

P. LESPINAT

J.C. TALINEAU

- 1968 -

UTILISATION DES RESERVES HYDRIQUES
DU SOL EN SAISON SECHE
PAR QUELQUES PLANTES FOURRAGERES

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODOUMÉ - COTE D'IVOIRE



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Centre d'Adiopodoumé

(Côte d'Ivoire)

Laboratoires d'Agronomie et des Radio-Isotopes

Utilisation des réserves hydriques du sol en saison sèche par quelques plantes fourragères. Données résultant de l'étude de profils hydriques obtenus à l'aide d'un humidimètre à neutrons.

J-C. TALINEAU
Chargé de Recherches
Centre d'Adiopodoumé

P.A. LESPINAT
Service de Radioagronomie
du C.E.A.

Mai 1968

UTILISATION DES RESERVES HYDRIQUES DU SOL EN SAISON SECHE PAR QUELQUES PLANTES FOURRAGERES.

DONNEES RESULTANT DE L'ETUDE DE PROFILS HYDRIQUES OBTENUS A L'AIDE D'UN HUMIDIMETRE A NEUTRONS.

J-C. TALINEAU
Chargé de Recherches
Centre d'Adiopodoumé

P.A. LESPINAT
Service de Radioagronomie
du C.E.A.

INTRODUCTION.

En zone tropicale humide, la mauvaise répartition des pluies au cours de l'année, conduit, pendant des saisons sèches marquées, à un déficit en eau qui limite plus ou moins la production des diverses espèces végétales.

Pour pallier cet inconvénient on utilise de plus en plus l'irrigation qui régularise et augmente les rendements. Mais l'emploi de cette technique suppose une bonne connaissance des réactions de la plante à la sécheresse et de ses besoins en eau.

Soumise à la demande climatique qui détermine une certaine évapotranspiration, la couverture végétale utilise des réserves hydriques plus ou moins abondantes et disponibles, selon la profondeur de sol exploitée par les racines et selon les caractéristiques physiques de ce sol.

Les recherches entreprises dans ce domaine sont rares en zone tropicale (5, 9).

Le but de notre étude est d'apporter une contribution à la connaissance de la consommation en eau de quelques plantes fourragères et partant de leur déficit hydrique. De plus nous avons tenté d'expliquer des comportements différents à partir du facteur "sol", de la couverture et de l'enracinement de ces plantes. Cette étude a été rendue plus facile par l'emploi d'un humidimètre à neutrons qui permet un relevé régulier des profils hydriques sans perturber les expérimentations en place sur le terrain.

I - ETUDE SOMMAIRE DU MILIEU.

L'expérience s'est déroulée sur le terrain expérimental du Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé durant les années 1966 et 1967. Seuls les résultats intéressants la grande saison sèche de décembre 1966 à mai 1967 qui fut particulièrement sévère sont reportés ici. On peut en effet considérer que pendant le reste de l'année l'alimentation hydrique des plantes est largement assurée.

11. Pluviométrie.

Les pluies ont été les seuls apports d'eau aux plantes. Elles sont représentées sur la figure 1.

Jusqu'à la fin mars elles n'ont jamais dépassé 15 mm et ont été d'intensité très faible ce qui exclut toute possibilité de ruissellement.

La pluie de 43 mm du 29 mars 1967 a été l'élément perturbateur de la période d'autant plus que 30 mm sont tombés en 30 minutes. Nous avons pu fixer par ailleurs* la limite supérieure à laquelle se déclenche le ruissellement à 30 mm par heure. Dans le cas de cette pluie nous avons donc retranché 15 mm aux apports d'eau.

12. Evapotranspiration.

L'évapotranspiration potentielle (ETP) a été calculée par les bioclimatologistes du Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé^o en utilisant les données obtenues par pesée d'un fût enherbé constamment alimenté en eau. Pendant la période qui nous intéresse les valeurs suivantes ont été relevées :

* Grâce à l'utilisation de la méthode Vergière et la détermination de la vitesse de filtration K (4).

^o DAUDET (A) - ELDIN (M) : Communication orale.

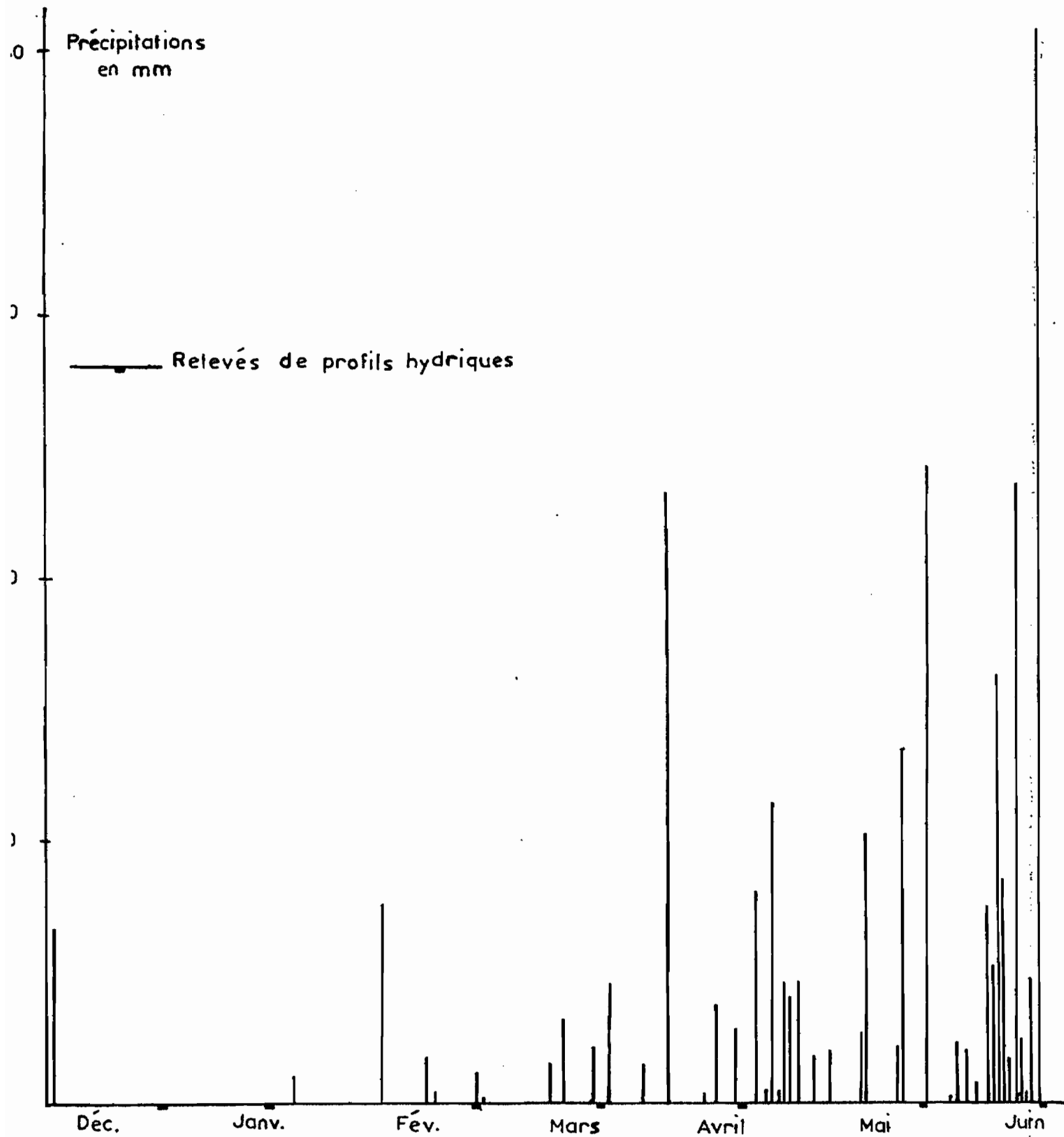


FIG.1. Précipitations pendant la période d'observation

	Déc. 1966	Jan. 1967	Fév. 1967	Mars 1967	Avril 1967	Mai 1967 → 20
ETP mm/jour	3,61	3,64	4,50	4,50	4,24	4,06

Tableau I - Valeurs de l'ETP à Adiopodoumé.

Ces valeurs relativement élevées et supérieures à la moyenne observée habituellement correspondent à un ensoleillement exceptionnel par sa durée et son intensité.

L'évapotranspiration réelle (ETR) a été déterminée à partir de l'équation générale du bilan d'eau dans un sol. Nous reviendrons plus loin sur cette formule.

13. Caractéristiques du sol.

Il s'agit d'un sol sur sables tertiaires de Basse Côte d'Ivoire déjà décrit (20, 13). On rappelle qu'il se caractérise par de faibles réserves hydriques mais aussi par une grande profondeur qui permet un bon enracinement. L'ensemble de profil est meuble et très perméable, l'accumulation d'argile se manifeste progressivement à partir de 50 cm sans toutefois constituer un niveau imperméable.

II - MATERIEL ET METHODES.

Nous décrivons ici le dispositif expérimental et les techniques de mesure employées.

21. Matériel.

211. Végétaux retenus.

Les plantes retenues sont les suivantes:

Graminées à port en touffes et racines fines

Panicum maximum type local dit "Adiopodoumé" écartement des touffes ; 0,40m x 0,40m .

Pennisetum purpureum type local écartement des touffes:
0,80m x 0,40m .

Graminées à port en touffes et grosses racines

Tripsacum laxum - écartement des touffes: 0,80m x 0,40m .

Graminées à port rampant sans rhizome

Cynodon plectostachyon

Légumineuses

Stylosanthes gracilis

Centrosema pubescens.

L'implantation a eu lieu en février 1965 sur des parcelles de 100 m² sans répétition. L'expérimentation a donc porté sur des végétaux âgés de 2 ans. Ces plantes ont été fauchées de 2 à 3 fois pendant la période de mesure et n'ont reçu aucune fertilisation pendant cette période.

Par ailleurs, à titre de comparaison, nous avons mesuré l'évaporation sur une parcelle sans couverture végétale et établi des profils hydriques sous forêt secondaire.

212. Humidimètre à neutrons.

L'appareil utilisé est un humidimètre de profondeur CSF type 110 à source de Radium-Beryllium (1).

La courbe d'étalonnage de cet appareil pour le sol de l'essai a été établie au laboratoire dans des fûts à humidité contrôlée et sur le terrain par des mesures d'humidité pondérale et de densité grâce à un densitomètre à membrane.

Etant donné la constance de la composition chimique totale des horizons explorés et les faibles variations de l'eau de constitution (tableau II) une courbe d'étalonnage unique a pu être utilisée de 0 à 1,10m .

Composants en %	Horizons		
	0-40	40-80	80-120
Perte au feu	1,33 [*]	1,08	1,40
Résidu	0,58	0,47	0,59
Si O ₂	95,02	93,87	92,66
Fe ₂ O ₃	3,50	3,20	2,50
Al ₂ O ₃	0,10	0,93	1,70
TiO ₂	0,22	0,24	0,27
CaO	0,024	0,018	0,013
MgO	0,034	0,031	0,032
K ₂ O	0,093	0,079	0,091
Na ₂ O	0,024	0,024	0,014
P ₂ O ₅	0,010	0,010	0,020
TOTAL	100,935	99,952	99,290

* Dont 0,3 à 0,5 de matière organique.

Tableau II - Composition chimique totale
des divers horizons.

Par ailleurs des mesures de densité faites à l'aide d'un densimètre γ sur tous les tubages de l'essai (tableau III) ont montré que les variations de ce paramètre ne dépassaient pas 10 %. Cela est suffisant pour déterminer une droite d'étalonnage et effectuer les comparaisons des humidités volumiques réelles entre tubages (6).

Profondeur	30	40	50	60	80	100
<u>Panicum maximum</u>	1,53	1,48	1,46	1,42	1,51	1,51
<u>Pennisetum purpureum</u>	1,51	1,52	1,54	1,51	1,48	1,48
<u>Tripsacum laxum</u>	1,42	1,46	1,48	1,47	1,46	1,50
<u>Cynodon plectostachyon</u>	1,49	1,50	1,47	1,46	1,47	1,48
<u>Centrosema pubescens</u>	1,51	1,49	1,49	1,51	1,50	1,48
<u>Stylosanthes gracilis</u>	1,46	1,45	1,47	1,47	1,48	1,54
Parcelle nue	1,52	1,55	1,54	1,52	1,49	1,51

Tableau III - Densités apparentes sèches-relevées du 14 au 16 mars 1967.

Cet appareil a déjà été utilisé dans de nombreuses expérimentations (7, 14, 21). L'appréciation de l'humidité volumique se fait à $\pm 1\%$.

22. Méthodes.

221. Profils hydriques.

Trois tubes en lucoflex de 1,25 m de longueur et de 49mm de diamètre extérieur ont été implantés dans chaque parcelle trois mois avant le début des mesures. Les humidités volumiques ont été relevées tous les mois au moins, à 15 - 30 - 40 - 50 - 60 - 80 et 100 cm de profondeur. Pour chaque parcelle l'humidité moyenne des trois tubes a été retenue.

En surface (5 et 10 cm) les humidités volumiques ont été déterminées par prélèvements d'échantillons de sol séchés à 105°, la densité du sol en place étant mesurée à l'aide d'un densitomètre à membrane.

222. Essai de détermination de la "capacité au champ".

L'estimation des réserves en eau utilisables (10, 19) est délicate. En effet :

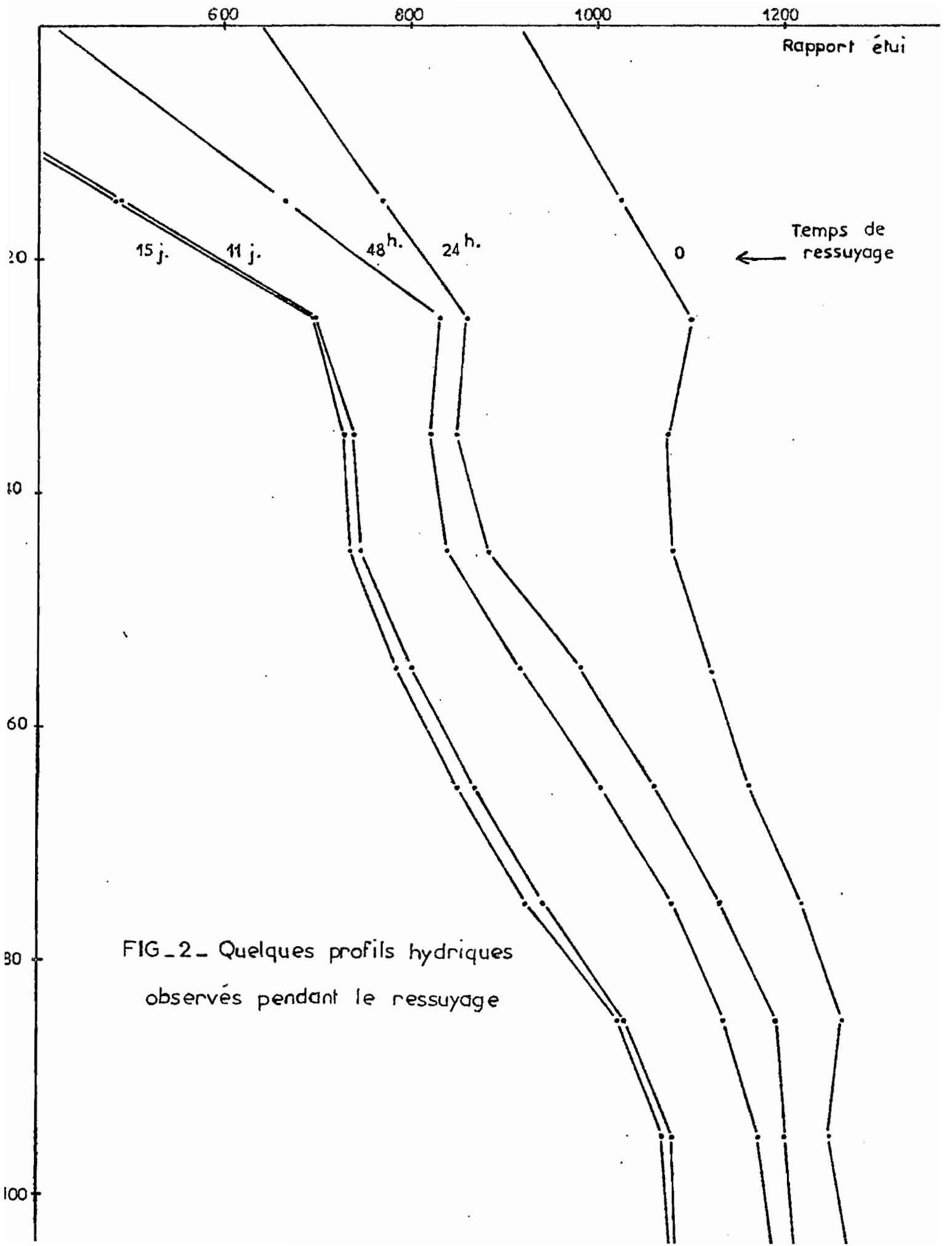
- Les variations de texture des différents horizons, concernant de plus des taux d'argile très faibles, compliquent le choix de la valeur du pF permettant d'obtenir la capacité au champ.

- Les méthodes classiques conduisent à une détermination statique de ce paramètre qui fait abstraction des mouvements de l'eau dans le sol et de la disponibilité de cette dernière vis à vis des racines des plantes (3, 11).

Nous avons donc choisi une méthode de détermination de cette caractéristique in situ (15). Quatre essais ont été conduits sur les différents objets de l'essai et sur une parcelle nue. Seuls les résultats obtenus pour cette dernière sont reportés et discutés ici. En effet le ressuyage étudié sur une parcelle en végétation est perturbé par cette dernière qui favorise ou entraîne des mouvements particuliers de l'eau: action des racines et évapotranspiration de la couverture végétale notamment.

La méthode expérimentale consiste à suivre pendant une période assez longue (ici dix-huit jours) le ressuyage d'une parcelle préalablement saturée. Pour éviter toute évaporation le sol est recouvert d'une feuille de plastique et d'un panneau de polystyrène expansé.

L'observation de quelques profils hydriques sur la figure 2 permet d'étudier le phénomène de ressuyage sur la parcelle nue. Celui-ci est très rapide pendant les premières vingt-quatre heures jusqu'à une profondeur de 50 cm environ. Dans les horizons profonds il est plus lent et surtout dure plus longtemps puisque la quantité d'eau perdue au bout de quarante-huit heures n'est approximativement que la moitié de celle qui sera perdue au bout de onze jours.



FIG_2_ Quelques profils hydriques observés pendant le ressuyage

Ce fait s'explique facilement par les vitesses différentes de diffusion de l'eau dans le sol, rapides dans les horizons de surface, lentes en profondeur.

Il semble ainsi difficile pour notre type de sol, de définir un point de rétention qui corresponde au même temps de ressuyage pour tous les horizons du profil 0-110 cm.

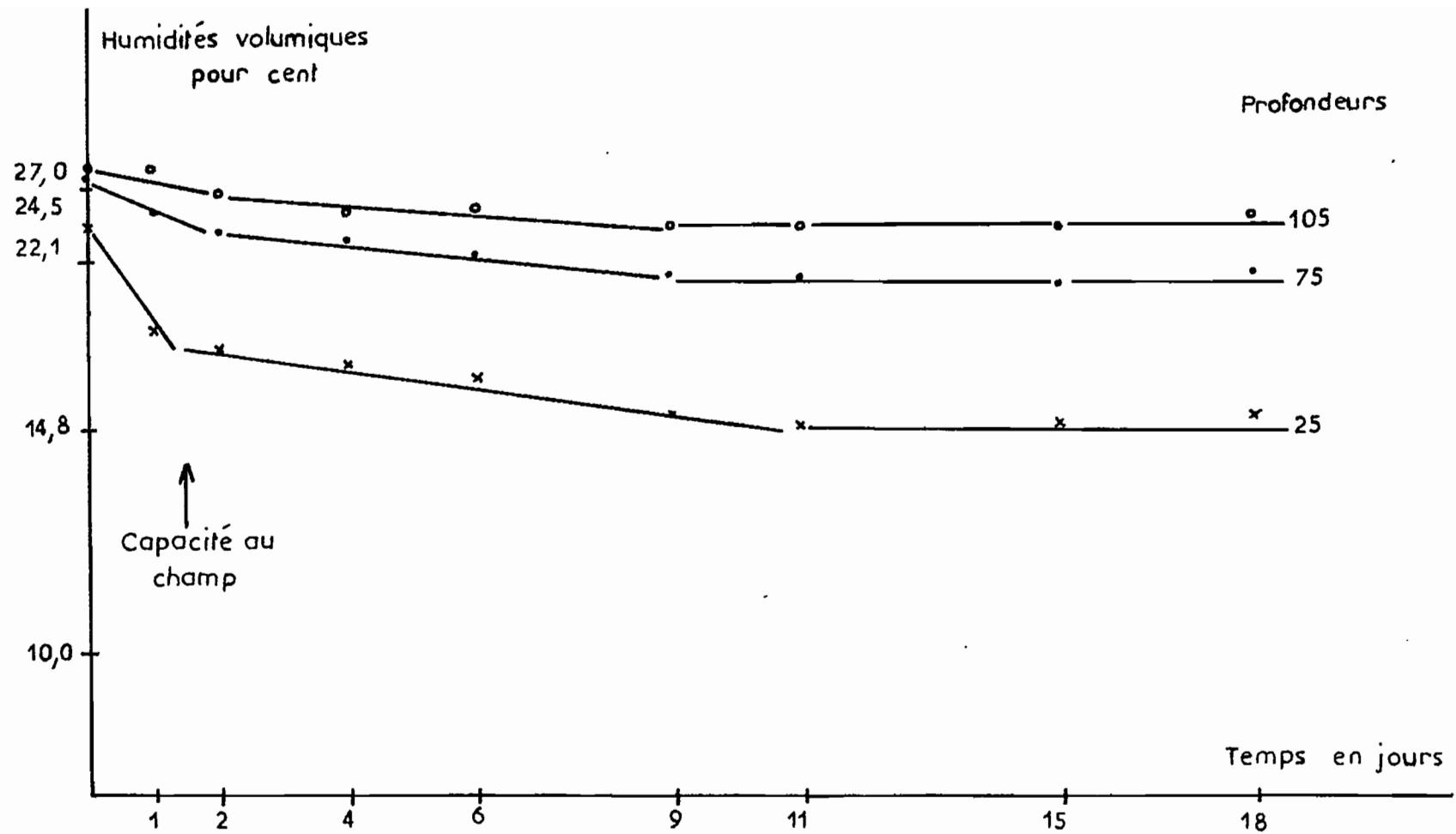
Cette difficulté est illustrée par la figure 3 où sont reportées pour quelques horizons les teneurs en eau du sol en fonction du temps. En utilisant des coordonnées semi-logarithmiques on peut tenter de déterminer la zone de la capacité au champ. Celle-ci sera d'autant plus précise qu'il s'agit des horizons de surface (le temps de ressuyage est alors voisin de vingt-quatre heures). Pour les horizons de profondeur il sera sans doute plus juste de considérer que la vitesse de ressuyage devient très lente au bout de quarante-huit heures.

Notion très contingente, ne possédant pas de définition physique précise, la capacité au champ/^{ne} peut être déterminée que dans des cas particuliers tel que celui décrit ci-dessus.

Comme l'un de nous l'a montrée l'étude des réserves est cependant possible sans que soit déterminé avec précision ce paramètre(8).

223. Profils racinaires.

Les données que nous rapportons ici sont le résultat des travaux de BONZON et PICARD à Adiopodoumé (2). Il s'agit de quantités globales de racines estimées à un certain moment pour des horizons bien définis.



FIG_3_ Ressuyage du sol avec le temps

III - EVOLUTION DES PROFILS HYDRIQUES ET RESULTATS EXPERIMENTAUX.

Sur les figures 4 et 5 nous avons reporté quelques profils hydriques relevés en pleine saison sèche entre décembre 1966 et juin 1967.

Les profils hydriques de janvier, intermédiaires à partir de 15 cm de profondeur entre ceux de décembre et février n'ont pas été reportés.

Pour Tripsacum laxum et la parcelle nue le profil de décembre n'a pu être relevé.

Les profils hydriques de juin ont été relevés le 8 juin après des précipitations cumulées de 155 mm du 1er au 7 juin. Le relevé n'a pu être effectué pour Cynodon plectostachyon.

31. Remarques générales.

Le premier profil relevé en décembre 1966, en fin de deuxième saison des pluies montre des humidités volumiques assez élevées. Puis avec la progression de la saison sèche la dessiccation des divers horizons se poursuit et d'une façon générale les humidités les plus faibles se rencontrent en mars pour les horizons supérieurs et en avril pour les horizons inférieurs.

Les profils relevés en avril sont intéressants en ce sens qu'ils permettent de porter un jugement sur l'utilisation des premières pluies par les plantes; celle-ci est liée à la vitesse de redémarrage de la végétation en début de saison des pluies. A cet égard Panicum maximum et Cynodon plectostachyon sont remarquables: on ne note aucun gain en eau des horizons de profondeur qui montrent et cela dès le niveau 30 cm, la teneur en eau la plus faible de toute la période d'observation. La précocité de ces plantes et l'utilisation maximale des premières pluies combinée à une ETP encore élevée, permettent d'obtenir une production importante dès le début mai: ce sera une période favorable à l'apport des engrais.

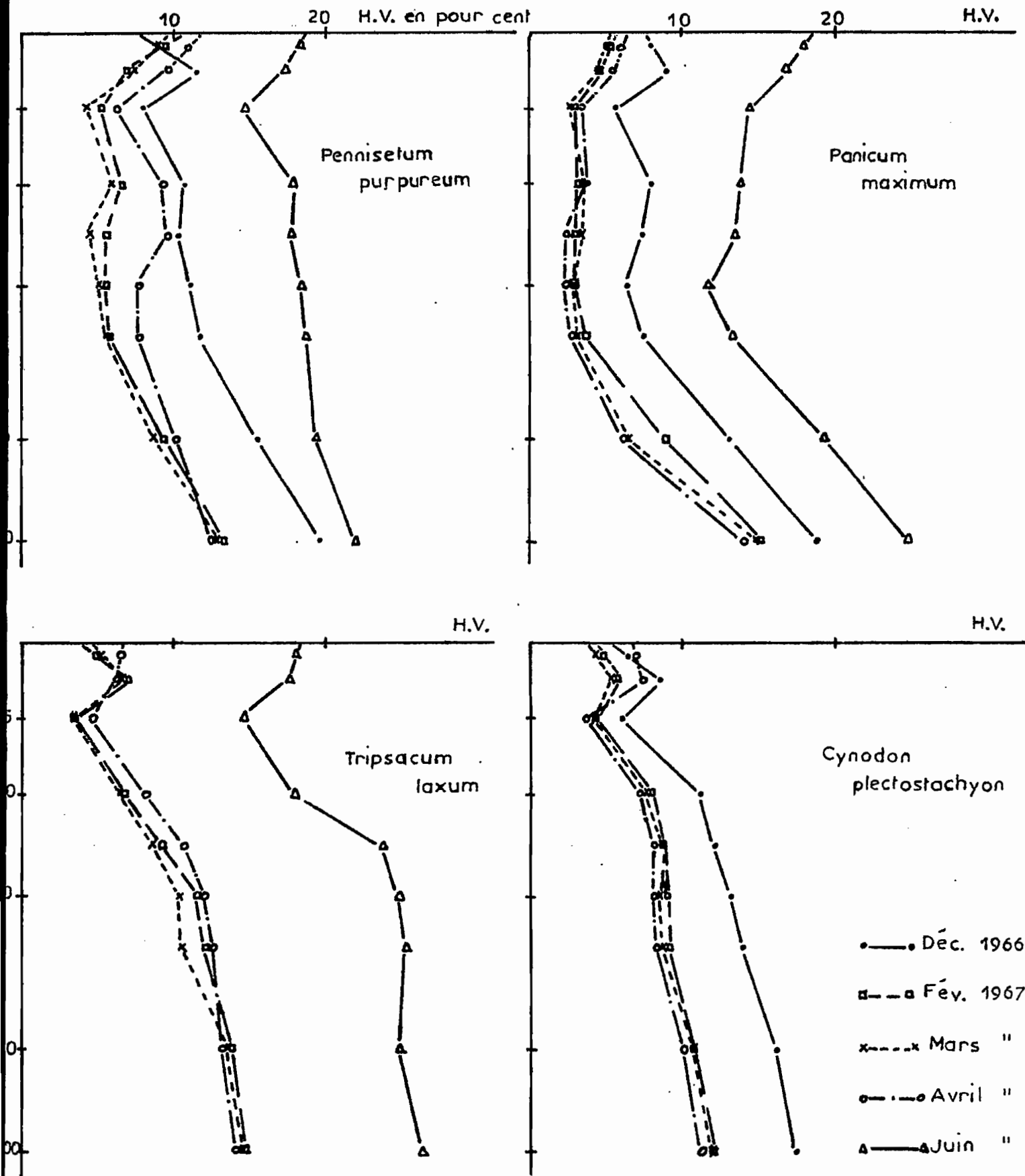
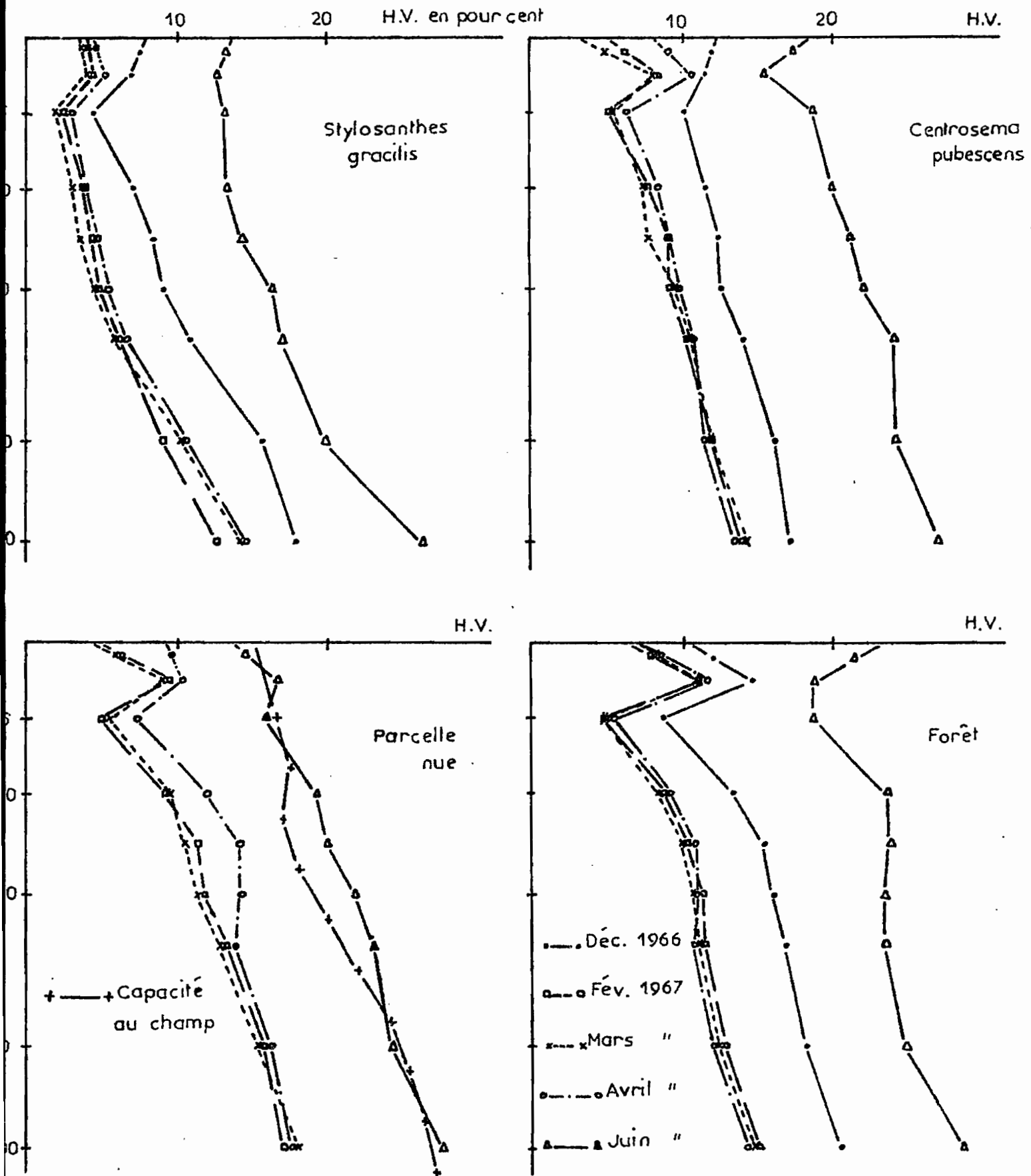


FIG. 4. — Profils hydriques sous graminées



FIG_5_ Profils hydriques sous légumineuses - parcelle nue - forêt

Chez Pennisetum purpureum la lenteur du démarrage de la végétation aboutit à un résultat inverse en particulier à de fortes humidités de 15 à 50 cm de profondeur en avril.

Enfin les profils de juin sont typiques de la grande saison des pluies. Ces profils sont sans doute assez proches de ceux de la capacité au champ. On remarquera les importantes différences observées entre parcelles.

32. Cas de la parcelle nue et forêt.

Les profils hydriques relevés sous parcelle nue confirment un résultat très important déjà souligné par HENIN et MONNIER (13) en climat tempéré: à partir d'une certaine forme de profil le transfert d'eau devient pratiquement nul et à partir de 30 cm les différents horizons se maintiennent à des humidités sensiblement constantes. Ce profil stabilisé est cependant sensiblement différent de celui obtenu avec la détermination in situ de la capacité au champ; les humidités y sont même inférieures à celles mesurées expérimentalement après un ressuyage de dix jours. Il est possible d'y voir l'action du binage intensif (hebdomadaire) subi par cette parcelle. La couche protectrice de terre sèche devant se reformer constamment peut favoriser des mouvements capillaires ascendants. Mais on admettra également que la couche de surface devenant rapidement pulvérulente ne constitue pas un écran infranchissable pour l'évaporation de l'eau des couches sous-jacentes restées compactes.

On notera que le profil de juin relevé sur cette parcelle vingt-quatre après de fortes pluies est identique au profil obtenu lors de la détermination de la capacité au champ.

La forêt montre un comportement particulier: encore plus que sous la parcelle nue les profils restent très constants en février-mars et avril: les débris végétaux de surface jouant le rôle d'un mulch doivent tamponner les variations susceptibles de se produire en profondeur.

33. Consommation en eau.

331. Equation générale du bilan d'eau.

L'évapotranspiration réelle (ETR) a été déterminée à partir de l'équation générale du bilan d'eau dans un sol. En égalant pertes et apports cette équation générale peut s'écrire :

$$P + I = \text{ETR} \pm \Delta S + D + R$$

où

P = pluies

I = irrigations (nulles dans notre cas)

ETR = consommation d'eau réelle par la culture se réduisant à une évaporation pour la parcelle nue

S = variation des réserves en eau du sol calculées à partir des humidités volumiques obtenues par les profils hydriques

D = drainage*

R = ruissellement.

L'ETR ainsi calculée n'est qu'approchée. En effet :

- D'une part elle est calculée par défaut puisque les variations du stock en eau ne sont suivies que jusqu'à 1,10 m et qu'à cette profondeur il n'y a pas toujours recoupement des profils hydriques.

- D'autre part elle est calculée par excès étant donné qu'il s'agit d'un calcul d'une quantité globale d'eau qui ne distingue pas la part consommée par les racines et la part résultant d'un mouvement de l'eau selon les horizons. Cependant ce dernier mouvement existe (12, 18); il est d'autant plus important que la couverture du sol est plus mauvaise notamment après la fauche des plantes à port en touffe ce qui permet l'évaporation d'une partie des petites pluies de saison sèche. .

* Nous entendons par drainage une circulation d'eau libre dans le sol par opposition à l'eau capillaire qui présente des mouvements de diffusion dans le sol.

Néanmoins elle représente bien la majeure partie de l'eau consommée par les plantes dans la mesure où la plus grande partie du système racinaire se trouve dans la zone contrôlée. Par différence avec l'ETP elle donne une approximation du déficit hydrique qui permet une comparaison des diverses plantes étudiées.

On peut négliger le drainage étant donné la faible intensité et l'espacement des pluies de saison sèche .

Le ruissellement qui est rare en saison sèche mais peut quand même survenir (pluie du 29 mars) est estimé approximativement avec les données de la méthode Vergière. Il est bien évident que là encore les diverses couvertures végétales du sol modifient sensiblement l'influence de ce facteur.

332. Résultats expérimentaux.

Nous ne présentons pas ici le détail des calculs. Ils consistent à déterminer la part des réserves en eau du sol utilisée par les plantes en tout horizon et toute période en tenant compte des précipitations.

Dans le tableau IV nous avons consigné :

- D'une part les quantités d'eau exportées, calculées pour les diverses couvertures végétales,

- D'autre part les déficits hydriques obtenus par comparaison de la donnée précédente avec l'évapotranspiration potentielle.

Ces chiffres sont exprimés en mm d'eau par jour et sont des moyennes pour les périodes considérées.

Type de couverture	Période de mesure	ETR	ETP	Déficit journalier
<u>Pennisetum purpureum</u>	Du 14-12 au 9- 1	1,03	3,62	2,59
	Du 10- 1 au 14- 3	1,03	4,20	3,17
	Du 15- 3 au 10- 4	1,44	4,39	2,95
<u>Panicum maximum</u>	Du 14-12 au 20- 2	0,91	3,87	2,96
	Du 21- 2 au 14- 3	0,84	4,50	3,66
	Du 15- 3 au 11- 4	2,28	4,39	2,11
<u>Tripsacum laxum</u>	Du 10- 1 au 21- 2	0,91	4,06	3,15
	Du 22- 2 au 14- 3	0,78	4,50	3,72
	Du 15- 3 au 11- 4	2,10	4,39	2,29
<u>Cynodon plectostachyon</u>	Du 16-12 au 11- 1	1,33	3,62	2,29
	Du 12- 1 au 16- 3	0,75	4,23	3,48
	Du 17- 3 au 14- 4	2,12	4,37	2,25
<u>Centrosema pubescens</u>	Du 16-12 au 11- 1	1,62	3,62	2,00
	Du 12- 1 au 15- 3	0,53	4,23	3,70
	Du 16- 3 au 13- 4	1,97	4,39	2,42
<u>Stylosanthes gracilis</u>	Du 15-12 au 10- 1	1,95	3,62	1,67
	Du 11- 1 au 15- 3	0,41	4,22	3,81
	Du 16- 3 au 11- 4	1,91	4,39	2,48
Forêt	Du 16-12 au 13- 1	2,08	3,62	1,54
	Du 14- 1 au 16- 3	0,80	4,25	3,45
	Du 17- 3 au 14- 4	1,90	4,37	2,47
Parcelle nue	Du 10- 1 au 21- 2	0,50		
	Du 22- 2 au 14- 3	0,51		
	Du 15- 3 au 11- 4	1,55		

Tableau IV - Exportations et déficits hydriques calculés sous diverses couvertures végétales (en mm par jour).

On constatera :

- Qu'en début de saison sèche (décembre et janvier) les graminées montrent des déficits importants par opposition aux légumineuses qui semblent réaliser une "économie de l'eau".

- Que par contre de mars à avril c'est le phénomène inverse qui se produit (Pennisetum purpureum mis à part).

L'utilisation des réserves en eau du sol par les graminées est plus importante à ce moment-là. Cela s'explique en constatant l'émission de nouvelles racines à partir du plateau de tallage, émission rendue possible par les premières pluies de mars.

34. Utilisation des réserves hydriques du sol.

Les quantités d'eau puisées dans le sol par les plantes entre décembre et mars et cela pour les divers horizons sont reportées dans le tableau V.

Horizons	Panicum maximum		Cynodon plectostachyon		Tripsacum laxum		Stylosanthes gracilis		Centrosema pubescens	
	mm d'eau	%	mm d'eau	%	mm d'eau	%	mm d'eau	%	mm d'eau	%
10 - 25	5,8	10,2	4,5	10,2	2,9	6,8	3,8	9,0	6,5	17,5
25 - 35	4,9	8,6	4,3	9,7	3,5	8,1	4,6	10,9	4,4	11,8
35 - 45	5,6	9,9	4,6	10,4	3,3	7,7	4,5	10,7	4,4	11,8
45 - 55	5,8	10,2	3,6	8,1	4,5	10,5	4,5	10,7	3,1	8,3
55 - 70	8,7	15,3	6,5	14,7	7,5	17,5	7,2	17,1	5,2	14,0
70 - 90	13,4	23,6	13,0	29,4	10,6	24,7	10,6	25,0	8,0	21,5
90 - 110	12,6	22,2	7,8	17,5	10,6	24,7	7,0	16,6	5,6	15,1
TOTAL	56,8	100	44,3	100	42,9	100	42,2	100	37,2	100

Tableau V - Utilisation d'eau aux dépens des réserves du sol.

Les quantités d'eau prélevées sont peu importantes étant donné les faibles réserves hydriques de ce type de sol. La participation importante des horizons de profondeur se dégage nettement. Là encore on retrouve les différences de comportement entre graminées et légumineuses et un classement des plantes selon leur capacité à utiliser l'eau du sol dans la couche 0-110 cm peut être établi.

IV - DISCUSSION.

Nous analyserons successivement l'importance du facteur réserve en eau du sol, puis l'influence du facteur plante.

41. Le facteur réserve en eau du sol.

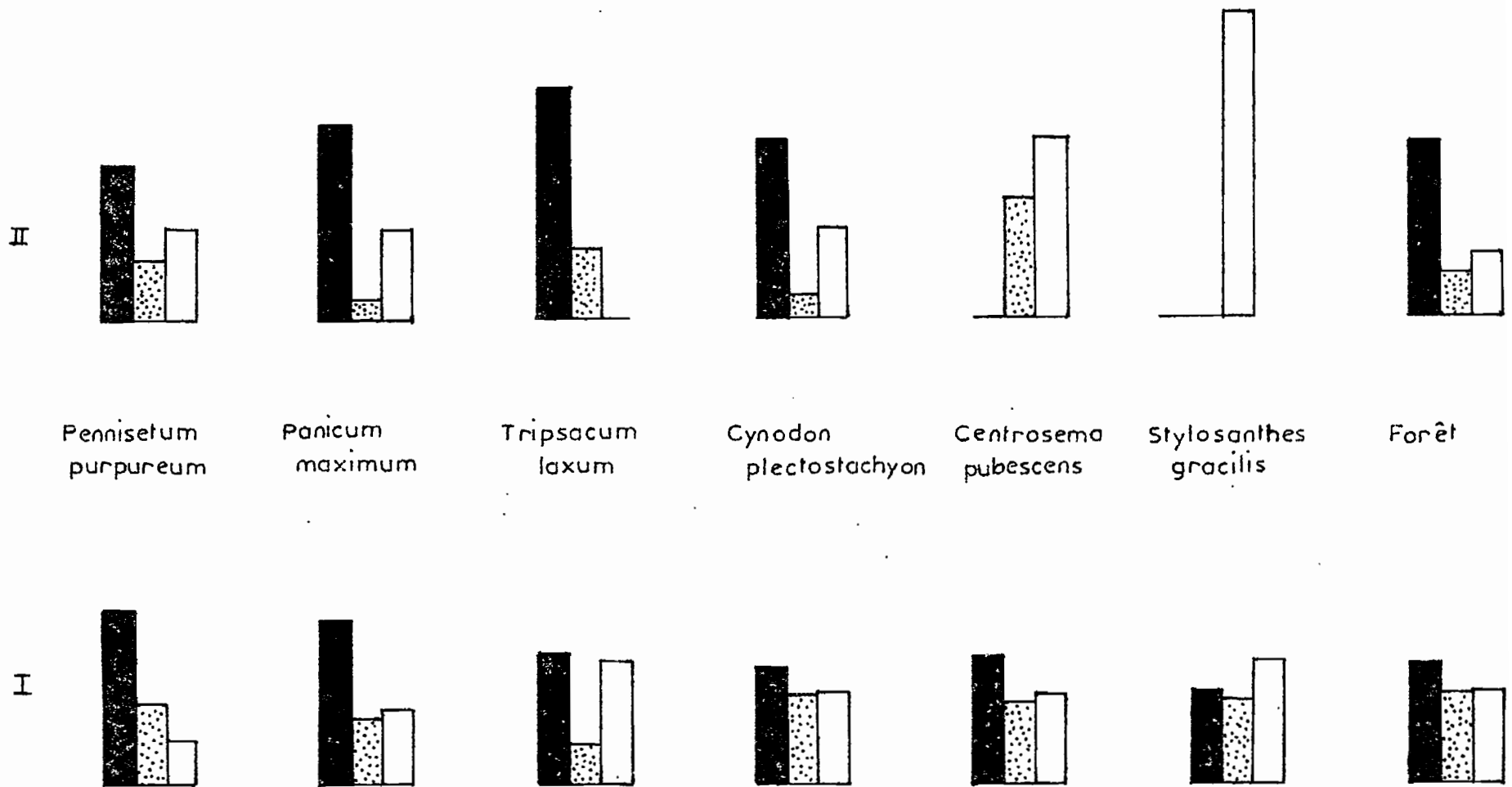
Nous avons défini trois tranches (0-35, 35-70 et 70-110 cm) de sol et étudié la part de chaque tranche à l'évapotranspiration.

On notera sur la figure 6 la part de chaque horizon dans l'alimentation en eau des plantes, exprimée en pour cent de la quantité totale utilisée.

Nous avons cru pouvoir attribuer la quantité d'eau apportée par les précipitations, exprimées en mm par jour, à la couche 0-35 cm et cela jusqu'à la date du 14 mars 1967.

Pour Centrosema pubescens et Stylosanthes gracilis nous n'avons pas tenu compte des pluies et reporté seulement les variations du stock en eau du sol. Nous reprendrons la discussion à ce sujet dans le paragraphe suivant.

La contribution de l'horizon 0-35 est toujours importante; ce fait est normal en début de saison sèche mais dès le mois de janvier la part de cet horizon dans l'alimentation hydrique des plantes est uniquement due au fait qu'on lui attribue l'eau des pluies. Elle est nulle par exemple pour les légumineuses où l'on a négligé les précipitations.



FIG_6_ Contribution de 3 tranches de sol (en pourcentage de la contribution totale) à l'alimentation hydrique des plantes

■ 0-35 cm
 ▨ 35-70 cm
 □ 70-110 cm

I _ Début de la saison sèche
 II _ Fin de la saison sèche

L'horizon 35-70 présentant les plus faibles réserves hydriques ne fournit que peu d'eau aux plantes en particulier avec l'avancement de la saison sèche. C'est alors l'horizon 70-110 (particulièrement chez les légumineuses) qui contribue dans une large mesure à l'alimentation en eau.

On notera une exception chez Tripsacum laxum qui ne s'alimente plus en profondeur en fin de saison sèche: il y a peut-être là une explication de la moindre résistance à la sécheresse de cette plante.

42. Le facteur plante.

Certaines caractéristiques de la plante influent directement sur le débit maximal en eau que peut assurer le système sol-plante.

- En premier lieu le système racinaire par son importance, sa localisation dans les différents horizons et son rythme de croissance conditionne la consommation en eau. Dans le tableau VI on trouvera une estimation de la quantité de racines en milligrammes et en pourcentage par horizon, résultats obtenus grâce à des prélèvements effectués par PICARD (16) (volume de sol exploité par tranche de 20 cm : 475 cm³).

Plantes	0-20		20-40		40-60		60-80		80-100		100-120		TOTAL
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg
Pennisetum purpureum	110,9	52,0	41,6	19,5	22,9	10,7	13,2	6,2	12,3	5,8	13,4	6,3	213,3
Panicum maximum	217,4	40,5	118,4	22,1	77,7	14,5	61,0	11,4	31,7	5,9	23,5	4,4	535,7
Tripsacum laxum	746,5	71,6	126,8	12,2	46,2	4,5	35,8	3,4	58,5	5,6	47,0	4,5	1060,8
Cynodon plectostachyon	463,6	52,1	180,0	20,3	88,4	10,0	70,5	7,9	47,1	5,3	37,9	4,3	887,5
Centrosema pubescens	101,3	54,8	28,2	15,2	13,2	7,1	18,1	9,8	13,4	7,2	10,9	5,9	185,1
Stylosanthes gracilis	61,4	39,4	38,8	25,0	23,4	15,1	10,2	6,6	10,4	6,6	11,3	7,3	155,5

Tableau VI - Quantités de racines par horizon
(Prélèvements effectués entre 4 touffes).

(Compte non tenu des pivots des légumineuses).

Sur la figure 7, afin d'expliquer de façon plus dynamique le rôle joué par les racines nous avons reporté pour quelques plantes les pourcentages de racines par horizon et les pourcentages d'eau utilisée (tableau V) selon ces mêmes horizons.

Les précipitations ont été ici négligées étant donné le doute persistant sur leur devenir: utilisation non semblable pour chaque plante et plus ou moins grande pénétration dans le sol. Cette omission ne gêne en rien les comparaisons.

Compte tenu du fait que seuls les horizons de profondeur sont susceptibles de fournir beaucoup d'eau on peut faire les constatations suivantes :

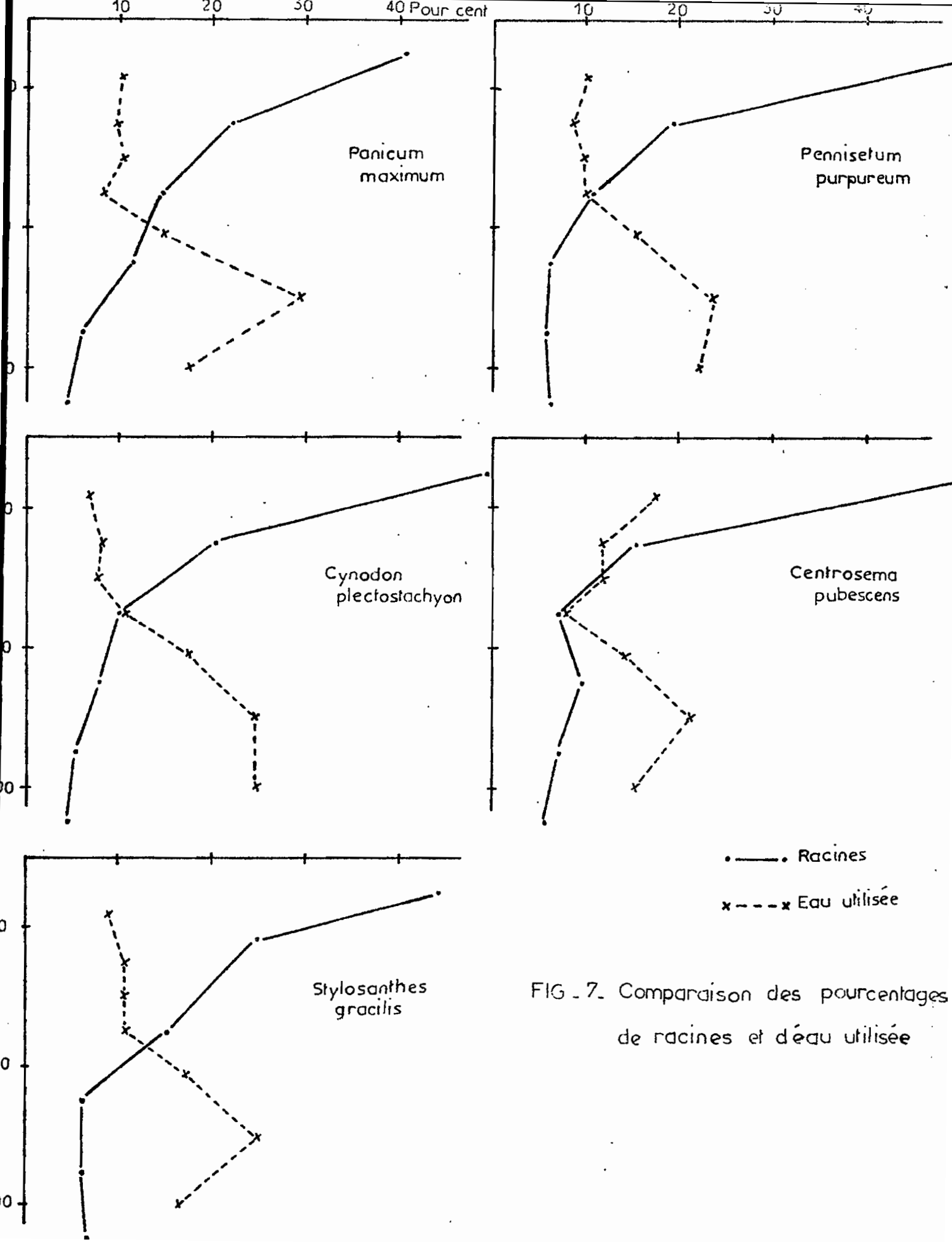


FIG. 7. Comparaison des pourcentages de racines et d'eau utilisée

- A des quantités de racines relativement élevées correspondent d'importantes consommations d'eau. C'est le cas pour Panicum maximum au niveau 70 cm de profondeur et pour Centrosema pubescens de 0 à 40 cm .

- D'une façon générale, c'est à la profondeur de 80 cm que la quantité d'eau utilisée est la plus grande. Mais on peut dire que Pennisetum purpureum et Cynodon plectostachyon montrent une aptitude particulière à exploiter les horizons de profondeur.

- Le comportement des graminées est sensiblement le même tout au moins jusqu'au niveau 60 cm.

- Par contre chez les légumineuses (Centrosema pubescens et Stylosanthes gracilis) il y a des différences assez sensibles d'utilisation de l'eau de 0 à 50 cm. La connaissance d'autres caractéristiques du système racinaire, telles que la ramification ou le degré de finesse, serait nécessaire pour les expliquer.

- En second lieu la couverture végétale exerce un rôle très important sur la circulation de l'eau dans le sol. En réduisant l'évaporation, une importante surface foliaire favorise une redistribution de l'eau vers la profondeur.

La part de chacun de ces deux facteurs est souvent difficile à préciser. Leur influence se fait particulièrement sentir sur l'horizon 0-35 qui contient la plus grande partie des racines, reçoit les pluies le premier et est directement soumis à l'évaporation. Nous avons reporté dans le tableau VII les variations du stock en eau en mm par jour de cet horizon pour deux périodes particulièrement peu perturbées par les pluies.

	Pennisetum purpureum	Panicum maximum	Cynodon plectostachyon	Tripsacum laxum	Centrosema pubescens	Stylosanthes gracilis	Précipitation mm/jour
Du 15-12 au 10-1	-0,56	-0,58	-0,32	-	-0,68	-0,50	0
Du 11-1 au 20-2	+0,03	+0,04	+0,14	+0,09	+0,03	+0,10	0,51

Tableau VII - Variations du stock en eau de l'horizon 0-35 cm (en mm par jour).

Mis à part le début de la saison sèche où les variations sont importantes le stock en eau ne change pratiquement plus quand le profil minimum (sans doute proche du point de flétrissement) est atteint. C'est dire que, s'il n'y a pas mouvement descendant, l'eau apportée par les pluies est totalement utilisée soit par les racines des plantes soit pour l'évaporation sans qu'il soit possible de dissocier les deux consommations: c'est le cas de Panicum maximum, Pennisetum purpureum et Centrosema pubescens. Sous trois couvertures végétales l'augmentation du stock n'est pas négligeable en février. Il s'agit de :

- Cynodon plectostachyon : +0,14 mm par jour
- Tripsacum laxum : +0,09 mm par jour
- Stylosanthes gracilis : +0,10 mm par jour.

Cynodon plectostachyon assure une couverture parfaite du sol qui prévient l'évaporation. C'est une plante qui présente de nombreuses racines en surface mais qui ne peuvent manifestement utiliser toute l'eau apportée par les pluies. Cette eau se mettra en mouvement et diffusera vers la profondeur.

Tripsacum laxum est une graminée qui montre un certain flétrissement en saison sèche. La majeure partie de grosses racines (82,4% de 0 à 40 cm) est en surface; il s'agit de grosses racines (diamètre moyen : 2 mm) qui ne seraient donc pas aptes à utiliser de petites quantités d'eau. Il est généralement possible d'avancer une hypothèse selon laquelle ces grosses racines contribuent à enrichir l'horizon superficiel en matière organique qui, constituant un mulch, réduit l'évaporation et favorise également une diffusion de l'eau vers des horizons montrant des pourcentages de racines très faibles.

Pour Stylosanthes gracilis on pouvait déjà déduire de la figure 6 que cette plante n'utilisait pas toutes les réserves en eau du sol. Il semble également qu'elle ne puisse utiliser l'eau des précipitations sans doute par manque de racines fines à partir d'un pivot important. Cette émission reprendrait en fin de saison sèche où le stock en eau de l'horizon 0-35 diminue légèrement. Stylosanthes gracilis âgé de 2 ans montre un système racinaire pivotant qui lui permet d'assurer son alimentation hydrique dans des couches profondes. On pourra rapprocher ce résultat de celui obtenu par BOYER pour Flemingia congesta installé en couverture sous caféiers.

CONCLUSIONS

L'étude des bilans hydriques, rendue plus facile et plus précise par l'emploi d'un humidimètre à neutrons permet d'estimer des déficits hydriques et de situer l'importance du facteur eau sur la production végétale. Avec cet appareil nous avons pu effectuer :

- D'une part une étude des mouvements de l'eau dans le sol dans le cas d'une parcelle nue ce qui conduit à l'estimation précise de la capacité au champ.

- D'autre part la mesure des consommations d'eau par les cultures . La présente étude s'est surtout attachée à l'estimation des déficits hydriques et à leur interprétation agronomique en fonction de paramètres se rapportant au sol et à la plante. Les conclusions suivantes s'en dégagent.

. La forêt, sensiblement dégradée à Adiopodoumé présente le déficit le plus faible. C'est sous ce type de couverture sans doute que les pertes sont les plus faibles et l'utilisation de l'eau des pluies la meilleure grâce au mulch forestier de surface.

. Panicum maximum exploite intensément les réserves hydriques du sol grâce à un système racinaire équilibré (cf. tableau V). On n'oubliera pas qu'une partie de l'eau consommée est un simple départ de l'eau du sol commandé par l'évaporation et est ainsi détournée de l'alimentation en eau de la plante. Le mécanisme de résistance à la sécheresse serait mieux expliqué par la prise en considération de la régulation stomatique de cette plante.

. Cynodon plectostachyon est la couverture végétale qui résiste le mieux à la sécheresse. Cette plante au bout d'un certain temps assure une couverture parfaite du sol lui permettant par réduction de l'évaporation une utilisation maximale des petites pluies de saison sèche qu'un puissant système racinaire de surface est apte à exploiter.

. Tripsacum laxum montre un système racinaire qui semble mal adapté pour que la plante résiste à la sécheresse.

. Les légumineuses sembleraient avoir des déficits hydriques élevés. Cette conclusion doit être nuancée par le fait que, dans ce cas, l'ETR est très sous-estimée étant donné la profondeur d'enracinement.

Il serait imprudent d'envisager un programme d'irrigation en fonction des déficits hydriques calculés précédemment. Mais les premières conclusions que nous avons dégagées permettent un classement comparatif des différentes espèces par rapport à leurs besoins en eau, et mettent particulièrement en évidence le rôle joué par les divers types de couverture et d'enracinement en fonction des différents horizons.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ANDRIEUX (C.) BUSCARLET (L.) GUITTON (J.) MERITE (B.) 1962.
Mesure en profondeur de la teneur en eau des sols par ralentissement des neutrons rapides.
Proceedings of a Symposium, Bombay 26 février - 2 mars 1962.
I.A.E.A. Vienne pp. 187-219.

- 2 - BONZON (B.) PICARD (D.) 1967.
Matériel et méthodes mis en oeuvre sur le Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé pour l'étude de la croissance et du développement en pleine terre des systèmes racinaires.
Rapport O.R.S.T.O.M. - novembre 1967 , 18 p.

- 3 - BOUCHET (R.J.) 1965.
Rendement des cultures et déficit en eau.
B.T.I. n° 201, juillet-août 1965, pp. 539-551.

- 4 - BOURRIER (J.) 1965.
La mesure des caractéristiques hydrodynamiques des sols par la méthode Vergière.
Bull. Tech. Génie Rural, n° 73, septembre 1965, 96 p.

- 5 - BOYER (J.) 1964.
Influence de la couverture du sol sur le bilan hydrique d'une jeune plantation en Côte d'Ivoire.
Café, cacao, thé, n° 1, pp. 21-31.

- 6 - COUCHAT (P.) 1967.
Détermination de la courbe d'étalonnage de l'humidimètre à neutrons à partir de l'analyse chimique des sols.
Proceedings of a Symposium, Istanbul 12-16 June 1967.
I.A.E.A. Vienne, pp. 67-82.

- 7 - DAMAGNEZ (J.A.) 1967.
Production de matière sèche des cultures irriguées en zone méditerranéenne aride.
Proceedings of a Symposium, Istanbul 12-16 June 1967.
I.A.E.A. Vienne, pp. 137-146.

- 8 - DAUDET (F.A.) LESPINAT (P.A.) 1968.
Etude des éléments du bilan hydrique naturel d'une culture et de leurs interactions.
A paraître.

- 9 - DUPRIEZ (G.L.) 1964.
L'évaporation et les besoins en eau des différentes cultures dans la région de Mvuazi (Bas-Congo).
I.N.E.A.C. Série scientifique n° 106, 106 p.

- 10 - FEODOROFF (A.) 1962.
Ressuyage du sol et capacité de rétention pour l'eau.
Ann. Agron., 13 (6), pp. 523-547.

- 11 - HALLAIRE (M.) 1964.
Le potentiel efficace de l'eau dans le sol en régime de dessèchement.
I.N.R.A. Paris. L'eau et la production végétale, pp. 27-62.

- 12 - HENIN (S.) et al. 1960,
Le profil cultural.
S.E.I.A., 320 p.
- 13 - HENIN (S.) MONNIER (G.) 1961.
Mécanisme de l'action d'une couverture sur le bilan de l'eau
du sol.
C.R. Acad. Sci. Paris, 252, pp. 939-941.
- 14 - MAERTENS (C.) MORIZET (J.) STUDER (R.) 1965.
Modalité d'utilisation en agronomie d'un humidimètre à ralen-
tissement de neutrons.
Ann. Agron., 16 (1), pp. 5-23.
- 15 - MARCESSE (J.) 1967.
Détermination in situ de la capacité de rétention d'un sol au
moyen de l'humidimètre à neutrons.
Proceedings of a Symposium, Istanbul 12-16 June 1967.
I.A.E.A. Vienne, pp. 137-146.
- 16 - PICARD (D.) 1968.
Comparaison de l'enracinement de quelques graminées et légu-
mineuses se développant sur un sol sur sables tertiaires de
Basse Côte d'Ivoire.
Communication à la W.A.S.A. 10 avril 1968, 10 p.
- 17 - ROOSE (E.) CHEROUX (M.) 1966.
Les sols du Bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire.
Cahiers O.R.S.T.O.M. Série Pédologie IV, 2, 1966, pp. 51-92.

- 18 - ROSE (C.W.) STERN (R.W.) DRUMMOND (J.E.) 1965.

Determination of hydraulic conductivity as a fonction of depth and water content for soil in situ.

Aust. J. Soil. Res., 3, pp. 1-9.

- 19 - STUDER (R.) 1961.

Méthode de détermination des réserves hydriques des sols.

Ann. Agron. 1961, 12 (6), pp. 599-608.

- 20 - TALINEAU (J.C.) 1968.

Résultats préliminaires sur l'étude de l'évolution du sol sous quelques plantes fourragères et de couverture en Basse Côte d'Ivoire.

Cahiers O.R.S.T.O.M. Série Biologie n° 5 pp. 49-64.

- 21 - ZEIN EL ABEDINE (A.) ABDALLA (M.M.) ABDELAL (Sh. I.) 1967.

Evapotranspiration studies on maize in Giza, United Arab Republic.

Proceedings of a Symposium, Istanbul 12-16 June 1967.

I.A.E.A. Vienne, pp. 357-378.