

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE  
DE LA DYNAMIQUE SUPERFICIELLE  
D'UN SOL ARIDE (Bir Lahmar-Sud Tunisien)

Résultats des campagnes de mesures sous pluies simulées

Richard ESCADAFAL  
Amor MTIMET  
Jean ASSELINE

ORSTOM

DÉPARTEMENT B — UR B12

ETUDE EXPERIMENTALE  
DE LA DYNAMIQUE SUPERFICIELLE  
D'UN SOL ARIDE  
(BIR LAHMAR - SUD TUNISIEN)

---

Résultats des campagnes de mesures  
sous pluies simulées

par

R. ESCADAFAL,

pédologue  
à l'ORSTOM

A. MTIMET,

pédologue  
à la Direction des sols

J. ASSELINE,

pédologue  
à l'ORSTOM

Juin 1986

Ce rapport présente les résultats de travaux effectués en Tunisie dans le cadre du Protocole d'Accord signé le 12.12.71 entre le Ministère de l'Agriculture de Tunisie et l'ORSTOM. Il est publié simultanément par la Direction des sols à Tunis et le Département B de l'ORSTOM à Paris.

## RESUME

L'hydrodynamique superficielle d'un sol sablo-limoneux typique de la région des Matmatas a été étudiée à l'aide d'un infiltromètre à aspersion. Les situations les plus fréquentes liées aux modes de mise en valeur de ce sol ont été reproduites.

Trois campagnes de simulation de pluies ont permis de tester sur des parcelles de 1 m<sup>2</sup> les cas suivants, sous des averses de hauteur et d'intensité variées :

- sol à voile éolien (parcours en bon état),
- sol nu battant (parcours dégradé),
- sol nu scarifié (essai de régénération),
- sol labouré à l'araire (culture traditionnelle).

Les techniques récentes de culture d'orge avec labour à la déchaumeuse ou au cultivateur ont également été comparées du point de vue du taux de levée des plantules obtenu après des pluies simulées de même hauteur, mais d'énergies cinétiques différentes.

Les résultats montrent que le sol nu n'a absorbé que la moitié environ des pluies appliquées, le scarifiage permettant d'y améliorer l'infiltration de 60 % ; celle-ci a été excellente sur la surface à voile éolien et sur les labours. La détachabilité du sol est plus forte dans ces derniers en cas de pluie d'intensité très élevée, mais elle ne traduit pas la susceptibilité à l'érosion linéaire. Le labour au cultivateur a montré une meilleure réussite de la culture d'orge, dont la levée a été légèrement affectée par les pluies de forte intensité.

A partir de ces données, un certain nombre de recommandations quant aux techniques d'aridoculture adaptées à ce type de sol sont développées dans la conclusion.



(cliché J.ASSELINÉ)

VUE D'ENSEMBLE DU DISPOSITIF DE SIMULATION DE PLUIE

T A B L E   D E S   M A T I E R E S

	page
RESUME.....	1
1 - INTRODUCTION.....	5
2 - DISPOSITIF DE SIMULATION DE PLUIE	
2 -1 Principe de fonctionnement.....	6
2 -2 L'appareil construit à Gabès.....	8
3 - INFILTRATION et ERODABILITE	
3 -1 Protocole d'essais.....	10
3 -2 Résultats.....	13
3 -3 Discussion.....	15
4 - EFFET DU TRAVAIL DU SOL	
4 -1 Protocole d'essais.....	21
4 -2 Résultats.....	23
4 -3 Discussion.....	28
5 - CONCLUSION.....	30
BIBLIOGRAPHIE.....	32
ANNEXES.....	35
I - Abréviations utilisées.....	37
II - Protocoles d'essais.....	38
III- Résultats détaillés par parcelle.....	41
IV - Description du sol étudié.....	61



## 1 - INTRODUCTION

Depuis 1980, une étude de la dynamique superficielle d'un sol représentatif du Sud tunisien a été entreprise par la Direction des sols à Bir Lahmar, village situé à 20 km au sud de Médenine, dans le gouvernorat de Tataouine.

La méthodologie et les objectifs de ce travail ont été développés dans les publications précédentes (ESCADAFAL, 1981 ; ESCADAFAL et MTIMET, 1981). Rappelons qu'il s'agit de suivre l'évolution de la surface d'un sol sur limons en fonction du temps pour étudier son impact sur les phénomènes d'infiltration et de levée des plantules spontanées ou cultivées. Ces observations doivent nous permettre de mieux cerner le régime hydrique du type de sol étudié et de préciser les techniques d'aridoculture les mieux adaptées à la mise en valeur de la région.

Dans une première phase, nous avons cherché à réaliser des observations en conditions naturelles. Nous avons implanté une station météorologique complète et suivi l'évolution de la surface en fonction des événements climatiques par toute une série de mesures fines (humidimétrie superficielle, scissométrie, aspérimétrie, chronophotographies, comptage de germinations, ...).

Compte tenu de l'aridité du climat et de la forte variabilité qui y est liée, ces observations devraient être poursuivies sur de nombreuses années pour constituer un échantillon représentatif et surtout présenter un nombre suffisant d'évènements pluviométriques. Ceci nous a conduit à développer un programme de mesures en conditions expérimentales sous pluies simulées.

Le mini-simulateur de pluie (ou infiltromètre à aspersion) construit à Gabès sous la direction de J. ASSELINE nous a permis de tester chaque type de surface séparément (sol nu, voile éolien, diverses façons culturales telles que scarifiage, labour avec instrument à dents ou à disques) soumis à plusieurs averses expérimentales d'intensités contrôlées.

Il a ainsi été possible de déterminer l'infiltration et la sensibilité à l'érosion de parcelles échantillons de 1 m<sup>2</sup> sous des pluies d'intensités faibles, moyennes et fortes pour la région. Ces données collectées en quelques semaines de travaux de terrain auraient nécessité un dispositif beaucoup plus lourd pour être réalisées en conditions naturelles.

Le bilan de l'ensemble du programme de recherches mené sur la station de Bir Lahmar est l'objet d'une synthèse en cours (ESCADAFAL, MTIMET, ASSELINE, à paraître) ; le but du présent rapport de campagne est de présenter les résultats des mesures réalisées avec le mini-simulateur de pluie en 1984 et 1985.

Au cours de ces campagnes nous avons réalisé deux types de mesures : aptitude à l'infiltration et détachabilité, d'une part et effet du travail du sol sur la levée des plantules d'orge, d'autre part.

## 2 - DISPOSITIF DE SIMULATION DE PLUIE

### 2-1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les techniques de simulation de pluie se sont développées depuis de nombreuses années, en particulier aux Etats-Unis. Les premiers appareils étaient encombrants, lourds à mettre en oeuvre et coûteux aussi bien à la construction qu'en fonctionnement, car ils étaient conçus pour arroser une surface relativement importante.

Ainsi, après avoir construit et utilisé entre 1971 et 1982 un gros simulateur couvrant une surface circulaire de 200 m<sup>2</sup> et accumulé un nombre impressionnant de données, l'équipe ORSTOM de Côte d'Ivoire s'est orientée vers la réalisation d'un appareil plus simple d'utilisation, réalisable et fonctionnant avec un budget beaucoup plus modeste.

Ceci a conduit à la mise au point, en 1977 à Abidjan par ASSELINE et VALENTIN, d'un appareil travaillant sur des petites parcelles de 1 m<sup>2</sup> avec des intensités variables et réglables au cours de l'averse, inspiré de l'infiltromètre à aspersion de BERTRAND et PARR (1960).

Le principe de base de tous ces appareils est de produire un flux de gouttes d'eau de taille et d'énergie cinétique comparables à celle des gouttes de pluies naturelles dans le milieu étudié. Comme dans toute expérimentation, on cherche à maîtriser le maximum de facteurs, la répartition spatiale des gouttes doit donc être homogène, l'intensité de la pluie réglable et stabilisable pendant la durée de l'essai qui doit également être modifiable à volonté.

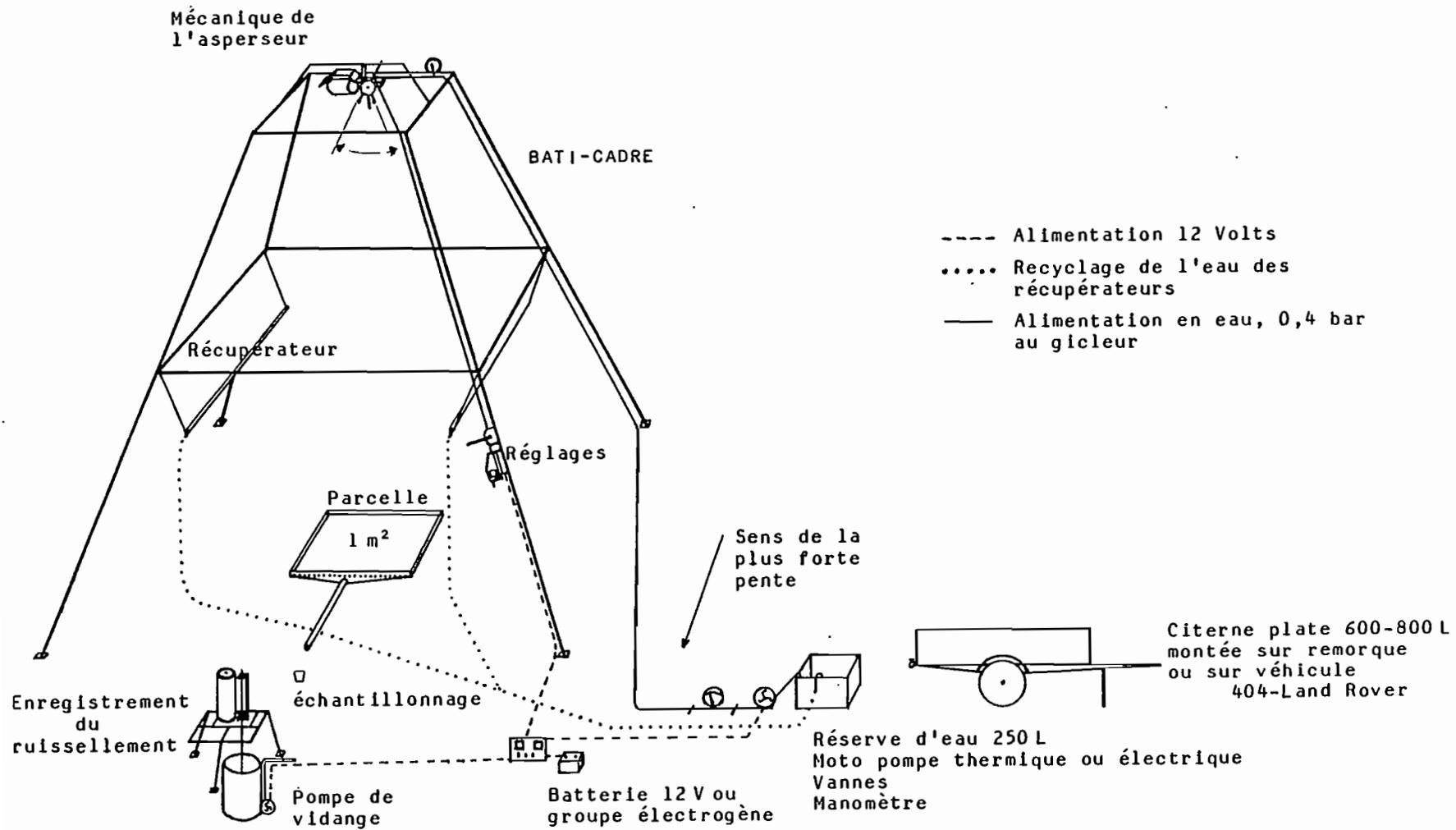


FIG.1 - SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DE L'INFILTROMETRE A ASPERSION

Dans le cas du mini-simulateur ORASTOM, ceci est réalisé à partir d'un bâti-cadre de 4 m de hauteur au sommet duquel un gicleur animé d'un mouvement de balancier arrose le sol (cf. fig.1). Le réglage de l'amplitude des oscillations permet de couvrir une surface plus étroite ou plus large et d'obtenir ainsi une intensité de pluie mesurée sur la parcelle plus faible ou plus forte (cf. fig.2).

Au sol, la parcelle d'essai est limitée par un cadre métallique d'un mètre de côté, l'eau qui y ruisselle est recueillie dans une cuve dont le niveau est enregistré par un limnigraphe à mouvement rapide. L'intensité d'infiltration est ainsi déterminée par différence entre intensité de pluie simulée et intensité de ruissellement. Par ailleurs des prélèvements de l'eau ruissellée permettent d'en mesurer la turbidité à intervalles réguliers (pour l'estimation de la susceptibilité du sol à l'érosion hydrique).

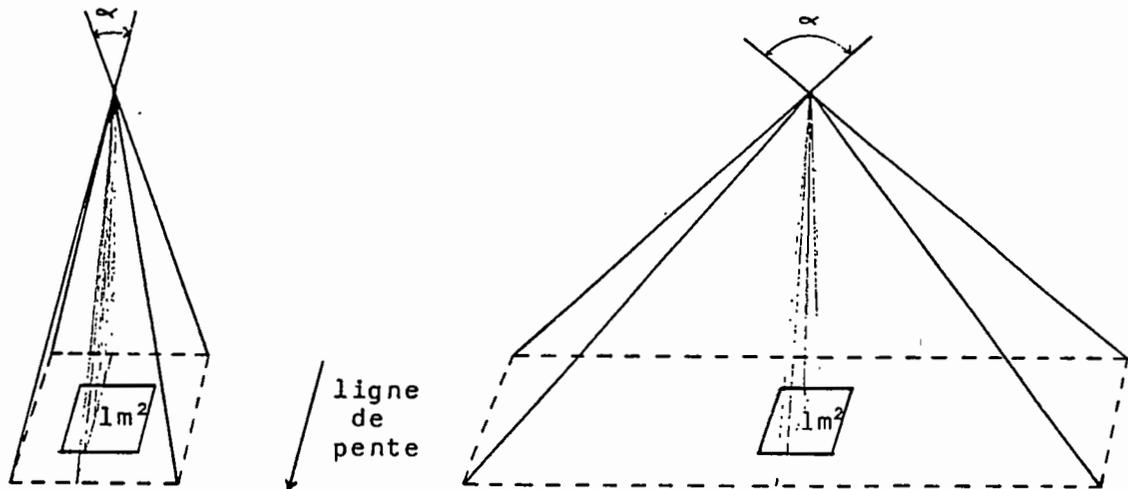
## 2-2 L'APPAREIL CONSTRUIT à GABES

L'ensemble des détails techniques concernant la réalisation de l'appareil et son adaptation à l'environnement du Sud tunisien ont fait l'objet de deux notices (ASSELINE, 1981 ; ASSELINE, 1984). Rappelons que cette adaptation a concerné principalement les points suivants :

- abaissement de l'intensité minimum à 14 mm/h en adaptant un système de friction et de butées sur un nouveau jeu de pignons (cf. fig.3),
- modification du bâti-cadre pour l'alléger,
- adjonction d'un système de recyclage de l'eau aux basses intensités, diminuant ainsi la consommation horaire.

Par ailleurs, une bâche résistante adaptable sur le bâti permet de travailler même par vent de force moyenne ; enfin une citerne plate de 600 l installée à l'arrière du véhicule de transport vient compléter le dispositif.

En résumé, l'ensemble de l'appareillage est conçu pour être facile à transporter et à installer et doué d'une autonomie maximale. Nous l'avons utilisé, dans une première série de campagnes, sur la station de Bir Lahmar où il a donné entièrement satisfaction ; son utilisation s'étend actuellement à l'ensemble de la Tunisie .



- faible angle d'oscillation
- petite surface arrosée
- forte intensité de pluie

- grand angle d'oscillation
- grande surface arrosée
- faible intensité

FIG.2 - PRINCIPE DE REGLAGE DE L'INTENSITE DE PLUIE

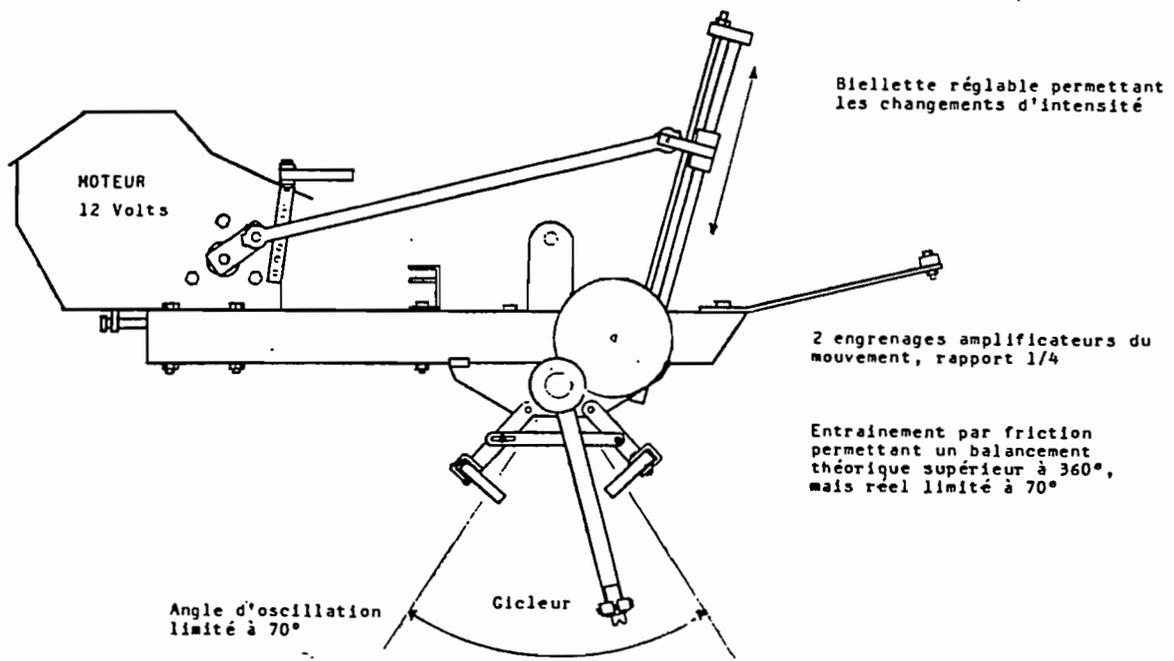


FIG.3 - PARTIE MECANIQUE DU SYSTEME D'ASPERSION

### 3 - INFILTRATION et ERODABILITE

#### 3-1 PROTOCOLE D'ESSAIS

Le sol de la station est un sol isohumique brun subtropical tronqué à encroûtement calcaire sur matériau limoneux à nodules calcaires (cf. description et fiche analytique en annexe IV). Il est typique de la zone de Bir Lahmar et bien représenté dans le massif des Matmatas et ses piémonts (MTIMET, 1984). Dans cette région la mise en valeur est basée sur les parcours et l'aridoculture (labours épisodiques et arboriculture localisée).

Nous avons cherché à étudier sur la station d'essai les différentes situations qui découlent de ce type d'utilisation du milieu, en analysant le comportement hydrodynamique de six types d'état de surface du sol reproduisant les cas les plus fréquents.

\* Les parcelles ont ainsi été implantées dans les situations suivantes:

-P1 : SOL à VOILE EOLIEN. Etat de surface très fréquent dans les parcours où la végétation est assez abondante pour permettre le dépôt de sables éoliens. Ils forment alors un recouvrement de 2 à 5 cm composé à 90 % de sables fins à dominante quartzreuse, bouillant et mobile, à forte porosité d'entassement. Cet état de surface est généralement associé aux parcours en bon état, leur dégradation conduit au type suivant, P2.

-P2 : SOL NU BATTANT. Cet état correspond au cas où le premier horizon du sol affleure, ce matériau sablo-limoneux à structure massive est alors colmaté en surface par une fine pellicule limono-argileuse presque continue (ce qui lui vaut le terme de "battant"). Cette pellicule n'est interrompue que par quelques fentes, dans les petites dépressions décimétriques elle s'épaissit formant alors des squames de dessiccation. Ce type de surface est fréquent dans les friches postculturales et les parcours dégradés par surpâturage ; il est associé au précédent dans les situations intermédiaires.

-P3 : VOILE EOLIEN avec VEGETATION. Dans de nombreuses situations intermédiaires, le voile éolien est en effet limité aux touffes de végétation pérenne qui piègent le sable. Une parcelle a été installée sur un ensemble de touffes de Rantherium suaveolens, plante pastorale psammophile très répandue dans les parcours de la région, pour tester l'influence de ce couvert végétal sur l'infiltration.

- P4 : SOL NU SCARIFIE. Le scarifiage est une technique proposée pour améliorer la productivité des parcours dégradés que nous avons testée en conditions naturelles ; ici nous avons reproduit manuellement ce travail du sol en creusant des sillons étroits de 5 à 7 cm de profondeur, espacés de 30 cm, orientés en travers de la pente, puis nous y avons enfoncé le cadre métallique carré de 1 m de côté matérialisant la parcelle.

- P5 : LABOUR type "Wischmeier". Pour pouvoir comparer l'érodabilité mesurée dans des milieux différents, une tentative de traitement normalisé est appliquée : labour manuel sur 15 à 20 cm formant des mottes de 3 cm maximum, aplani et rainuré dans le sens de la pente (normes inspirées des travaux de WISCHMEIER).

- P6 : LABOUR MANUEL. Un travail du sol a été réalisé à la houe pour simuler un labour traditionnel à l'araire, la profondeur est plus faible que dans le cas précédent (10 à 12 cm) et les mottes sont irrégulières et plus grosses en moyenne (jusqu'à 5 cm).

\*\* Ces parcelles ont été soumises au cours de deux campagnes de mesures en 1984 à plusieurs averses simultanées des événements pluviométriques de fréquences d'apparition différentes.

Les observations météorologiques (cf. ESCADAFAL et al., 1986, à paraître) nous ont permis de constater qu'une grande partie des pluies observées à Bir Lahmar sont de petites pluies d'intensité faible, souvent brèves. Leur énergie cinétique est très réduite et elles ne donnent pas lieu à ruissellement ; de ce fait, elles ne sont pas susceptibles de modifier sensiblement l'organisation et la structure de la surface du sol. Nous n'avons donc pas cherché à simuler ce type d'évènement.

Lors des deux premières campagnes de mesures (BIA A et BIA B) nous avons appliqué des protocoles d'essai reproduisant des averses d'intensité assez élevée telles qu'il s'en produit quelques unes chaque année, intervenant sur sol sec ou sur sol humide. C'est ce type d'averse qui est important pour la production agricole, mais aussi capable d'engendrer parfois un ruissellement important, voire dévastateur.

Pour mieux reproduire les conditions naturelles une averse complexe (à trois intensités différentes) a été appliquée lors de la deuxième campagne, suivie une journée plus tard d'une averse d'intensité exceptionnelle (de fréquence environ cinquantenaire) permettant d'évaluer le ruissellement et l'érodabilité potentiels maximaux.

Les protocoles d'essai sont résumés dans les tableaux ci-dessous, en pratique l'intensité réelle au moment de l'essai peut différer légèrement de l'intensité théorique (celle que l'on désire appliquer). Elle est donc mesurée avant et après chaque averse à l'aide d'un bac pluviométrique de 1 m<sup>2</sup> posé sur la parcelle ; ce sont ces valeurs mesurées qui apparaissent dans les tableaux de résultats et qui sont utilisées pour les calculs (cf. annexe II).

	état du sol	intensité (mm/h)	durée (mn)	hauteur tot.(mm)
averse 1	sec	60	15	30
averse 2	humide	60	15	30

Tableau 1 - Protocole expérimental de la campagne de mars 1984 (BIR A)

Lors de l'application de ce protocole, la pluviosité naturelle était de 12.3 mm depuis le premier janvier, dont 7.3 mm tombés la semaine précédente. Deux mois plus tard lors de la campagne BIR B, 13.3 mm étaient tombés répartis en 5 petites pluies dont la dernière (2.8 mm) a eu lieu 12 jours auparavant.

	état du sol	intensité (mm/h)	durée (mn)	hauteur tot. (mm)
averse 1	a sec	30	15	28.75
	b	70	15	
	c	15	15	
averse 2	humide	120	20	40

Tableau 2 - Protocole expérimental de la campagne de mai 1984 (BIR B)

\*\*\* Les données de terrain obtenues lors de ces campagnes de mesures se présentent essentiellement sous la forme d'enregistrements du niveau de la cuve lors de chaque essai (limnigramme) et d'une série de flacons contenant les échantillons d'eau prélevés à intervalles réguliers pendant la phase de ruissellement.

Les échantillons sont amenés au laboratoire pour en déterminer la turbidité (quantité de matières solides en g/l). Les limnigrammes doivent être dépouillés pour calculer le ruissellement représenté par la pente de la courbe enregistrée. Cette courbe est cependant affectée d'accidents, elle est interrompue lors des prises d'échantillons (l'eau ruissellée ne s'écoule plus dans la cuve, mais dans le flacon de prélèvement) et également lorsque la cuve a été vidangée au cours de l'essai. De même, le calcul de la quantité de terre exportée hors de la parcelle au cours du ruissellement ("érosion") nécessite le calcul des débits solides instantanés et leur intégration sur l'ensemble de la durée de la pluie.

Le traitement de ces données est donc relativement long et sujet à erreurs au cours des différentes étapes des calculs. Pour faciliter ces derniers et gagner en temps et en fiabilité, deux programmes ont été développés pour les deux micro-ordinateurs scientifiques dont nous disposons à Gabès. Le dernier est le plus performant et permet le traçage des tableaux de résultats et des courbes de ruissellement et de débit solide, dont ceux présentés dans ce rapport en annexes (cf. ESCADAFAL, 1984 et ESCADAFAL et ASSELINE, 1985).

### 3-2 RESULTATS

L'ensemble des résultats obtenus au cours des deux campagnes de mesures BIR A et BIR B est regroupé dans l'annexe III. On y trouve pour chaque parcelle, un tableau récapitulatif des caractéristiques des quatre averses simulées, puis le détail des données dépouillées par averse : valeurs du ruissellement, des débits solides et de l'érosion, et les courbes correspondantes (lorsque ces valeurs ne sont pas nulles).

Les différences de comportement entre les parcelles sont très importantes dès les premières averses.

Les résultats les plus immédiats de la première campagne d'essai, BIR A (protocole détaillé dans le tableau 1), à savoir le coefficient de ruissellement et l'érosion, sont récapitulés dans le tableau 3.

Le coefficient de ruissellement (Kru) est égal au pourcentage de la pluie qui a ruisselé, et l'"érosion" désigne plus exactement le nombre de grammes de terre exportés hors de la parcelle de 1 m<sup>2</sup>, exprimé en kg/ha ("détachabilité" au sens de VALENTIN, 1985).

-----  
N.B.: Pour la signification de l'ensemble des symboles utilisés, se reporter à l'annexe I.

parcelle	averse n°1		averse n°2	
	Kru (%)	érosion	Kru (%)	érosion
P1 (voile éolien)	01.6	0	08.6	0
P2 (sol nu)	32.6	106	47.9	148
P3 (végétation)	20.3	0	-- incident --	
P4 (sol scarifié)	0.0	0	19.0	121
P5 (labour Wishm.)	0.0	0	-	-

Tableau 3 - Coefficients de ruissellement et érosion  
(en kg/ha) au cours de la campagne BIR A

Lors de la campagne suivante, BIR B (protocole détaillé dans le tableau 2), les parcelles P4 et P5 n'ont pas été renouvelées, elles présentent donc l'état de la surface de sols travaillés après avoir subi deux pluies de 60 mm/h ; au contraire la parcelle P6 a été labourée juste avant les essais. On observe alors les résultats suivants (tableau 4) :

parcelle	averse n°1		averse n°2	
	Kru (%)	érosion	Kru (%)	érosion
P1 (voile éolien)	0.0	0	36.3	201
P2 (sol nu)	32.9	95	67.1	254
P4 (sol scarifié)	16.4	46	57.5	462
P5 (labour Wishm.)	0.0	0	25.2	438
P6 (labour récent)	0.0	0	14.2	118

Tableau 4 - Coefficients de ruissellement et érosion  
(en kg/ha) au cours de la campagne BIR B

REMARQUES : Les valeurs reportées dans ce tableau pour l'averse n°1, qui est une averse complexe (cf. tableau 2), sont des valeurs moyennes ; les résultats pour chacune des trois séquences qui la composent se trouvent dans l'annexe III.

### 3-3 DISCUSSION

A la lecture des deux tableaux de résultats, apparaissent immédiatement les points suivants :

-les premières averses sur sol sec se sont totalement infiltrées dans les deux essais, pour les parcelles sur voile éolien et celles présentant un travail du sol ;

-le sol nu présente le ruissellement le plus fort dans tous les cas ;

-l'érosion est élevée surtout pour les parcelles travaillées qui ont déjà subi les pluies de la première campagne (BIA A).

Une analyse fine des mesures va nous permettre de préciser et dépasser ces premières constatations.

#### **\* La phase d'imbibition**

Lors d'une averse le sol s'humecte dans une première phase jusqu'au moment où le ruissellement apparaît, la quantité de pluie correspondante est appelée pluie d'imbibition ( $P_i$ ) ; la pluie de la deuxième phase, génératrice du ruissellement, est la pluie efficace ( $P_e$ ).

Dans le cas des états de surface permettant une bonne infiltration (voile éolien et labours) les premières averses ne comprennent que la première phase, toute la pluie s'infiltré ; seules les pluies d'intensité forte (BIA B, averses n°1b et n°2) intervenant sur sol humide ont donné lieu à un ruissellement.

Les valeurs des pluies d'imbibition observées sur les cinq parcelles sont reportées dans le tableau 5. On remarque que pour les états de surface "spontanés" (voile éolien et sol nu) ces valeurs sont assez stables dans le temps et semblent bien caractériser chacun d'eux.

Le sol scarifié par contre, voit sa capacité d'imbibition diminuer en fonction des averses successives, que ce soit à l'état humide où à l'état sec, on peut y voir l'effet de la réorganisation de sa surface sous l'impact des gouttes de pluie. Ainsi, la première pluie sur sol scarifié humide donne une valeur de  $P_i$  proche de celle du sol labouré, alors qu'au cours de la deuxième pluie sur sol humide, elle se rapproche nettement de celle observée sur sol nu.

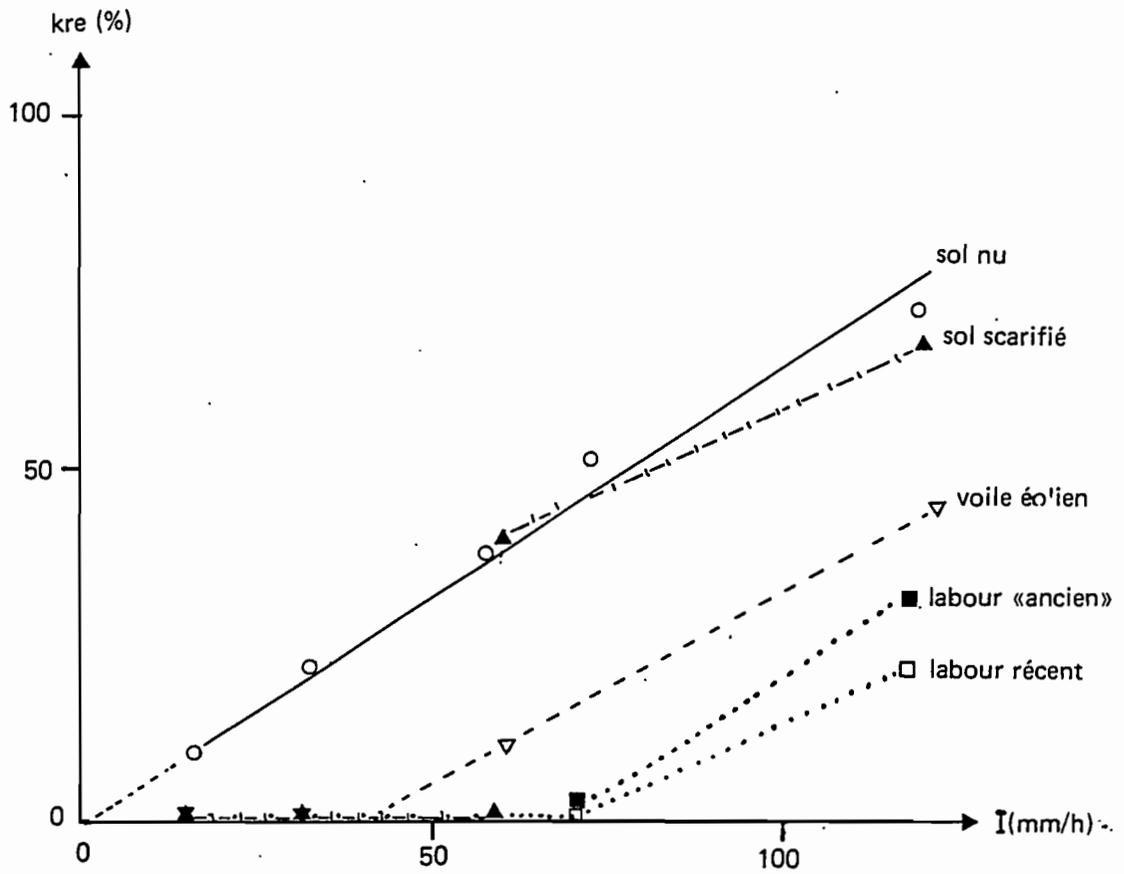


FIG.4 - COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT EFFICACE ( $K_{re}=L_r/P_e$ ) en fonction de l'INTENSITE DE L'averse

Les labours sont un cas intermédiaire, à l'état sec la pluie d'imbibition ne semble pas affectée par le fait que ce labour ait déjà été soumis à des précipitations ou non, et on observe une infiltration totale. A l'état humide, la pluie d'imbibition est plus élevée sur le labour récent que sur le labour "ancien".

parcelle	sol sec		sol humide	
	(a)	(a)	(b)	(c)
	BIR A-1	BIR B-1	BIR A-2	BIR B-2
P1 (voile éolien)	23.5	21.2	05.2	05.6
P2 (sol nu)	03.5	06.6	02.2	02.4
P4 (sol scarifié)	30.2	12.7	18.6	05.5
P5 (labour Wishm.)	28.0	28.9	-	10.9
P6 (labour récent)	-	28.9	-	18.6

(a) : humidité superficielle pondérale < 3%  
(b) : = = = 15 à 25%  
(c) : = = = 5 à 9%

Tableau 5 - Pluies d'imbibition en fonction de l'état hydrique du sol

### \*\* La phase de ruissellement

Le ruissellement se déclenche donc à des moments différents suivant les états de surface, son importance varie aussi fortement comme le montre la fig.4. Le coefficient de ruissellement Kre permet de distinguer les différences de comportement pendant la phase de ruissellement, il est égal au rapport entre la quantité d'eau ruisselée au cours de l'averse et la pluie efficace.

Les valeurs prises par ce coefficient en fonction de l'intensité de la pluie, toutes averses confondues, montrent que le ruissellement sur sol nu humecté se déclenche même aux intensités les plus faibles. A l'état humide, le sol à voile éolien, par contre, ne ruisselle que pour les pluies de 45 mm/h au moins, et les labours pour 70 mm/h.

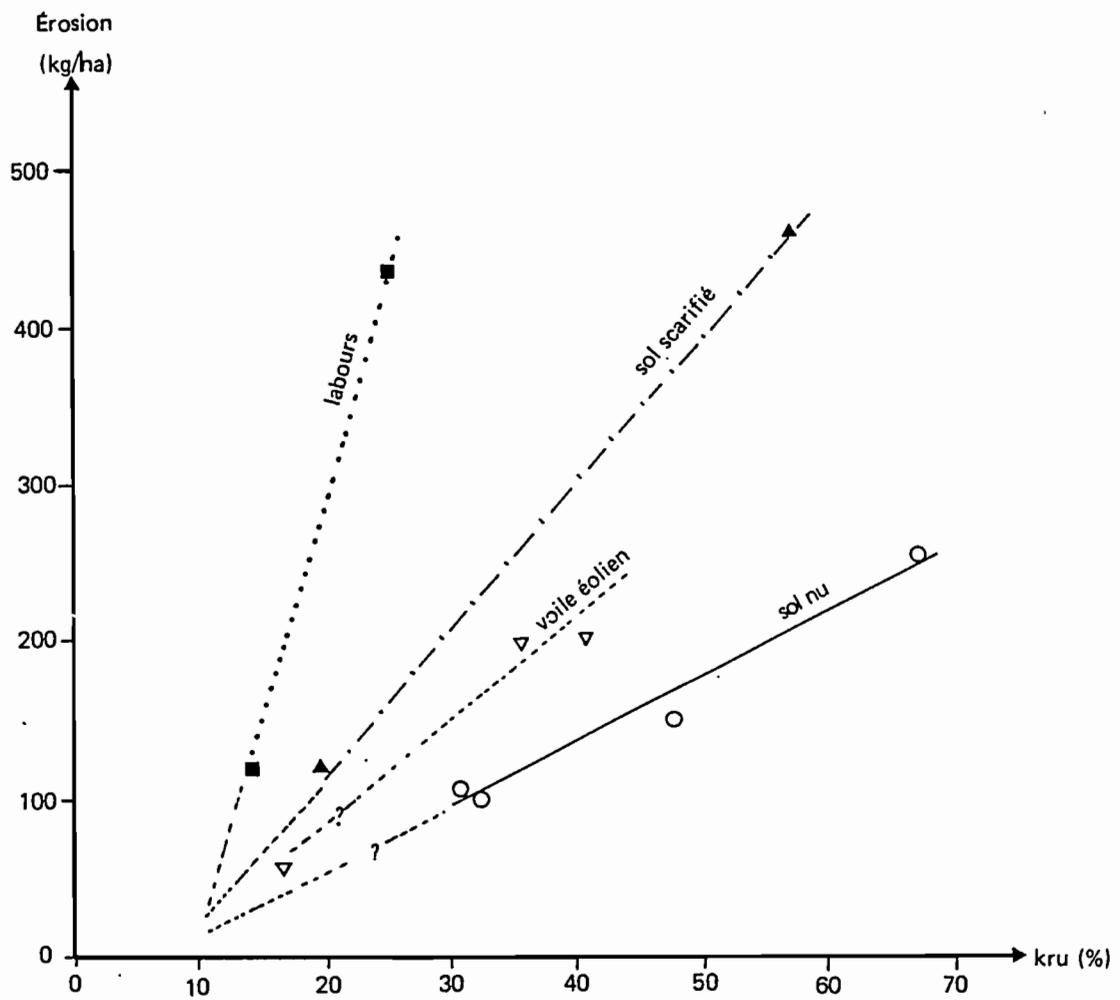


FIG.5 - RELATIONS ENTRE EROSION ET COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Le cas du sol nu scarifié est très intéressant, en effet, en dessous de 60 mm/h environ on n'observe pas de ruissellement, mais au delà, lorsque le sol est imbibé, Kru prend aussitôt des valeurs proches de celles du sol nu. Le sol scarifié se comporte donc comme un labour jusqu'à 60 mm/h, puis comme un sol nu.

En résumé, on peut déduire de ces observations que dès que le sol nu est humide, il ruisselle quelque soit l'intensité de la pluie, alors qu'à l'opposé les sols travaillés ne ruissellent que pour des intensités très fortes (supérieures à 70 mm/h).

### \*\*\* La mesure de l'érosion

En observant les courbes de débit solide (cf. annexe III), on constate qu'elles suivent l'allure de celles du ruissellement, lorsque celui-ci est modéré. Au contraire, dans le cas des pluies sur sol humide, le ruissellement démarre assez vite et on remarque un très fort débit solide au début de la pluie sur les parcelles P2, P4 et P5. Ceci correspond à la mobilisation rapide d'éléments fins déjà désagrégés par les pluies précédentes.

La quantité totale de terre exportée de chaque parcelle au cours des essais varie également avec le coefficient de ruissellement, ce qui est prévisible, mais d'importantes différences apparaissent entre les surfaces pour un même coefficient de ruissellement (cf. fig.5).

Sur le sol nu, l'érosion croît modérément et régulièrement lorsque Kru augmente (relation d'allure linéaire) ; alors que sur voile éolien et sur sol nu scarifié l'érosion s'accroît fortement avec Kru, et ceci de façon encore plus spectaculaire dans le cas des labours.

Ceci peut être interprété en termes de différence de cohésion des matériaux (MTIMET, 1986). Le sol nu, de structure massive peu fragile, est protégé par une pellicule de battance et la lame d'eau qui ruisselle en surface doit en arracher les matériaux avant de pouvoir les transporter. Dans le cas du sol scarifié, une quantité importante de terre a été pulvérisée et se trouve rapidement mobilisable par l'eau, de même que les sables fins bouillants de la parcelle P1, et surtout le sol émietté par le labour.

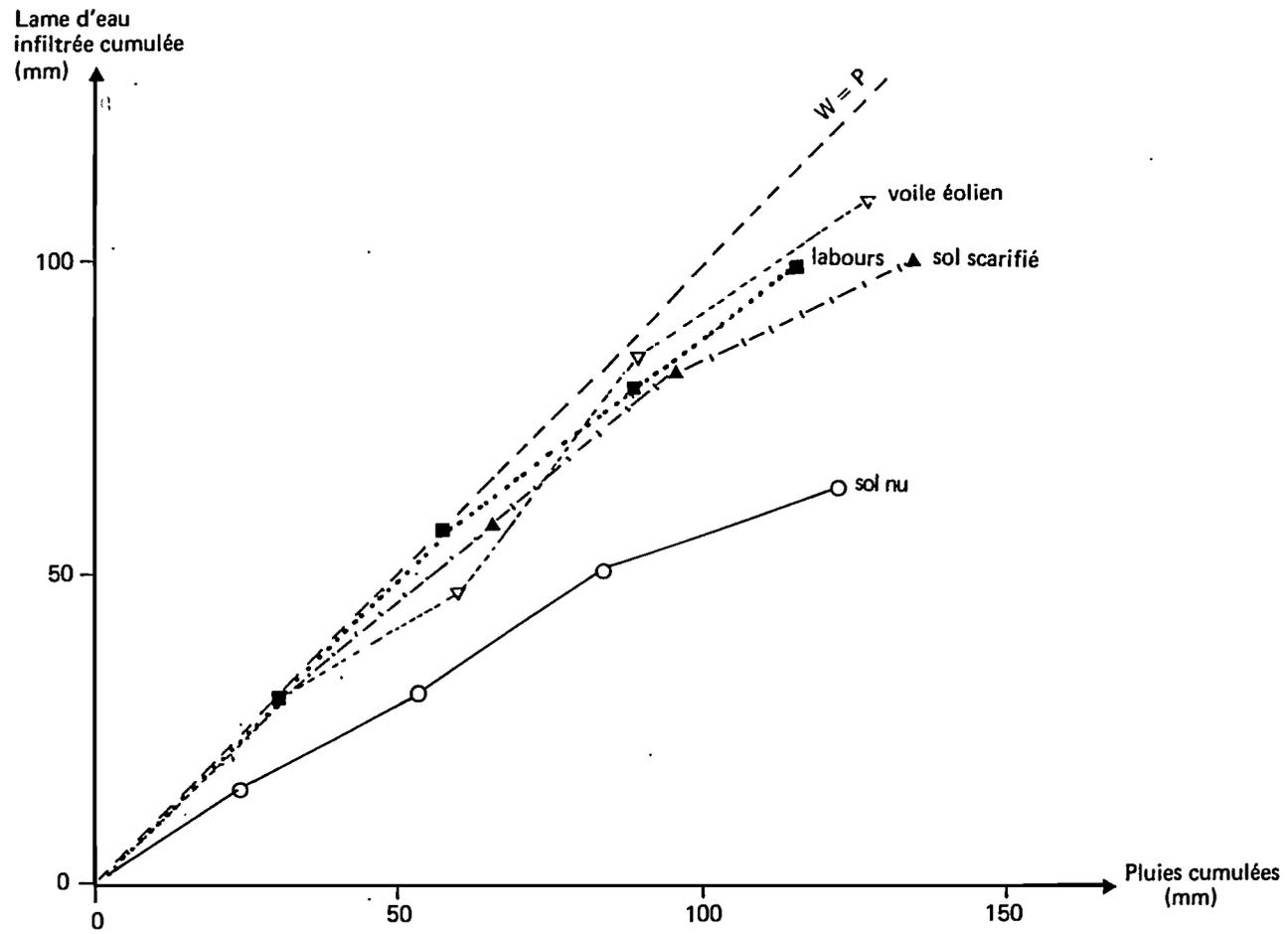


FIG.6 - QUANTITE D'EAU INFILTREE EN FONCTION DES PLUIES CUMULEES

#### \*\*\*\* Le bilan hydrique

Considérant que, compte tenu de la période relativement sèche qui a précédé les essais, la réserve en eau du sol était la même pour l'ensemble des six parcelles étudiées (de l'ordre de 65 mm sur 1 m, non disponibles pour la végétation), la quantité totale d'eau infiltrée à l'issue des deux campagnes d'essai traduit des différences de comportement hydrodynamique importantes (cf. fig.6).

Sur ce graphique la bissectrice représente le cas où toute la pluie appliquée s'est infiltrée, plus la courbe s'en éloigne, plus l'infiltration a été faible.

Ainsi après 120 mm de pluie cumulée, la surface labourée et la surface à voile éolien ont infiltré environ 90 % des précipitations, la surface scarifiée 80 % et le sol nu à peine 50 %. Ce dernier n'a donc pu stocker qu'environ la moitié de l'eau qu'il a reçu par les pluies.

#### 4- EFFET DU TRAVAIL DU SOL

Cette troisième campagne de mesures a eu pour but de tester l'influence du travail du sol et de l'énergie cinétique des pluies sur les conditions de levée (puis de réussite) d'une culture d'orge.

Traditionnellement l'orge est la céréale cultivée dans cette région, les variétés locales semblent plus résistantes à la sécheresse que le blé dur. Les graines sont semées à la volée après les pluies d'automne (lorsqu'elles ont lieu) et incorporées dans le sol par un passage de tracteur généralement équipé d'une déchaumeuse à disques.

Les taux de réussite de ces cultures sont très aléatoires, le pourcentage de levées est un facteur important du rendement (HUYN VAN NHAM, 1982). Nous avons donc voulu aborder ici l'aspect agronomique de la dynamique superficielle du sol étudié.

##### 4-1 PROTOCOLE D'ESSAIS

Pour reproduire les situations en cultures céréalières les plus fréquentes dans la région, deux types de travail du sol ont été testés : le labour à la déchaumeuse à disques et le labour avec un cultivateur à dents, suivi d'un semis d'orge dans les deux cas.

Ces travaux ont été réalisés sur la station d'essais par un agriculteur des environs de Bir Lahmar, ils correspondent aux façons culturales très superficielles utilisées d'une façon générale dans le Sud tunisien.

La déchaumeuse permet un travail très rapide et donc à moindre coût, ce qui est un point très important en aridoculture extensive et explique son succès dès le début de la mécanisation.

Le travail avec les instruments à dents est utilisé pour les façons culturales répétées appliquées dans les oliveraies (lutte contre les adventices et les pertes en eau par évaporation). Son utilisation en céréaliculture se développe et est encouragée, car elle permet de limiter l'émiettement des sols légers, diminuant ainsi les risques d'érosion éolienne qui sont très importants dans ces milieux ; et notamment dans la région étudiée (ESCADAFAL, 1979 ; MTIMET, 1982).

Dans chacune des ces deux situations quatre parcelles d'essai ont été implantées le 7 novembre 1984, suivant une période pluvieuse (100 mm enregistrés entre le 15 octobre et le 6 novembre), donc à l'époque même où les agriculteurs emblavaient aussi leurs champs.

Les quatre traitements appliqués sont les suivants :

- parcelle témoin, non soumise à une averse simulée,

- parcelle soumise à une averse simulée de 25 mm/h pendant 65 minutes,

- parcelle soumise à une averse simulée de 84 mm/h pendant 20 minutes,

- parcelle soumise à la même averse que la précédente, mais protégée par un écran formé d'une toile plastique fine (type moustiquaire) tendue horizontalement sur un cadre placé à 10 cm au dessus du sol, ceci pour briser l'énergie cinétique des gouttes de pluie.

En reprenant cet ordre, les huit parcelles sont repérées en utilisant les symboles suivants:

- labour à disques : DT, D25, D84 et D84+E

- labour avec cultivateur : CT, C25, C84 et C84+E

Toutes les parcelles ont été semées et ont donc ensuite reçu 28 mm de pluie simulée, à l'exception des parcelles témoins.

Le matériel végétal utilisé est de l'orge rustique local, variété à courte paille et cycle court. Le semis traditionnel est très peu dense, 50 à 100 graines au mètre carré, inégalement réparties dans les 10 premiers centimètres du sol (HUYN VAN NHAM, op. cité).

Nous avons cherché à reproduire ces conditions, mais en connaissant exactement le nombre de graines semées et en contrôlant la profondeur pour pouvoir interpréter les mesures du taux de levées. Nous avons donc installé, après le travail du sol, 100 graines par parcelle suivant une grille 10 X 10, à une profondeur de 2 cm environ, à l'aide de pinces brucelles.

Le pouvoir germinatif de ces graines a par ailleurs été testé au laboratoire, 100 graines échantillonnées parmi les semences utilisées ont été mises à germer et maintenues humides jusqu'au stade première feuille obtenu au bout de cinq jours. Seules 4 graines n'ont pas germé, soit un pouvoir germinatif de 96 %.

Les huit parcelles ont fait l'objet de mesures à intervalles réguliers après l'application des averses simulées :

-comptage des plantules émergées (repérage sur grilles)

-détermination de l'humidité superficielle jusqu'à 40 cm par prélèvement d'échantillons dans l'anneau de garde de la parcelle (humidité pondérale par séchage à l'étuve).

#### 4-2 RESULTATS

Les pluies appliquées se sont totalement infiltrées. Le stock d'eau s'est donc accru de 28 mm, avant l'essai il était de 66 mm entre 0 et 60 cm, dont 20 mm "utilisables" (humidité supérieure à pF 4,2) répartis entre 20 et 60 cm.

La levée des plantules s'est produite pendant les 10 jours qui ont suivi les semis, au cours de cette période aucune pluie n'a été observée ; les premières interviennent en décembre (37,5 mm), puis quelques 12 mm en janvier.

Les résultats exprimés en pourcentage de levées (compte tenu du pouvoir germinatif) sont reportés dans le tableau 6. Aucune levée n'a eu lieu dans les parcelles témoins pendant cette période, quelques unes sont intervenues après les pluies de décembre.

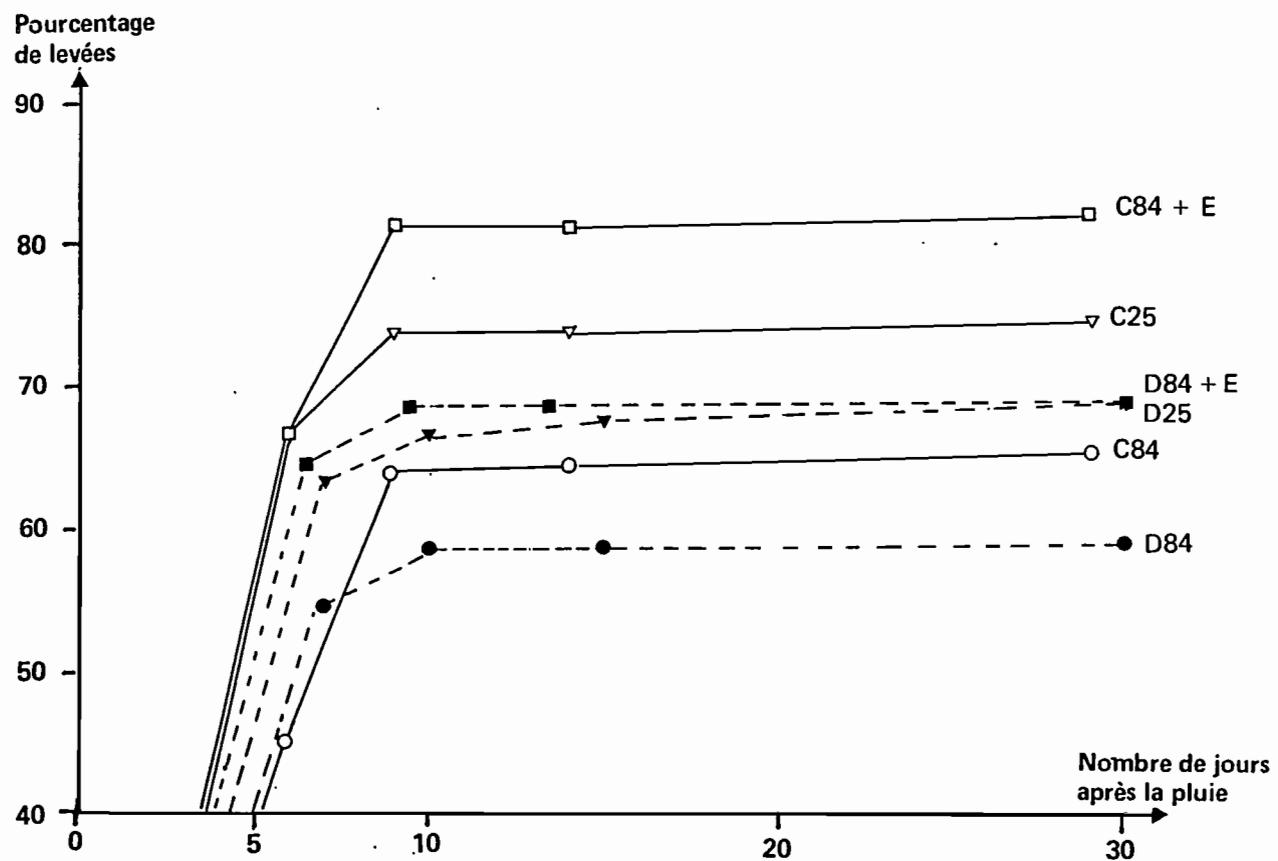


FIG.7 - POURCENTAGE DE LEVEE DE L'ORGE APRES APPLICATION DE LA PLUIE SIMULEE SUR LE SEMIS (voir dans le texte le détail des six traitements)

n° parcelle	pourcentage de levées			
	13 nov.	16 nov.	21 nov.	6 déc.
DT	00	00	00	00
D25	63.5	66.7	67.7	68.7
D84	54.2	58.3	58.3	58.3
D84+E	64.6	68.7	68.7	68.7
CT	00	00	00	00
C25	66.7	74.0	74.0	75.0
C84	44.8	64.6	64.6	65.6
C84+E	66.7	81.2	81.2	82.3

Tableau 6 - Pourcentages de levées d'orge obtenus par parcelle (voir le texte pour la signification des symboles)

La campagne d'essais s'étant déroulée sur trois jours, tous les essais n'ont pas été réalisés en même temps ; pour pouvoir les comparer, les pourcentages de levées dans chaque parcelle en fonction du nombre de jour écoulés depuis l'averse simulée sont reportés sur la figure 7.

Pour interpréter ces différences assez importantes entre parcelles, chaque courbe de taux de levée est rapportée à celle de l'évolution de la teneur en eau des horizons superficiels du sol (fig. 8 et 9).

Sur ces courbes, on remarque que si le dessèchement de la strate 0-2 cm est partout très rapide il n'en est pas de même pour les strates inférieures (2-5 et 5-10 cm). En particulier, les meilleurs résultats obtenus dans les parcelles C25 et C84+E sont à rapprocher d'une bonne teneur en eau à cette profondeur pendant les dix premiers jours, alors que dans les parcelles D84 et C84, aux taux de réussite plus faibles, cette teneur en eau descend rapidement en dessous de pF 4.2 dès le huitième jour. Les autres parcelles présentent des cas intermédiaires.

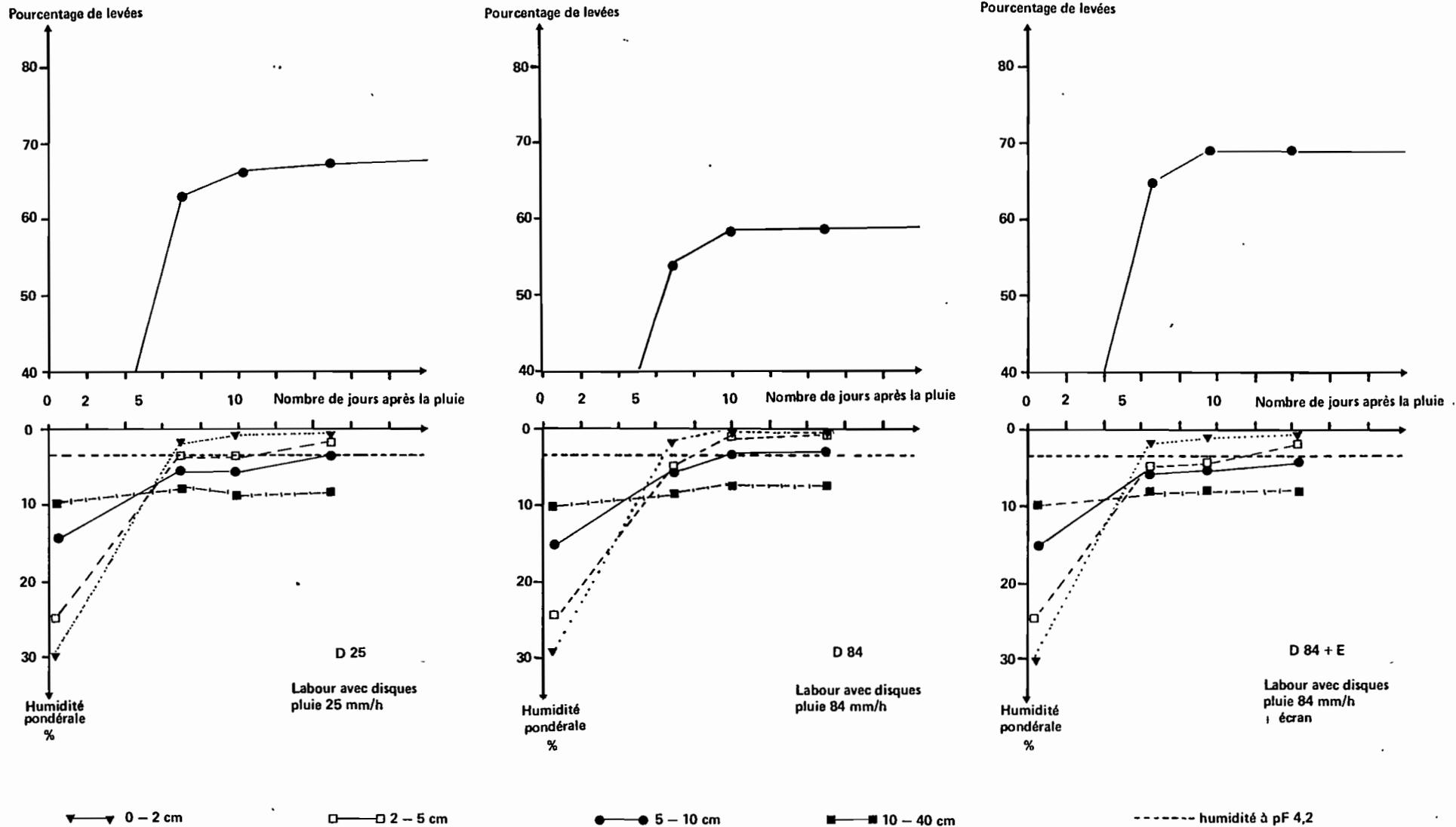


FIG.8 - HUMIDITE SUPERFICIELLE ET POURCENTAGE DE LEVEES SUR LES PARCELLES "DISQUES"

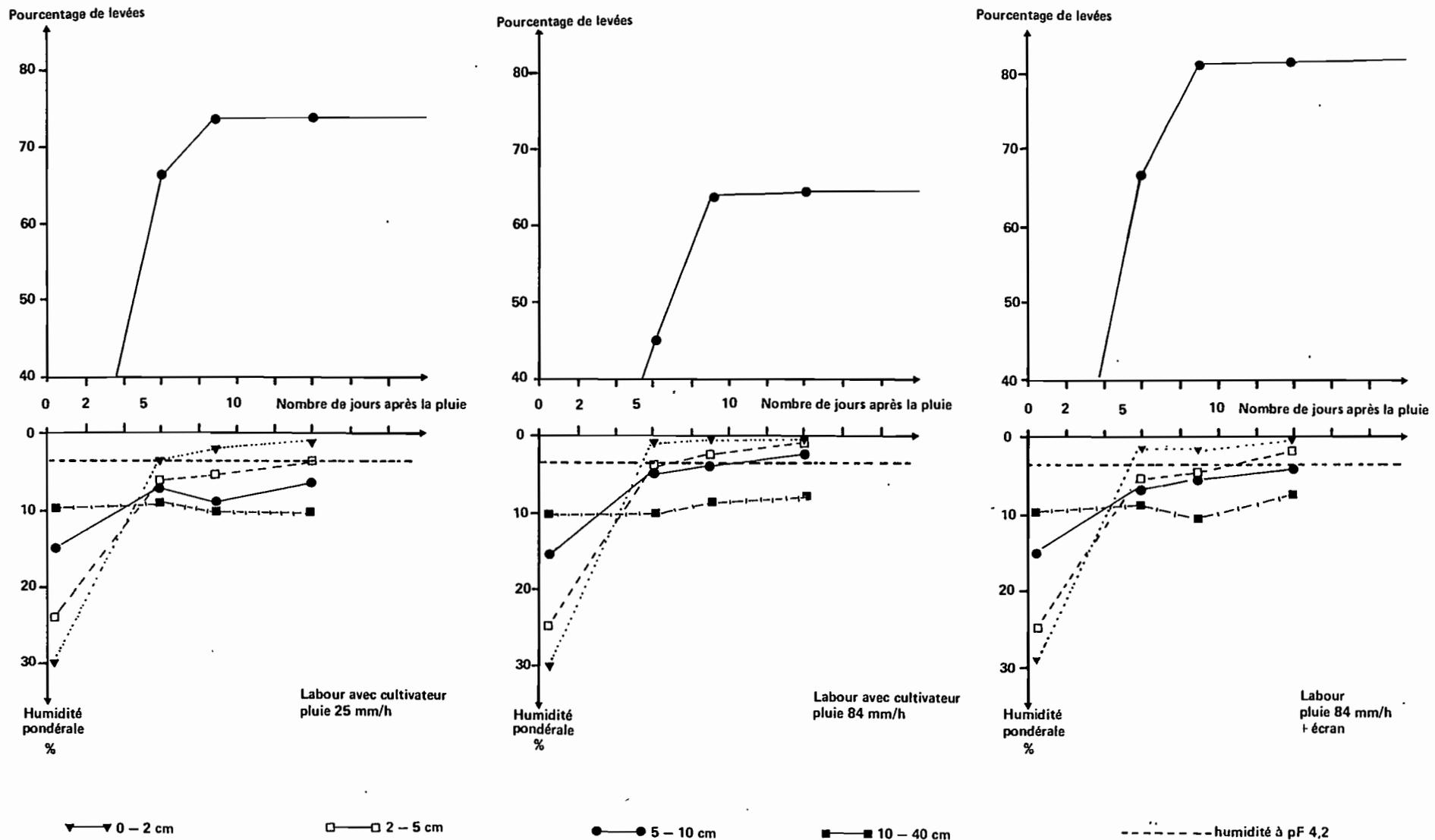


FIG.9 - HUMIDITE SUPERFICIELLE ET POURCENTAGE DE LEVEES SUR LES PARCELLES "CULTIVATEUR"

Par la suite, les jeunes plants se sont développés tant bien que mal pendant la période relativement sèche qui a suivi la levée, arrivant à maturité début avril. Dans chaque parcelle tous les pieds ont alors été récoltés, les pailles et les épis ont été pesés séparément avant et après séchage à l'étuve (cf. tableau 7).

n°parcelle	ten.eau (%)	poids sec ( g/m <sup>2</sup> )	
		total	épis
DT	63	31	00.4
D25	49	73	12.0
D84	54	188	30.0
D84+E	62	149	32.7
CT	38	40	02.4
C25	69	261	62.0
C84	57	182	45.5
C84+E	53	238	48.0

Tableau 7 - Teneur en eau et poids sec de l'orge récolté.

Remarque : A titre de comparaison avec les rendements observés au cours d'essais agronomiques, ces résultats exprimés en g/m<sup>2</sup> peuvent être convertis en qx/ha en les divisant par dix.

#### 4-3 DISCUSSION

La première constatation qui ressort de cette campagne d'essais est que le semis superficiel que nous avons réalisé n'a pratiquement rien donné en conditions naturelles (témoins), alors que le sol était relativement humide après les pluies d'octobre.

Ceci est dû à la dessiccation rapide des premiers centimètres du sol. Dans le cas des semis réalisés par les agriculteurs voisins de notre station, les graines ont été incorporées au dix premiers centimètres de sol par le passage de la déchaumeuse après le semis.

Les graines superficelles n'ont pu lever, mais les plus profondes ont pu s'alimenter correctement en eau et réussir à émerger dans certains cas. La densité de pieds au m<sup>2</sup> est alors faible mais permet tout de même une petite récolte.

Les apports d'eau par les pluies simulées ont permis d'obtenir une bonne levée sur l'ensemble des parcelles arrosées (le taux de levée observé aux champs est habituellement de 30 à 40 %) et d'observer des différences significatives entre les deux traitements.

En effet, la moyenne des taux de levées sur les trois parcelles "disques" est de 65 %, contre 74 % pour les trois parcelles "cultivateur", soit une amélioration de 14 % des résultats avec un instrument à dents par rapport à la déchaumeuse.

L'analyse des taux de levées en rapport avec les teneurs en eau montre que les meilleurs taux sont obtenus lorsque l'humidité de la tranche de sol de 2 à 10 cm reste supérieure à pF 4,2, c'est le cas des parcelles labourées au cultivateur et soumises à des pluies d'énergie cinétique faible (C25 et C84+E).

Au contraire, dans les parcelles soumises à l'averse de forte intensité (84 mm/h), l'impact des gouttes de pluies sur le sol provoque un tassement de ce dernier qui gêne la levée des plantules, soit directement par effet mécanique, soit indirectement en favorisant la dessiccation plus rapide des premiers centimètres du sol. En effet la diminution de la porosité de la surface, d'autant plus rapide que le sol est pulvérisé (parcelles "disques"), peut entraîner une réduction de l'effet de "mulch" obtenu par le travail du sol.

Le poids des pailles et surtout des épis obtenus au moment de la récolte permettent de classer les parcelles labourées au cultivateur nettement en tête (tableau ?), sans que l'on puisse tirer de conclusions définitives de ces essais qui n'ont pas la prétention d'être une expérimentation agronomique complète.

## 5- CONCLUSION

Les trois campagnes de mesures menées à Bir Lahmar avec l'infiltromètre à aspersion nous ont permis de collecter un nombre important de données sur l'hydrodynamique superficielle d'un type de sol caractéristique de la région, et ceci en conditions spontanées et cultivées. De l'ensemble des résultats exposés dans ce rapport, trois points paraissent importants à souligner.

\* En premier lieu, dans le cas du sol exploité en parcours, d'importantes variations de l'aptitude à l'infiltration ont été observées. Si les touffes de végétation ne semblent pas avoir une influence importante en elles-mêmes, par contre la présence d'un voile éolien accroît fortement cette aptitude ; après un total de 120 mm de pluie simulée appliqués, le sol à voile éolien a infiltré une quantité d'eau supérieure de 80 % à celle infiltrée par le sol nu.

La surface du sol nu, couverte d'une pellicule de battance qui se reforme à chaque averse, permet à la pluie de ruisseler dès que le sol est humecté. A chaque phase de ruissellement une certaine quantité de terre est entraînée hors de la parcelle, c'est une mesure de la détachabilité du sol que nous avons appelé "érosion" pour simplifier. On remarque qu'elle est relativement faible sur ces deux surfaces, même pour l'averse de très forte intensité (0.2 t/ha). Mais ces mesures ne permettent pas d'estimer l'érosion linéaire qui, d'après les traces laissées dans le paysage, est de loin la plus importante.

Cette forte hétérogénéité du bilan hydrique du sol de parcours, au niveau du m<sup>2</sup>, témoigne des variations locales des conditions de milieu que la végétation traduit nettement (le développement des plantes spontanées est en général bien meilleur sur le sol à voile éolien). Ce phénomène est probablement assez souvent compensé par une redistribution de l'eau en profondeur.

Cependant, on peut retenir qu'un parcours dégradé à pellicule de battance n'infiltré que la moitié environ des pluies importantes, contre 90 % pour un parcours en bon état (à voile éolien) ; on retrouve ici la notion d'aridité édaphique (FLORET et PONTANIER, 1982).

La technique du scarifiage proposée pour améliorer ces parcours dégradés ne permet pas de lutter contre l'extension des pellicules de battance, mais par les sillons espacés creusés perpendiculairement à la pente, elle améliore l'infiltration de 60 % dans le cas de nos observations, diminuant ainsi fortement l'érosion sur sol nu.

Elle est très efficace pour les intensités de pluie moyennes et fortes (inférieures ou égales à 60 mm/h) qui correspondent à la majorité des averses importantes enregistrées à Bir Lahmar.

Par contre, lors de pluies violentes (70 à 120 mm/h), les sillons débordent et le sol scarifié ruisselle comme un sol nu. L'érosion y est alors forte (0.4 t/ha), la lame d'eau en surface entraînant la terre émiettée par le travail du sol. Au cours du temps l'impact du scarifiage diminue un peu, puis se stabilise.

\*\* Le cas du sol labouré est encore plus net, l'infiltration y est totale et donc l'érosion nulle. Seule une pluie exceptionnelle de 120 mm/h sur sol humide provoque ruissellement et érosion au bout de 10 à 15 mn.

Le labour est donc une technique intéressante de mise en valeur dans le cas des sols nus sablo-limoneux de cette région, améliorant considérablement leur alimentation en eau. Son application dans un système de cultures en bandes alternées permettant un apport d'eau supplémentaire par ruissellement a déjà été proposé pour le Sud Tunisien (ESCADAFAL, 1981, notamment).

Du strict point de vue de la productivité biologique et donc économique à long terme, les labours des sols à recouvrement sableux sont par contre nuisibles, car ils n'améliorent pas l'infiltration qui est déjà excellente dans ces milieux, mais en détruisant la végétation spontanée, ils provoquent une érosion éolienne intense.

Les essais de semis d'orge ont montré que les pluies de forte intensité (84 mm/h) affectent la levée des plantules, mais surtout que le labour au cultivateur a permis d'améliorer sensiblement le taux de levée et le rendement final de la culture d'orge, par rapport au labour avec la déchaumeuse à disques. Ce dernier est décrié par ailleurs à cause de la pulvérisation du sol qu'il provoque, aggravant l'érosion éolienne. Une étude agronomique plus complète devrait permettre de préciser ces observations et de les vulgariser.

\*\*\* L'intérêt de l'utilisation de l'infiltromètre à aspersion (ou minisimulateur de pluie) en Tunisie a donc ici été clairement mis en évidence.

Cet appareil convient très bien à l'étude des problèmes de régime hydrique des sols et d'hydrologie de surface en zone aride. Il permet en effet, de s'affranchir des contraintes de limitation des observations par l'irrégularité et la rareté des précipitations et de multiplier les essais, y compris ceux de type agronomique.

## BIBLIOGRAPHIE

- ASSELINE (J.), VALENTIN (C.), 1978. Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. Cahiers ORSTOM, sér. hydrol., 15 (4), p. 321-349.
- ASSELINE (J.), 1981. Construction d'un infiltromètre à aspersion. ORSTOM, Abidjan, 22 p.+ 30 fig.
- ASSELINE (J.), 1984. Notice technique. Particularités du nouvel infiltromètre à aspersion construit à Gabès. Direction des sols, Tunis, 16 p.
- ESCADAFAL (R.), 1979. Contribution à l'étude des ressources en sols de la plaine des Ababsas (Médenine). Etude n°542, Division des sols, Tunis, 49 p. + annexes (19 p.), 2 cartes h.t.
- ESCADAFAL (R.), 1981. L'étude de la surface des sols dans les régions arides (Sud tunisien). Recherches méthodologiques. E.S. n°187, DRES-ORSTOM, Tunis, 64 p., bibl.(13 p.).
- ESCADAFAL (R.), MTIMET (A.), 1981. Installation d'une station d'expérimentation sur la dynamique de la surface du sol (Bir Lahmar, Médenine). E.S.n°178, Division des sols, Tunis, 10 p.
- ESCADAFAL (R.), 1984. Infiltromètre à aspersion. Dépouillement des données de terrain par micro-ordinateur. I-Programmes pour Casio FX 702P. Direction des sols-ORSTOM, Tunis, 11 p.
- ESCADAFAL (R.), ASSELINE (J.), 1985. Infiltromètre à aspersion. Dépouillement des données de terrain par micro-ordinateur. II-Programmes pour CASIO PB 700. Direction des sols, Tunis, 19 p.
- FLORET (C.), PONTANIER (R.), 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne. Travaux et documents de l'ORSTOM, n°150, 544 p.

- HUYN VAN NHAM (G.), 1982. Utilisation des eaux de ruissellement dans le Sud tunisien. Résultats pour la culture céréalière, approche en milieu réel de production. Bulletin technique de l'IRA, n°2, 106 p.
- MTIMET (A.), 1982. Application d'une méthodologie d'évaluation et de cartographie de la désertification. Système F.A.O. Zone test : Tunisie méridionale. Rome, 25-29/10/82, 6 p. multcop.
- MTIMET (A.), 1984. Contribution à l'étude pédologique des limons des Matmatas (Sud tunisien). Etude n°590, Direction des sols, Tunis, 183 p. + annexes, 7 cartes h.t.
- MTIMET (A.), 1986. L'érosion hydrique dans les Matmatas. Une nouvelle approche de caractérisation du matériau dans une optique d'un aménagement anti-érosif. Direction des sols, Tunis, 10 p. multcop.
- VALENTIN (C.), 1985. Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de région subdésertique. Etudes et thèses, ORSTOM, Paris, 259 p.



## A N N E X E S

	page
I - Abréviations utilisées.....	37
II - Protocoles d'essais.....	38
III- Résultats détaillés par parcelle :	
.P1, voile éolien.....	41
.P2, sol nu.....	45
.P3, végétation.....	50
.P4, sol scarifié.....	53
.P5, labour "Wishmeier".....	57
.P6, labour manuel.....	59
(seules sont représentées les courbes des averses ayant donné lieu à ruissellement)	
IV - Description du sol étudié.....	61





1ÈRE CAMPAGNE BIR LAHMAR

BIR - A

22-23 Mars 84

Annexe II

Réf. PLUIE	N° PARCELLE	ETAT	DATE	I mm/h	DUREE	P.U.	N° FICHE	Ta	
BIR.A P2-1	P 2	Sol nu	22.3	58,0	24'45"	23,9	1	-	
BIR.A P2-2	P 2	"	22.3	58,0	30'	29,0	2	31'	
BIR.A P1-1	P 1	Voile Eolien	22.3	60,0	30'	30,0	3	-	
BIR.A P1-2	P 1	"	22.3	60,0	30'	30,0	4	35'	
BIR.A P3-1	P 3	Voile Eolien + Végétat.	22.3	60,0	30'	30,0	5	-	
BIR.A P3-2	P 3		Annulée	incident			6	34'	
BIR.A P3-3	P 3	"	23.3	61,5	30'	30,8	7	12H57'	
BIR.A P4-1	P 4	Scarifiée en Travers	23.3	60,5	30'	30,2	8	-	
BIR.A P4-2	P 4	"	23.3	59,5	36'	34,7	9	32'	
BIR.A P5-1	P 5	Labour Wischmeier	23.3	56,0	30'	28,0	10	-	
P5-2	P 5	Annulée	vent et pluie naturelle						

## 2ÈME CAMPAGNE BIR LAHMAR

BIR - B

23-25 Mai 84

Réf. PLUIE	N° PARCELLE	ETAT	DATE	I mm/h	DUREE	P.U.	N°FICHE	Ta
BIR.B P2-1	P 2	Sol nu	23.5	32-72,5 16	45'	30,2	11	-
BIR.B P2-2	P 2	"	24.5	119,5	20'	39,8	17	21H42'
BIR.B P4-1	P 4	Scarifiée	23.5	32,7-70,7 16,7	45'	30,0	12	-
BIR.B P4-2	P 4	"	24.5	120,0	20'	40,0	16	19H33'
BIR.B P1-1	P 1	Voile Eolien	24.5	30,6-71,3 14,5	45'	29,0	13	-
BIR.B P1-2	P 1	"	25.5	122,5	18'30"	37,7	18	22H55'
BIR.B P5-1	P 5	Wischmeier	24.5	30,2-68,5 16	45'	28,9	14	-
BIR.B P5-2	P 5	"	25.5	116,0	30'	58,0	19	22H11'
BIR.B P6-1	P 6	Labour manuel	24.5	30,5-69,2 16,2	45'	28,9	15	-
BIR.B P6-2	P 6	"	25.5	118,5	30'	59,2	20	21H45'

3ÈME CAMPAGNE BIR LAHMAR

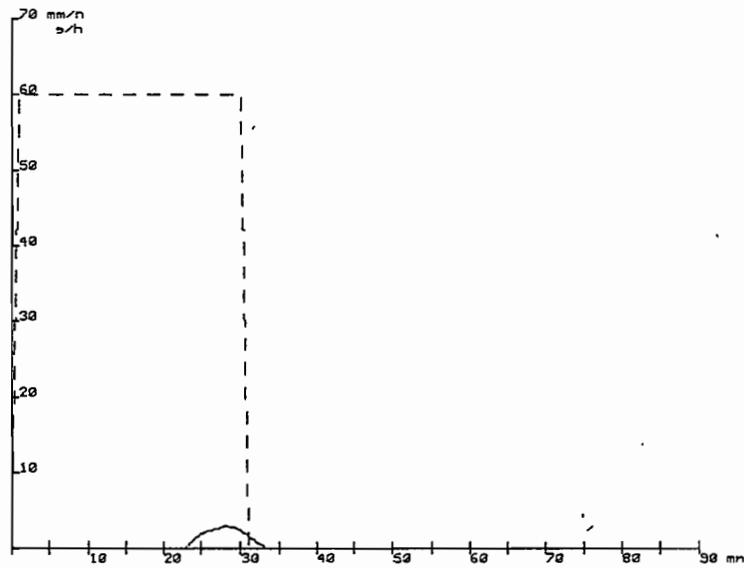
BIR - C

6-7 Novembre 84

Réf. PLUIE	N° PARCELLE	ETAT	DATE	I mm/h	DUREE	P.U.	N° FICHE
BIR.C P10-1	P 10	Semis orge sur Labour à disque	6.11	87	20'	29,0	21
BIR.C P11-1	P 11	"	6.11	25	65'	27,0	22
BIR.C P12-1	P 12	" + toile	7.11	85	20'	28,3	23
(Témoïn)	P 13	"	7.11	0	0	0	
BIR.C P14-1	P 14	Semis / Labour cultivat.	7.11	24,5	65'	26,5	24
BIR.C P15-1	P 15	"	7.11	84	20'	28,0	25
BIR.C P16-1	P 16	" + toile	7.11	86	20'	28,6	26
(Témoïn)	P 17	"	7.11	0	0	0	

SITE : BIR LAHMAR		PARCELLE : P1 - Voile éolien							Simulateur de pluie Tableau récapitulatif				D.S. ORSTOM 1984		
Références pluies	Date - Heure	Temps de ressuyage	Durée (mn)	I (mm/h)	Pu (mm)	Pi (mm)	Pe (Pu-Pi)	Rx (mm/h)	Fn (I-Rx)	Lr (mm)	Kru (Lr/Pu)	Kre (Lr/Pe)	W (Pu-Lr)	Dr (mm)	Erosion (kg/ha)
BIR.A P 1 - 1	22.03.84 à 15h30'	>>	30	60	30	23,2	6,2	3	57	0,5	1,6	8,1	29,5	0,1	0
BIR.A P 1 - 2	22.03.84 à 16h35'	0h35'	30	60	30	5,2	24,8	6	54	2,6	8,6	10,5	27,4	0,1	0
BIR.B P1-1 a b c	24.05.84 à 8h11'	2 mois	15	30,6	7,7	15,3	0	0	30,6	0	0	0	7,7	0	0
	8h26'	0h0'	15	71,3	17,8	5,9	11,8	3	68,3	0,3	1,7	2,5	17,5	-	-
	8h41'	0h0'	15	14,5	3,6	0	3,6	-	-	0	0	0	3,6	-	-
Total			45	38,8	29,1	21,2	15,4	3	68,3	0,3	1,0	1,9	28,8	0	0
BIR.B P 1 - 2	25.05.84 à 7h51'	22h55'	18'30"	122,5	37,7	5,6	32,1	63,0	59,5	13,7	36,3	42,7	24,0	0,5	201

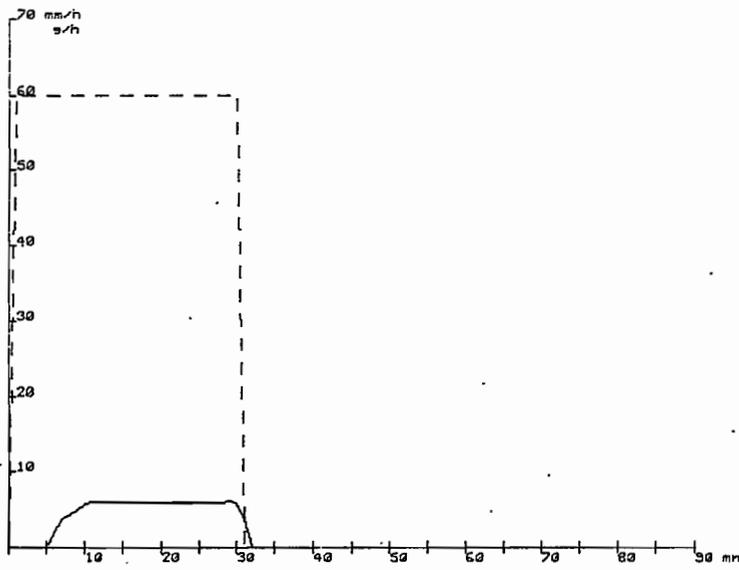
a, b, c correspondent aux séquences d'intensités différentes dans la même pluie.



BIR A P1-1

220384

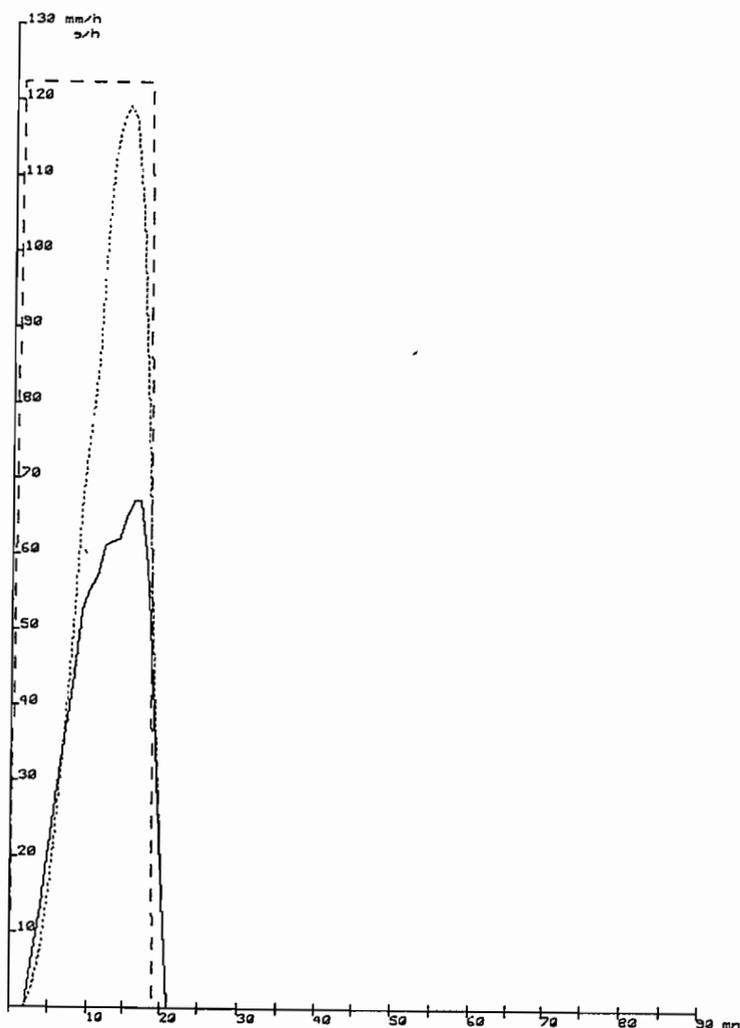
No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (s)
1		30.0	60.0	30.0	0.3	23.3	6.7	0.9	29.7	0.0



BIR A P1-2

220384

No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		30.0	60.0	30.0	2.4	5.3	24.7	7.8	27.7	0.0

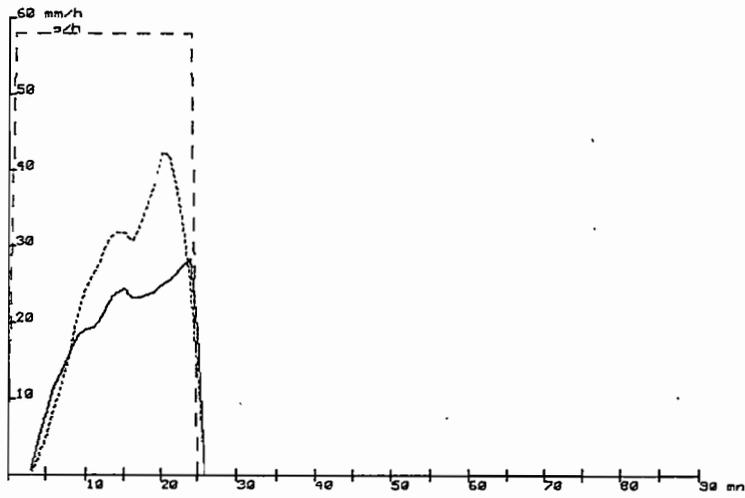


BIR B P1-2

250584

No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		18.3	122.5	37.4	13.0	5.6	31.7	34.7	24.4	19.1

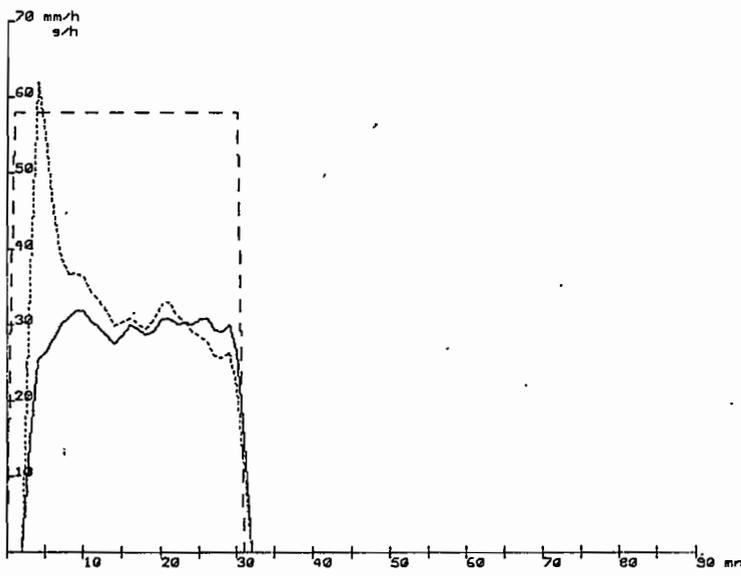
SITE : BIR LAHMAR		PARCELLE : P 2 - Sol nu							Simulateur de pluie Tableau récapitulatif					D.S. ORSTOM 1984	
Références pluies	Date - Heure	Temps de ressuyage	Durée (mn)	I (mm/h)	Pu (mm)	Pi (mm)	Pe (Pu-Pi)	Rx (mm/h)	Fn (I-Rx)	Lr (mm)	Kru (Lr/Pu)	Kre (Lr/Pe)	W (Pu-Lr)	Dr (mm)	Erosion (kg/ha)
BIR.A P 2 - 1	22.03.84 à 10h10'	>>	24'45"	58	23,9	3,5	20,4	28,8	29,2	7,8	32,6	38,2	16,1	0,3	106
BIR.A P 2 - 2	22.03.84 à 11h36'	0h31'	30	58	29,0	2,2	26,8	33,0	15,0	13,9	47,9	51,8	15,1	0,3	148
BIR.B P2-1 a b c	23.05.84 à 15h26'	>>	15	32,0	8,0	6,6	1,4	-	-	0,3	3,7	21,4	7,7	-	
	5h41'	0h0'	15	72,5	18,1	0	18,1	42,0	30,5	9,2	50,8	50,8	8,9	-	95
	5h56'	0h0'	15	16,0	4,0	0	4,0	-	-	0,4	10,0	10,0	3,6	-	
Total			45	40,2	30,1	6,6	23,5	42,0	30,5	9,9	32,9	42,1	20,2	-	95
BIR.B P 2 - 2	24.05.84 à 13h55'	21h42'	20	119,5	39,8	2,4	37,4	95,0	24,5	26,7	67,1	71,3	13,1	0,7	254



BIR A P2-1

220384

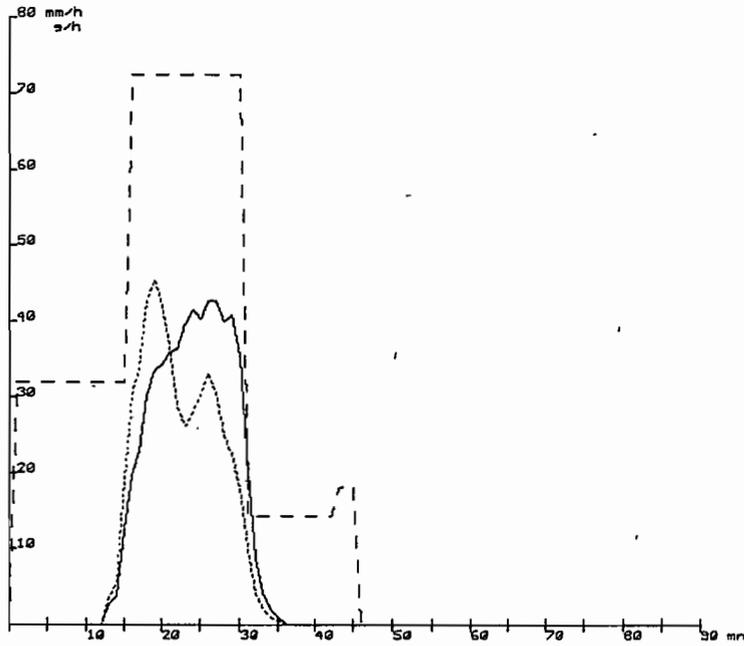
No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		24.5	58.0	23.6	7.2	3.5	20.1	30.6	16.4	9.4



BIR A P2-2

220384

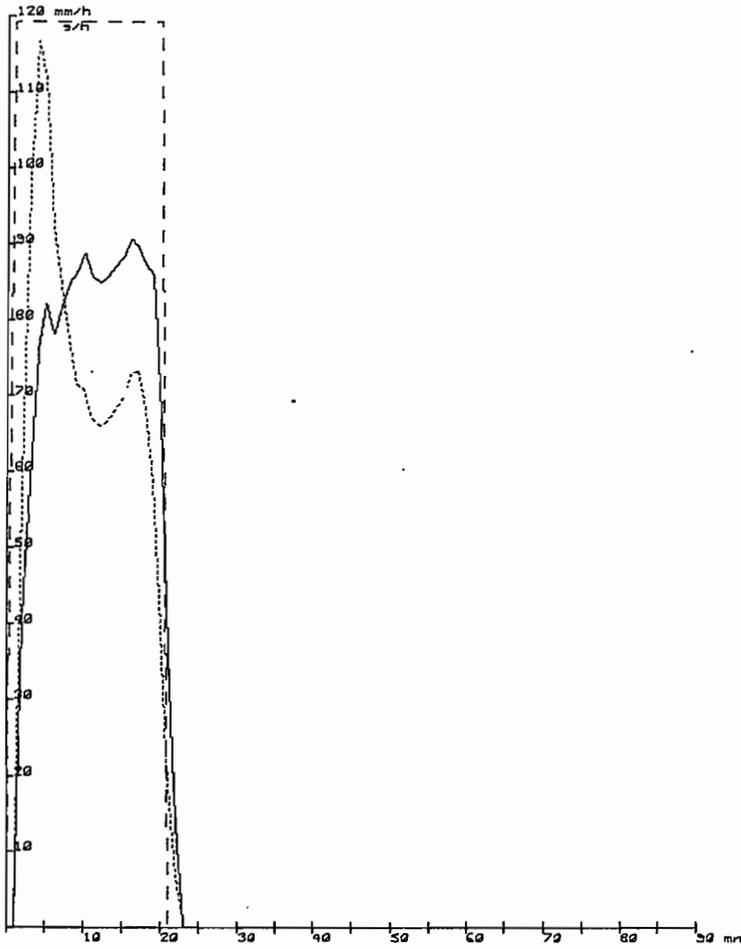
No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		30.0	58.0	29.0	13.7	2.2	26.8	47.2	15.3	15.8



BIR B P2-1

230584

No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		15.0	32.0	8.0	0.2	6.6	1.4	2.8	7.8	0.3
2		15.0	72.5	18.1	9.2	0.0	18.1	50.9	8.9	8.2
3		12.0	14.0	2.8	0.5	0.0	2.8	17.1	2.3	0.2
4		3.0	18.0	0.9	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0
TOT.		45.0	34.1	29.8	9.9	6.6	23.2	33.3	19.9	8.7

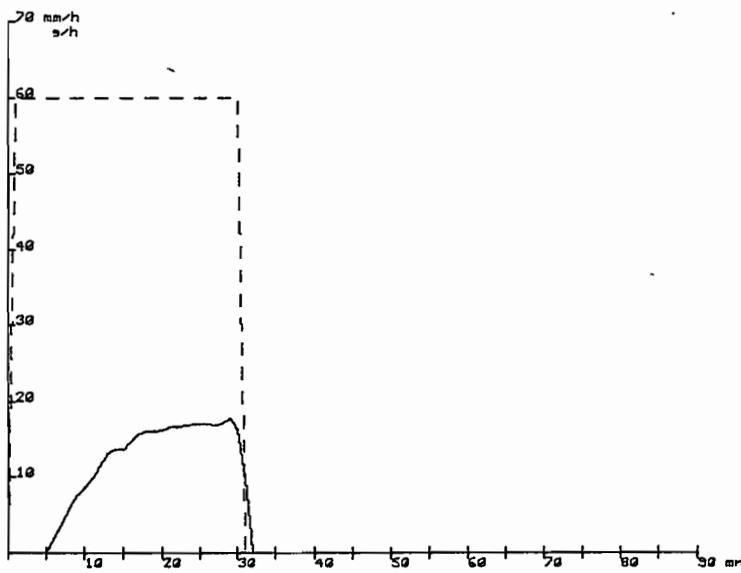


BIR B P2-2

240584

No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (s)
1		20.0	119.5	39.8	26.3	2.5	37.3	66.0	13.5	24.5

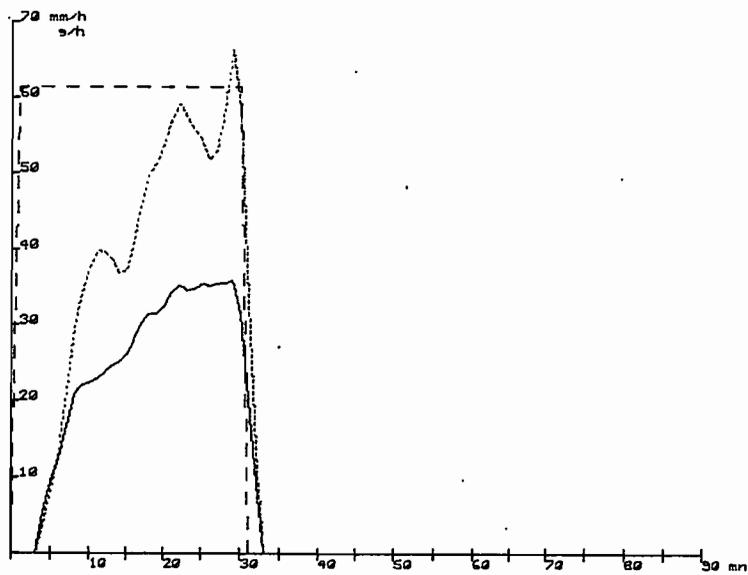
SITE : BIR LAHMAR		PARCELLE : P3 - Voile éolien + Végétation						Simulateur de pluie Tableau récapitulatif					D.S. ORSTOM 1984		
Références pluies	Date - Heure	Temps de ressuyage	Durée (mn)	I (mm/h)	Pu (mm)	Pi (mm)	Pe (Pu-Pi)	Rx (mm/h)	Fn (I-Rx)	Lr (mm)	Kru (Lr/Pu)	Kre (Lr/Pe)	W (Pu-Lr)	Dr (mm)	Erosion (kg/ha)
BIR.A P 3 - 1	22.03.84 à 17h55'		30	60,0	30,1	5,5	24,5	17,3	42,7	6,1	20,3	24,9	23,9	0,2	0
BIR.A P 3 - 2	22.03.84 à 18h59'	0h34'	14'20"	(balancier à l'arrêt)											
BIR.A P 3 - 3	23.03.84 à 8h10'	12h57'	30	61,5	30,8	3,1	27,7	35,8	25,7	13,0	42,2	46,9	17,8	0,6	200'



BIR A P3-1

220384

No SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1	30.0	60.0	30.0	5.7	5.5	24.5	19.1	24.3	0.0

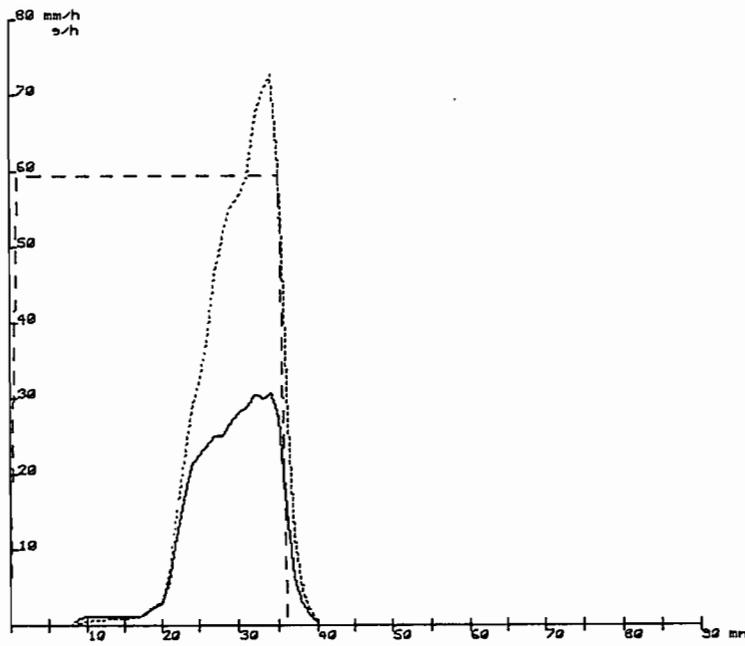


BIR A P3-3

230284

No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		30.0	61.5	30.8	12.4	3.1	27.7	40.5	18.3	19.5

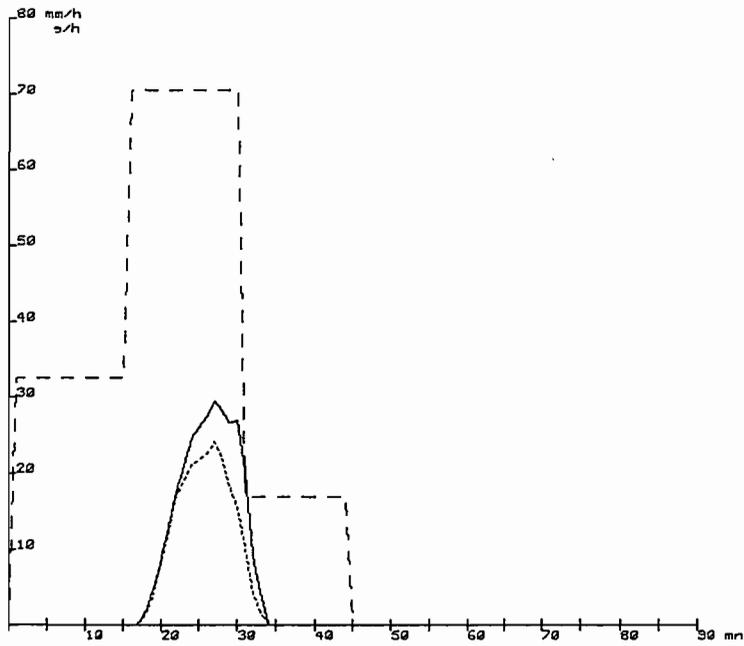
SITE : BIR LAHNAR		PARCELLE : P 4 - Sol nu scarifié en travers							Simulateur de pluie Tableau récapitulatif				D.S. ORSTOM 1984		
Références pluies	Date - Heure	Temps de ressuyage	Durée (mn)	I (mm/h)	Pu (mm)	Pi (mm)	Pe (Pu-Pi)	Rx (mm/h)	Fn (I-Rx)	Lr (mm)	Kru (Lr/Pu)	Kre (Lr/Pe)	W (Pu-Lr)	Dr (mm)	Erosion (kg/ha)
BIR.A P 4 - 1	23.03.84 à 10h35'	>>	30	60,5	30,25	30,25	0	0	60,5	0	0	0	30,25	0	0
BIR.A P 4 - 2	23.03.84 à 11h37'	0h32'	35	59,5	34,7	18,6	16,1	30	29,5	6,6	19,0	40,1	28,1	0,4	121
BIR.B P4-1 a b c	23.05.84 à 17h32'	>>	15	32,7	8,1	8,1	0	0	32,7	0	-	-	8,1	-	
		0	15	70,7	17,6	4,6	13,0	28,5	42,2	4,5	25,7	34,6	13,1	-	46
		0	15	16,7	4,1	0	4,1	-	16,7	0,4	9,7	-	3,7	0,4	
Total			45		29,8	12,7	17,1	28,5	41,2	4,9	16,4	28,6	24,9	0,4	46
BIR.B P 4 - 2	24.05.84 à 13h05'	19h33'	20	120	40	5,5	34,5	86	37	23	57,5	66,6	17	0,6	462



BIR A P4.2

230384

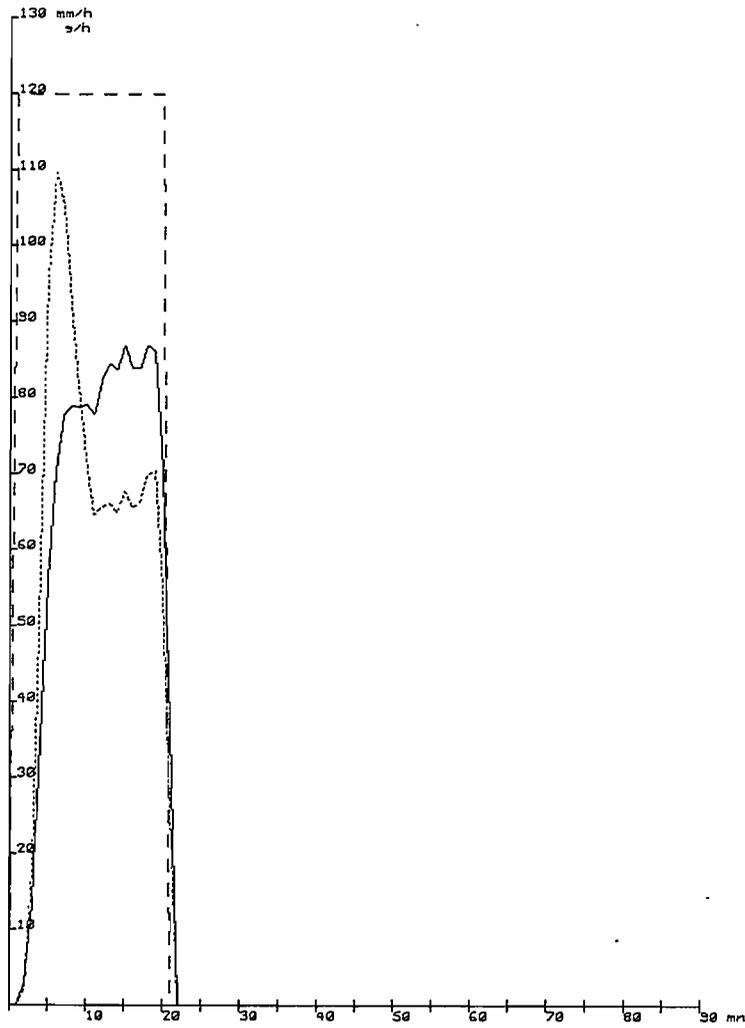
No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		35.0	59.5	34.7	6.3	7.9	26.8	18.3	28.4	11.9



BIR B P4-1

230584

No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		15.0	32.7	8.2	0.0	8.2	0.0	0.0	8.2	0.0
2		15.2	70.7	17.9	4.3	2.4	15.6	24.1	13.6	3.5
3		14.4	16.7	4.0	0.6	0.0	4.0	15.5	3.4	0.3
TOT.		44.6	40.0	30.1	4.9	10.5	19.6	16.4	25.2	3.8

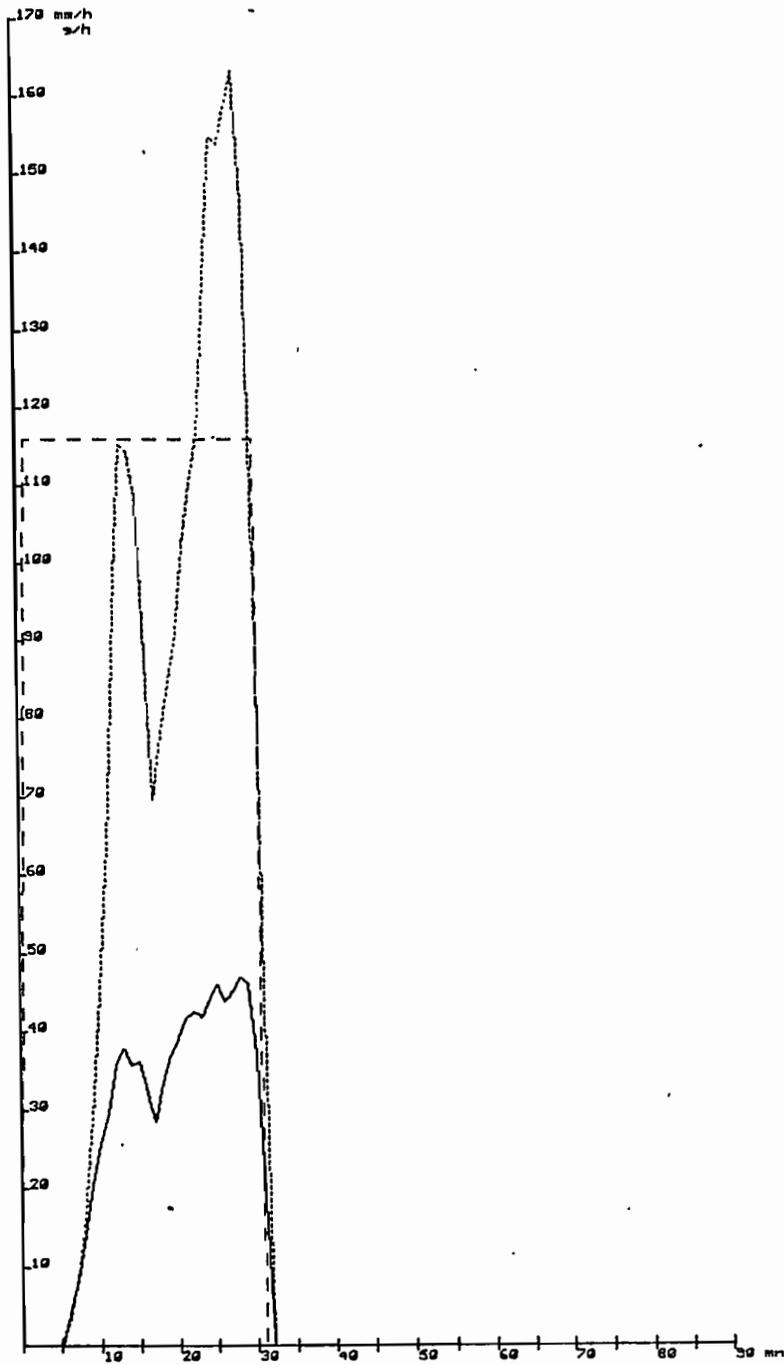


BIR B P4-2

240584

No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		20.0	120.0	40.0	22.3	3.0	37.0	55.7	17.7	21.8

SITE : BIR LAHMAR		PARCELLE : P 5 - "Labour Wischmeier"							Simulateur de pluie Tableau récapitulatif				D.S. ORSTOM 1984		
Références pluies	Date - Heure	Temps de ressuyage	Durée (mn)	I (mm/h)	Pu (mm)	Pi (mm)	Pe (Pu-Pi)	Rx (mm/h)	Fn (I-Rx)	Lr (mm)	Kru (Lr/Pu)	Kre (Lr/Pe)	W (Pu-Lr)	Dr (mm)	Erosion (kg/ha)
BIR.A P 5 - 1	23.03.84 à 14h43'	>>	30	56	28	28	0	-	-	0	-	-	28	0	0
BIR.B P5-1 a b c	24.05.84 à 9h53'	>>	15	30,2	7,6	7,6	0	-	-	0	-	-	7,6	0	0
		0	15	68,5	17,3	17,3	0	-	-	0	-	-	17,3	0	0
		0	15	16,0	4,0	4,0	0	-	-	0	-	-	4,0	0	0
Total			45	38,2	28,9	28,9	0	-	-	0	-	-	28,9	0	0
BIR.B P 5 - 2	25.05.84 à 8h49'	22h11'	30	116	58	10,9	47,1	-	-	14,6	25,2	31,0	43,4	0,2	438

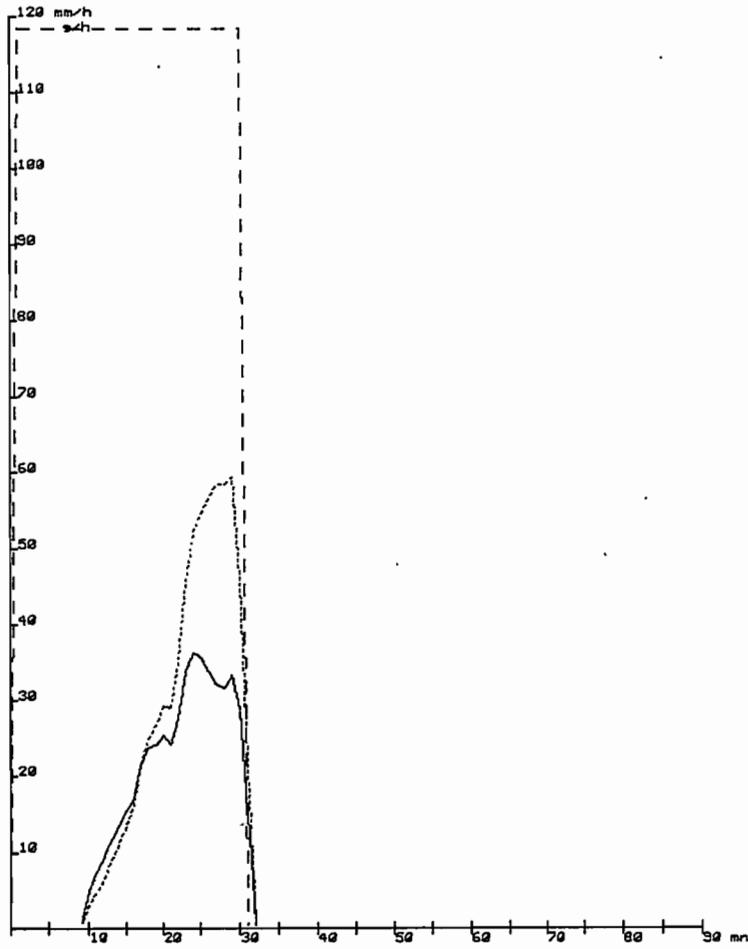


BIR B P5-2

250584

No	SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRUISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1		30.0	116.0	58.0	14.5	11.0	47.0	25.0	43.5	39.7

SITE : BIR LAHMAR		PARCELLE : P 6 - Labour manuel						Simulateur de pluie Tableau récapitulatif					D.S. ORSTOM 1984		
Références pluies	Date - Heure	Temps de ressuyage	Durée (mn)	I (mm/h)	Pu (mm)	Pi (mm)	Pe (Pu-Pi)	Rx (mm/h)	Fn (I-Rx)	Lr (mm)	Kru (Lr/Pu)	Kre (Lr/Pe)	W (Pu-Lr)	Dr (mm)	Erosion (kg/ha)
BIR.B P6-1 a b c	24.05.84 à 11h37'	>>	15	30,5	7,6	>7,6									
		0	15	69,2	17,3	>17,3									
		0	15	16,2	4,0	>4,0									
Total			45	38,6	28,9	>28,9	0	-	-	0	-	-	28,9	0	0
BIR.B P 6 - 2	25.05.84 à 10h07'	22h30'	30	118,5	59,2	18,6	40,0	-	-	8,4	14,2	20,7	50,8	0,2	118



BIR B P6-2

250584

No SEQ	DUREE (mn)	INTENS. (mm/h)	HAUTEUR (mm)	LRIISS. (mm)	PI (mm)	PE (mm)	Kru (o/o)	W (mm)	EROS (g)
1	30.0	118.5	59.3	8.4	18.6	40.7	14.1	50.9	11.3

## DOSSIER DE CARACTÉRISATION PÉDOLOGIQUE

CLASSE	SOLS ISOHUMIQUES	<b>PROFIL</b> EBA 72 Mission/Dossier : TUNISIE-EI Ababsa Observateur : ESCADAFAL Date d'observation : 25/01/1978
SOUS-CLASSE	Complexe saturé Pédoclimat frais pendant la saison humide	
GROUPE	Soils bruns subtropicaux	
SOUS-GROUPE	Encroûtés	
Famille	Sur matériau limoneux à nodules calcaires	
Série	Tronqués	

## LOCALISATION

Lieu : Interfluve entre Oued Tenzaïet et Oued Khil	Document carto. : Feuille de Rhoumrassine au 1/100 000
Coordonnées : 36°88'90" de latitude nord	Mission I.C.N. : TU 374 (1975)
8°96'45" de longitude est	Photo aérienne :
179m d'Altitude	Photographie :

## CLIMAT

Type : Méditerranéen aride inférieur à hiver doux	Station : Médenine
Pliuviométrie moyenne annuelle : 135 mm	Période de référence : (1901-1950)
Température moyenne annuelle :	
Saison lors de l'observation : Hiver	

## SITE

Géomorphologique : Glacis de piedmont	
Topographique : Interfluve	
Drainage : Moyen	
Erosion : Hydrique moyenne et déflation	Pente en % : 1,5 %

## MATÉRIAU ORIGINE

Nature lithologique : Matériau limoneux à nodules calcaires
Type et degré d'altération :
Stage stratigraphique : Quaternaire
Impuretés ou remaniements :

## VEGETATION

Aspect physiognomique : Steppe à chaméphytes
Composition floristique par strate : Association à Rhantherium suaveolens

## UTILISATION

Modes d'utilisation : Céréaliculture et plantations	Jachère, durée, périodicité :
Techniques culturales : Culture mécanisée en sec \ d'oliviers	Successions culturales :
Modèle du champ :	
Densité de plantation :	
Rendement ou aspect végétatif :	

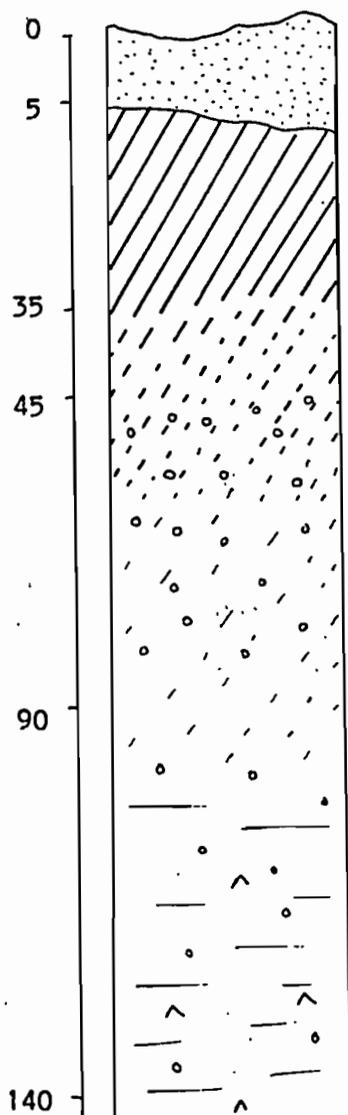
## ASPECT DE LA SURFACE DU TERRAIN

Microrrelief : Voile éolien discontinu sur sol battant
Edifices biologiques :
Dépôts ou résidus grossiers : Nodules et fragments d'encroûtement
Affleurements rocheux :

## EXTENSION ET RELATION AVEC LES SOLS VOISINS

En amont : lithosols sur calcaire dur
En aval : sols peu évolués d'apport éolien

PROFIL EBA 72



- 0 à 5-10 cm sec . 7,5 YR 6/8 sec . jaune rougeâtre . effervescence généralisée . quelques graviers calcaires anguleux . texture sablo-limoneuse . structure massive fragile à tendance particulaire . quelques racines fines . transition très nette .
- 5-10 à 35 cm sec . 6,25 YR 8/4 sec . rose . vive effervescence généralisée . plus de 60 % d'éléments carbonatés . en encroûtement friable légèrement feuilleté, irrégulier . limoneux . boulant . nombreuses racines fines . transition nette .
- 35 à 45 cm sec . 6,24 YR 7/4 sec . rose . vive effervescence généralisée . 10 à 15 % d'éléments carbonatés en nodules . texture limono-sableuse . structure particulaire . boulant . racines fines . activité biologique faible . transition distincte .
- 45 à 90 cm frais . 6,25 YR 6/6 humide . rouge jaunâtre . effervescence généralisée . 5 à 10 % d'éléments carbonatés en amas et nodules friables . limono-sableux . structure massive très friable . poreux . quelques racines fines . activité biologique faible . transition nette .
- 90 à 140 cm et plus frais . 5 YR 6/6 humide . rouge jaunâtre . effervescence généralisée . 5 % d'éléments carbonatés en amas et nodules . macrocristaux gypseux abondants . texture limoneuse à équilibrée . structure polyédrique anguleuse fine nette . nombreux pores très fins . activité biologique nulle . pas de racines .



CRSTOM

---

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION  
CENTRE DE BONDY 70-74, route d'Aulnay 93140 BONDY Tél.: 48 47 31 95 (+)