de l'infiltration, les teneurs en eau à la capacité de rétention varient de 11 à 13 mm par tranche de sol de 10 cm.

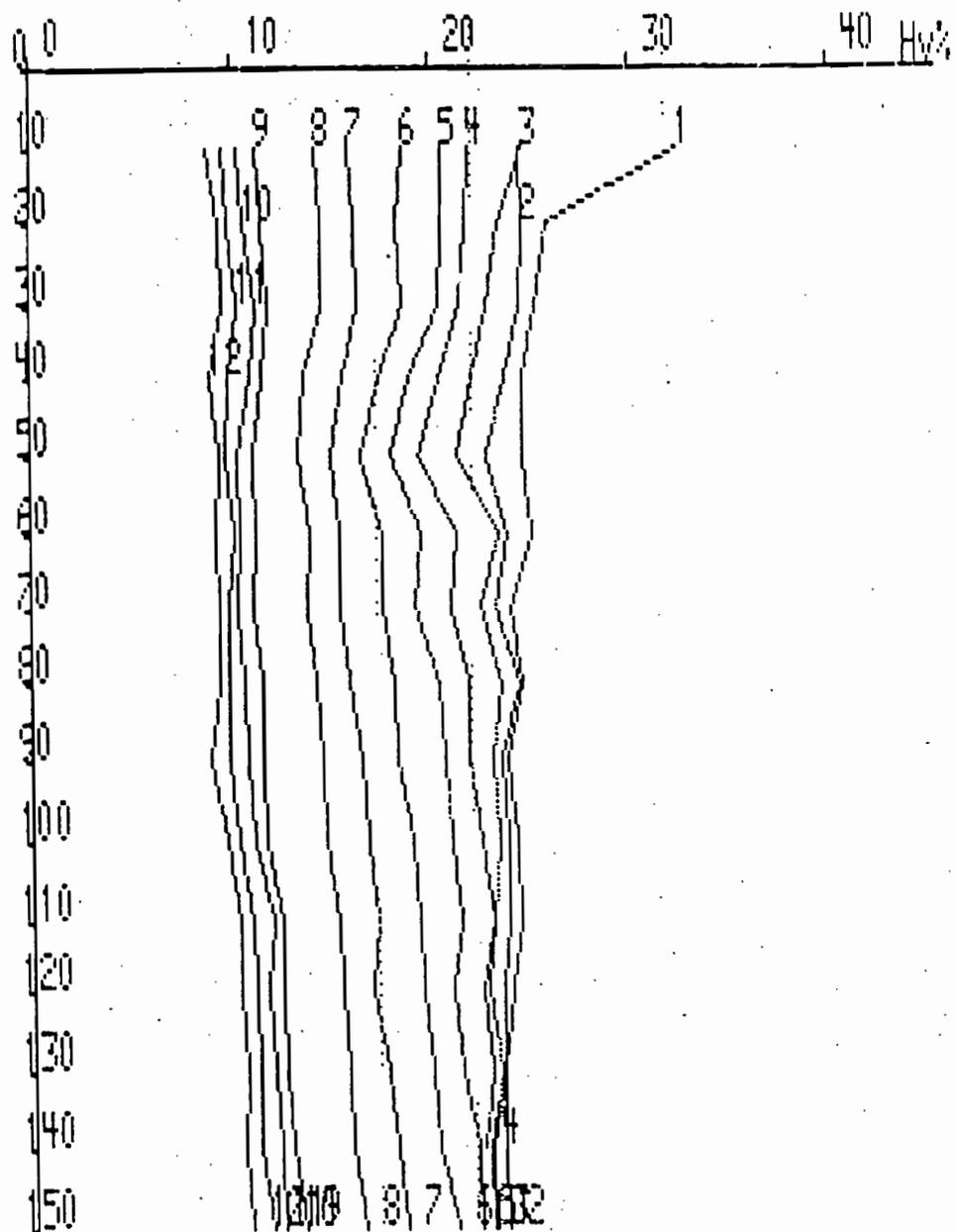
- Tatki Amont

La capacité de rétention moyenne sur le profil est atteinte le 14/02/1984 à 15 H 40 soit 24 H 03 mm après la fin de l'infiltration. Les teneurs en eau à la capacité de rétention varient de 7 à 9 mm par tranche de 10 cm de sol. Elles sont donc sensiblement plus faibles que pour Tatki Aval.

3.3.2. Réserve en eau utile

Tableau n° 3 - Réserve en eau utile (mm)

Profondeur (cm)	0 - 50	50 - 100	100 - 150	0 - 100	0 - 150
Tatki Aval	41,5	30,1	35,6	71,6	107,2
Tatki Amont	28,0	30,8	39,0	58,8	97,8

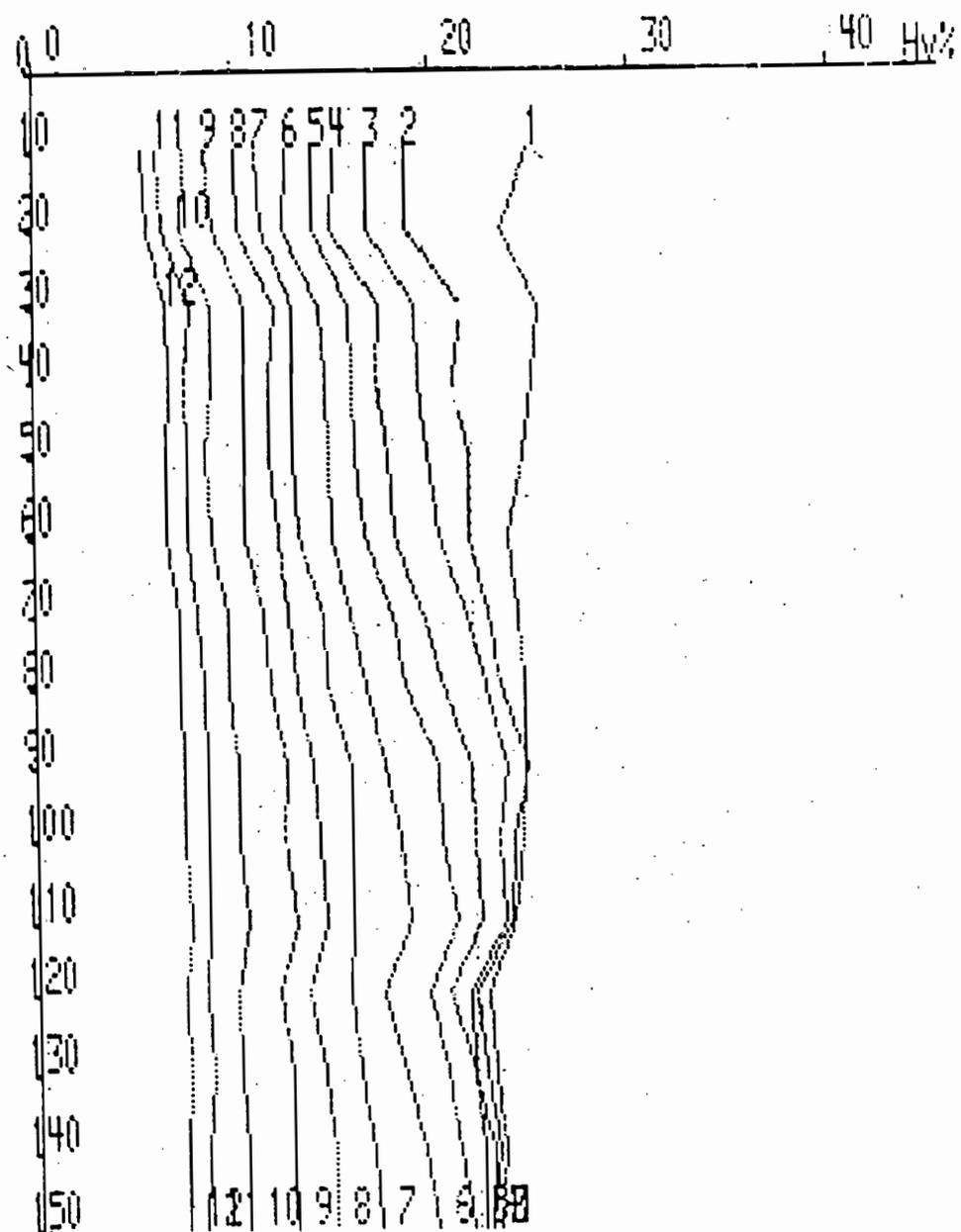


courbe numero	1	date :	110284	heure :	1426
courbe numero	2	date :	110284	heure :	1445
courbe numero	3	date :	110284	heure :	1502
courbe numero	4	date :	110284	heure :	1530
courbe numero	5	date :	110284	heure :	1600
courbe numero	6	date :	110284	heure :	1700
courbe numero	7	date :	110284	heure :	1900
courbe numero	8	date :	110284	heure :	2300
courbe numero	9	date :	120284	heure :	2000
courbe numero	10	date :	130284	heure :	2020
courbe numero	11	date :	150284	heure :	800
courbe numero	12	date :	170284	heure :	800

Prof.

tube: zt1

Fig. 11 - CINETIQUE DE RESSUYAGE



Prof.

tube: xt2

courbe numero	1	date :	130284	heure :	1450
courbe numero	2	date :	130284	heure :	1457
courbe numero	3	date :	130284	heure :	1510
courbe numero	4	date :	130284	heure :	1530
courbe numero	5	date :	130284	heure :	1550
courbe numero	6	date :	130284	heure :	1630
courbe numero	7	date :	130284	heure :	1730
courbe numero	8	date :	130284	heure :	1900
courbe numero	9	date :	130284	heure :	2200
courbe numero	10	date :	140284	heure :	842
courbe numero	11	date :	150284	heure :	800
courbe numero	12	date :	170284	heure :	801

Fig. 12 - CINETIQUE DE RESSUYAGE

Le tableau n° 3 met en évidence, la différence de comportement des cinquante premiers centimètres de sol vis-à-vis de la rétention de l'eau. L'examen des courbes d'humidité montre que cette différence se fait essentiellement dans les vingt premiers centimètres, ce qui est important pour le développement et le maintien de la végétation dans ces régions à la pluviométrie faible et irrégulière.

3.3.3. Porosité

Tableau n° 4 - Répartition des compartiments poreux du sol (%)

Site	Profondeur cm	P D	Microporosité	Macroporosité
Tatki Aval	0 - 50	23,0	8,3	14,7
	50 - 100	18,8	6,0	12,8
	100 - 150	17,8	7,2	10,6
Tatki Amont	0 - 50	22,6	5,6	17,0
	50 - 100	21,6	6,2	15,4
	100 - 150	20,3	6,5	13,8

Ce tableau montre la différence essentielle entre les deux profils quant à la répartition de la porosité : le profil aval a une répartition de la porosité plus favorable à la rétention de l'eau bien qu'ayant une porosité disponible légèrement inférieure.

3.4. Conclusion

Ces deux profils se différencient par leurs horizons de surface et la texture de leurs horizons inférieurs. Ce sont deux sols très filtrants ; cependant, le profil aval, plus argileux en profondeur, présente un début d'infiltration et une vitesse d'avancement du front d'humectation moins élevés mais il a une Capacité de Rétention plus favorable que le profil amont.

IV - LES CINÉTIQUES DE VINDOU

4.1. Caractérisation Pédologique

4.1.1. Description des sols

Vindou Aval (ZV1) : Sol Isohumique Brun rouge subaride faciès humifère sur matériau sableux d'origine éolienne.

Profil situé dans une parcelle mise en défens, à environ 1 km du forage, à l'aval de la séquence. Topographie plane - Végétation : herbacées en tapis continu, Sclerocaria et Balanites peu denses.

- 0 - 2/10 cm : Sec 5 YR 5/4 : horizon rémanié par le vent, plus ou moins lité, brun-rosé, sableux, localement pelliculaire en surface sur 1 mm d'épaisseur, très fragile, transition ondulée.
- 2/10 - 4/12 cm : Sec 5 YR 4/3 : brun-gris, sableux, lité remanié plus compact que l'horizon précédant, débris organiques, horizon de damage dû au piétinement du bétail.
- 4/12 - 40/45 cm : Sec 5 YR 3/4, brun chocolat, plus gris en surface plus rouge en profondeur, sableux, structure polyédrique subanguleuse moyenne, friable, porosité intergranulaire, nombreuses racines fines et chevelu, transition graduelle.
- 40/45 - 100 cm : Sec 5 YR 5/4 : horizon semblable mais plus rouge (brun-rouge) un peu plus compact, sableux, structure massive à éclats anguleux quelques racines fines, transition graduelle.
- 100 - 140 cm : Idem 5 YR 5/6 : beige rosé, pas de racines, transition graduelle.
- 140 + cm : Idem : 5 YR 6/6 : beige clair, pas de racines.

Vindou Amont (ZV2)

Sol Isohumique brun-rouge subaride sur matériau sableux d'origine éolienne.

Profil situé en haut de la séquence, pente générale de 2 %, localement plat, végétation herbacée et arbustive.

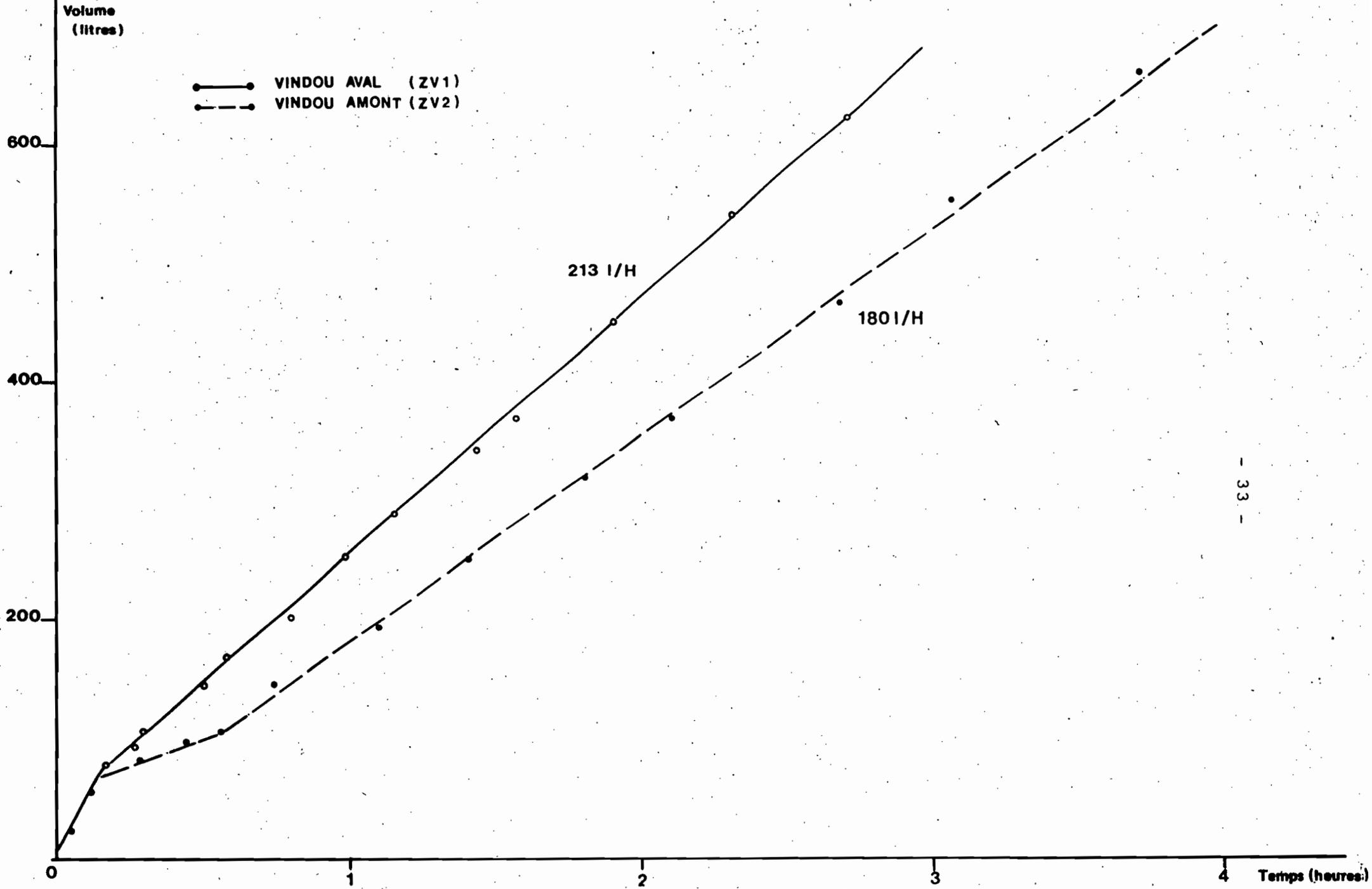
- 0 - 1/3 cm : Sec 5 YR 5/8 : brun-clair sableux, pellicule de 1 à 2 mm d'épaisseur colmatée sur sables grossiers très poreux, très fragile, nombreuses racines fines et chevelu. Transition ondulée.
- 1/3 - 40/45 cm : Sec 5 YR 4/6 : brun-rouge, sableux, structure polyédrique subanguleuse, fragile, poreux, racines fines dans la masse de l'horizon. Horizon de pénétration de la matière organique. Transition diffuse.
- 40/45 - 110 cm : Sec 5 YR 5/8 : Rouge-jaunâtre, sableux, structure polyédrique subanguleuse moyenne, très fragile, quelques racines fines et chevelu.
- 110 - 150 cm : Idem 5 YR 6/8 : mais jaunâtre, sans racines.

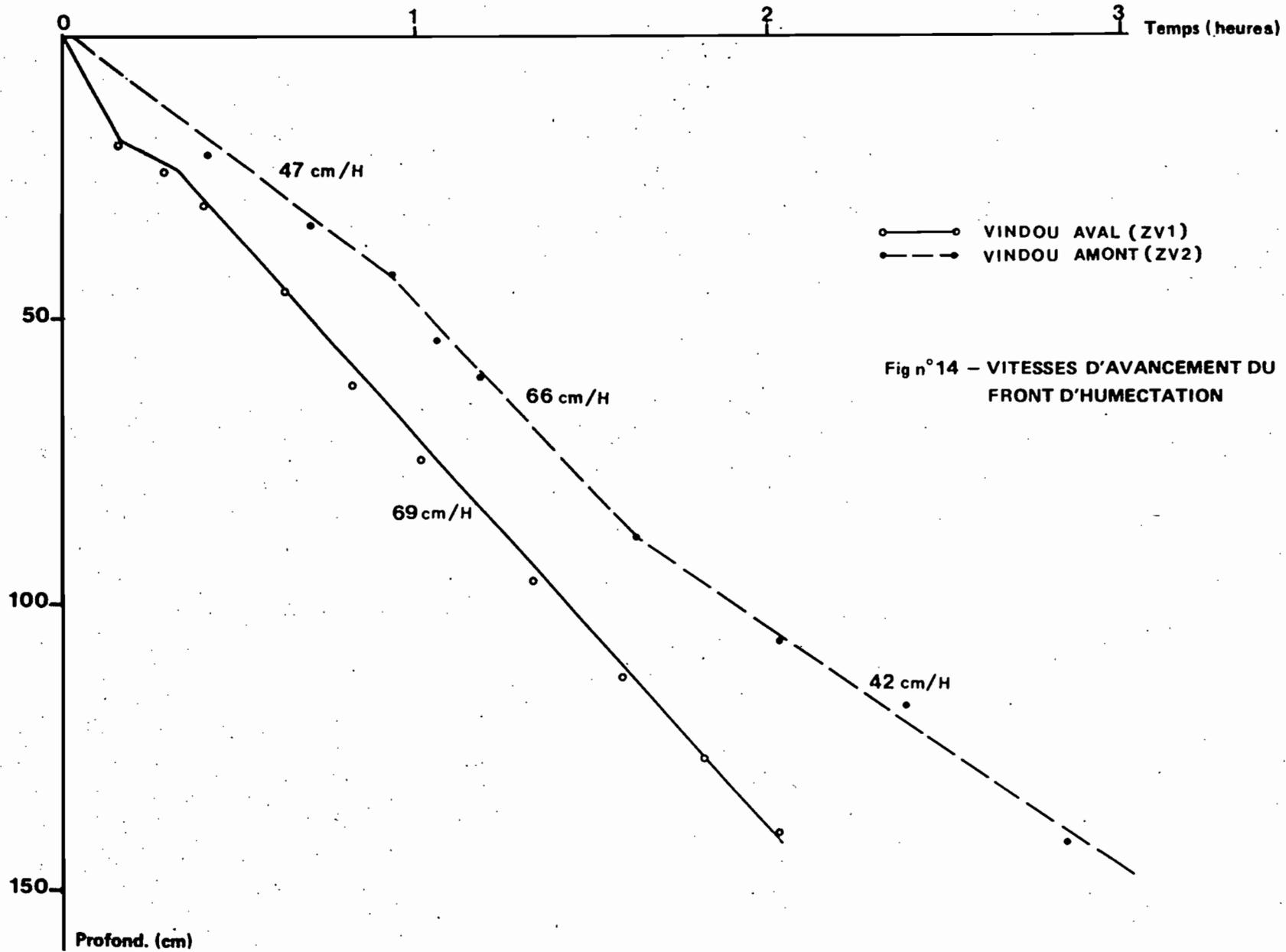
4.1.2. Résultats Analytiques

* VINDOU AVAL (ZV1)						
Profondeur (cm)	0-2/10	2/10-4/12	4/12-40/45	40/45-100	100 - 140	140 - 160
GRANULOMETRIE %						
Argile	2,7	3,4	4,3	6,0	3,6	3,2
Limon fin	1,8	3,4	2,9	2,0	2,2	1,2
Limon grossier	3,1	3,9	2,5	2,3	2,7	2,0
Sable fin	45,1	46,5	41,0	45,4	50,2	47,7
Sable grossier	47,4	42,7	48,8	43,7	40,8	45,3
Humidité	0,4	0,6	0,6	0,8	0,7	0,5
MATIERE ORGANIQUE - P ₂ O ₅ - pH						
Matière Organique %	1,4	1,2	0,6	0,4	0,2	0,2
C %	8,1	6,83	3,46	2,13	1,24	1,42
N %	0,31	0,26	0,27	0,08	0,06	0,07
C/N	26	26	13	27	21	21
P ₂ O ₅ total %	0,20	0,14	0,09	0,09	0,06	0,06
P ₂ O ₅ assimilable %	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
pH eau	7,2	7,2	7,5	7,7	7,8	7,5
pH KCl	6,0	5,7	5,6	5,6	5,7	5,4
COMPLEXE ADSORBANT (mé/100 g)						
Calcium	1,50	1,65	1,80	1,40	0,70	0,70
Magnésium	0,60	0,60	0,70	0,90	0,80	0,55
Potassium	0,24	0,19	0,04	0,03	0,02	0,02
Sodium	0,03	0,08	0,10	0,08	0,04	0,02
S	2,37	2,52	2,64	2,41	1,56	1,29
T	6,47	6,70	6,76	6,58	5,88	5,60
V %	37	38	39	37	27	23
ANALYSES PHYSIQUES						
pF 4,2	2,05	1,75	1,61	1,90	1,62	1,39
pF 3,0	2,74	3,11	2,66	3,11	2,62	2,58

* VINDOU AMONT (ZV2)				
Profondeur (cm)	0 - 10	10 - 40	40 - 110	110-150
GRANULOMETRIE %				
Argile	4,8	4,9	6,5	4,2
Limon fin	1,7	2,0	1,7	1,2
Limon grossier	1,7	5,1	2,9	2,6
Sable fin	49,7	50,1	51,8	53,5
Sable grossier	42,0	37,2	36,0	37,9
Humidité	0,5	0,6	0,7	0,5
MATIERE ORGANIQUE - P ₂ O ₅ - pH				
Matière Organique %	0,5	0,3	0,2	0,2
C ‰	3,09	1,65	1,34	0,94
N ‰	0,13	0,09	0,11	0,07
C/N	24	18	12	13
P ₂ O ₅ total ‰	0,10	0,08	0,09	0,07
P ₂ O ₅ assimilable ‰	0,01	0,01	Tr.	0,01
pH eau	7,3	7,0	5,6	5,1
pH KCl	5,5	5,3	4,4	4,3
COMPLEXE ADSORBANT (mé/100 g)				
Calcium	1,00	0,90	0,60	0,30
Magnésium	0,50	0,60	0,80	0,30
Potassium	0,10	0,03	0,02	0,01
Sodium	0,01	0,02	0,03	0,02
S	1,61	1,55	1,45	0,83
T	5,55	5,79	6,74	5,15
V %	29	27	22	16
ANALYSES PHYSIQUES				
pF 4,2	1,60	1,45	1,86	1,75
pF 3,0	2,84	2,77	3,31	2,53

Fig n° 13 - DÉBITS D'INFILTRATION





4.1.3. Conclusion

Ces deux profils sont fortement sableux, le profil amont étant légèrement plus argileux et à dominance de sables fins.

La proximité du forage, entraînant une charge de bétail importante sur son pourtour, a marqué le profil aval. Il présente un horizon gris noir lité à teneur relativement forte en matière organique (1,3 %) et à C/N élevé (26) alors que le profil amont présente également un C/N élevé dans les dix premiers centimètres mais avec une teneur en matière organique plus faible (0,5 %) et n'a pas d'horizon lité et compacté.

4.2. Cinétiques d'infiltration

4.2.1. Débits d'infiltration

* Vindou Aval (ZV1)

L'infiltration a débuté le 07/02/1984 à 12 H 25 et s'est terminée le 07/02/1984 à 15 H 08 soit une durée de 2 H 43 mn pour un volume infiltré de 625 litres soit un débit d'infiltration moyen de 230 l/H. Le débit pendant la phase stabilisée étant de 213 l/H.

* Vindou Amont (ZV2)

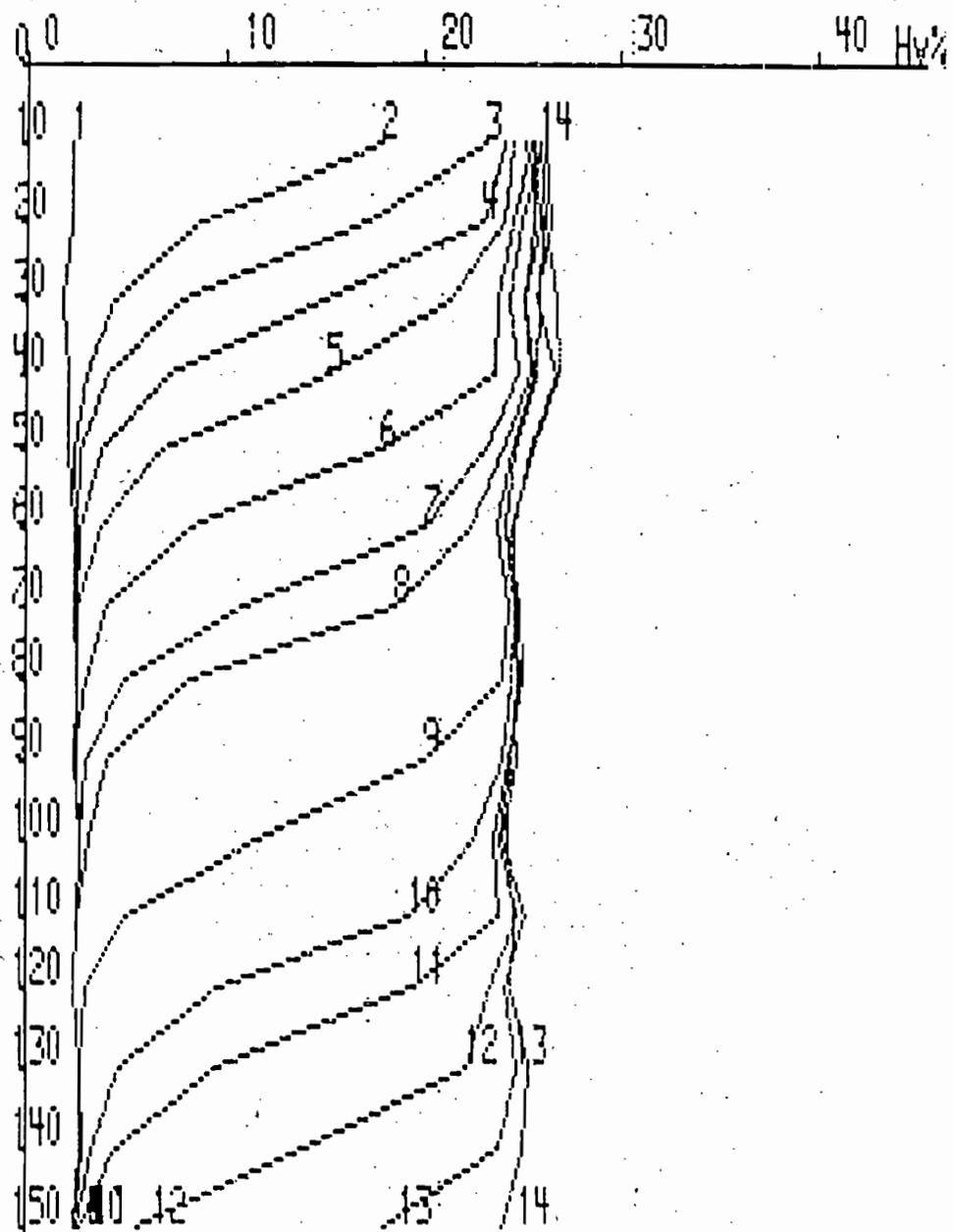
L'infiltration a débuté le 09/02/1984 à 9 H 13 mn et s'est terminée le 09/02/1984 à 12 H 47 mn soit une durée de 3 H 34 mn pour un volume infiltré de 658 litres soit un débit d'infiltration moyen de 184 l/H. Le débit pendant la phase stabilisée étant de 180 l/H.

4.2.2. Vitesse d'avancement du front d'humectation

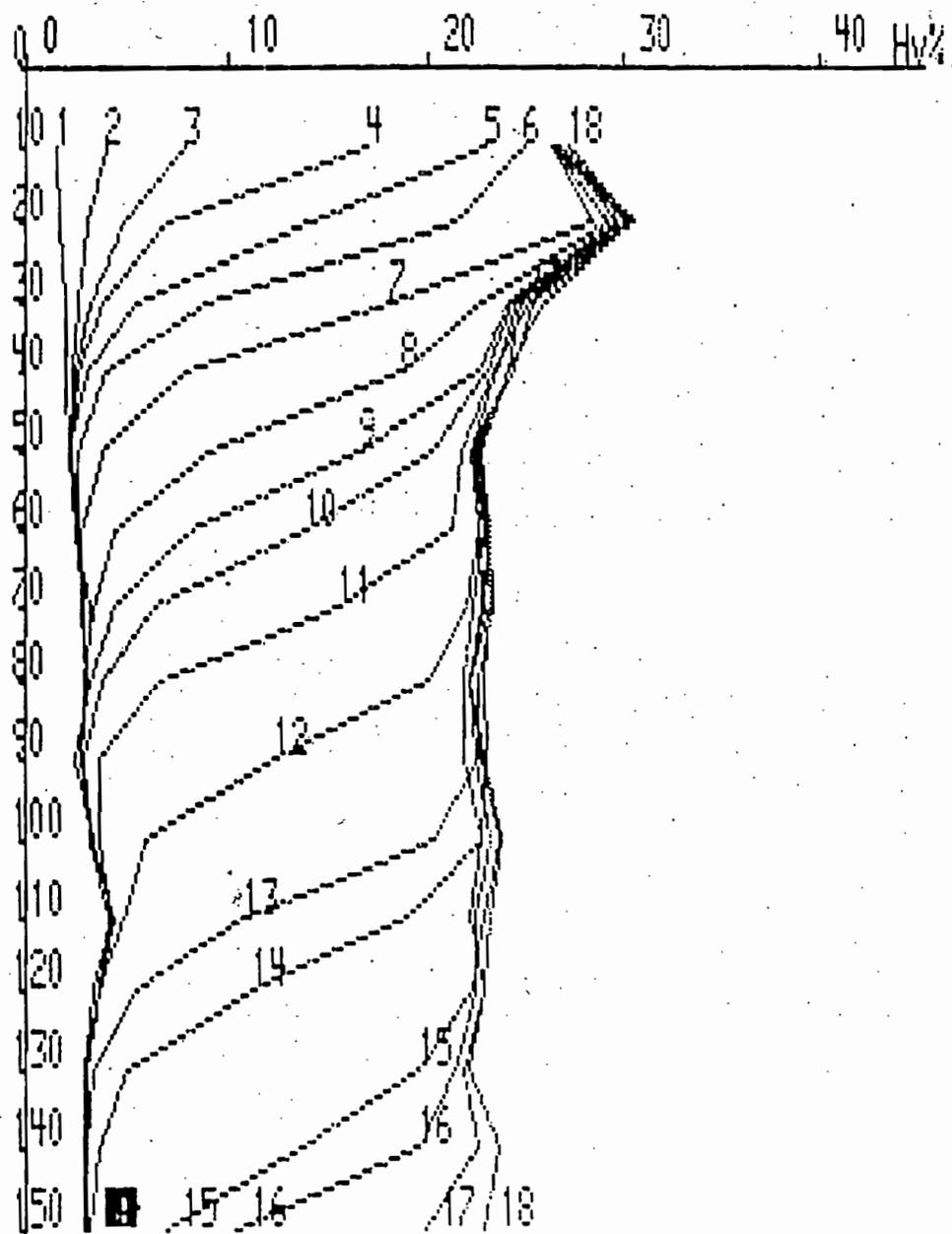
* Vindou Aval (ZV1)

La cinétique d'infiltration est très régulière, avec des teneurs en eau volumique à saturation apparente pratiquement identiques sur toute la hauteur du profil (25-26 %).

La présence de l'horizon gris-noir lité se traduit par une variation de la vitesse d'avancement du front dans les 25 premiers centimètres du sol, ensuite, la vitesse d'avancement est régulière et stabilisée à 69 cm/H.



courbe numero	1	date :	70284	heure :	1200
courbe numero	2	date :	70284	heure :	1235
courbe numero	3	date :	70284	heure :	1242
courbe numero	4	date :	70284	heure :	1249
courbe numero	5	date :	70284	heure :	1258
courbe numero	6	date :	70284	heure :	1309
courbe numero	7	date :	70284	heure :	1320
courbe numero	8	date :	70284	heure :	1326
courbe numero	9	date :	70284	heure :	1345
courbe numero	10	date :	70284	heure :	1400
courbe numero	11	date :	70284	heure :	1414
courbe numero	12	date :	70284	heure :	1426
courbe numero	13	date :	70284	heure :	1443
courbe numero	14	date :	70284	heure :	1454



Prof.

tube: zv2

courbe numero	1	date :	90284	heure :	900
courbe numero	2	date :	90284	heure :	916
courbe numero	3	date :	90284	heure :	920
courbe numero	4	date :	90284	heure :	926
courbe numero	5	date :	90284	heure :	934
courbe numero	6	date :	90284	heure :	942
courbe numero	7	date :	90284	heure :	951
courbe numero	8	date :	90284	heure :	1005
courbe numero	9	date :	90284	heure :	1013
courbe numero	10	date :	90284	heure :	1020
courbe numero	11	date :	90284	heure :	1031
courbe numero	12	date :	90284	heure :	1047
courbe numero	13	date :	90284	heure :	1056
courbe numero	14	date :	90284	heure :	1111
courbe numero	15	date :	90284	heure :	1133
courbe numero	16	date :	90284	heure :	1200
courbe numero	17	date :	90284	heure :	1215
courbe numero	18	date :	90284	heure :	1222

Fig. 16 - CINETIQUE D'INFILTRATION

* Vindou Amont (ZV2)

Ici, par contre, les profils hydriques présentent une teneur en eau plus élevée entre 0 et 30 cm que dans le reste du profil (25 à 30 % contre 23 %). D'autre part, la vitesse d'avancement du front d'humectation varie avec la profondeur, caractérisant trois compartiments du sol qui correspondent aux trois horizons décrits : de 0 à 45 cm : $V = 47$ cm/H et 45 à 100 cm : $V = 66$ cm/H et de 100 à 150 cm $V = 42$ cm/H. La vitesse moyenne sur l'ensemble du profil étant d'environ 50 cm/H.

4.2.3. Teneur en eau à saturation apparente

Tableau n° 5 - Stocks d'eau à Saturation Apparente (mm)

Profondeur (cm)	0 - 50	50 - 100	100-150	0 - 100	0 - 150
Vindou Aval	133,3	124,1	126,0	257,4	383,4
Vindou Amont	130,4	116,0	115,9	246,4	362,3

Les deux profils ont des stocks d'eau à saturation apparente assez proches, de l'ordre de 25 mm par tranche de 10 cm de sol ; comparée à la porosité totale calculée par les densités réelle et apparente, (30 à 35 %) on constate un déficit théorique de saturation. Ces sols étant très filtrants sur une grande profondeur, la saturation théorique n'est pas atteinte. Les teneurs en eau à la saturation apparente représentent la saturation maximale possible dans les conditions naturelles.

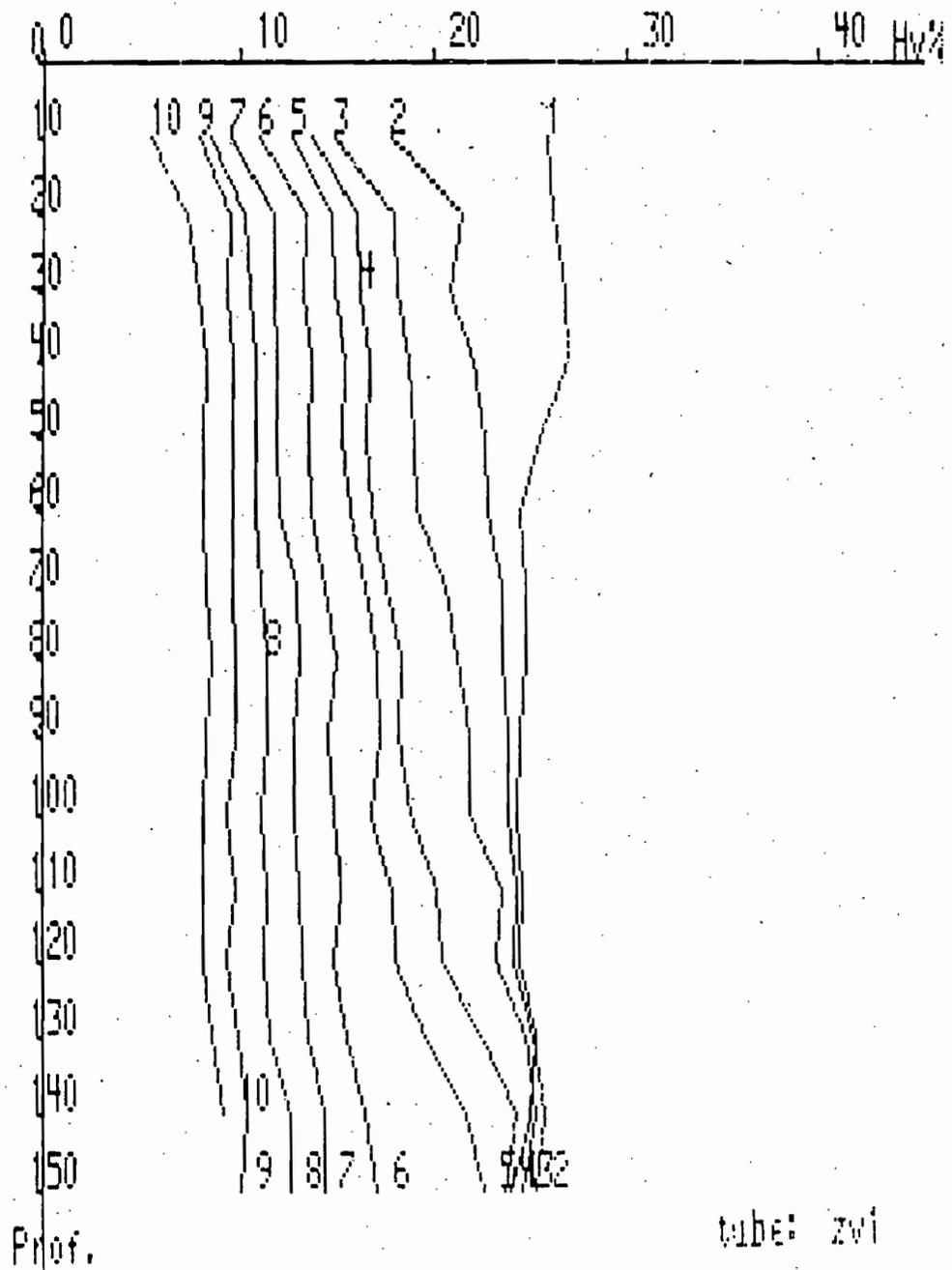
4.3. Cinétique de ressuyage

4.3.1. Capacité de rétention

Dans les deux sites, le ressuyage se fait régulièrement sur toute la hauteur du profil.

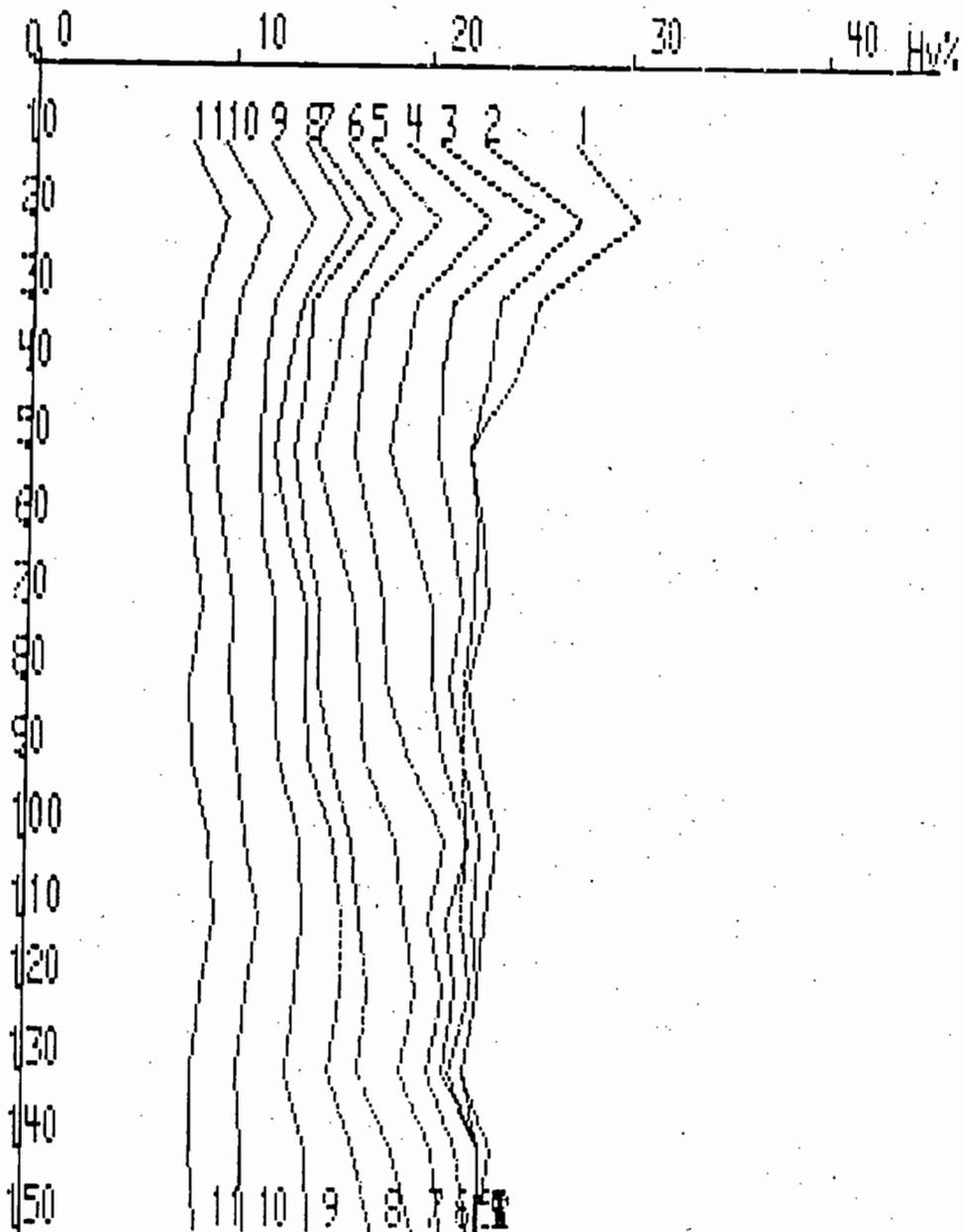
* Vindou Aval (ZVI)

La capacité de rétention moyenne sur l'ensemble du profil est atteinte le 08/02/1984 à 11 H soit 10 H 52 mn après le début du ressuyage ; les teneurs en eau à la capacité de rétention sont d'environ 10 mm par tranche de 10 cm de sol sur tout le profil.



courbe numero	1	date :	70284	heure :	1454
courbe numero	2	date :	70284	heure :	1524
courbe numero	3	date :	70284	heure :	1549
courbe numero	4	date :	70284	heure :	1625
courbe numero	5	date :	70284	heure :	1700
courbe numero	6	date :	70284	heure :	1900
courbe numero	7	date :	70284	heure :	2300
courbe numero	8	date :	80284	heure :	500
courbe numero	9	date :	90284	heure :	815
courbe numero	10	date :	120284	heure :	1655

Fig. 17 - CINETIQUE DE RESSUYAGE



courbe numero	1	date :	90284	heure :	1222
courbe numero	2	date :	90284	heure :	1250
courbe numero	3	date :	90284	heure :	1306
courbe numero	4	date :	90284	heure :	1320
courbe numero	5	date :	90284	heure :	1351
courbe numero	6	date :	90284	heure :	1415
courbe numero	7	date :	90284	heure :	1530
courbe numero	8	date :	90284	heure :	1630
courbe numero	9	date :	90284	heure :	2000
courbe numero	10	date :	100284	heure :	825
courbe numero	11	date :	120284	heure :	1630

Prof.

tube: zv2

Fig. 18 - CINETIQUE DE RESSUYAGE

* Vindou Amont (ZV2)

La capacité de rétention moyenne sur l'ensemble du profil est atteinte le 10/02/1984 à 9 H 30, soit 20 H 43 mn après le début du ressuyage. La teneur en eau est aussi de 10 mm par tranche de 10 cm de sol.

4.3.2. Réserve en eau utile

Tableau n° 6 - Réserve en eau utile (mm)

Profondeur cm	0 - 50	50 - 100	100 - 150	0 - 100	0 - 150
Vindou Aval	34,5	37,7	44,0	72,2	116,2
Vindou Amont	38,5	36,3	40,0	74,8	114,8

Pratiquement identique sur les deux sites, la réserve en eau utile représente un volume de 730 m³/ha (73 mm) sur un mètre de profondeur.

4.3.3. Porosité

Tableau n° 7 - Répartition des compartiments poreux du sol (%)

Site	Profondeur cm	P. D.	Microporosité	Macroporosité
Vindou Aval	0 - 50	23,7	7,7	16,8
	50 - 100	21,7	7,5	14,2
	100 - 150	22,6	8,8	13,8
Vindou Amont	0 - 50	23,5	7,7	15,8
	50 - 100	20,2	7,5	12,9
	100 - 150	20,4	8,0	12,4

La répartition de la porosité est constante sur l'ensemble des profils, la microporosité représente environ le tiers de la porosité disponible.

4.4. Conclusion

Ces deux sols de composition granulométrique très proches, présentent les mêmes caractéristiques de stockage de l'eau : Saturation Apparente, Réserve Utile, répartition de la porosité sont très proches dans les deux sites amont et aval et ne varient pas avec la profondeur. Ils se différencient légèrement au niveau des possibilités d'absorption de cette eau : le profil de Vindou amont a un débit d'infiltration plus faible et une vitesse d'avancement du front d'humectation plus lente et moins régulière que le profil de Vindou aval.

V - AMALI

5.1. Caractérisation Pédologique

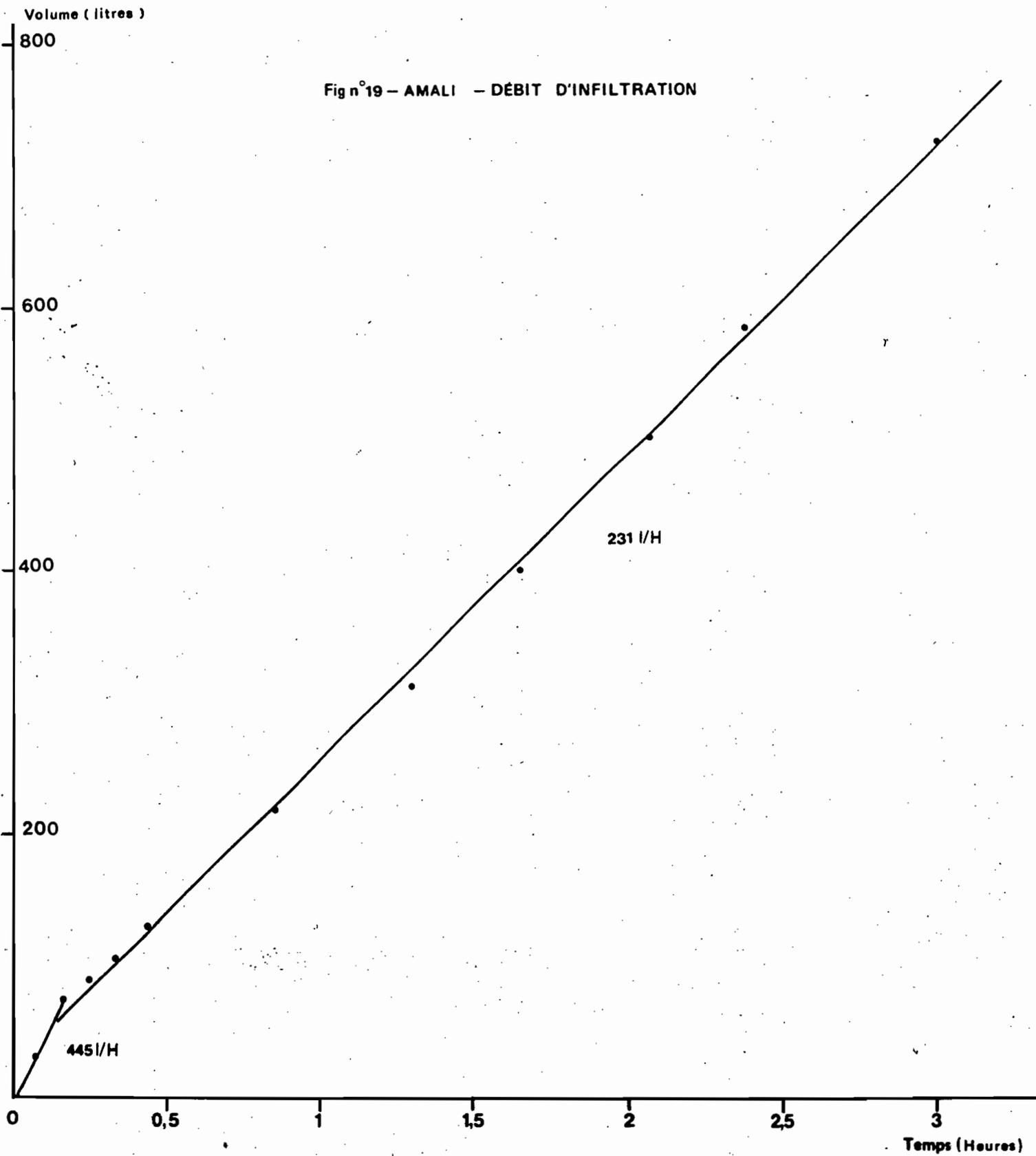
5.1.1. Description du profil

Sol Isohumique Brun Rouge subaride peu différencié sur matériau sableux. Profil situé à environ 1 km au Nord du forage dans une zone de dunes récentes ; relief général ondulé à pente 1 à 2 %, localement plat. Sable éolien en surface, peu d'herbacées, beaucoup d'arbres et arbustes morts. Zone non mise en défens.

- 0 - 20 cm : Sec, 7,5 YR 6/4, brun-clair, gris, sableux, un peu pelliculaire en surface, structure polyédrique subanguleuse peu nette, fragile, racines fines, matière organique diffuse.
- 20 - 45 cm : Sec, 7,5 YR 5/8, brun-gris-rougeâtre, sableux, semblable à l'horizon précédant mais mieux structuré, matière organique diffuse, racines fines.
- 45 - 110 cm : Sec, 5 YR 5/8, rouge orangé, sableux à structure polyédrique subanguleuse, fragile, forte porosité.
- 110 - 180 cm : 5 YR 6/8, idem, mais plus jaune et présence de sables blanchis.

5.1.2. Résultats Analytiques

Profondeur cm	0 - 20	20 - 45	45 - 110	110 - 180
GRANULOMETRIE %				
Argile	2,0	3,5	4,4	2,4
Limon fin	2,0	1,8	1,6	1,4
Limon grossier	2,6	1,1	1,9	4,4
Sable fin	53,4	53,1	55,0	53,1
Sable grossier	40,0	40,0	36,6	39,0
Humidité	0,2	0,4	0,5	0,3
MATIERE ORGANIQUE - P ₂ O ₅ - pH				
Matière Organique %	0,3	0,2	-	-
C %	1,86	1,33	-	-
N %	0,10	0,24	-	-
C/N	18,6	5,5	-	-
P ₂ O ₅ total %	0,070	0,070	-	-
P ₂ O ₅ assim. %	0,013	0,013	-	-
pH eau	7,5	6,5	5,5	4,8
pH KCl	5,8	4,9	4,3	4,2
COMPLEXE ADSORBANT mé/100 g				
Calcium	1,03	0,90	0,70	-
Magnésium	0,34	0,48	0,74	-
Potassium	0,08	0,02	0,01	-
Sodium	0,01	0,00	0,00	-
S	1,46	1,40	1,45	-
T	2,27	2,60	2,67	-
V %	64	54	54	-
ANALYSES PHYSIQUES				
pF 4,2	1,02	1,33	1,64	1,16
pF 3,0	2,13	2,10	2,55	1,88



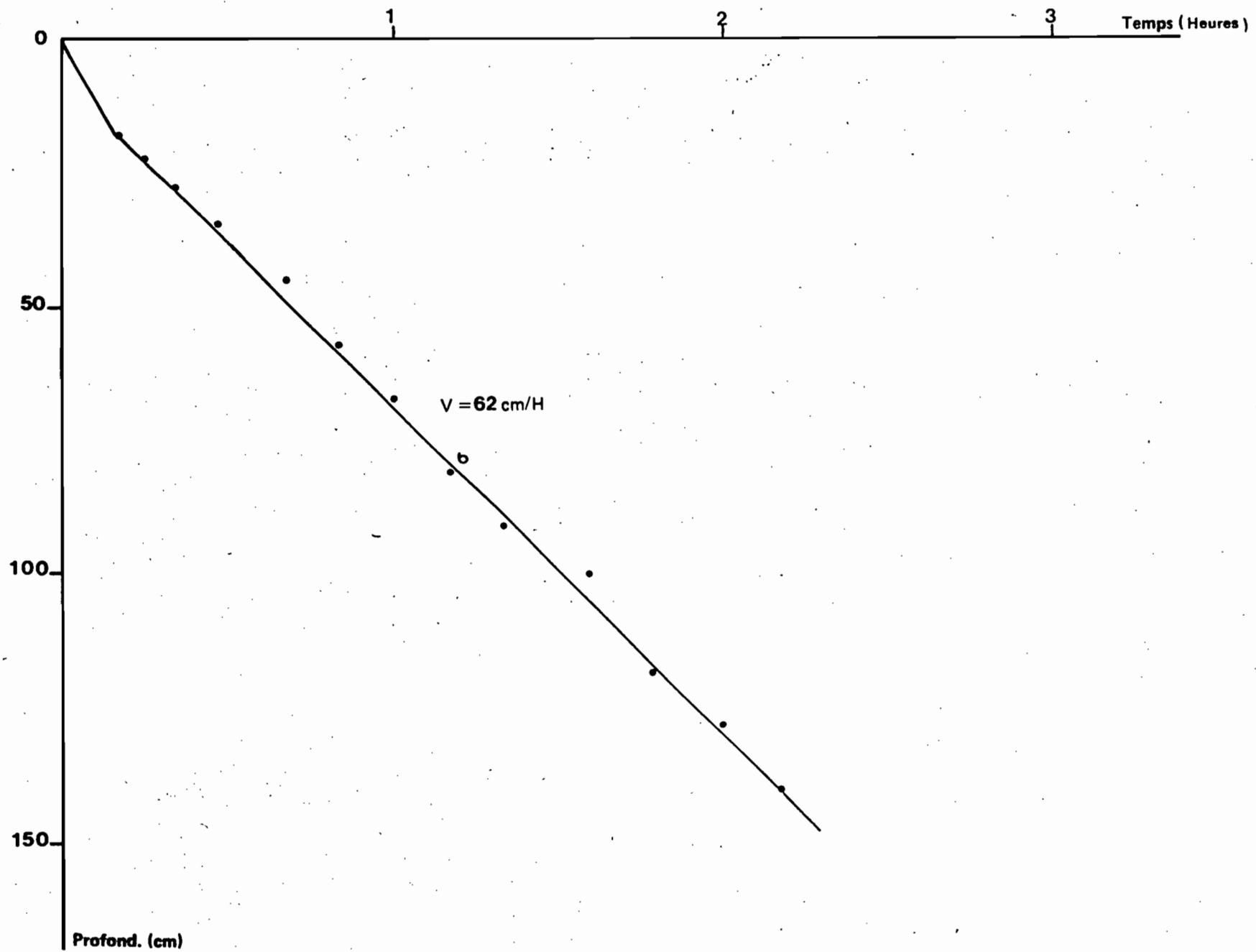
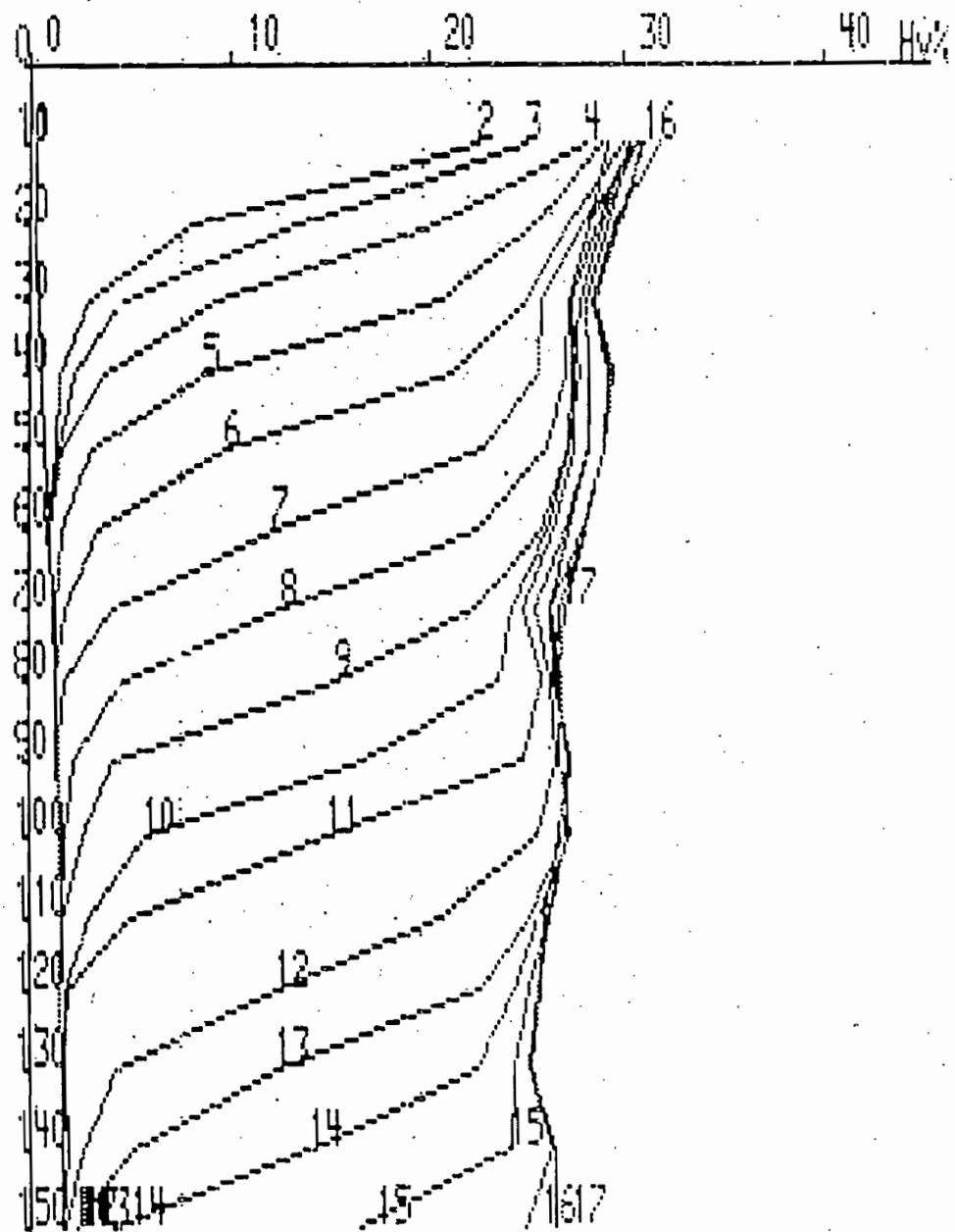


Fig n° 20 - AMALI : VITESSE D'AVANCEMENT DU FRONT D'HUMECTATION



courbe numero	1	date :	130384	heure :	1200
courbe numero	2	date :	130384	heure :	1210
courbe numero	3	date :	130384	heure :	1215
courbe numero	4	date :	130384	heure :	1220
courbe numero	5	date :	130384	heure :	1228
courbe numero	6	date :	130384	heure :	1240
courbe numero	7	date :	130384	heure :	1250
courbe numero	8	date :	130384	heure :	1300
courbe numero	9	date :	130384	heure :	1310
courbe numero	10	date :	130384	heure :	1320
courbe numero	11	date :	130384	heure :	1335
courbe numero	12	date :	130384	heure :	1347
courbe numero	13	date :	130384	heure :	1400
courbe numero	14	date :	130384	heure :	1410
courbe numero	15	date :	130384	heure :	1425
courbe numero	16	date :	130384	heure :	1433
courbe numero	17	date :	130384	heure :	1450

tube: za1

Fig. 21 - CINETIQUE D'INFILTRATION

5.1.3. Conclusion

Profil très sableux sur toute la profondeur, à structure peu différenciée, à teneur en matière organique plus faible que ceux des sites de Vindou et Tatki.

5.2. Cinétique d'infiltration

5.2.1. Débit d'infiltration

L'infiltration a débuté le 13/03/1984 à 12 H pour se terminer le 13/03/1984 à 15 H, soit une durée de 3 heures pour un volume d'eau infiltré de 723,2 l, soit un débit moyen d'infiltration de 241 l/H. Le débit pendant la phase stabilisée est de 231 l/H.

5.2.2. Vitesse d'avancement du front d'humectation

La vitesse d'avancement du front d'humectation est régulière sur tout le profil et se stabilise à 62 cm/H 10 mn après le début de l'infiltration.

5.2.3. Teneur en eau à saturation apparente

Tableau n° 8 - Stocks d'eau à Saturation Apparente (mm)

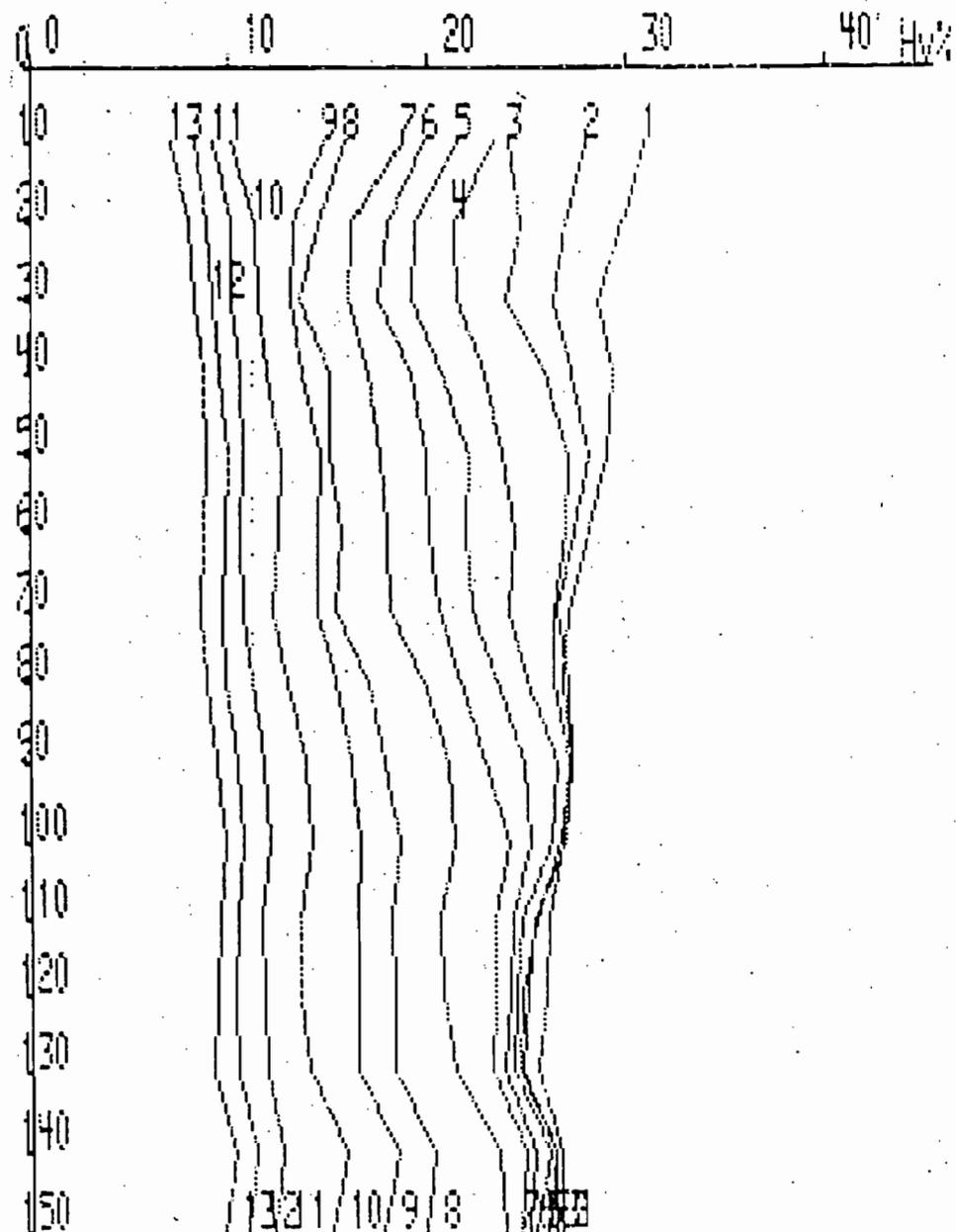
Profondeur (cm)	0 - 50	50 - 100	100-150	0 - 100	0 - 150
Stock mm	148,4	136,5	131,1	284,9	416,0

Alors que la texture et la structure varient peu le long du profil, la capacité en eau à saturation apparente décroît graduellement du haut vers le bas du profil : ceci pourrait s'expliquer par le fait que dans ces sols très sableux sans horizon moins perméable à la base, l'infiltration est très rapide et la saturation réelle n'est en fait pas atteinte.

5.3. Cinétique de ressuyage

5.3.1. Capacité de rétention

La capacité de rétention moyenne sur le profil est atteinte le 14/03/1984 à 19 H, soit 28 heures après la fin de l'infiltration. Les teneurs en eau à la Capacité de Rétention varient de 8,3 à 11,6 mm par tranche de sol de 10 cm.



courbe numero	1	date :	130384	heure :	1450
courbe numero	2	date :	130384	heure :	1507
courbe numero	3	date :	130384	heure :	1514
courbe numero	4	date :	130384	heure :	1529
courbe numero	5	date :	130384	heure :	1543
courbe numero	6	date :	130384	heure :	1600
courbe numero	7	date :	130384	heure :	1630
courbe numero	8	date :	130384	heure :	1740
courbe numero	9	date :	130384	heure :	1900
courbe numero	10	date :	130384	heure :	2323
courbe numero	11	date :	140384	heure :	700
courbe numero	12	date :	140384	heure :	1900
courbe numero	13	date :	150384	heure :	1800

5.3.2 Réserve en eau utile

Tableau n° 9 - Réserve en eau utile (mm)

Profondeur (cm)	0 - 50	50 - 100	100 - 150	0 - 100	0 - 150
Stock (mm)	35,6	37,4	44,5	73,0	117,5

Les réserves en eau utile sont faibles, de l'ordre de 7 à 8 mm par tranche de 10 cm de sol et varient peu dans le premier mètre. Elles sont un peu plus élevées en profondeur.

5.3.3 Porosité

Tableau n° 10 - Répartition des compartiments poreux du sol (%)

Profondeur en cm	P. D.	Microporosité	Macroporosité
0 - 50	27,5	7,1	20,4
50 - 100	24,6	7,5	17,1
100 - 150	24,2	8,9	15,3

La répartition de la porosité telle qu'elle est définie par les teneurs en eau à la Capacité de Rétention, montre que la microporosité a tendance à augmenter en profondeur. La Porosité Disponible (PD) reste faible.

5.4. Conclusion

Ce profil présente les caractéristiques d'un sol très sableux homogène dès la surface. Le débit d'infiltration est rapide, la vitesse d'avancement du front d'humectation est régulière. Les stocks d'eau à la Saturation Apparente sont les plus élevés de tous les sites étudiés mais la réserve utile est proche de celle des sols de Vindou.

VI - CONCLUSION GENERALE -

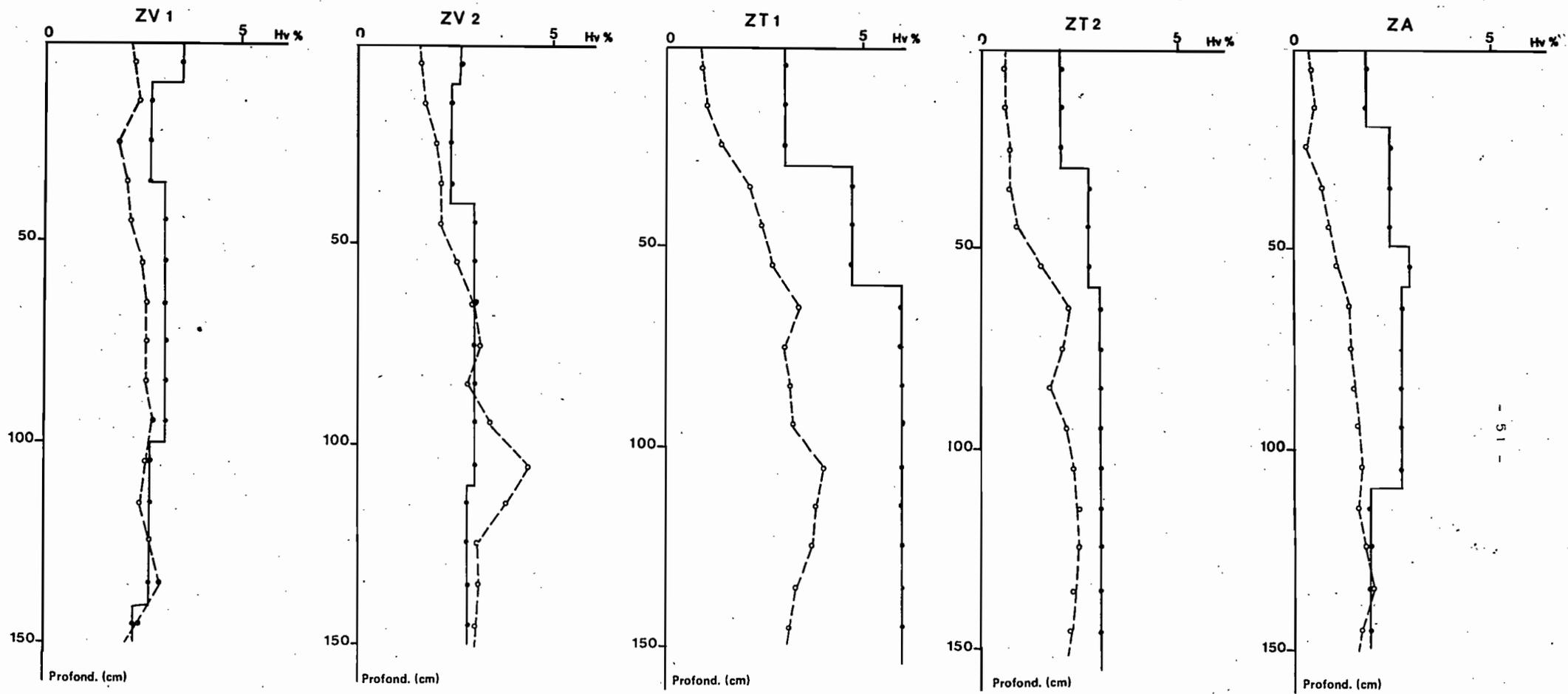
L'examen des tableaux comparatifs et des résultats, montre que ces sols présentent le même type de cinétique d'infiltration et de ressuyage.

Le sol de Tatki Aval, avec le stock d'eau le plus important à la Capacité de Rétention, paraît le plus intéressant au plan hydrique, mais sa réserve en eau utile est parmi les plus faibles. Les sites de Vindou et d'Amali présentent de ce point de vue, la meilleure caractéristique sur 1,50 m de profondeur, par contre, en surface, dans les cinquante premiers centimètres, le site de Tatki aval est le plus favorable sur le plan hydrique. Aussi bien à Vindou qu'à Tatki, les sites situés à l'aval présentent des caractéristiques peu différentes de ceux situés à l'amont : stocks d'eau à la Saturation Apparente, à la Capacité de Rétention et Réserve en eau Utile y sont justes un peu plus élevés sur 1,50 de sol.

La position topographique et la proximité du forage semblent donc peu influencer les caractéristiques hydriques de ces sols.

Sur le plan granulométrique, seul le profil Tatki aval présente une augmentation de teneur en argile en profondeur mais qui ne se traduit pas par une meilleure réserve en eau utile - au contraire avec des humidités à pF 4,2 assez élevées, ce sol sera vite physiologiquement sec. Par contre, le site amont qui possède une réserve en Eau Utile faible a un pF 4,2 bas, ce qui, en région aride à pluviométrie faible et irrégulière, est un avantage.

De ce point de vue, il semble que les sites de Vindou soient les plus favorables puisque début février, ces sols qui présentent un déficit hydrique par rapport à pF 4,2 de 4,0 et 6,1 mm sur 1 m de profondeur ont par contre une humidité supérieure ou égale à pF 4,2 en profondeur, alors que les sites de Tatki aval et amont présentent un déficit de 23,9 et 13,2 mm sur 1 m et 36,0 et 16,6 mm sur 1,50 m par rapport à pF 4,2.



○ - - - ○ Profils initiaux
 ● — — — ● Profils à pF 4.2

Fig. n°23 - PROFILS INITIAUX ET A pF 4.2

Tableau n° 11 - Résultats comparés

Stock d'eau à pF 4,2 (mm)					
Profondeur cm	ZVI	ZV2	ZT1	ZT2	ZA
0 - 50	14,6	12,8	18,4	11,4	10,8
50 - 100	15,5	15,0	28,7	14,7	13,7
100 - 150	13,1	14,0	30,0	15,0	10,3
0 - 100	30,1	27,8	47,1	26,1	24,5
0 - 150	43,2	41,8	77,1	41,1	34,8

Stock d'eau à la Saturation Apparente (mm)					
Profondeur cm	ZV1	ZV2	ZT1	ZT2	ZA
0 - 50	133,3	130,4	133,6	124,3	148,4
50 - 100	124,1	116,0	122,7	122,6	136,5
100 - 150	126,0	115,9	118,8	116,6	131,1
0 - 100	257,4	246,4	256,3	246,9	284,9
0 - 150	383,4	362,3	375,1	363,5	416,0

Stock d'eau à la Capacité de Rétention (mm)					
Profondeur cm	ZV1	ZV2	ZT1	ZT2	ZA
0 - 50	49,1	51,3	59,9	39,4	46,4
50 - 100	53,2	51,3	58,8	45,5	51,1
100 - 150	57,1	54,0	65,6	47,6	54,8
0 - 100	102,3	102,6	118,7	84,9	97,5
0 - 150	159,4	156,6	184,3	132,5	152,3

Réserve en eau utile (mm)					
Profondeur cm	ZV1	ZV2	ZT1	ZT2	ZA
0 - 50	34,5	38,5	41,5	28,0	35,6
50 - 100	37,7	36,3	30,1	30,8	37,4
100 - 150	44,0	40,0	35,6	39,0	44,5
0 - 100	72,2	74,8	71,6	58,8	73,0
0 - 150	116,2	114,8	107,2	97,8	117,5

Porosité Disponible (P D %)					
Profondeur cm	ZV1	ZV2	ZT1	ZT2	ZA
0 - 50	23,7	23,5	23,0	22,6	27,5
50 - 100	21,7	20,2	18,8	21,6	24,6
100 - 150	22,6	20,4	17,8	20,3	24,2
0 - 100	22,7	21,8	20,9	22,1	20,0
0 - 150	22,7	21,4	19,9	21,5	25,4

Macroporosité %					
Profondeur cm	ZV1	ZV2	ZT1	ZT2	ZA
0 - 50	16,8	15,8	14,7	17,0	20,4
50 - 100	14,2	12,9	12,8	15,4	17,1
100 - 150	13,8	12,3	10,6	13,8	15,3
0 - 100	15,5	14,4	13,8	16,2	18,7
0 - 150	14,9	13,7	12,7	15,4	17,6

Débit d'infiltration 1/H				
ZV1	ZV2	ZT1	ZT2	ZA
213	180	158	195	231

B I B L I O G R A P H I E

BOIVIN P. - ZANTE P. - Exploitation des données de sonde à neutron par micro-ordinateur - ORSTOM/DAKAR, Janvier 1985, 33 p. multigr.

MARCESSE J. - COUCHAT Ph. - Etude hydrodynamique des sols à l'aide d'un humidimètre à neutron automatique - CEN/CADARACHE - Symposium AIEA - Vienne 1973.

VALENZA J. - DIALLO A.K. - Etude des pâturages naturels du Nord Sénégal - IEMVT/LNERV, Etude agrostologique n° 34, Juin 1972, 311 p.