

MISSION D'AMENAGEMENT DU SENEGAL

ETUDE EXPERIMENTALE DES FACTEURS
NATURELS INFLUANT SUR LES CULTURES
DE DECRUE

LES ESSAIS DE GUEDE 1956-1957

BULLETIN n° 110bis

FASCICULE B

DECEMBRE 1957

PAR J. MAYMARD
Maître de recherche à l'ORSTOM

ETUDE EXPERIMENTALE DES FACTEURS NATURELS INFLUANT SUR
LES CULTURES DE DECRUE

(Les essais de Guédé - Campagne 1956 - 1957)

A N N E X E

	<u>Pages</u>
I - DIVERS	
Méthode traditionnelle de culture de décrue	2
Variétés de sorgho utilisées dans les essais	4
Description de quelques coupes observées à Guédé	5
II - CALCULS STATISTIQUES	
Interprétation statistique de l'essai sorgho sur "fondé" ...	6
Interprétation statistique de l'essai sorgho sur "hollaldé".	15
Interprétation statistique de l'essai cotonnier sur "hol- laldé"	24
Justification du mode d'agencement des parcelles consti- tuant un bloc sur "hollaldé" .	40
Relation entre la teneur en argile et le rendement du sorgho	43 -
Relation entre le taux d'argile et la capacité de rétention au champ	45 -
Relation entre le taux d'argile et l'humidité équivalente ..	47 -
III - ANALYSES DE SOLS	
Méthodes d'analyses	49
Fiches d'analyses des sols des parcelles 3, 10, 29, 30, 55, 80, 89, 105, 106, 109, 112, 116, 117, 119	50
Composition de la solution saline des sols de Guédé	64
Complexe absorbant des sols de Guédé	65
Propriétés physiques des sols en relation avec l'eau	66 -
IV - PROFILS HYDRIQUES (graphiques)	
Parcelles n° 3, 10, 29, 30, 55, 80, 89, 105, 106, 109, 112, 116, 117, 119, entre 104 et 109	67

Méthode traditionnelle de culture de décrue (I)

I. Instruments de travail - Les cultivateurs se servent d'une houe très spéciale formée d'une fourche d'arbre (*Mytragyna inermis* ou *Acacia*) dont une branche coupée à environ 2 mètres sert de manche et l'autre coupée à environ 60 centimètres porte un fer plat large de 10 à 12 centimètres, long d'autant, et fixé au bois par une douille fendue. Le manche forme un angle aigu avec la partie travaillante. Pour éviter que la fourche ne casse, elle est renforcée près de la jonction des deux branches par des liens de cuir, d'écorce ou de fil de fer. Cet outil permet de travailler le sol debout ; de plus la longue branche flexible qui supporte la pièce travaillante rejette la terre en arrière sans effort supplémentaire. L'instrument sert pour les semis, les sarclages et les binages.

Le bâton à fouir est un pieu long de 1m,50 et de 4 % de diamètre, avec pour l'alourdir, des parties renflées, généralement décorées.

Enfin on se sert pour le binage d'une houe ordinaire, emmanchée soit par une douille fendue fixée sur une fourche courte, soit par une partie pointue enfoncée dans le noeud d'une branche.

2. Travaux préparatoires - Le défrichage se fait, s'il y a lieu, avant la crue, mais parfois se poursuit aussi après le semis. Les arbustes sont abattus, les arbres sectionnés à 1 m au dessus du sol, les arbres plus gros incisés annulairement et brûlés sur pied après leur mort. Les herbes sont détruites avant, pendant ou après la crue. Certains terrains restent très propres et ne nécessitent pas de travaux préparatoires.

3. Semis - Il s'effectue après le retrait de l'eau dans la terre bien ressuyée. C'est une opération relativement compliquée qui nécessite la présence simultanée d'au moins trois personnes :

Un homme muni du premier outil décrit, fait sauter la croute desséchée en trois ou quatre coup d'instrument et laisse un trou, plus ou moins profond suivant l'état de dessiccation du sol (environ 10 %) large de 15 à 20 %. Ces trous comportent un plan incliné.

Une deuxième personne, en général une femme, fait au moyen du pieu un trou circulaire à quelques centimètres près du fond du trou creusé par l'homme et sur le plan incliné. L'enfoncement du pieu dans le sol ne dépasse pas 10 à 12 centimètres.

Une troisième personne, souvent un enfant, dépose au fond du trou 4 à 5 grains et les recouvre d'une pincée de sable ou de terre pulvérisée. Le grain se trouve ainsi au contact de la terre humide et la jeune plantule à l'abri des oiseaux et du vent.

Une douzaine de jours après le semis, la levée est vérifiée ; en cas de manquants, on fèsème dans un deuxième trou fait au pieu à côté du premier.

4. Binage et sarclage - On se contente le plus souvent d'un seul binage très soigné, effectué trois semaines environ après le semis.

5. Hardiennage - se pratique jour et nuit pour défendre les cultures des oiseaux, des singes, des phacochères.

6. Récolte - Elle a lieu à maturité complète lorsque le grain commence à sécher. Les panicules coupées sont d'abord réunies sur une aire à sécher, puis emmagasinées quelques jours après dans de petites huttes rondes en branches tressées élevées sur pilotis près des villages.

Variétés de sorghos utilisées dans les essais

Il ne s'agit pas de variétés au sens strict, mais de populations définies par les cultivateurs en fonction d'un certain nombre de constantes morphologiques et physiologiques. Ce sont toutes des formes semi-hâtives (cycle 130 jours) de *Sorghum cernuum*.

Les Fellahs sont cultivés en saison des pluies sur diéri et fondé et en décrue uniquement sur fondé. Tiges un peu grêles et tallage abondant. Panicule contractée ou demi-lâche, généralement érigée, parfois recourbée en crosse. Grain de taille moyenne, lisse, à cassure farineuse au centre et légèrement vitreuse à la périphérie, très prisé des consommateurs. On distingue d'après la couleur des grains les Fellahs blancs et les Fellahs rouges.

Les Samés constituent la presque totalité des mils de décrue. Panicule le plus souvent très dense et courte, de forme ovoïde. Axe de la panicule droit ou recourbé. Grain gros à péricarpe rugueux, à cassure entièrement farineuse. Tiges fortes, droites, tallage faible. Des sous-variétés sont reconnues d'après la couleur du péricarpe, du limbe, la densité des panicules :

- Sevil à péricarpe blanc crémeux, donne les grains les plus estimés
- Pourdi à péricarpe blanc crayeux, moins estimé que la précédente -
- Samba Souki à grain blanc taché de rouge au sommet, c'est la sous-variété la plus commune.

Description de quelques coupes observées à Guédé

I/ - Un sondage effectué en Mai 1956, à l'emplacement actuel des essais de sorgho sur hollaldé (cote 5m,50) à traversé :

de 0 à 170 %	argile brune s'éclaircissant en profondeur, sèche
170 à 200	argile sableuse ocre, un peu bigarrée, sèche
200 à 240	sable fin, blanc, sec
240 à 260	sable beige
260 à 340	sable ocre
340 à 420	argile gris foncé un peu bleuté.

2/ - Un autre sondage situé à 250 m au Sud du précédent dans le lit peu marqué d'un marigot qui longe le diéri a donné :

de 0 à 50 %	argile brune à passées ocre, sèche
50 à 175	argile brune à passées ocre, humide
175 à 200	sable fin blanc
200 à 535	sable beige, humide, devenant progressivement jaunâtre avec taches d'un gris bleuté à partir de 365 %

535 niveau de la nappe phréatique.

3/ - Une belle coupe naturelle sur la berge érodée d'un méandre du Doué proche de l'ouvrage de prise de Lérabé montre le contact entre les formations fluviales et les formations éoliennes du diéri. Vu de face, on observe la succession suivante :

	A droite	A gauche
I/	sable orangé homogène des grandes dunes	1) sables fins et limons de débordement brun jaunâtre 2) niveau à stratification entrecroisée : passées argileuses un peu bigarrées et passées sableuses légèrement consolidées. 3) argiles noires à efflorescences salines débutant au niveau d'étiage.

1 - INTERPRETATION STATISTIQUE
DE L'ESSAI SORGHO SUR "FONDE"

Rappelons que chacun des 6 blocs est divisé en 4 unités endiguées subissant des durées de submersion différentes :

A = 2 semaines

B = 3 semaines

C = 4 semaines

D = 5 semaines

et que les trois variétés en compétition : Fellah blanc, Fellah rouge, Samba Souki, sont représentées dans chacune des unités endiguées.

Chaque résultat peut être considéré comme appartenant :

- 1) - à un traitement principal (durée de submersion),
- 2) - à une subdivision de ce traitement en traitement secondaire (variétés).

L'expérience est du type "split plot" et l'interaction Blocs x Variétés ne doit pas être comprise dans l'erreur: il y a en effet répétition des variétés à l'intérieur de chaque bloc complet.

Il faut donc calculer :

- 1) - L'erreur expérimentale affectant les comparaisons entre traitements (erreur a) qui provient des différences de fertilité à l'intérieur des blocs; elle n'est nullement modifiée par l'introduction du facteur subsidiaire Variétés.
- 2) - L'erreur affectant les comparaisons entre variétés et les interactions Traitements X Variétés et Blocs x Variétés (erreur b) qui résulte des différences de fertilité à l'intérieur des unités endiguées.

Désignons par :

X la somme de toutes les mesures

\bar{x} la moyenne générale

x tout résultat individuel

B les blocs - T les traitements - V les variétés

$k_B - k_T - k_V$ - le nombre de blocs, traitements, variétés

$X_B - X_T - X_V$ - la somme des résultats par blocs, traitements, variétés

$\bar{x}_B - \bar{x}_T - \bar{x}_V$ - les moyennes par blocs, traitements, variétés.

.../...

Le tableau d'analyse de la variance est le suivant :

Origine de la variation	Degrés de liberté	Somme des carrés des écarts
Blocs	$k_B - 1$	$\sum_1^{k_B} (X_B \bar{x}_B) - \bar{Xx} \quad (1)$
Traitements	$k_T - 1$	$\sum_1^{k_T} (X_T \bar{x}_T) - \bar{Xx} \quad (2)$
Erreur (a) Interaction BxT	$(k_B - 1)(k_T - 1)$	Somme des carrés BT-(1+2)
1er Total	$k_B k_T - 1$	
Variétés	$k_V - 1$	$\sum_1^{k_V} (X_V \bar{x}_V) - \bar{Xx} \quad (3)$
Intéraction T x V	$(k_T - 1)(k_V - 1)$	Somme des carrés TV-(2+3)
Interaction B x V	$(k_B - 1)(k_V - 1)$	Somme des carrés BV-(1+3)
Erreur (b) Interaction BxTxV	$(k_B - 1)(k_T - 1)(k_V - 1)$	par différence
Total général	$k_B k_T k_V - 1$	$\sum (x^2) - \bar{Xx}$

1°) - Exécution des calculs

Dans le tableau suivant nous donnons les chiffres obtenus dans chaque parcelle, les totaux par blocs, les moyennes par blocs, les totaux par traitement, les moyennes par traitement. Le tableau servira au calcul de la variance entre blocs, de la variance entre traitements, de l'interaction blocs traitements.

.../...

TABLEAU N° 1

Variétés	B L O C S						X_T	\bar{x}_T	$\bar{x}_T X_T$
	I	II	III	IV	V	VI			
A	2,66)	6,66)	11,19)	8,39)	5,54)	10,73)	140,99	7,832	1104,23
Wella blanc	3,46)	5,67)	5,87)	6,06)	3,93)	11,59)			
Wella rouge	12,18)	25,46)	26,39)	24,57)	19,07)	33,32)			
Bamba Souki	6,06)	13,13)	9,33)	10,12)	9,60)	11,00)			
B	4,40)	10,46)	2,66)	7,06)	1,39)	7,26)	130,47	7,248	945,64
Wella blanc	7,13)	8,79)	3,39)	8,72)	2,66)	7,06)			
Wella rouge	23,86)	27,45)	13,18)	27,24)	12,76)	25,98)			
Bamba Souki	12,33)	8,20)	7,13)	11,46)	8,71)	11,66)			
C	4,86)	12,46)	12,72)	9,92)	4,73)	7,59)	154,14	8,563	1319,90
Wella blanc	6,92)	9,00)	5,93)	11,00)	2,38)	5,13)			
Wella rouge	21,37)	32,19)	27,78)	36,11)	15,77)	20,92)			
Bamba Souki	9,59)	10,73)	9,13)	15,19)	8,66)	8,20)			
D	12,27)	11,13)	1,46)	9,40)	5,48)	11,00)	163,22	9,067	1479,92
Wella blanc	8,93)	9,54)	1,99)	7,32)	11,13)	7,93)			
Wella rouge	34,33)	35,74)	9,91)	32,18)	28,30)	27,26)			
Bamba Souki	13,13)	15,07)	6,46)	15,46)	7,19)	8,33)			
X_B	91,74	120,84	77,26	120,10	71,40	107,48	588,82		4849,69
\bar{x}_B	7,645	10,070	6,438	10,008	5,95	8,957			
$\bar{x}_B X_B$	701,352	1216,859	497,400	1201,960	424,830	962,698	5005,099		

Le tableau 2 sera utilisé pour le calcul de la variance variétés et de l'interaction traitements variétés. Pour chaque variété on a fait la somme des données relatives aux six blocs.

TABLEAU 2

Variétés	A	B	C	D	X _V	\bar{x}_V	X _V \bar{x}_V
Fellah blanc	45,17	33,23	52,28	50,74	181,42	7,559	1371,354
Fellah rouge	36,58	37,75	40,36	46,84	161,53	6,730	1087,097
Samba Souki	59,24	59,49	61,50	65,64	245,87	10,244	2518,692
							4977,143

Le tableau 3 sera utilisé pour le calcul de l'interaction blocs variétés. Pour chaque variété on a fait la somme des données relatives au quatre traitements et à un bloc.

TABLEAU 3

	I	II	III	IV	V	VI
Fellah blanc	24,19	40,71	28,03	34,77	17,14	36,58
Fellah rouge	26,44	33,00	17,18	33,10	20,10	31,71
Samba Souki	41,11	47,13	32,05	52,23	34,16	39,19

Somme des carrés générale :

On la calcule par la méthode des carrés individuels :

$$\sum (x - \bar{x})^2 = \sum (x^2) - \bar{x} \sum x$$

$$\text{ou } \sum (x^2) - U^2$$

La somme des carrés de toutes les mesures est : 5.626,6817

Le terme correctif U² est : 4.815,40

La somme des carrés générale est : 811,2817

Variance blocs :

La somme des carrés relative aux blocs est donnée par la formule

$$\sum_1^{k_B} (X_B - \bar{x}_B)^2 = U^2$$

$$5.005,099 - 4.815,40 = 189,699$$

Avec $k_B - 1 = 5$ degrés de liberté.

La variance est égale à 37,940

Variance traitements :

La somme des carrés relative aux traitements est donnée par la formule :

$$\sum_1^{k_T} (X_T - \bar{x}_T)^2 = U^2$$

$$4.849,69 - 4.815,40 = 34,29$$

Avec $k_T - 1 = 3$ degrés de liberté

La variance entre les traitement est donc égale à 11,43.

Interaction Blocs x Traitements (erreur a) :

L'effet combiné Bloc Traitement est donné par la formule :

$$\frac{\sum X_{BT}^2}{k_V} = U^2$$

X_{BT} étant la somme des données des 3 variétés pour un bloc et un traitement c'est-à-dire pour chaque unité endiguée

$$\begin{aligned} \sum X_{BT}^2 = & 148,352 + 569,300 + 456,677 + 1178,549 + 648,212 + \\ & 753,502 + 1036,196 + 1277,348 + 603,685 + 742,018 + \\ & 1303,932 + 1035,552 + 209,765 + 162,818 + 248,693 + \\ & 566,440 + 1110,222 + 674,960 + 437,646 + 743,108 + \\ & 696,432 + 173,712 + 771,728 + 98,208 = \dots\dots\dots 15.647,055 \end{aligned}$$

$$\frac{\sum X_{BT}^2}{k_V} = \frac{15.647,055}{3} = 5.215,685$$

$$\begin{aligned} \text{L'effet combiné BT} = \\ 5.215,685 - 4.815,40 = 400,285 \end{aligned}$$

L'interaction Blocs Traitements est donnée par la formule :

Effet combiné BT - (Somme des carrés Blocs + Somme des carrés Traitements)

$$400,285 - (34,29 + 189,699) = 176,296$$

avec $(k_B - 1)(k_T - 1) = 15$ degrés de liberté

L'erreur (a) a pour somme des carrés 176,296

pour variance 11,75 avec 15 degrés de liberté.

Variance Variétés :

La somme des carrés est donnée par la formule :

$$\sum_1^{k_V} (x_V - \bar{x}_V)^2 = U^2$$

$$4.977,143 - 4.815,400 = 161,743$$

avec $k_V - 1 = 2$ degrés de liberté

La variance entre Variétés est donc $\frac{161,743}{2} = 80,87$

Interaction Variétés - Traitements :

L'effet combiné Variétés Traitements est donné par la formule :

$$\frac{\sum x_{VT}^2}{k_B} = U^2$$

x_{VT} étant les sommes des données des 6 blocs pour une variété et pour un traitement (sommes fournies par le tableau 2).

$$\begin{aligned} \sum x_{VT}^2 &= 2040,33 + 1104,233 + 2733,198 + 2574,548 + 1338,096 + \\ &14 \dots \dots 1425,062 + 1628,93 + 2193,986 + 3509,378 + \\ &3539,06 + 3782,25 + 4308,61 = \dots \dots \dots 30.177,681 \end{aligned}$$

$$\frac{\sum x_{VT}^2}{k_B} = \frac{30.177,681}{6} = 5.029,613$$

L'effet combiné VT =

$$5.029,613 - 4.815,40 = 214,13$$

L'interaction Variétés Traitements est donnée par la formule:

Effet combiné VT - (Somme des carrés V + Somme des carrés T)

$$\text{donc : } 214,13 - (161,743 + 34,29) = 18,180$$

avec : $(k_T - 1) (k_V - 1) = 3 \times 2 = 6$ degrés de liberté

La variance relative à l'interaction VT est donc :

$$\frac{18,180}{6} = 3,03$$

Interaction Blocs Variétés :

L'effet combiné Blocs Variétés est donné par la formule :

$$\frac{\sum x_{BV}^2}{k_T} = U^2$$

x_{BV} est la somme des données des 4 traitements pour un bloc et pour une variété (sommes fournies par le tableau 3).

$$\sum X_{BV}^2 = 585,1561 + 1657,3041 + 787,6809 + 1208,9529 + 293,7796 + 1338,0964 + 699,0736 + 1089,0000 + 295,1524 + 1095,6100 + 404,0100 + 1005,5241 + 1690,0321 + 2221,2369 + 1027,2025 + 2727,9729 + 1166,9056 + 1535,8561 = \dots\dots\dots 20.826,5462$$

$$\frac{\sum X_{BV}^2}{k_T} - U^2 = 5206,6365 - 4815,40 = 391,2365$$

L'interaction Blocs Variétés est donnée par la formule :

$$\text{Effet combiné BV} - (\text{Somme des carrés Blocs} + \text{Somme des carrés Variétés})$$

$$391,2365 - (189,699 + 161,743) = 39,795$$

avec $(k_B - 1)(k_V - 1) = 5 \times 2 = 10$ degrés de liberté

La variance relative à l'interaction Blocs-Variétés est donc :

$$\frac{39,795}{10} = 3,97$$

Variance erreur (b) :

La somme des carrés relative à l'erreur (b) s'obtient par différence avec la somme des carrés générale. Nous avons donc :

$$\text{erreur (b)} = 811,282 - (189,699 + 34,29 + 176,296 + 161,743 + 18,180 + 39,795) = 191,279$$

Le nombre de degré de liberté est $(k_B - 1)(k_T - 1)(k_V - 1) = 30$

La variance de l'erreur (b) est donc : $\frac{191,279}{30} = 6,37$

Le tableau d'analyse de la variance est donc :

Origine de la variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance
Blocs	189,699	5	37,940
Traitements	34,290	3	11,43
Erreur (a)	176,296	15	11,75
1er TOTAL	400,285	23	
Variétés	161,743	2	80,87
Interaction T X V	18,180	6	3,03
Interaction B X V	39,795	10	3,97
Erreur (b)	191,279	30	6,37
TOTAL GENERAL	811,282	71	

2°) - Interpretation

BLOCS - L'emploi du critérium F de Snedecor permet de comparer la variance des blocs à la variance de l'erreur (erreur a).

$$\frac{\text{Variance blocs} = 37,940}{\text{Variance erreur (a)} = 11,75} = 3,23$$

Snedecor donne 2,90 pour le point 5%. La variance blocs est donc significative.

TRAITEMENTS - la variance de l'erreur (a) est plus élevée que la variance traitements. La cause contrôlée n'intervient pas de façon significative.

Précision de l'expérience pour la comparaison des traitements.

La variance de l'erreur est 11,75

La variance de la moyenne de 18 mesures (un traitement) est $\frac{11,75}{18}$

La variance de la différence entre deux traitements est $\frac{2 \times 11,75}{18} = 1,3055$

L'écart type de cette différence est $\sqrt{1,3055} = 1,14$

Nous savons que $t = \frac{\text{différence entre deux moyennes}}{\text{écart type de la différence}}$

t pour le seuil 5% et 15 degrés de liberté = 2,131 d'où :

différence entre deux moyennes = 2,131 x 1,14 = 2,429

Donc pour que les différences entre traitements soient significatives, il faudrait qu'elles dépassent 2,429 ou $\frac{100 \times 2,429}{8,17} = 29,7\%$ de

la moyenne.

La précision de l'expérience est donc mauvaise.

VARIETES - On compare la variance variétés à la variance de l'erreur (b)

$$\frac{\text{Variance variétés} = 80,87}{\text{Variance erreur (b)} = 6,37} = 12,69$$

Snedecor donne 5,59 pour le point 1%. Les différences entre variétés sont donc hautement significatives.

Comparaison des variétés 2 à 2 - la variance de l'erreur est 6,37.

La variance de la moyenne de 24 mesures relatives à une variété est $\frac{6,37}{24}$

et la variance des moyennes entre deux variétés est :

$$\frac{6,37}{2 \times 24} = 0,53$$

L'écart type est $\sqrt{0,53} = 0,73$

Différence entre deux moyennes = t x écart type de la différence.
Pour 30 degrés de liberté t au seuil 0,05 = +.042.
Les différences entre moyennes de variétés sont donc significatives lorsqu'elles dépassent 2,042 x 0,73 = 1,49.

TABLEAU N° 1

		B L O C S						X_T	\bar{x}_T	$\bar{x}_T X_T$
		I	II	III	IV	V	VI			
1	Sevil	7,46)	10,53)	7,73)	9,13)	7,06)	8,20)			
	Pourdi	3,79)19,91	10,06)38,18	9,06)29,25	8,53)30,99	7,19)25,91	7,34)24,67	168,91	9,38	1584,37
	Samba	8,66)	17,59)	12,46)	13,33)	11,66)	9,13)			
2	Sevil	9,86)	10,33)	11,13)	11,99)	12,46)	9,54)			
	Pourdi	9,33)28,12	10,13)34,72	10,39)33,51	11,79)35,97	12,46)38,05	11,93)34,80	205,17	11,39	2336,89
	Samba	8,93)	14,26)	11,99)	12,19)	13,13)	13,33)			
3	Sevil	10,86)	9,06)	11,33)	9,33)	10,72)	8,46)			
	Pourdi	10,13)25,85	10,93)31,12	12,33)33,72	12,53)34,52	11,59)35,84	11,06)31,38	192,43	10,77	2072,47
	Samba	4,86)	11,13)	10,06)	12,66)	13,53)	11,86)			
4	Sevil	6,62)	7,73)	10,66)	10,39)	11,53)	11,46)			
	Pourdi	8,59)21,07	9,99)26,98	9,66)31,65	11,73)35,05	13,46)38,72	9,80)31,66	185,13	10,28	1903,14
	Samba	5,86)	9,26)	11,33)	12,93)	13,73)	10,40)			
5	Sevil	8,66)	11,99)	11,19)	6,99)	7,87)	9,99)			
	Pourdi	2,27)17,59	11,46)34,58	10,13)33,45	7,13)22,58	7,93)24,20	8,06)26,51	158,91	8,82	1401,59
	Samba	6,66)	11,13)	12,13)	8,46)	8,40)	8,46)			
6	Sevil	0,66)	4,66)	6,13)	2,60)	7,19)	7,00)			
	Pourdi	0,86)2,31	5,19)14,51	6,52)20,57	1,80)6,60	4,11)18,84	4,66)19,19	82,02	4,55	373,19
	Samba	0,79)	4,66)	7,92)	2,20)	7,54)	7,53)			

Le tableau 2 sera utilisé pour le calcul de la variance variétés et de l'interaction Traitement-Variétés. Pour chaque variété, on a fait la somme des données relatives aux 6 blocs et à un traitement

TABLEAU 2

	Sevil	Pourdi	Samba	
A 1	50,11	45,97	72,83	
A 2	65,31	66,03	73,83	
A 3	59,76	68,57	64,10	
B 4	58,39	63,23	63,51	
B 5	56,69	46,98	55,24	
B 6	28,24	23,14	30,64	
C 7	67,70	65,98	62,24	
C 8	31,36	30,96	29,71	
C 9	15,10	18,90	18,32	
X_V	432,66	429,76	470,42	
\bar{x}_V	8,01	7,95	8,71	
$X_V \bar{x}_V$	3.465,61	3.416,59	4.097,36	10.979,56

Le tableau 3 sera utilisé pour le calcul de l'interaction Blocs-Variétés. Pour chaque variété on a fait la somme des données relatives aux 9 traitements et à un bloc.

TABLEAU 3

	I	II	III	IV	V	VI
Sevil	54,43	75,02	79,89	72,23	79,12	71,97
Pourdi	45,75	78,62	76,00	76,29	78,59	74,51
Samba	47,68	89,42	85,41	82,91	88,57	76,43

Somme des carrés générale

On la calcule par la méthode des carrés individuels :

$$\begin{aligned} \sum (x - \bar{x})^2 &= \sum (x^2) - \bar{x} \sum x \\ &= \sum (x^2) - U^2 \end{aligned}$$

La somme des carrés de toutes les mesures est : 13.241,10

Le terme correctif U^2 est : 10.965,82

La somme des carrés générale est : 2.275,28

Variance Blocs

La somme des carrés blocs est donnée par la formule :

$$\begin{aligned} \sum_1^{k_B} (X_B \bar{x}_B) - U^2 \\ 11.219,57 - 10.965,82 = 253,75 \end{aligned}$$

avec $k_B - 1 = 5$ degrés de liberté.

La variance est $253,75 / 5 = 50,75$

Variance traitements

La somme des carrés relative aux traitements est donnée par la formule :

$$\begin{aligned} \sum_1^{k_T} (X_T \bar{x}_T) - U^2 \\ 12.425,26 - 10.965,82 = 1.459,44 \end{aligned}$$

avec $k_T - 1 = 8$ degrés de liberté

La variance est $1.459,44 / 8 = 182,46$

Intéraction Blocs Traitements (erreur a)

L'effet combiné Blocs Traitements est donné par la formule :

$$\frac{\sum (X_{BT}^2)}{k_V} - U^2$$

X_{BT} étant les sommes relatives aux trois variétés pour chaque bloc et chaque traitement, sommes calculées au tableau 1.

$$\frac{\sum (X_{BT}^2)}{k_V} = \frac{38.914,83}{3} = 12.971,61$$

L'effet combiné BT = $12.971,61 - 10.965,82 = 2005,79$

L'interaction Blocs Traitements est donnée par la formule :

Effet combiné BT - (Somme des carrés blocs + Somme des carrés traitements)

$$2.005,79 - (1459,44 + 253,75) = 292,60$$

avec $(k_B - 1)(k_T - 1) = 40$ degrés de liberté

L'erreur (a) a pour somme des carrés 292,60

et pour variance $292,60 / 40 = 7,31$ avec 40 degré de liberté.

Variance Variétés

La somme des carrés est donnée par la formule :

$$\sum_1^{k_V} (X_V - \bar{x}_V)^2 = U^2$$

$$10.979,55 - 10.965,82 = 13,73$$

avec $k_V - 1 = 2$ degrés de liberté

La variance entre variété est donc $13,73 / 2 = 6,86$

Interaction Variétés Traitements

L'effet combiné Variétés Traitements est donné par la formule

$$\frac{\sum (X_{VT}^2)}{k_B} - U^2$$

X_{VT} étant les sommes relatives aux 6 blocs pour une variété et un traitement (sommes calculées au tableau 2)

$$\frac{\sum (X_{VT}^2)}{k_B} = \frac{75.274,30}{6} = 12.545,71$$

$$\frac{\sum (X_{VT}^2)}{k_B} - U^2 = 12.545,71 - 10.965,82 = 1.579,89$$

L'interaction Variétés Traitements est donnée par la formule :

Effet combiné VT - (Somme des carrés V + Somme des carrés T)

$$1.579,89 - (13,73 + 1.459,44) = 106,72$$

avec $(k_T - 1)(k_V - 1) = 8 \times 2 = 16$ degré de liberté

La variance relative à l'interaction VT est donc

$$106,72 / 16 = 6,67$$

Interaction Blocs Variétés

L'effet combiné BV est donné par la formule :

$$\frac{\sum (X_{BV}^2)}{k_T} - U^2$$

X_{BV} étant les sommes relatives aux 9 traitements pour un bloc et une variété, sommes inscrites au tableau 3

$$\frac{\sum (X_{BV}^2)}{k_T} = \frac{101.352,77}{9} = 11.261,42$$

Effet combiné BV = 11.261,42 - 10.965,82 = 295,60

L'interaction BV est donnée par la formule :

Effet combiné BV - (Somme des carrés blocs + somme des carrés variétés)

$$295,60 - (253,75 + 13,73) = 28,12$$

avec $(k_B - 1) (k_V - 1) = 5 \times 2 = 10$ degrés de liberté.

La variance relative à l'interaction Blocs Variétés est donc :

$$28,12 / 10 = 2,812$$

Variance erreur (b)

La somme des carrés relative à l'erreur (b) s'obtient par différence avec la somme des carrés générale. Nous avons donc :

$$2.275,28 - (253,75 + 1.459,44 + 292,60 + 13,73 + 106,72 + 28,12) = 120,92$$

Le nombre de degré de liberté est $(k_B - 1) (k_T - 1) (k_V - 1) = 5 \times 8 \times 2 = 80$

La variance de l'erreur (b) est donc :

$$120,92 / 80 = 1,511$$

Le tableau d'analyse de la variance est donc le suivant :

Origine de la variation	Somme des carrés	Degré de liberté.	Variance
Blocs	253,75	5	50,75
Traitements	1.459,44	8	182,46
Erreur (a)	292,66	40	7,31
1er TOTAL	2.005,79	53	
Variétés	13,73	2	6,86
Interaction TV	106,72	16	6,67
Interaction BV	28,12	10	2,81
Erreur (b)	120,92	80	1,511
TOTAL GENERAL	2.275,28	161	

2 - INTERPRETATION -

Blocs : On compare la variance entre blocs à la variance de l'erreur (a)

$$\frac{\text{Variance blocs}}{\text{Variance de l'erreur a}} = \frac{50,75}{7,31} = 7,02$$

Snedecor pour le seuil 1% donne comme valeur limite 3,34. Il y a donc des différences significatives entre blocs:

Traitements :

$$\frac{\text{Variance traitements}}{\text{Variance erreur (a)}} = \frac{182,46}{7,31} = 24,96$$

Snedecor pour le seuil 1% donne 3,17. La variance traitements est donc hautement significative

Comparaison des traitements 2 à 2.

La variance de l'erreur est 7,31

La variance de la moyenne des 18 mesures portant sur un traitement est :

$$\frac{7,31}{18} \text{ et la variance de la différence des moyennes } \frac{7,31}{18} \times 2 = 0,8122$$

L'écart type (sd) de cette différence (d) est $\sqrt{0,8122} = 0,90$

Nous savons que $t = \frac{d}{sd}$, on a donc $d = t \times sd$

Pour 40 degrés de liberté et le seuil 5% $t = 1,96$

Les différences entre moyennes de traitements sont donc significatives lorsqu'elles dépassent $0,90 \times 1,96 = 1,764$.

Seules certaines moyennes ont entre elles des différences significatives; on a :

$$A2, C7, A3, B4 > A1, B5 > C8, B6 > C9.$$

Précision de l'expérience en ce qui concerne les traitements

La plus petite différence significative entre deux moyennes de traitements est 1,764, soit $\frac{1,764 \times 100}{8,33} = 21\%$ du rendement moyen.

La précision de l'expérience est médiocre.

Variétés :

$$\frac{\text{Variance Variétés}}{\text{Variance de l'erreur(b)}} = \frac{6,86}{1,51} = 4,54$$

Snedecor donne 3 pour le point 5% et 4,61 pour le point 1%.

Les différences entre variétés sont donc significatives.

Comparaison des variétés 2 à 2

La variance de l'erreur est 1,51. La variance de l'erreur sur la différence de deux moyennes (54 mesures par moyenne) est $\frac{1,51}{54} \times 2 = 0,0559$

L'écart type (sd) de cette différence (d) est $\sqrt{0,0559} = 0,23$

$d = t \times sd$ t au seuil 5 % pour 80 degrés de liberté = 1,96

$d = 1,96 \times 0,23 = 0,45$

Pour être significatives les différences entre moyennes de variétés devront donc être supérieures à 0,45

Rendement moyen de Sevil : 8,01

Rendement moyen de Pourdi : 7,95

Rendement moyen de Samba : 8,71

Donc Samba Souki est supérieur à Sevil et à Pourdi.

Precision de l'expérience

La plus petite différence significative entre variétés représente

$$\frac{0,45 \times 100}{8,23} = 5,5 \% \text{ du rendement moyen}$$

La précision de l'expérience est donc bonne.

Intéraction Variétés Traitements

$$\frac{\text{Variance VT}}{\text{Variance erreur b}} = \frac{6,67}{1,51} = 4,41$$

Snedecor pour le point 1% donne 2,19. L'interaction Variétés Traitements est donc significative.

Pour apprécier l'interaction Traitements Variétés, il est nécessaire d'établir le tableau suivant où chaque chiffre représente la moyenne des résultats où interviennent un traitement et une variété (moyenne de 6 résultats) :

Traitements	Sevil	Pourdi	Samba
A1	8,35	7,66	12,14
A2	10,89	11,00	12,30
A3	9,96	11,43	10,68
B4	9,73	10,54	10,58
B5	9,45	7,83	9,20
B6	4,70	3,83	5,11
C7	11,30	10,99	10,37
C8	5,23	5,16	4,95
C9	2,50	3,15	3,05

L'écart type (sd) de la différence (d) entre deux moyennes est :

$$\sqrt{\frac{1,51}{6} \times 2} = 0,70$$

$$t_{0,05} \text{ pour } 80 \text{ degrés de liberté} = 1,96$$

$$d = t \times \text{sd} = 1,96 \times 0,70 = 1,372$$

En comparant deux moyennes d'une même ligne on trouve :

Une légère supériorité de Samba Souki sur les deux autres pour A1 et A2

" de Pourdi sur Sevil pour A3

" de Sevil sur Pourdi pour B5

Intéraction Blocs Variétés

$$\frac{\text{Variance BV}}{\text{Variance erreur (b)}} = \frac{2,81}{1,51} = 1,86$$

Snedecor donne pour le seuil 5 % : 1,94

L'interaction Blocs Variétés n'est donc pas significative.

- 4 -

3 - INTERPRETATION STATISTIQUE DE L'ESSAI COTONNIER
SUR HOLLALDE

Chacun des 6 blocs est divisé en 6 unités endiguées subissant des durées de submersion et des dates de retrait différentes :

A1	durée de submersion	90 jours	date de retrait	I/II
A2	-	-	-	15/II
A3	-	-	-	I/I2
B4	-	120 jours	-	15/II
B5	-	-	-	I/I2
B6	-	-	-	15/I2

Les trois variétés en compétition sont représentées dans chaque unité endiguée.

Le schéma d'analyse de la variance est donc le même que précédemment.

De nombreuses données manquantes sont à déplorer : le Lightning Express n'a pas levé pour le traitement A1 dans les six blocs, pour le traitement B4 dans les blocs II et III.

Nous avons donc été amenés à conduire l'analyse de deux façons :

a) En ne tenant pas compte du Lightning Express dans toute l'expérience.

b) En ne tenant pas compte du traitement A1 et en estimant les données manquantes du traitement B4.

a) ANALYSE AVEC SUPPRESSION DU LIGHTNING EXPRESS
EXECUTION DES CALCULS

Dans le tableau suivant nous donnons les chiffres obtenus dans chaque parcelle, les totaux par blocs, les moyennes par blocs, les totaux par traitements, les moyennes par traitements. Ce tableau servira au calcul de la variance entre blocs, de la variance entre traitements, de l'interaction Blocs Traitements.

Tableau I

Variable	Variétés	B L O C S						X_T	\bar{x}_T	$X_T \bar{x}_T$						
		I	II	III	IV	V	VI									
11	Paymaster Acala	332) 239)	57I	354) 353)	707	355) 305)	660	355) 327)	682	267) 216)	483	282) 251)	533	3.636	303	I.101.708
12	Paymaster Acala	431) 430)	86I	367) 354)	72I	345) 246)	59I	264) 245)	509	140) 179)	319	183) 94)	277	3.278	273,16	895.418,5
13	Paymaster Acala	327) 281)	608	215) 280)	50I	129) 107)	236	91) 86)	177	100) 37)	137	90) 84)	174	1.833	152,75	279.990,7
14	Paymaster Acala	388) 415)	803	358) 293)	65I	261) 271)	532	306) 307)	613	117) 167)	284	253) 100)	353	3.236	269,66	872.619,9
15	Paymaster Acala	208) 220)	428	182) 209)	39I	107) 41)	148	95) 69)	164	87) 73)	160	66) 35)	101	1.392	116	161.472
16	Paymaster Acala	183) 188)	37I	145) 101)	246-2	102) 61)	163	91) 54)	145	41) 67)	108	66) 42)	108	1.141	95,08	108.486
	X_B	3.642		3.217		2.330		2.290		1.491		1.546	14.516			3.419.695
	\bar{x}_B	303,5		268,08		194,16		190,83		124,25		128,83			201,61	
	$X_T \bar{x}_B$	1.105.347		862.413,4		452.392,8		437.000,7		185.256,7		199.171,2		3.241.582		

Le tableau 2 sera utilisé pour le calcul de la variance et de l'interaction Blocs Variétés. Pour chaque variété, on a fait la somme des données relatives aux 6 traitements et à un bloc :

Tableau 2

	I	II	III	IV	V	VI	$\sum x_v$	\bar{x}_v	$\sum x_v^2$	\bar{x}_v^2
Paymaster Acala	1869	1621	1299	1202	752	940	7683	21341	1.639.629	
	1773	1596	1031	1088	739	606	6833	189,80	1.296.903	
										2.936.532

Le tableau 3 sera utilisé pour le calcul de l'interaction Traitements Variétés. Pour chaque variété on a fait la somme des données relatives aux 6 blocs et à 1 traitement :

Tableau 3

	A1	A2	A3	B4	B5	B6
Paymaster Acala	1945	1730	952	1683	745	628
	1691	1548	881	1553	647	513

Somme des carrés générale :

$$\begin{aligned}
 \sum (x - \bar{x})^2 &= \sum (x^2) - \bar{x} \sum x \\
 &= \sum (x^2) - U^2 \\
 &= 3.881.192 - 2.926.183,7 \\
 &= 955.008,3
 \end{aligned}$$

Variance blocs

La somme des carrés blocs est donnée par la formule :

$$\sum_1^{k_B} (X_B \bar{x}_B) - U^2$$

$$3.241.581,8 - 2.926.183,7 = 315.398,1$$

avec $k_B - 1 = 5$ degrés de liberté

La variance blocs est $315.398,1 / 5 = 63.079,62$

Variance traitements

La somme des carrés relative aux traitements est donnée par la formule :

$$\sum_1^{k_T} (X_T \bar{x}_T) - U^2$$

$$3.419.695,3 - 2.926.183,7 = 493.511,6$$

avec $k_T - 1 = 5$ degrés de liberté

La variance entre les traitements est $493.511,6 / 5 = 98.702,32$.

Interaction Blocs Traitements (erreur a)

L'effet combiné Blocs Traitements est donné par :

$$\frac{\sum X_{BT}^2}{k_V} - U^2 = \frac{7.671.154}{2} - 2.926.183,7 = 909.393,3$$

L'Interaction Blocs Traitements est donnée par la formule :

Effet combiné BT - (Somme des carrés blocs + Somme des carrés traitements)

$$909.393,3 - (493.511,6 + 315.398,1) = 100.483,6$$

avec $(k_B - 1) (k_T - 1) = 5 \times 5 = 25$ degrés de liberté

L'erreur (a) a pour somme des carrés 100.483,6

pour variance 4.019,34

Variance variétés

La somme des carrés variétés est donnée par la formule :

$$\sum \frac{k_v}{1} (x_v \bar{x}_v) - U^2$$

$$2.936.522,4 - 2.926.183,7 = 10.348,7$$

avec $k_v - 1 = 1$ degré de liberté

La variance variété est donc : 10.348,7

Interaction Variétés Traitements

L'effet combiné Variétés Traitements est donné par la formule :

$$\frac{\sum x_{VT}^2}{k_{VT}} - U^2 = \frac{20.589.720}{6} - 2.926.183,7 = 505436,3$$

L'interaction Variétés Traitements est donnée par la formule:

Effet combiné VT - (Somme des carrés V + Somme des carrés T)

$$505.436,3 - (493.511,6 + 10.348,7) = 1.576$$

avec $(k_T - 1) (k_V - 1) = 5$ degrés de liberté

La variance de l'interaction Variétés Traitements est donc :

$$1.576 / 5 = 315,2$$

Interaction Blocs Variétés

L'effet combiné BV est donné par la formule :

$$\frac{\sum x_{BV}^2}{k_{BV}} - U^2 = \frac{19.552.918}{6} - 2.926.183,7 = 332.636$$

L'interaction BV est donnée par :

Effet combiné BV - (Somme des carrés B + Somme des carrés V)

$$332.636 - (10.348,7 + 315.398,1) = 6.889,2$$

avec $(k_B - 1) (k_V - 1) = 5$ degrés de liberté

La variance de l'interaction B V est donc :

$$6.889,2 / 5 = 1.377,84$$

Variance erreur (b)

La somme des carrés de l'erreur (b) s'obtient par différence avec la somme des carrés générale. Nous avons donc :

$$\text{erreur (b)} = 955.008,3 - (909.393,3 + 10.348,7 + 6.889,2 + 1.576) = 26.801$$

Le nombre de degrés de liberté est $(k_B - 1) (k_T - 1) (k_V - 1) = 5 \times 5 \times 1 = 25$

La variance de l'erreur (b) est donc $26.801 / 25 = 1.072,04$

Le tableau d'analyse de la variance est donc le suivant :

Origine de la variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance
Blocs	315.398,1	5	63.079,62
Traitements	493.511,6	5	98.702,32
Erreur (a)	100.483,6	25	4.019,34
Ier total	909.393,3		
Variétés	10.348,7	1	10.348,7
Interaction T x V	1.576	5	315,2
Interaction B x V	6.889,2	5	1.377,84
Erreur (b)	26.801	25	1.072,04
Total général	955.008,3	71	

Interprétation

Variance blocs

$$\frac{\text{Variance blocs}}{\text{Variance erreur (a)}} = \frac{63.079,62}{4.019,34} = 15,69$$

Snedecor donne 3,86 pour le point I %. La variance bloc est donc hautement significative.

Traitements

$$\frac{\text{Variance traitements}}{\text{Variance erreur (a)}} = \frac{96.702,32}{4.019,34} = 24,55$$

Snedecor donne 3,86 pour le point I % - la variance est donc hautement significative.

Comparaison des traitements 2 à 2

La variance de la différence des moyennes (moyenne de 12 mesures) entre 2 traitements est $\frac{4.019,34}{12} \times 2 = 669,89$

L'écart type (sd) de cette différence (d) est $\sqrt{669,89} = 25,9$

Pour 25 degrés de liberté, $t_{0,05} = 2,060$

Les différences entre moyennes de traitement sont significatives lorsqu'elles dépassent $2,060 \times 25,9 = 53,35$

On a ainsi : A1, A2, B4 > A3, B5, B6

Précision de l'expérience relative aux traitements

La plus petite différence significative entre traitements représente : $\frac{53,35 \times 100}{201,61} = 26\%$ du rendement moyen

Variétés

$$\frac{\text{Variance variétés}}{\text{Variance de l'erreur (b)}} = \frac{10.348,7}{1.072,04} = 9,65$$

Snedecor donne 7,77 pour le point I %

La variance variétés est donc hautement significative.

Comparaison des variétés 2 à 2

La variance de la différence des moyennes (36 mesures) entre 2 variétés est : $\frac{1.072,04}{36} \times 2 = 59,55$

L'écart type (sd) de cette différence (d) est $\sqrt{59,55} = 7,70$

Pour 25 degrés de liberté $t_{0,05} = 2,060$

La différence entre moyennes de variétés pour être significative doit donc être égale ou supérieure à $2,060 \times 7,70 = 15,86$

et on a Paymaster $>$ Acala

Précision de l'expérience

La plus petite différence significative entre moyennes de variétés représente : $\frac{100 \times 15,86}{201,61} = 8 \%$ du rendement moyen

Interaction B V

$$\frac{\text{Variance B V}}{\text{Variance erreur (b)}} = 1,3$$

Snedecor donne 2,60 pour le point 5 %. La variance de l'interaction n'est donc pas significative.

Interaction V T

La variance de l'erreur est plus grande que celle de l'interaction.

b) ANALYSE AVEC SUPPRESSION DE AI

Estimation des données manquantes :

Il faut estimer les données manquantes : Lightning Express, traitement B4 blocs II et III.

Soit x la valeur manquante du bloc II

$$x = \frac{k_B X'_B + k_T X'_T - X'}{(k_B - 1)(k_T - 1)}$$

k_B et k_T désignent comme à l'ordinaire le nombre de blocs et de traitements

X'_B le total incomplet du bloc II

X'_T le total incomplet du traitement B4

X' le total général incomplet des mesures

y , donnée manquante du bloc III sera déterminée de la même façon.

$$x = \frac{6 (891) + 5 (1.021) - 5.530}{5 \times 4} = 246,05$$

$$y = \frac{6 (772) + 5 (1.021) - 5.530}{5 \times 4} = 210,35$$

Le nombre de degrés de liberté de l'erreur sera abaissé de 2 unités.

I) - Exécution des calculs

Dans le tableau I nous donnons les chiffres obtenus dans chaque parcelle, les totaux par blocs, les moyennes par blocs, les totaux par traitements, les moyennes par traitements. Le tableau servira au calcul de la variance entre blocs, de la variance entre traitements, de l'interaction Blocs Traitements.

Le tableau 2 sera utilisé pour le calcul de la variance variétés et de l'interaction Traitements Variétés. Pour chaque variété on a fait la somme des données relatives aux 6 blocs et à un traitement.

Le tableau 3 sera utilisé pour le calcul de l'interaction Blocs Variétés. Pour chaque variété on a fait la somme des données relatives au 5 traitements et à un bloc.

Tableau I

		B L O C S						X_T	\bar{x}_T	$X_T \bar{x}_T$
		I	II	III	IV	V	VI			
42	Lightning	314)	576)	275)	315)	160)	104)			
	Paymaster	431(I.175	367(I.297	345(886	264(824	140(479	183(381	5.022	279	I.40I.I38
	Acala	430)	354)	246)	245)	179	94)			
43	Lightning	215)	62)	169)	139)	116)	96)			
	Paymaster	327(823	215(563	129(405	91(316	100(253	90(270	2.630	146	383.980
	Acala	281)	286)	107)	86)	37)	84)			
44	Lightning	354)	246)	210)	267)	104)	296)			
	Paymaster	388(I.157	358(897	261(742	306(880	117(388	253(649	4.713	262	I.234.806
	Acala	415)	293)	271)	307)	167)	100)			
45	Lightning	273)	78)	220)	122)	127)	104)			
	Paymaster	208(801	182(469	107(368	95(286	87(287	66(205	2.416	134	323.744
	Acala	220)	209)	41)	699	73)	35)			
46	Lightning	222)	175)	108)	174)	139)	126)			
	Paymaster	183(593	145(421	102(271	91(319	41(247	66(234	2.085	116	241.860
	Acala	188)	101)	61)	54)	67)	42)			
	X_B	4.549	3.647	2.652	2.625	1.654	1.739	16.866		3.585.528
	\bar{x}_B	303	243	177	175	110	116		187,4	
	$X_B \cdot \bar{x}_B$	1.378.347	886.221	469.404	459.375	181.940	201.724	3577.011		

Tableau 2

	A2	A3	B4	B5	B6	\bar{x}_v	\bar{x}_v	\bar{x}_v	\bar{x}_v
Lightning	1.744	797	1.477	1.024	944	5.986	199,3	1.193.010	
Paymaster	1.730	952	1.683	745	628	5.738	191,3	1.101.231	
Acala	1.548	881	1.553	647	513	5.142	171,4	881.339	
									3.175.580

Tableau 3

	I	II	III	IV	V	VI
Lightning	1.478	1.137	982	1.017	646	726
Paymaster	1.537	1.267	944	847	485	658
Acala	1.534	1.243	726	761	523	355

Somme des carrés générale

$$\sum (x^2) = 4.305.850$$

$$U^2 = 3.160.688$$

$$\sum (x - \bar{x})^2 = 4.305.850 - 3.160.688 = 1.145.162$$

Variance blocs

La somme des carrés blocs est donnée par la formule :

$$\sum^{k_B} (X_B - \bar{x}_B)^2 = U^2$$

$$3.577.011 - 3.160.688 = 416.323$$

avec $k_B - 1 = 5$ degrés de liberté

La variance blocs est égale à : $416.323 / 5 = 83.264$

Variance traitements

La somme des carrés traitements est donnée par la formule :

$$\sum^{k_T} (X_T - \bar{x}_T)^2 = U^2$$

$$3.585.528 - 3.160.688 = 424.840$$

avec $k_T - 1 = 5 - 1 = 4$ degrés de liberté

La variance traitements est donc : $424.840 / 4 = 106.210$

Interaction Blocs Traitements (erreur a)

L'effet combiné Blocs Traitements est donné par la formule :

$$\frac{\sum X_{BT}^2}{k_v} = U^2$$

X_{BT} étant la somme des données des 3 variétés pour un bloc et un traitement (sommes données au tableau I)

$$\frac{\sum X_{BT}^2}{k_v} = U^2 = \frac{12.324.456}{3} - 3.160.688 = 947.464$$

L'interaction Blocs Traitements est donnée par la formule :

Effet combiné BT - (Somme des carrés Blocs + Somme des carrés Traitements)

$$947.464 - (416.323 + 424.840) = 106.301$$

avec $(k_B - 1) (k_T - 1) = 5 \times 4 = 20$ degrés de liberté

J'enlève 1 degré de liberté à cause de l'estimation des données manquantes = 19

La variance de la moyenne des 18 mesures portant sur un traitement est $5,595 / 18$ et la variance de la différence des moyennes est : $\frac{5,595}{18} \times 2 = 621,66$

L'écart type (sd) de cette différence (d) est $\sqrt{621,66} = 24,9$

t au point 5 % pour 19 degrés de liberté = 2,093. D'où la plus petite différence significative entre moyennes est :

$$d = 24,9 \times 2,093 = 52,11$$

Dans ces conditions nous avons :

$$A2 \ B4 > A3 \ B5 \ B6$$

Précision de l'expérience

La plus petite différence significative entre 2 moyennes de traitements est égale à $\frac{52,11 \times 100}{187,4} = 28 \%$ de la moyenne générale. La précision de l'expérience est donc mauvaise.

Variétés

$$\frac{\text{Variance variétés}}{\text{Variance erreur (b)}} = \frac{7,446}{4,282} = 1,73$$

Snedecor donne pour le point 5 % 3,32. La variance variétés n'est donc pas significative.

Précision de l'expérience pour la comparaison des variétés

Pour avoir une différence significative entre moyennes de variétés, il faudrait qu'elle soit supérieure à :

$$t \times \sqrt{\frac{4,282 \times 2}{30}} = 16,8 \ t$$

t au point 5 % pour 39 degrés de liberté = 1,95.

Il faudrait donc avoir $16,8 \times 1,95 = 32,76$ c'est à dire

$$\frac{32,76 \times 100}{187,4} = 17 \%$$
 du rendement moyen

Interactions VT et VB

Leurs variances sont inférieures à la variance de l'erreur. Elles ne sont donc pas significatives.

JUSTIFICATION DU MODE D'AGENCEMENT DES PARCELLES

CONSTITUANT UN BLOC SUR TERRAIN HOLLALDE

La variation consécutive à l'hétérogénéité à l'intérieur de chaque bloc, est exprimée par la formule :

$$\frac{\sum (x - \bar{x}_B)^2}{N - k}$$

où le signe \sum indique que dans chaque bloc on fait la somme des carrés des écarts par rapport à la moyenne \bar{x}_B et que l'on somme les résultats ainsi obtenus dans les blocs.

Pour trouver la somme des carrés des écarts à l'intérieur de chaque bloc on utilise la méthode des carrés individuels.

$$\sum (x - \bar{x}_B)^2 = \sum (x^2) - \frac{x_B^2}{n}$$

I - SORGHO

A) - Agencement en longueur (9 parcelles en un seul rang perpendiculaire à la pente)

	$\sum(x^2)$	x_B	$\frac{x_B^2}{n}$	$\sum(x - \bar{x}_B)^2$
Bloc I	108.522	950	100.267	8.255
Bloc II	113.346	998	110.667	2.679
Bloc III	97.103	905	91.003	6.100
Bloc IV	116.964	1.014	114.224	2.720
Bloc V	110.656	986	108.022	2.634
Bloc VI	36.636	534	31.684	4.952
				27.340

Variance =

$$\frac{27.340}{28} = 569,58$$

Ecart type =

$$\sqrt{569,58} = 23,8$$

C_V =

$$\frac{100 \times 23,8}{100} = 23,8$$

B) - Agencement en carré

	$\sum(x^2)$	X_B	$\frac{X_B^2}{n}$	$\sum(x-\bar{x}_B)^2$
Bloc A	89.870	878	85.631	4.239
Bloc B	109.378	968	104.114	5.264
Bloc C	119.723	1.007	112.672	7.051
Bloc D	105.324	948	99.856	5.468
Bloc E	87.663	835	77.469	10.194
Bloc F	71.269	751	62.667	8.602
				40.818

$$\text{Variance} = \frac{40.818}{48} = 850,35$$

$$\text{Ecart type} = \sqrt{850,35} = 29,2$$

$$C_V = \frac{100 \times 29,2}{100} = 29,2$$

II - COTON

A) - Agencement en rectangles de 6 parcelles en un seul rang perpendiculaire à la pente.

	$\sum(x^2)$	X_B	$\frac{X_B^2}{n}$	$\sum(x-\bar{x}_B)^2$
Bloc I	27.427	395	26.004	1.423
Bloc II	25.496	386	24.833	663
Bloc III	53.381	557	51.708	1.673
Bloc IV	54.185	567	53.581	574
Bloc V	94.191	571	94.000	191
Bloc VI	154.231	939	146.953	7.278
				11.802

$$\text{Variance} = \frac{11.803}{30} = 393,4$$

$$\text{Ecart type} = \sqrt{393,4} = 19,8$$

$$C_V = \frac{100 \times 19,8}{100} = 19,8$$

B) - Agencement en rectangles de 6 parcelles sur 2 rangs dans le sens de la pente.

	$\Sigma(x^2)$	X_B	$\frac{X_B}{n}$	$\Sigma(x-\bar{x})^2$
Bloc A	32.575	429	30.673	1.902
Bloc B	27.664	398	26.401	1.263
Bloc C	46.065	511	43.520	2.545
Bloc D	92.633	719	86.160	6.473
Bloc E	86.319	707	83.308	3.011
Bloc F	124.625	831	115.092	9.533
				24.727

Variance =

$$\frac{24.727}{30} = 824,23$$

Ecart type =

$$\sqrt{824,23} = 28,7$$

$C_V =$

$$\frac{100 \times 28,7}{100} = 28,7$$

C) - Agencement en rectangles de 6 parcelles sur 2 rangs perpendiculaires à la pente.

	$\Sigma(x^2)$	X_B	$\frac{X_B}{n}$	$\Sigma(x-\bar{x})^2$
Bloc a	24.853	375	23.437	1.416
Bloc b	28.070	406	27.473	597
Bloc c	44.986	514	44.033	953
Bloc d	62.550	610	62.016	534
Bloc e	108.625	787	103.828	5.397
Bloc f	140.797	903	137.467	3.330
				12.227

Variance =

$$\frac{12.227}{30} = 407,56$$

Ecart type =

$$\sqrt{407,56} = 20,2$$

C_V

$$\frac{100 \times 20,2}{100} = 20,2$$

RELATION ENTRE LA TENEUR EN ARGILE (taux $\leq 40\%$)
ET LE RENDEMENT DU SORGHO

Au dessous d'un taux optimum d'argile voisin de 40 %, le rendement est d'autant plus bas que la teneur en argile est plus faible. Le tableau ci-dessous donne les résultats des mesures et les éléments nécessaires au calcul d'ajustement linéaire :

N° de la parcelle	Taux d'ar- le - x	x^2	Rendement y	y^2	xy
I09	9	81	330	108.900	2.970
II9	27	729	636	404.496	17.172
II7	28	784	793	628.849	22.204
II2	31	961	880	774.400	27.280
II6	40	1.600	1.073	1.151.329	42.920
I06	40	1.600	915	837.225	36.600
niv = 6	$\sum(x) = 175$ $\bar{x} = 29,167$	$\sum(x^2) =$ 5.755	$\sum(y) = 4.627$ $\bar{y} = 771,166$	$\sum(y^2) =$ 3.905.199	$\sum(xy) =$ 149.146

I) Calcul du coefficient de régression linéaire b_{yx}

$$b_{yx} = \frac{\sum |y (x - \bar{x})|}{\sum | (x - \bar{x})^2 |}$$

$$\sum |y (x - \bar{x})| = \sum (xy) - n (\bar{y} \bar{x}) = \sum (xy) - \frac{\sum (y) \sum (x)}{n}$$

$$= 149.146 - 134.954$$

$$= 14.192$$

$$\sum | (x - \bar{x})^2 | = \sum (x^2) - \frac{\sum (x)^2}{n}$$

$$= 5.755 - 5,104,17 = 650,83$$

$$b_{yx} = \frac{14.192}{650,83} = 21,81$$

L'équation de régression linéaire :

$$y = \bar{y} + b_{yx} (x - \bar{x})$$

devient :

$$\begin{aligned} y &= 771,166 + 21,81 (x - 29,167) \\ &= 771,166 - 636,132 + 21,81 x \\ &= 135,0 + 21,81 x \end{aligned}$$

2°/ Probabilité de la régression linéaire

L'erreur type du coefficient de régression est :

$$\sigma_{b_{yx}} = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2 - \frac{\sum |y (x - \bar{x})|^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}{n - 2 \sum (x - \bar{x})^2}}$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{337.011 - \frac{14.192^2}{650,83}}{4 \times 650,83}} \\ &= 3,252 \end{aligned}$$

Calcul de t :

$$t = \frac{b_{yx}}{\sigma_{b_{yx}}} = \frac{21,81}{3,252} = 6,71$$

La table de t pour n-2=4 degrés de liberté et P=0,01 donne t = 4,604

Dans ces conditions la régression est hautement significative.

3°/ Calcul du coefficient de corrélation r

$$r = \frac{\sum |y (x - \bar{x})|}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} = \frac{14.192}{\sqrt{650,83 \times 337.011}} = 0,96$$

La table de r pour 4 degrés de liberté et P = 0,01 donne r = 0,91.

Relation entre le taux d'argile et la capacité de rétention
au champ

Il apparaît à première vue que la capacité de rétention au champ y augmente avec le taux d'argile x. Le tableau suivant donne les éléments du calcul de la régression d'y en x :

N° de la parcelle	Taux d'argile x	x ²	Capacité de rétention y	y ²	x y
3	49	2.401	23	529	1.127
10	50	2.500	21	441	1.050
29	46	2.116	25	625	1.150
30	45	2.025	24	576	1.080
55	50	2.500	21	441	1.050
80	54	2.916	24	576	1.296
89	45	2.025	23	529	1.035
105	38	1.444	21	441	798
106	35	1.225	21	441	735
109	17	289	10	100	170
112	25	625	17	289	425
116	35	1.225	20	400	700
117	31	961	17	289	527
119	26	676	16	256	416
n = 14	$\sum(x) = 546$ $\bar{x} = 39,00$	$\sum(x^2) = 22.928$	$\sum(y) = 283$ $\bar{y} = 20,21$	$\sum(y^2) = 5.933$	$\sum(xy) = 11.559$

I/ - Calcul du coefficient de régression linéaire b_{yx}

$$b_{yx} = \frac{\sum |y (x - \bar{x})|}{\sum | (x - \bar{x})^2 |}$$

$$\sum |y (x - \bar{x})| = \sum (xy) - n (\bar{y} \bar{x}) = \sum xy - \frac{\sum (y) \sum (x)}{n}$$

$$= 11.559 - \frac{283 \times 546}{14} = 522$$

$$\sum | (x - \bar{x})^2 | = \sum (x^2) - \frac{\sum (x)^2}{n}$$

$$= 22.928 - \frac{298.116}{14} = 22.928 - 21.294 = 1634$$

$$b_{yx} = \frac{522}{1.634} = 0,319$$

L'équation de régression linéaire

$$Y = \bar{y} + b_{yx} (x - \bar{x})$$

devient :

$$Y = 20,21 + 0,319 (x - 39,00)$$

$$Y = 7,77 + 0,32 x$$

2/ - Probabilité de la régression linéaire

L'erreur type du coefficient de régression est :

$$\begin{aligned} \sigma_{b_{yx}} &= \sqrt{\frac{\sum |(y - \bar{y})^2| - \frac{\sum |y (x - \bar{x})|^2}{\sum |(x - \bar{x})^2|}}{|n - 2| \sum |(x - \bar{x})^2|}} \\ &= \sqrt{\frac{213 - \frac{(522)^2}{1.634}}{12 \times 1.634}} \\ &= \sqrt{0,002397} = 0,04895 \end{aligned}$$

Calcul de t :

$$t = \frac{b_{yx}}{\sigma_{b_{yx}}} = \frac{0,319}{0,04895} = 6,5$$

La table de t pour $n^*2 = 12$
et $P = 0,01$ donne $t = 3,055$

Dans ces conditions, la régression est hautement significative.

3/ - Calcul du coefficient de corrélation r

$$r = \frac{\sum |y (x - \bar{x})|}{\sqrt{\sum |(x - \bar{x})^2| \sum |(y - \bar{y})^2|}} = \frac{522}{\sqrt{1.634 \times 213}} = 0,88$$

La table de r pour 10 degrés de liberté (or nous en avons 12)
et $P = 0,01$ donne $r = 0,70$.

Relation entre le taux d'argile et l'humidité équivalente

Le tableau ci-dessous donne les résultats des mesures et les éléments nécessaires au calcul d'ajustement linéaire :

N° de la parcelle	Taux d'argile x	x ²	Humidité équivalente y	y ²	x y
3	49	2401	41	1681	2009
10	50	2500	40	1600	2000
29	46	2116	42	1764	1932
30	45	2025	55	3025	2476
55	50	2500	42	1764	2100
80	54	2916	42	1764	2268
89	45	2025	38	1444	1710
105	38	1444	36	1296	1368
106	35	1225	40	1600	1400
109	17	289	27	729	459
112	25	625	39	1521	975
116	35	1225	30	900	1050
117	31	961	34	1156	1054
119	26	676	24	576	624
n = 14	$\sum (x) = 546$ $\bar{x} = 39$	$\sum (x^2) = 22.928$	$\sum (y) = 530$ $\bar{y} = 37,85$	$\sum (y^2) = 20.820$	$\sum (xy) = 21.425$

I/ - Calcul du coefficient de régression linéaire b y x

$$b_{y x} = \frac{\sum |y (x - \bar{x})|}{\sum |(x - \bar{x})^2|} = 0,467$$

L'équation de régression linéaire

$$y = \bar{y} + b_{y x} (x - \bar{x})$$

devient :

$$y = 37,85 + 0,467 (x - 39,00)$$

$$y = 19,64 + 0,467 x$$

2/ - Probabilité de la régression linéaire

L'erreur type du coefficient de régression est :

$$\sigma_{b_{y x}} = \sqrt{\frac{\sum |(y - \bar{y})|^2 - \frac{\sum |y (x - \bar{x})|^2}{\sum |x - \bar{x}|^2}}{|n - 2| \sum |(x - \bar{x})|^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{755,72 - \frac{(758,9)^2}{1264}}{12 \times 1.264}}$$

$$= 0,143$$

Calcul de t :

$$t = \frac{b_{y x}}{\sigma_{b_{y x}}} = \frac{0,467}{0,143} = 3,265$$

La table de t pour n-2 = 12
degrés de liberté et P = 0,01
donne t = 3,055

Donc la régression est significative.

3/ - Calcul du coefficient de corrélation r

$$r = \frac{\sum |y (x - \bar{x})|}{\sqrt{\sum |(x - \bar{x})|^2 \sum |(y - \bar{y})|^2}} = \frac{758,9}{\sqrt{1.624 \times 755,72}} = 0,68$$

Méthodes d'analyses des sols

Couleur - Evaluée à l'aide du code expolaire de A. CAILLEUX et G.TAYLOR

PH - Méthode électrométrique - Rapport sol/eau = 1/2,5

Granulométrie - Méthode internationale

Matière organique totale - Déterminée à partir du dosage du carbone organique lequel est dosé par la méthode de WALKLEY et BLACK - Matière organique % = C % x 1,724

Azote total - Méthode de KJELDAHL

Acide phosphorique total - Extraction par attaque à l'acide nitrique D = 1,42 pendant 5 heures à l'ébullition. Dosage par la méthode de LORENZ.

Sels solubles - L'extraction est faite par contact et percolation : rapport sol/eau = 1/10. Le sodium est évalué par différence entre la somme des anions (CO_3 - CO_3H - SO_4 - Cl) et des cations (Ca - Mg) qui sont dosés directement.

Bases échangeables - Extraction par l'acétate d'ammoniaque N à pH 7 sans lessivage préalable pour l'élimination des cations solubles.

Capacité d'échange - Méthode de PARKER

Bases totales - (au sens agronomique) L'extraction est faite par l'acide concentré D = 1,42. La durée de l'attaque est de 5 heures à l'ébullition.

Humidité équivalente - Méthode de BOUYOUKOS

Point de flétrissement = Hygroscopicité maximum x 1,5

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° 29

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	D63/E48	E62	E54/E48	E64
pH	5,3	6,8	5,5	5,2
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Sable grossier %	0,70	0,61	0,47	1,09
Sable fin %	38,90	37,68	35,37	35,92
Limon %	12,44	12,48	16,15	12,81
Argile %	46,21	48,00	46,73	48,98
Humidité %	4,68	5,60	5,70	5,66
CO ₃ Ca %	0	0	0	0
Matière organique				
totale %	2,83	1,86	2,21	0
Azote total ‰	0,60	0,54	0,49	0,45
P205 total ‰	0,52	0,45	0,49	0,49
Sels solubles				
Extrait sec ‰	3,77	4,23	11,87	5,50
Cl meq %	0,65	1,32	1,82	3,04
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	1,88	3,38	0,93	1,47
SO ₄ -	0,17	1,44	12,40	3,08
Ca -	1,05	0,85	4,65	1,25
Mg -	1,08	1,83	4,75	1,00
Na -	0,57	3,48	5,70	5,35
Bases échangeables				
Ca meq %	7,10	6,75	15,65	7,20
Mg -	15,08	8,50	18,58	9,33
K -	0,46	0,38	0,36	0,23
Na -	1,09	3,91	6,70	6,70
Capacité d'échange	25,25	26,84	25,10	22,90
Bases totales				
Ca meq %	12,00	10,00	16,50	10,50
Mg -	16,00	21,70	29,20	10,00
K -	4,10	3,30	4,40	3,77
Na -	3,35	3,95	6,26	6,70
Humidité équivalente	41,6	74,9	57,1	58,7
Point de flétrissement (I)	7,0	8,4	8,5	8,3

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° 30

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	E72	F72	E72	D63
pH	4,8	5,7	4,8	4,6
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Sable grossier %	0,65	0,48	0,32	0,55
Sable fin %	40,35	37,54	36,17	36,46
Limon %	11,46	11,99	21,21	18,44
Argile %	45,41	49,02	40,12	43,02
Humidité %	4,40	5,48	6,14	5,30
CO ₃ Ca %	0	0	0	0
Matière organique totale ‰	0,76	0,44	0,22	1,32
Azote total ‰	0,91	0,57	0,54	0,50
P205 total ‰	0,58	0,49	0,59	0,70
Sels solubles				
Extrait sec ‰	4,60	4,65	16,18	10,97
Cl meq %	0,81	1,32	2,67	1,52
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	2,03	2,54	0,36	0,36
SO ₄ -	1,79	1,46	19,40	13,19
Ca -	1,45	1,25	7,85	6,30
Mg -	0,83	1,41	6,75	3,25
Na -	2,35	2,61	7,82	5,52
Bases échangeables				
Ca meq %	7,10	6,75	19,60	16,00
Mg -	15,00	18,58	13,58	9,25
K -	0,54	0,41	0,5	0,44
Na -	0,78	4,61	0,91	6,78
Capacité d'échange	23,90	26,93	24,01	21,20
Bases totales				
Ca meq %	10,50	11,00	25,00	23,50
Mg -	33,30	20,00	26,70	14,60
K -	4,40	4,90	4,40	4,10
Na -	1,65	5,26	9,13	5,78
Humidité équivalente	54,8	67,5	63,7	56,9
Point de flétrissement(I)	6,6	8,2	9,2	7,9

(I) Hygroscopicité maximum x 1,5

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° 55

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	E62	F6I	D6I	D6I/D63
pH	6,0	6,7	6,2	6,3
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Terre grossier %	2,84	3,43	3,15	2,84
Sable fin %	31,90	31,11	49,03	43,04
Limon %	14,62	13,38	31,15	39,21
Argile %	50,38	45,78	12,64	10,27
Humidité %	4,50	4,98	5,26	5,68
CO ₃ Ca %	0	0	0	0
Matière organique totale %	0,83	0,21	0,73	0,10
Azote total ‰	0,60	0,53	0,53	0,53
P2O ₅ total ‰	0,49	0,45	0,16	0,08
Sels solubles				
Extrait sec %	2,93	4,20	21,52	18,23
Cl méq %	1,15	1,15	1,15	0,81
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	1,29	1,87	0,38	0,38
SO ₄ -	0,71	1,06	26,00	20,00
Ca -	1,65	0,65	15,00	11,75
Mg -	0,50	1,41	10,08	5,42
Na -	1,00	2,00	2,45	4,02
Bases échangeables				
Ca méq %	7,00	7,00	44,75	27,25
Mg -	15,08	12,50	17,75	14,83
K -	0,46	0,33	2,31	0,20
Na -	0,52	1,35	3,04	2,95
Capacité d'échange	24,21	24,85	24,50	25,55
Bases totales				
Ca méq %	7,00	7,00	63,50	31,00
Mg -	19,60	13,20	39,60	39,60
K -	4,10	4,60	4,40	4,40
Na -	2,40	3,30	5,50	5,20
Humidité équivalente	42,1	45,9	42,5	46,2
Point de flétrissement(I)	6,7	7,5	7,9	8,5

(I) Hygroscopicité maximum x 1,5.

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° 80

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	E63	F61	E72	F62
pH	6,7	6,0	5,7	5,1
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Sable grossier %	2,38	1,90	1,72	3,27
Sable fin %	25,55	23,94	23,92	24,01
Limon %	17,26	14,70	13,31	8,36
Argile %	54,20	58,44	60,10	64,30
Humidité %	5,26	3,88	6,14	5,48
CO ₃ Ca %	0	0	0	0
Matière organique totale %	0,42	0,31	0,42	0,31
Azote total ‰	0,60	0,68	0,53	0,45
P205 total ‰	0,41	0,40	0,45	0,17
Sels solubles				
Extrait sec ‰	3,37	3,33	3,83	3,38
Cl méq %	1,01	1,13	0,84	1,01
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	1,67	2,21	1,69	1,31
SO ₄ -	0,73	0,33	1,65	1,62
Ca -	2,30	1,05	2,35	1,90
Mg -	0,25	1,33	0,58	0,67
Na -	0,87	1,30	1,26	1,39
Bases échangeables				
Ca méq %	7,50	11,00	9,80	8,00
Mg -	11,83	9,17	11,92	5,92
K -	0,51	0,46	0,31	0,31
Na -	0,70	0,70	1,04	1,04
Capacité d'échange	27,91	27,62	29,22	26,00
Bases totales				
Ca méq %	8,00	11,00	11,50	10,00
Mg -	39,20	25,80	33,30	6,60
K -	4,60	4,60	4,60	3,10
Na -	1,65	2,74	2,61	2,13
Humidité équivalente	41,7	47,6	41,3	39,9
Point de flétrissement	7,9	5,8	9,2	8,2

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° 89

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	E63	F6I	E72	F62
pH	6,3	6,4	5,6	4,8
Granulométrie	100	100	100	100
Terre fine %				
Sable grossier %	2,37	2,53	2,25	2,23
Sable fin %	34,97	31,55	33,67	31,73
Limon %	16,31	14,46	27,70	24,38
Argile %	45,27	51,75	35,34	40,25
Humidité %	4,32	5,10	6,40	5,78
CO ₃ Ca %	0	0	0	0
Matière organique totale %	0,31	0,31	0,21	0,32
Azote total %	0,52	0,60	0,53	0,53
P2O5 total %	0,00	0,45	0,07	0,17
Sels solubles				
Extrait sec %	2,51	3,37	16,66	16,55
Cl méq %	0,81	1,15	0,84	1,15
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	1,11	2,23	0,75	0,28
SO ₄ -	0,52	0,71	18,50	18,30
Ca -	1,45	1,45	13,00	13,01
Mg -	1,08	1,08	4,58	4,33
Na -	0	0,57	2,52	2,39
Bases échangeables				
Ca méq %	8,70	9,60	17,75	23,25
Mg -	13,33	10,92	7,67	11,83
K -	0,44	0,28	0,26	0,23
Na -	0,57	0,87	1,52	1,57
Capacité d'échange	24,47	24,29	24,80	24,23
Bases totales				
Ca méq %	10,50	10,00	18,50	26,50
Mg -	19,60	29,20	10,00	26,70
K -	2,97	4,10	4,40	3,80
Na -	1,61	2,00	2,52	2,82
Humidité équivalente	37,6	44,0	25,2	46,4
Point de flétrissement (I)	6,5	7,6	9,6	8,7

(I) = Hygroscopicité maximum x 1,5

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° 105

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	D63	E43	E52	F43
pH	5,9	6,1	5,5	5,6
Granulométrie				
Terre fine	100	100	100	100
Sable grossier	0,55	0,53	0,25	0,17
Sable fin	49,33	46,66	40,49	43,05
Limon	11,98	9,70	10,90	12,78
Argile	38,01	42,48	47,98	43,38
Humidité	3,26	3,96	4,62	4,42
CO ₃ Ca	0	0	0	0
Matière organique totale %	0,62	0,52	0,42	0,52
Azote total ‰	0,56	0,45	0,45	0,49
P 205 total ‰	0,28	0,29	0,33	0,38
Sels solubles				
Extrait sec ‰	2,89	7,08	10,48	13,39
Cl méq %	1,29	3,97	6,76	7,17
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	1,84	1,10	1,11	0,74
SO ₄ -	0,33	2,83	7,40	10,60
Ca -	1,05	1,05	3,35	6,05
Mg -	1,17	1,00	1,91	3,08
Na -	1,26	5,87	10,04	9,35
Bases échangeables				
Ca méq %	4,70	4,70	5,55	6,50
Mg -	7,42	1,67	19,25	15,08
K -	0,54	0,31	0,23	0,20
Na -	0,61	3,35	9,57	9,43
Capacité d'échange	19,74	21,22	22,55	20,50
Bases totales				
Ca méq %	6,00	7,00	6,50	6,50
Mg -	6,42	6,50	19,67	6,50
K -	3,72	3,54	3,80	3,10
Na -	1,48	5,57	12,10	10,87
Humidité équivalente	36,2	48,7	47,4	48,6
Point de flétrissement(I)	4,9	5,9	6,9	6,6

(I) = Hygroscopicité maximum x 1,5

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° 106

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	D62/E90	E52/E90	E54	E42/E44
pH	6,3	6,7	5,8	5,9
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Sable grossier %	0,53	0,53	0,23	0,12
Sable fin %	51,21	47,66	43,85	30,79
Limon %	11,66	9,20	10,74	18,26
Argile %	35,70	42,23	44,53	50,15
Humidité %	3,18	3,96	4,06	5,22
CO ₃ Ca %	0	0	0	0
Matière organique totale %	0,41	0,31	0,40	0,42
Azote total ‰	0,59	0,46	0,52	0,45
P 205 total ‰	0,33	0,25	0,42	0,38
Sels solubles				
Extrait sec ‰	2,06	4,99	8,33	24,28
Cl méq %	0,98	2,82	5,79	9,76
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	1,56	2,39	1,10	0,10
SO ₄ -	0,17	1,77	4,67	20,80
Ca -	1,45	1,25	1,65	11,40
Mg -	0,50	1,41	2,00	6,50
Na -	0,74	4,30	7,91	12,76
Bases échangeables				
Ca méq %	6,25	3,95	5,50	19,15
Mg -	12,42	12,50	5,83	8,42
K -	0,33	0,15	0,20	0,31
Na -	0,65	2,82	8,04	11,22
Capacité d'échange	18,82	19,90	20,15	23,78
Bases totales				
Ca méq %	11,50	4,50	6,50	20,00
Mg -	25,80	13,00	6,50	13,17
K -	3,67	3,21	3,64	3,59
Na -	2,43	4,61	10,65	15,43
Humidité équivalente	39,6	49,4	45,0	44,5
Point de flétrissement(I)	4,8	5,9	6,1	7,8

(I) = Hygroscopicité maximum x 1,5

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° 109

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	E76	D74	D74	E62
pH	7,1	7,9	8,0	
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Sable grossier %	2,20	5,70	4,28	0,26
Sable fin %	76,15	86,14	84,68	40,38
Limon %	2,99	2,72	2,79	9,58
Argile %	17,47	4,01	7,28	48,91
Humidité %	1,36	0,58	0,60	2,76
CO ₃ Ca %	0,84	0,83	0,83	0,86
Matière organique totale %	0,99	0,00	0,20	0,81
Azote total ‰	0,29	0,25	0,25	0,37
P 205 total ‰	0,82	traces	traces	0,50
Sels solubles				
Extrait ‰	0,81	0,80	1,61	3,32
Cl méq %	0,81	0,96	0,80	1,30
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	0,80	0,40	0,80	1,23
SO ₄ -	1,04	1,72	1,21	2,23
Ca -	1,62	3,01	0,80	4,16
Mg -	0,00	0,00	1,16	0,00
Na -	1,03	0,07	0,84	0,61
Bases échangeables				
Ca méq %	2,43	1,61	1,61	
Mg -	5,44	3,08	1,54	
K -	0,31	0,09	0,10	
Na -	0,22	0,16	0,16	
Capacité d'échange	7,86	4,16	3,82	
Bases totales				
Ca méq %	3,75	1,87	1,56	10,00
Mg -	9,58	9,58	9,58	19,16
K -	3,18	1,58	1,51	6,39
Na -	1,71	1,20	1,04	5,42
Humidité équivalente	27,4	28,3	30,5	
Point de flétrissement (I)	2,0	0,9	0,9	5,6

(I) = Hygroscopicité maximum x 1,5

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° II2

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	D62/D56/E90	E64/E90/D62	E63/E6I	D4I
pH	6,2	6,9	8,1	7,2
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Sable grossier %	0,82	1,27	1,55	1,83
Sable fin %	66,92	61,38	53,93	41,28
Limon %	5,61	5,85	7,45	8,64
Argile %	25,28	30,48	37,15	47,87
Humidité %	2,12	2,80	3,28	4,20
CO ₃ Ca %	0,85	0,85	0,86	0,86
Matière organique totale %	0,61	0,30	0,40	0,41
Azote total ‰	0,55	0,44	0,37	0,41
P 205 total ‰	0,61	0,41	traces	0,15
Sels solubles				
Extrait sec %	1,22	1,23	2,48	9,59
Cl méq %	0,82	0,82	2,15	4,67
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	0,81	0,81	0,82	1,24
SO ₄ -	1,05	1,23	3,01	7,70
Ca -	0,82	1,23	1,24	2,92
Mg -	0,78	0,00	0,00	2,40
Na -	1,08	1,64	4,74	8,29
Bases échangeables				
Ca méq %	5,72	5,76	5,78	10,01
Mg -	5,48	7,88	8,63	4,97
K -	0,26	0,11	0,11	0,16
Na -	0,30	1,17	3,66	7,32
Capacité d'échange	12,88	14,68	18,09	22,28
Bases totales				
Ca méq %	7,19	6,87	8,12	12,50
Mg -	9,58	14,37	19,16	19,16
K -	4,71	3,20	3,47	3,58
Na -	2,05	2,40	6,29	24,48
Humidité équivalente	36,5	38,3	37,2	41,8
Point de flétrissement (I)	3,2	4,2	4,9	6,3

(I) = Hygroscopicité maximum x 1,5

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° II6

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200 %
Couleur	D63/E58	E62	D54	E62/C90/E63
pH	6,2	7,1	6,7	7,2
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Sable grossier %	1,43	1,19	0,84	0,47
Sable fin %	55,57	49,51	47,15	36,65
Limon %	6,61	7,93	7,87	6,58
Argile %	35,40	40,70	43,57	56,33
Humidité %	2,88	3,70	4,12	5,14
CO ₃ Ca %	0,38	0,38	0,38	0,39
Matière organique				
totale %	0,61	0,41	0,20	0,00
Azote total ‰	0,67	0,37	0,45	0,46
P2O ₅ total ‰	0,32	0,32	traces	traces
Sels solubles				
Extrait sec ‰	1,23	1,24	5,00	13,49
Cl méq %	0,82	1,49	4,67	8,26
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	0,41	0,82	0,92	0,42
SO ₄ -	0,88	1,07	3,58	17,37
Ca -	1,23	1,25	8,34	9,27
Mg -	0,00	0,80	0,80	3,23
Na -	0,88	1,34	0,04	13,54
Bases échangeables				
Ca méq %	5,76	4,15	5,83	10,12
Mg -	6,04	15,67	8,72	5,93
K -	0,42	0,18	0,16	0,37
Na -	0,47	2,36	5,00	8,42
Capacité d'échange	16,60	18,88	19,87	24,82
Bases totales				
Ca méq %	7,81	9,37	8,44	30,62
Mg -	19,16	47,91	19,16	19,16
K -	4,68	3,02	3,17	3,28
Na -	1,90	3,83	8,61	27,49
Humidité équivalente	30,4	37,9	42,3	29,8
Point de flétrissement(I)	4,3	5,5	6,2	7,7

(I) = Hygroscopicité maximum x 1,5

- 12 -
Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° II7

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200
Couleur	E62	E74	D72	E62
pH	6,9	7,4	7,3	7,3
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Sable grossier %	0,76	1,00	1,10	1,20
Sable fin %	61,95	70,78	64,31	49,20
Limon %	6,02	2,64	5,60	8,24
Argile %	30,84	25,12	27,40	40,92
Humidité %	2,42	2,00	2,32	3,70
CO ₃ Ca %	0,39	0,38	0,38	0,38
Matière organique				
totale %	0,00	0,00	0,40	0,20
Azote total ‰	0,37	0,29	0,29	0,34
P 205 total ‰	0,49	0,44	traces	0,50
Sels solubles				
Extrait sec ‰	1,23	0,82	0,82	6,23
Cl méq %	0,98	1,31	0,82	2,16
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	1,21	0,81	0,40	0,82
SO ₄ -	0,70	1,05	1,05	6,01
Ca -	1,23	1,22	1,23	1,56
Mg -	0,00	0,00	0,00	1,99
Na -	1,67	1,94	1,05	5,45
Bases échangeables				
Ca méq %	7,37	3,26	9,00	6,44
Mg -	5,49	7,04	1,57	2,66
K -	0,27	0,14	0,10	0,15
Na -	0,26	0,26	0,80	4,11
Capacité d'échange	12,58	10,84	12,87	18,65
Bases totales				
Ca méq %	15,94	5,94	9,06	10,62
Mg -	14,37	28,74	14,37	19,16
K -	2,99	2,75	3,02	3,16
Na -	1,39	1,16	1,83	5,08
Humidité équivalente	34,0	27,1	26,2	
Point de flétrissement(I)	3,6	3,0	3,5	5,5

(I) = Hygroscopicité maximum x 1,5

Fiche d'analyse des sols

Origine des échantillons : Essais de Guédé - Parcelle n° II9

Echantillons	0 à 30 %	30 à 75 %	75 à 120 %	150 à 200
Couleur	E66	D66	D74	D72
pH	6,7	7,0	7,3	7,8
Granulométrie				
Terre fine %	100	100	100	100
Sable grossier %	0,59	0,41	1,05	1,34
Sable fin %	68,24	70,52	68,76	52,85
Limon %	4,91	1,35	2,11	6,67
Argile %	25,73	27,78	27,97	39,17
Humidité %	2,22	1,98	1,86	3,40
CO ₃ Ca %	0,38	0,38	0,38	0,38
Matière organique totale %	0,00	0,20	0,40	0,41
Azote total ‰	0,29	0,29	0,29	0,34
P 205 total ‰	0,53	traces	traces	traces
Sels solubles				
Extrait sec ‰	2,04	2,04	2,44	4,97
Cl méq %	0,98	0,82	0,98	1,66
CO ₃ -	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃ H -	0,81	1,21	0,40	1,23
SO ₄ -	1,75	1,22	1,22	3,55
Ca -	0,82	1,22	0,81	0,83
Mg -	0,78	0,00	1,17	1,19
Na -	1,94	2,03	0,62	4,42
Bases échangeables				
Ca méq %	2,45	3,26	4,07	4,97
Mg -	7,83	6,25	7,02	10,42
K -	0,33	0,18	0,17	0,16
Na -	0,26	0,11	0,41	3,13
Capacité d'échange	10,86	9,94	10,82	19,00
Bases totales				
Ca méq %	6,25	5,00	5,31	9,06
Mg -	9,58	23,95	19,16	9,58
K -	4,91	3,40	3,49	4,25
Na -	1,50	1,44	1,66	4,11
Humidité équivalente	24,2	21,5	25,6	23,1
Point de flétrissement	3,3	3,0	2,8	5,1

COMPOSITION DE LA SOLUTION SALINE DES SOLS DE GUEDE

Holladé							Fondé						
% de la somme des anions				% de la somme des cations			% de la somme des anions				% de la somme des cations		
Cl	CO ₃ H	SO ₄	Ca	Mg	Na		Cl	CO ₃ H	SO ₄	Ca	Mg	Na	
Parc. 3:							Parc. 105:						
0-30	18	52	30	34	30	35	0-30	37	53	10	30	33	36
30-75	22	50	20	24	49	28	30-75	50	14	36	13	13	74
75-120	14	18	60	20	44	37	75-120	44	7	49	22	12	66
150-200	9	9	82	40	36	24	150-200	39	4	57	33	17	50
Parc. 10:							Parc. 106:						
0-30	21	61	18	35	41	24	0-30	36	58	6	54	19	27
30-75	13	41	45	18	26	56	30-75	40	34	25	18	20	62
75-120	6	4	90	52	25	22	75-120	50	10	41	14	17	68
150-200	22	32	46	41	56	4	150-200	32	0,3	68	37	21	42
Parc. 29:							Parc. 109:						
0-30	24	70	5	39	40	21	0-30	31	30	39	61	0	39
30-75	21	55	23	14	29	57	30-75	31	13	56	98	0	2
75-120	12	6	82	31	31	38	75-120	29	29	43	29	41	30
150-200	40	19	41	16	13	70	150-200	27	26	46	87	0	13
Parc. 30:							Parc. 112:						
0-30	17	44	39	31	18	51	0-30	31	30	39	31	29	40
30-75	25	48	24	24	27	50	30-75	29	29	43	43	0	57
75-120	12	1	87	35	30	35	75-120	36	14	50	21	0	79
150-200	10	2	88	42	22	37	150-200	34	9	57	21	18	61
Parc. 55:							Parc. 117:						
0-30	37	41	22	52	16	32	0-30	39	19	42	58	0	42
30-75	28	46	26	16	35	49	30-75	44	24	32	37	24	39
75-120	4	1	95	54	36	9	75-120	50	10	40	91	8	1
150-200	4	2	94	55	25	19	150-200	32	2	66	35	12	52
Parc. 83:							Parc. 119:						
0-30	30	49	21	67	7	26	0-30	34	42	24	42	0	58
30-75	31	60	9	28	36	35	30-75	42	26	33	39	0	61
75-120	20	40	40	56	14	30	75-120	36	10	46	54	0	46
150-200	26	33	41	48	17	35	150-200	24	9	67	17	22	61
Parc. 89:							Parc. 119:						
0-30	33	45	22	57	43	0	0-30	28	23	49	23	22	55
30-75	28	54	17	47	35	18	30-75	25	37	30	30	0	62
75-120	4	4	92	65	23	12	75-120	38	15	47	31	45	24
150-200	6	1	93	66	22	12	150-200	26	19	55	13	18	69

COMPLEXE ABSORBANT DES SOLS DE GUEDE
 en % de T (ou de S, si $S \geq T$)

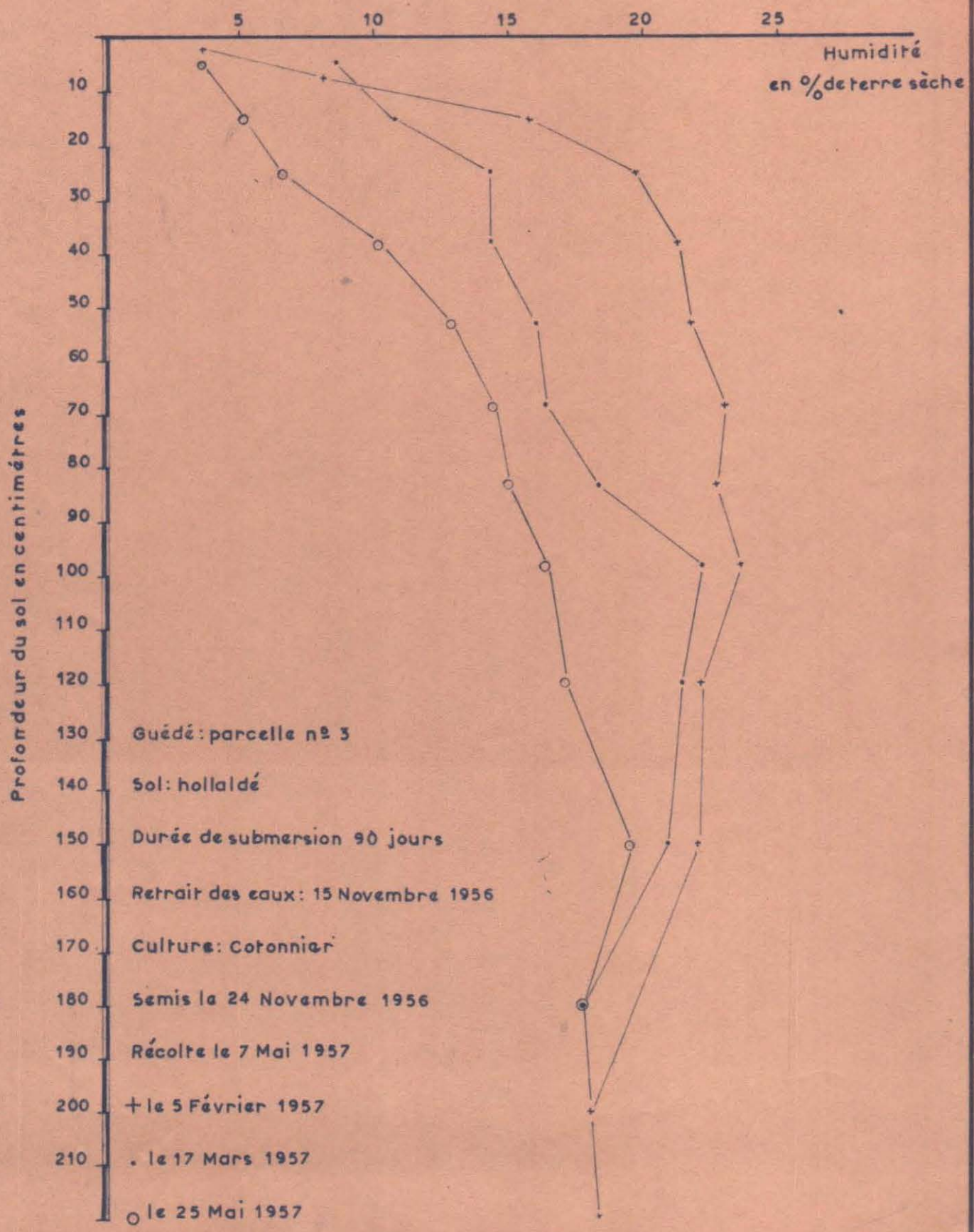
65.-

Hollaldé						Fondé					
	Ca	Mg	K	Na	H		Ca	Mg	K	Na	H
Parcelle N°3:						Parcelle IO5:					
0-30	36	9	2	3	50	0-30	24	37	3	3	33
30-75	45	12	I	4	38	30-75	22	8	I,5	16	53
75-120	28	18	I	7	46	75-120	16	55	0,7	28	-
I50-200	48	45	I	6	-	I50-200	21	48	0,6	30	-
Parcelle IO						Parcelle IO6:					
0-30	35	39	2	4	20	0-30	32	63	I,7	3,5	-
30-75	25	56	I	II	6	30-75	20	63	I	14	2
75-120	70	24	0,3	6	-	75-120	27	29	I	40	3
I50-200	32	58	0,5	9	-	I50-200	49	21	I	29	2
Parcelle 29						Parcelle IO9:					
0-30	28	59	2	4	6	0-30	29	65	4	3	I
30-75	25	52	I	I5	26	30-75	32	62	2	3	-
75-120	38	45	I	I6	-	75-120	42	40	3	4	II
I50-200	31	39	I	29	-	I50-200					
Parcelle 30						Parcelle II2:					
0-30	30	63	2	3	2	0-30	44	42	2	2	9
30-75	22	62	I	I5	-	30-75	38	53	I	8	-
75-120	57	39	I	3	-	75-120	32	47	I	20	-
I50-200	50	28	I	21	-	I50-200	45	22	I	32	-
Parcelle 55						Parcelle II6:					
0-30	29	62	2	2	5	0-30	35	38	2	2	23
30-75	28	50	I	5	15	30-75	19	70	I	II	-
75-120	66	26	3	4	-	75-120	29	44	I	25	I
I50-200	60	33	0,5	6,5	-	I50-200	41	24	I	34	-
Parcelle 80						Parcelle II7:					
0-30	27	42	2	2,5	26	0-30	55	41	2	2	-
30-75	40	33	2	3	22	30-75	30	65	I	2	I
75-120	34	41	I	3	21	75-120	70	12	I	6	II
I50-200	31	23	I	4	41	I50-200	36	14	I	22	27
Parcelle 89						Parcelle II9:					
0-30	35	56	2	2	6	0-30	22	72	3	2	-
30-75	39	45	I	4	II	30-75	33	63	2	I	2
75-120	65	28	I	6	-	75-120	35	60	I	4	-
I20-200	63	32	I	4	-	I50-200	26	57	I	16	2

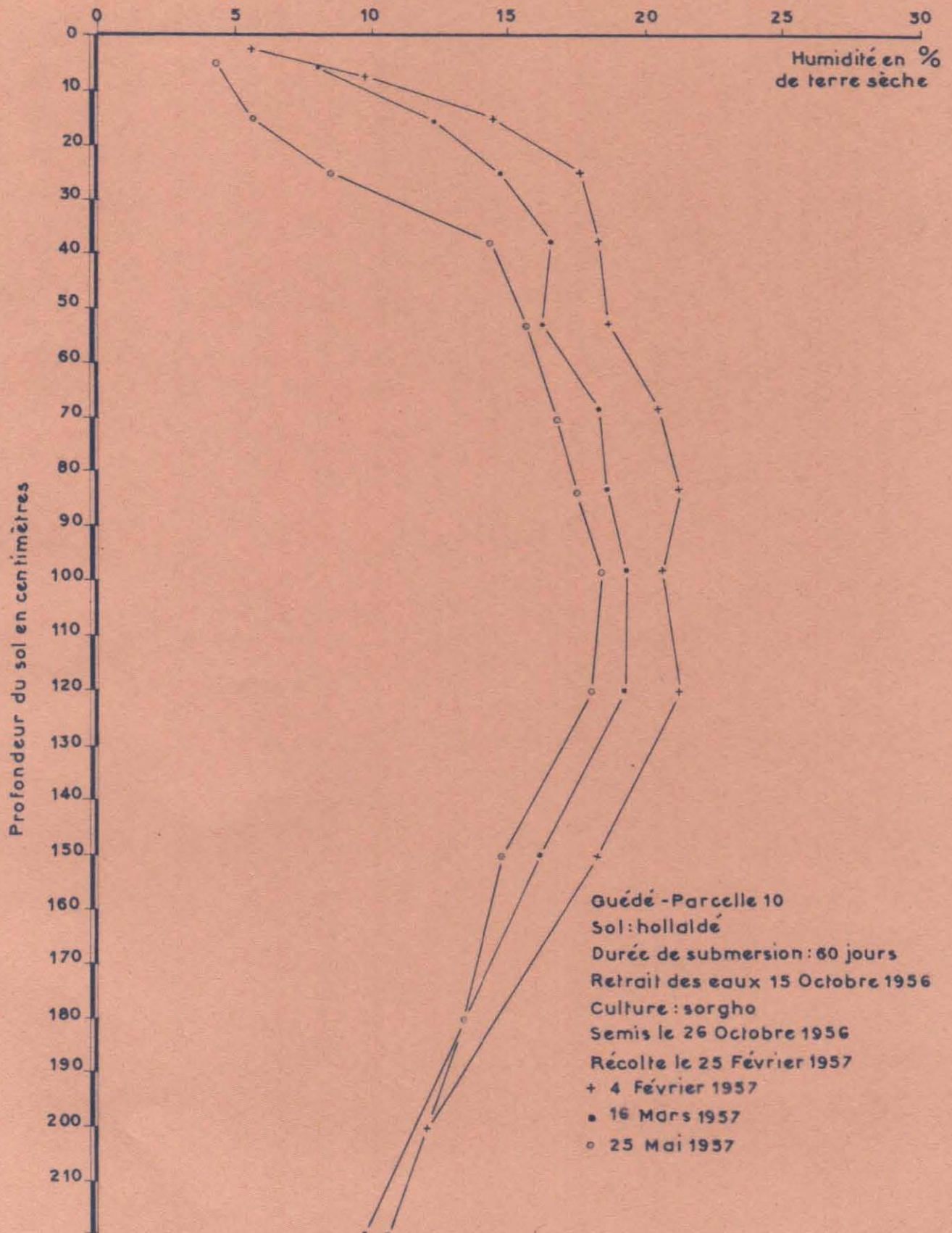
PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLS DE GUEDE EN RELATION
AVEC L'EAU

N° des Parcelles	Argile %	Matière organique %	Capacité: Hum	réten-: équ.	Point de: flétris-: sement	Densité: apparen-: des mottes	Densité: apparen-: te du sol
3	49	0,44	41	23	9,3	1,79	1,64
10	50	0,55	40	21	7,4	1,70	1,53
29	46	2,83	42	25	7,0	1,51	1,45
30	45	0,76	55	24	6,6	1,67	1,53
55	50	0,83	42	21	6,7	1,73	1,59
80	54	0,42	42	24	7,9	1,73	1,59
89	45	0,31	38	23	6,5	1,69	1,62
I05	38	0,62	36	21	4,9	1,59	1,57
I06	35	0,41	40	21	4,8	1,56	1,54
I09	17	1,99	27	10	2,0	1,66	1,61
II2	25	0,61	39	17	3,2	1,54	1,49
II6	35	0,61	30	20	4,3	1,69	1,65
II7	31	0,00	34	17	3,6	1,58	1,56
II9	26	0,00	24	16	3,3	1,65	1,63

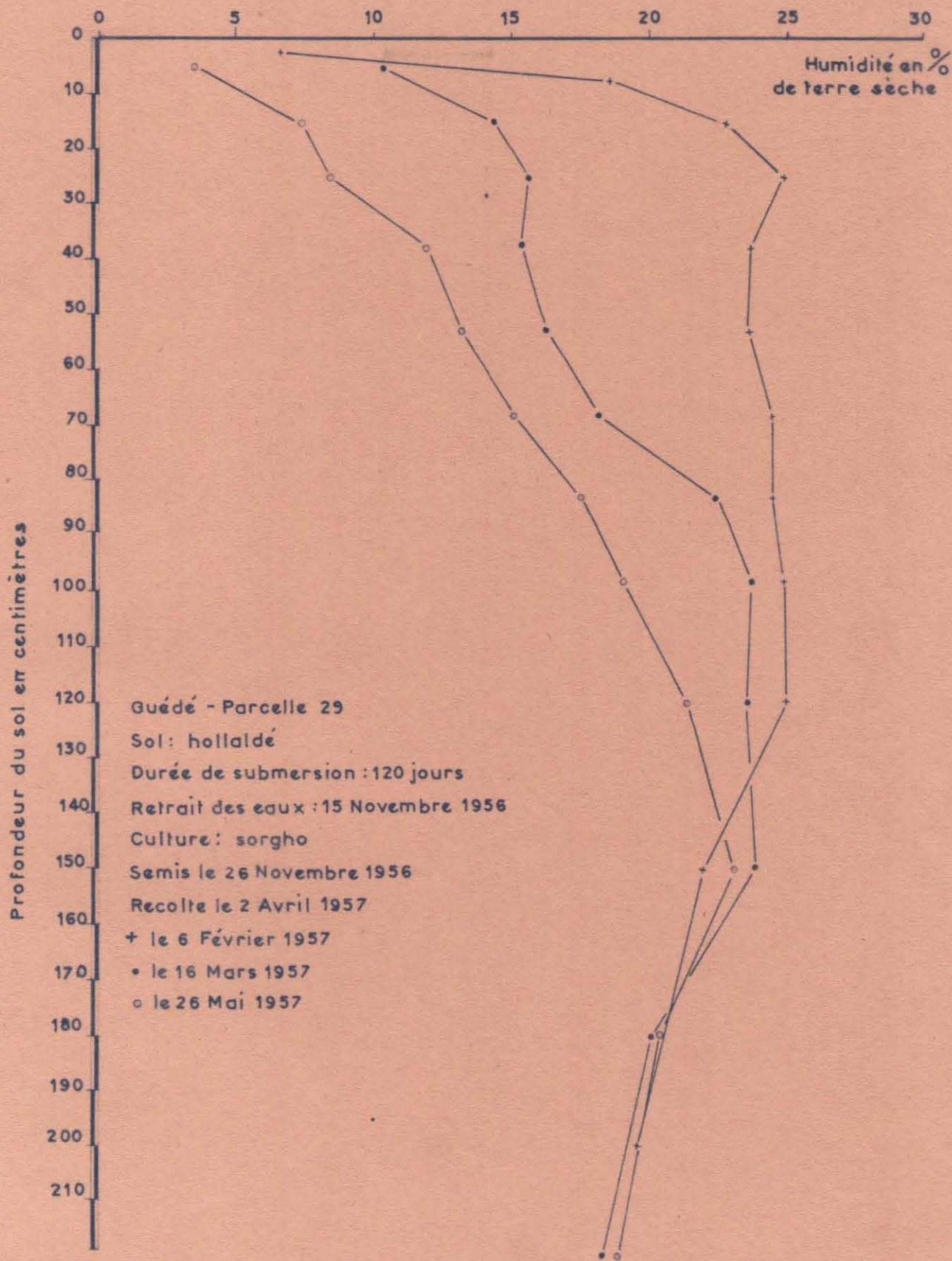
PROFILS HYDRIQUES



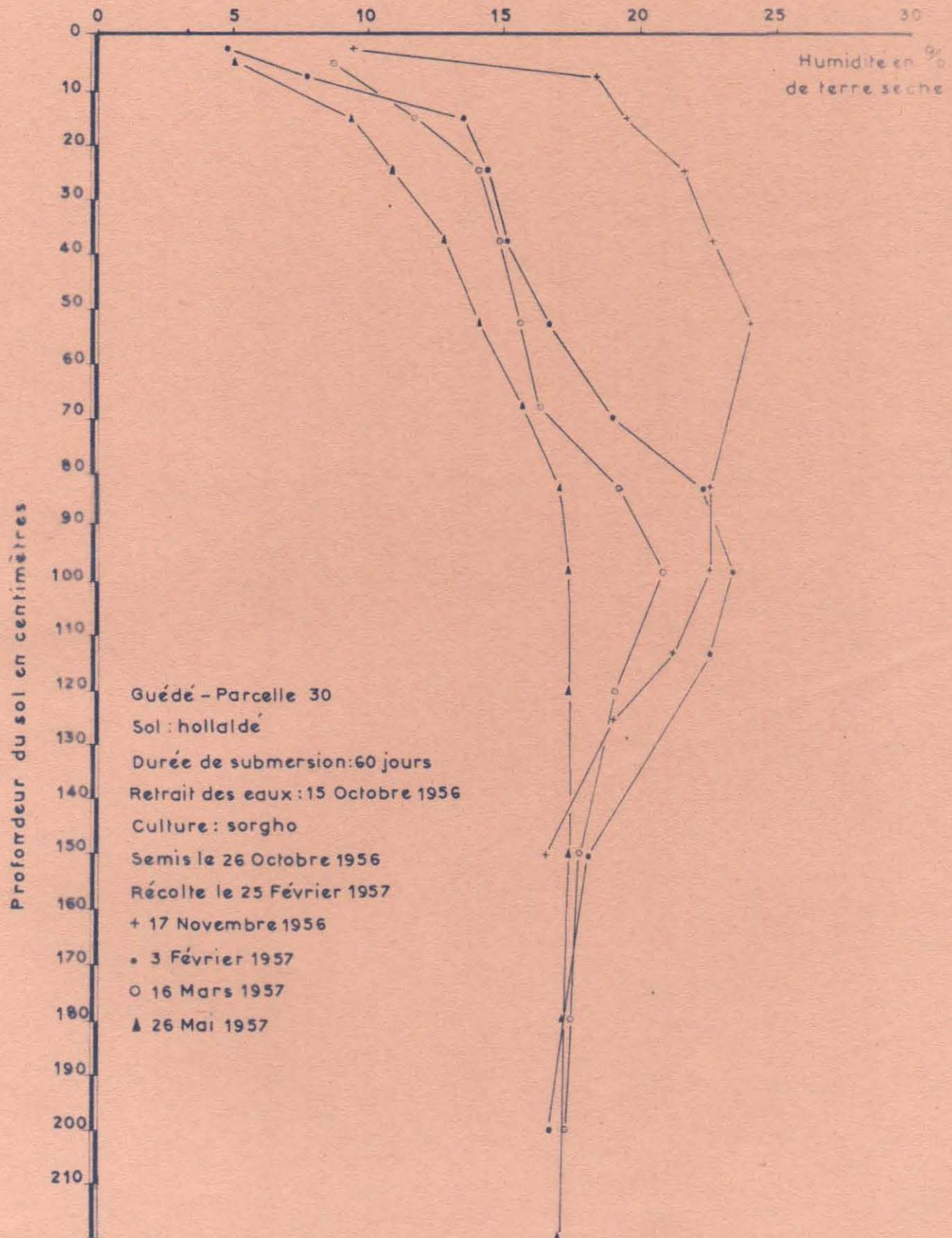
PROFILS HYDRIQUES



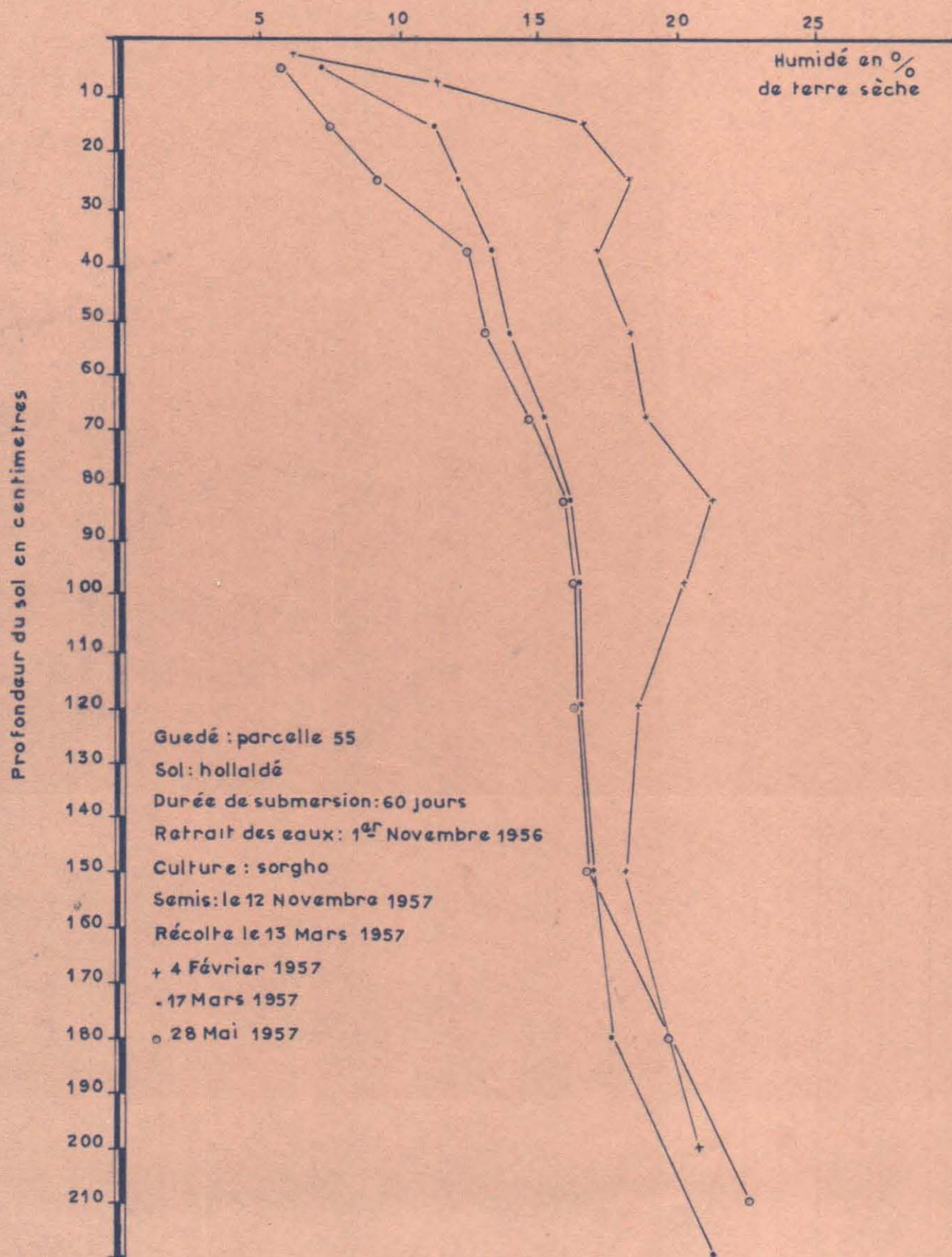
PROFILS HYDRIQUES



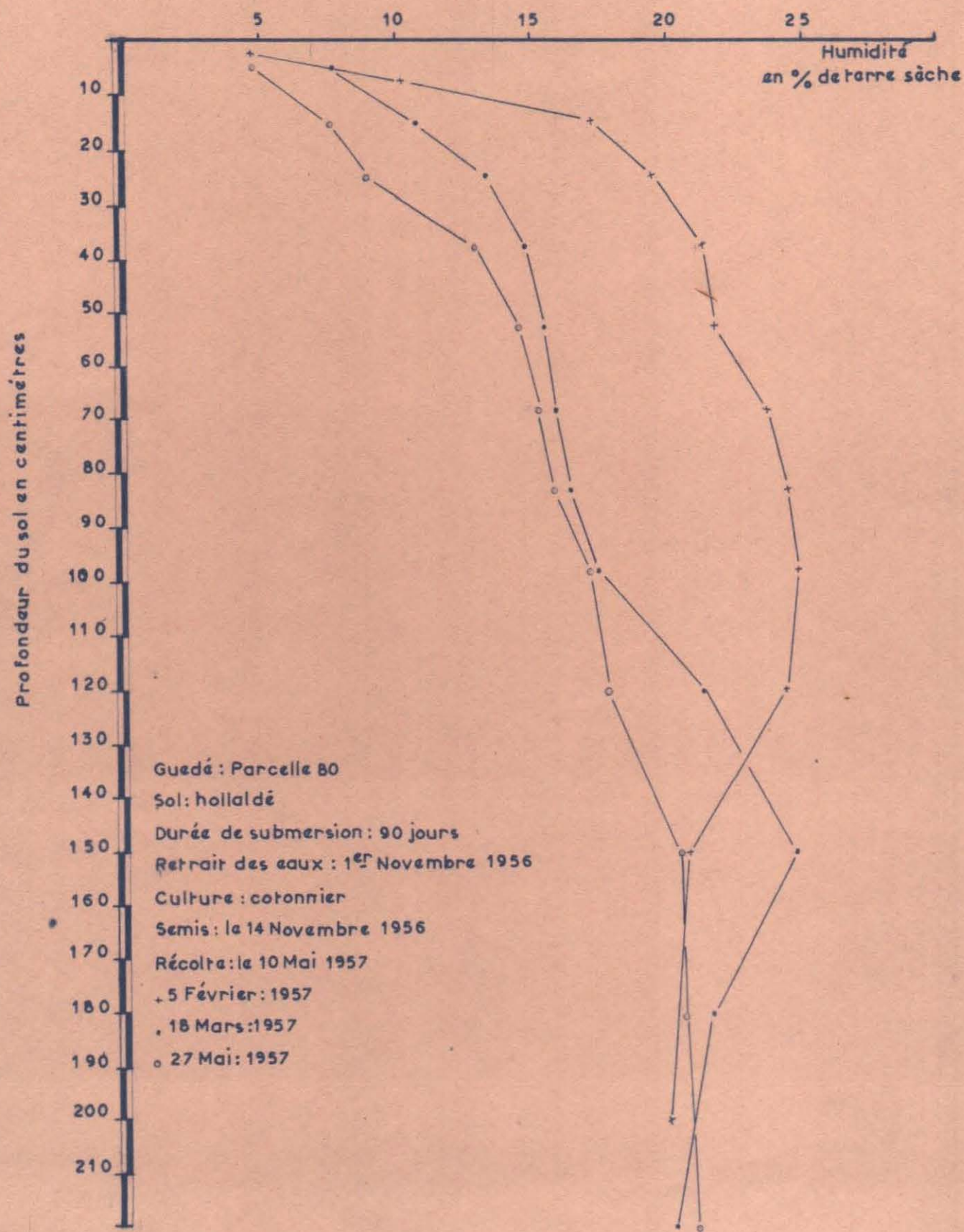
PROFILS HYDRIQUES



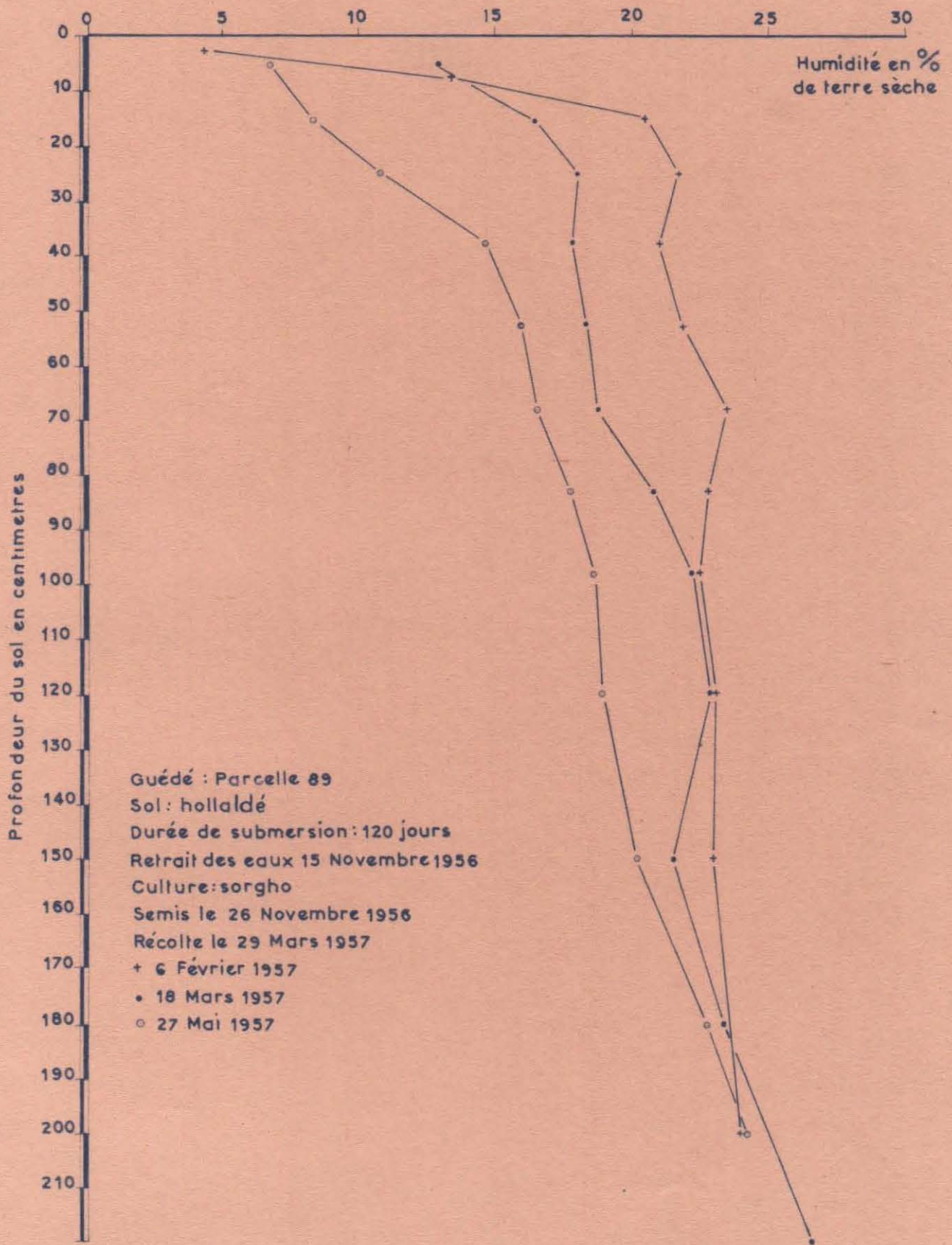
PROFILS HYDRIQUES



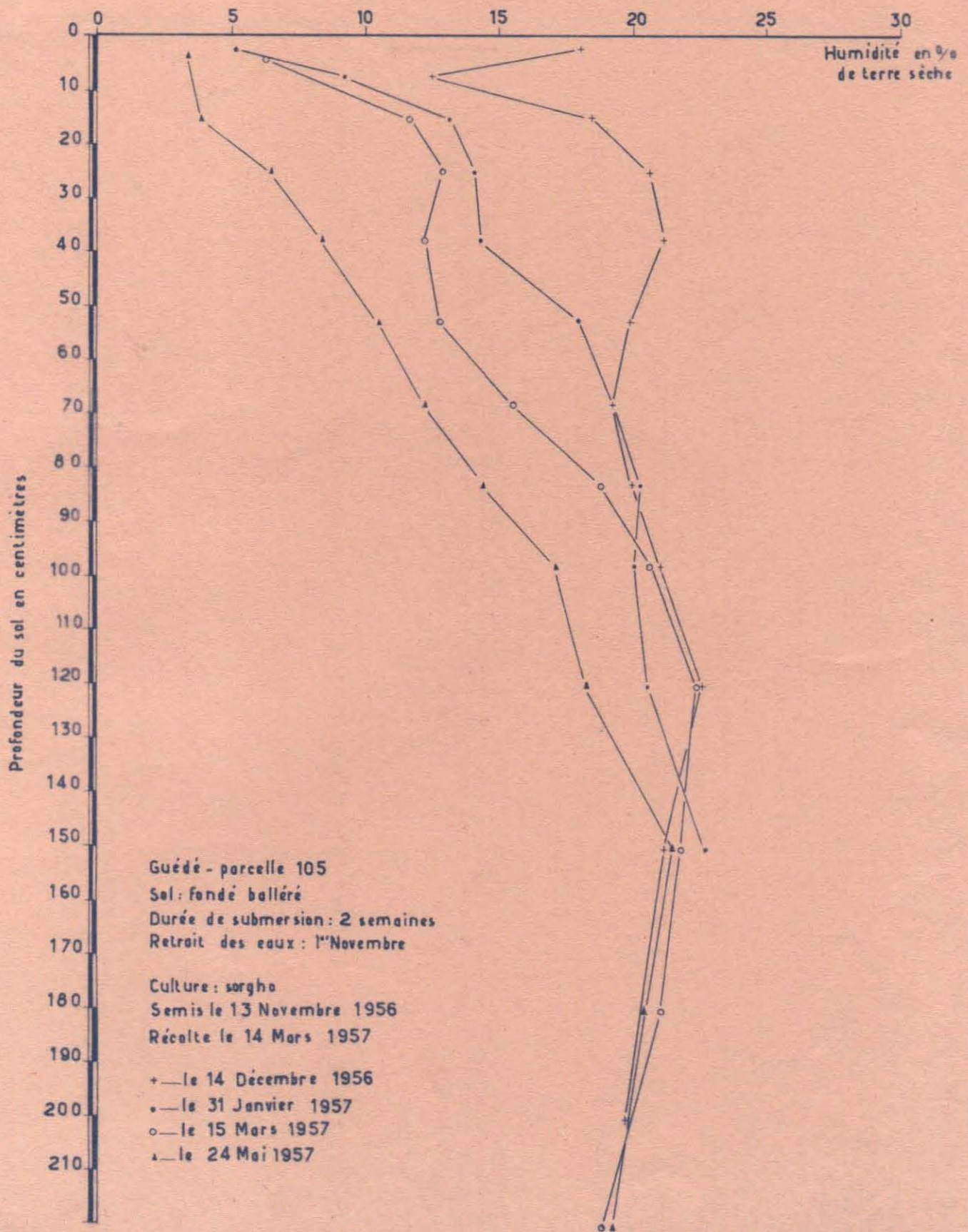
PROFILS HYDRIQUES



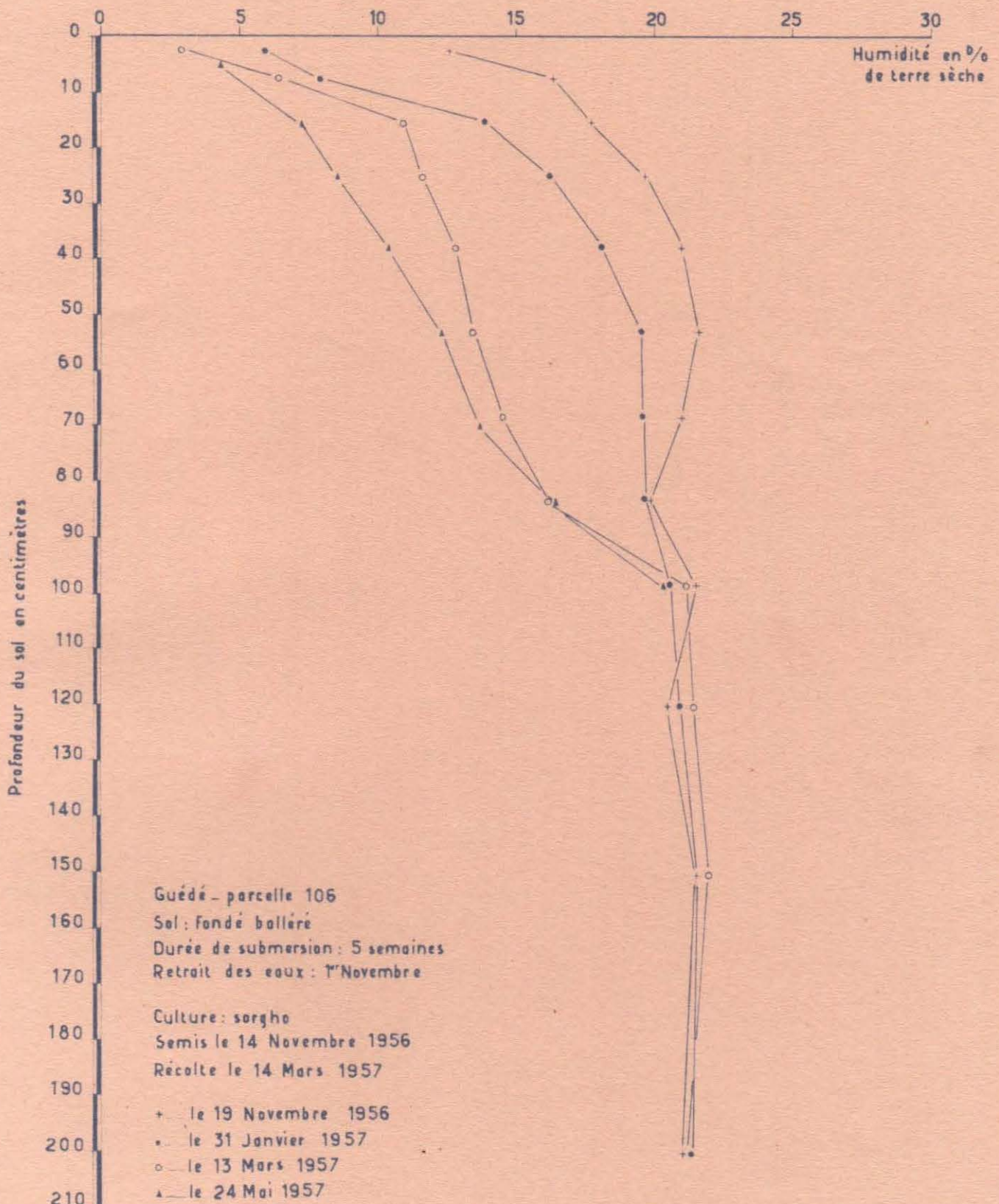
PROFILS HYDRIQUES



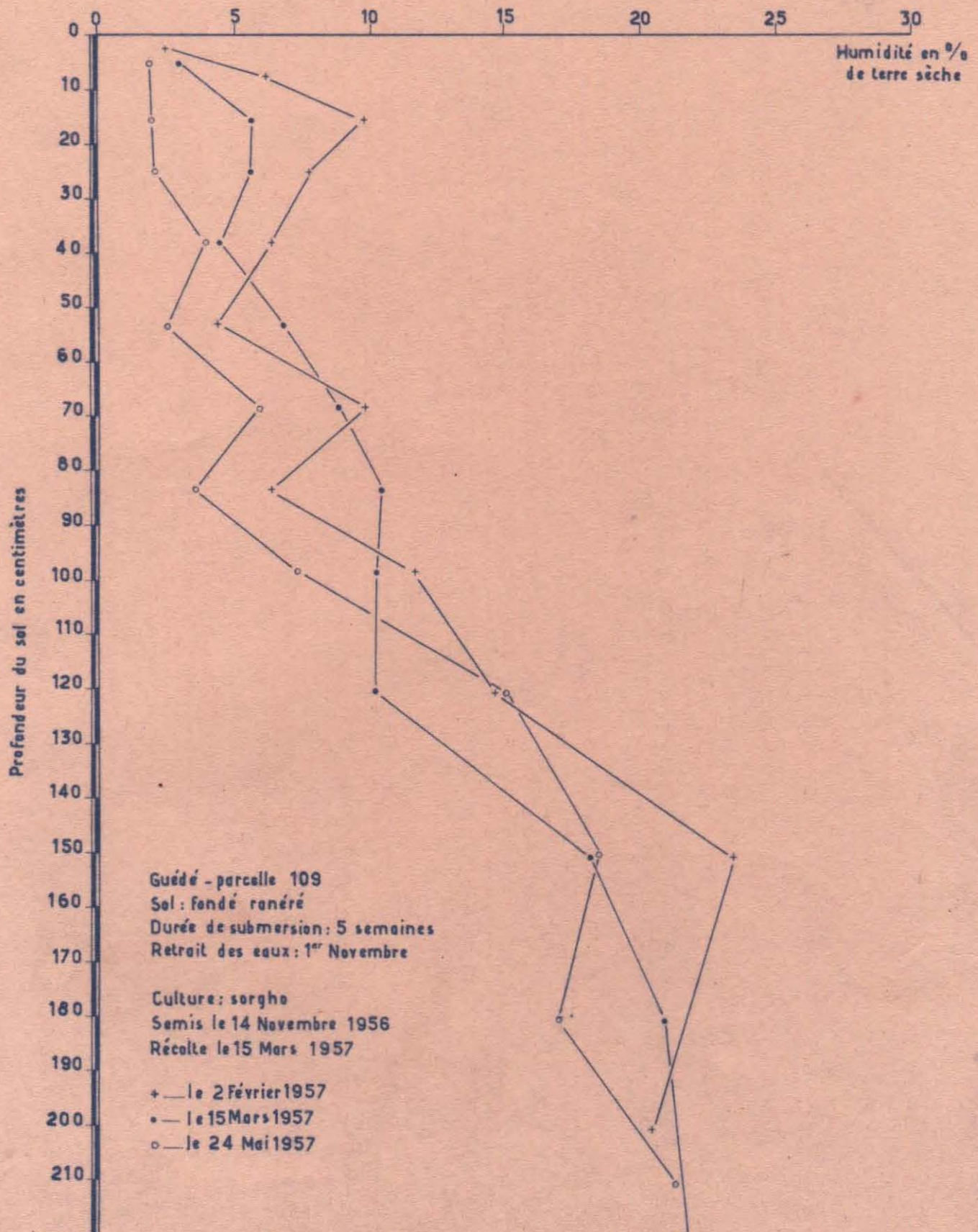
PROFILS HYDRIQUES



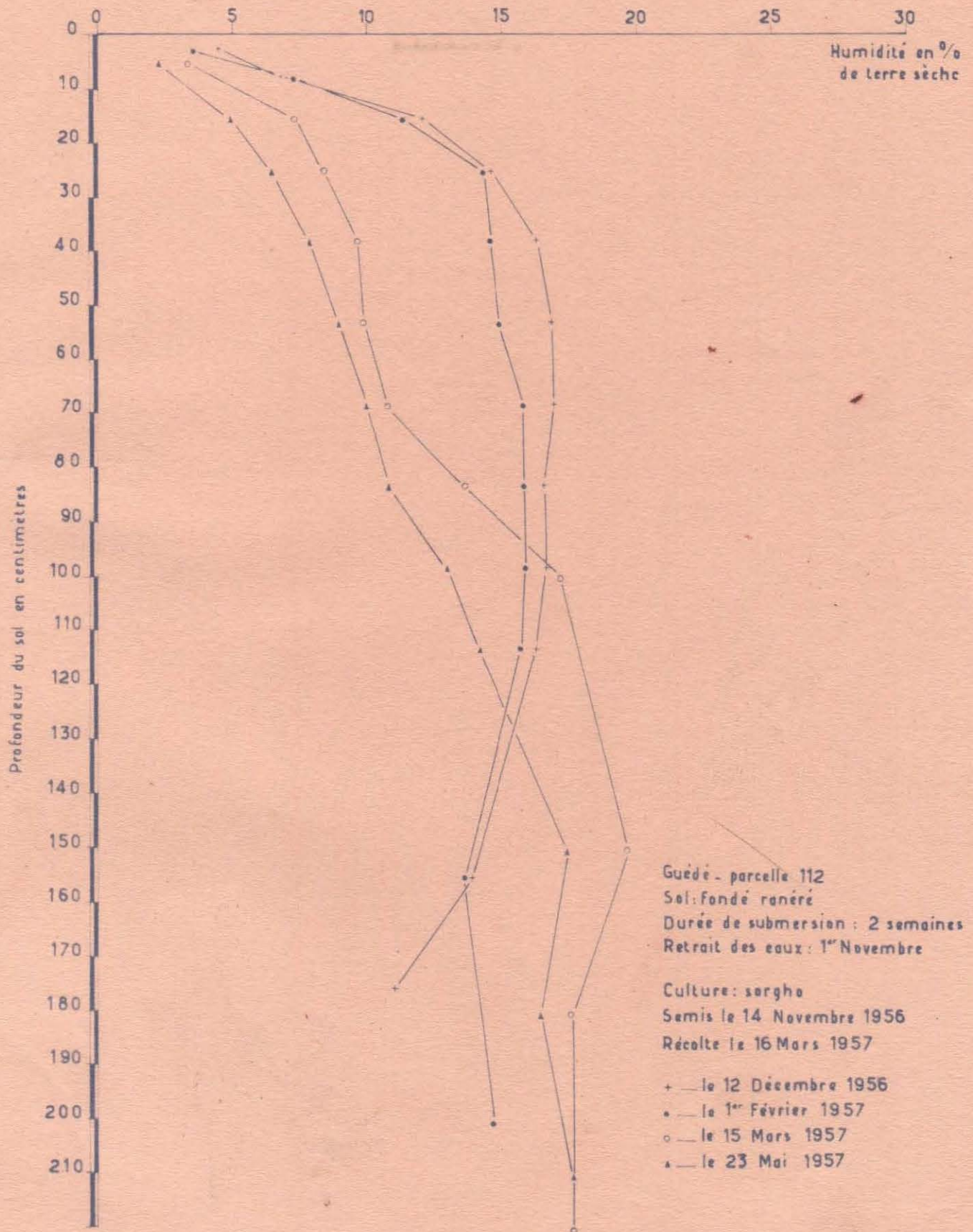
PROFILS HYDRIQUES



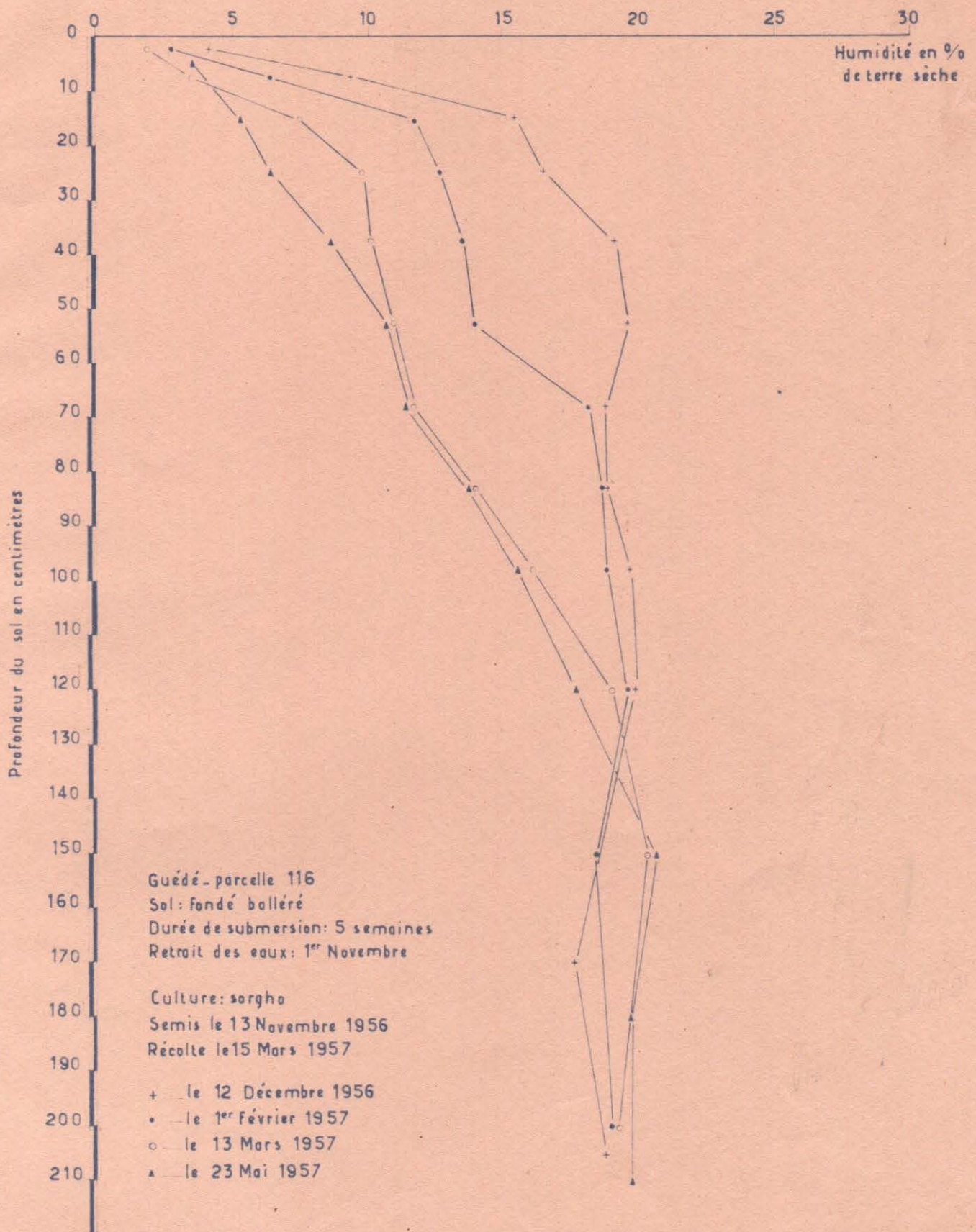
PROFILS HYDRIQUES



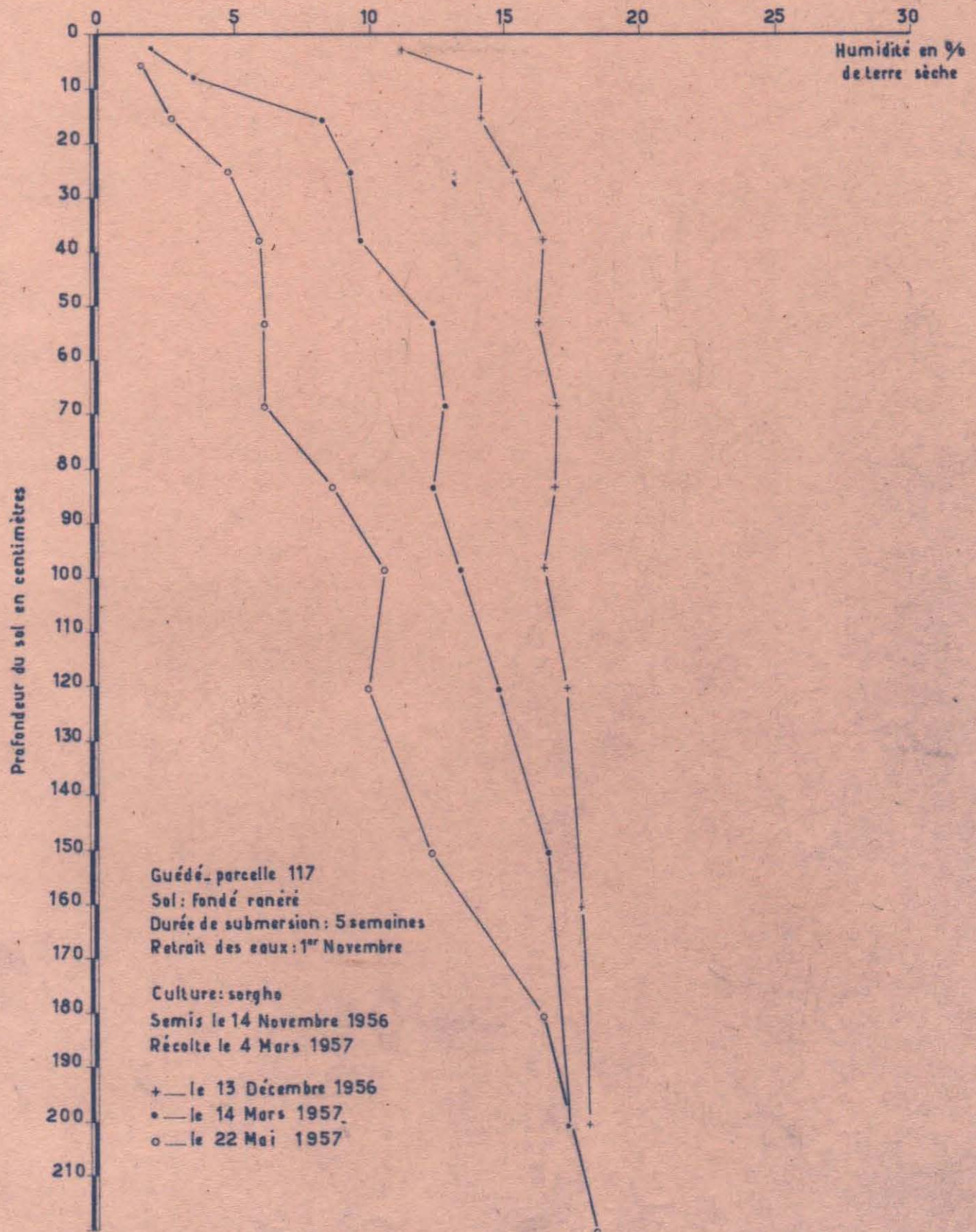
PROFILS HYDRIQUES



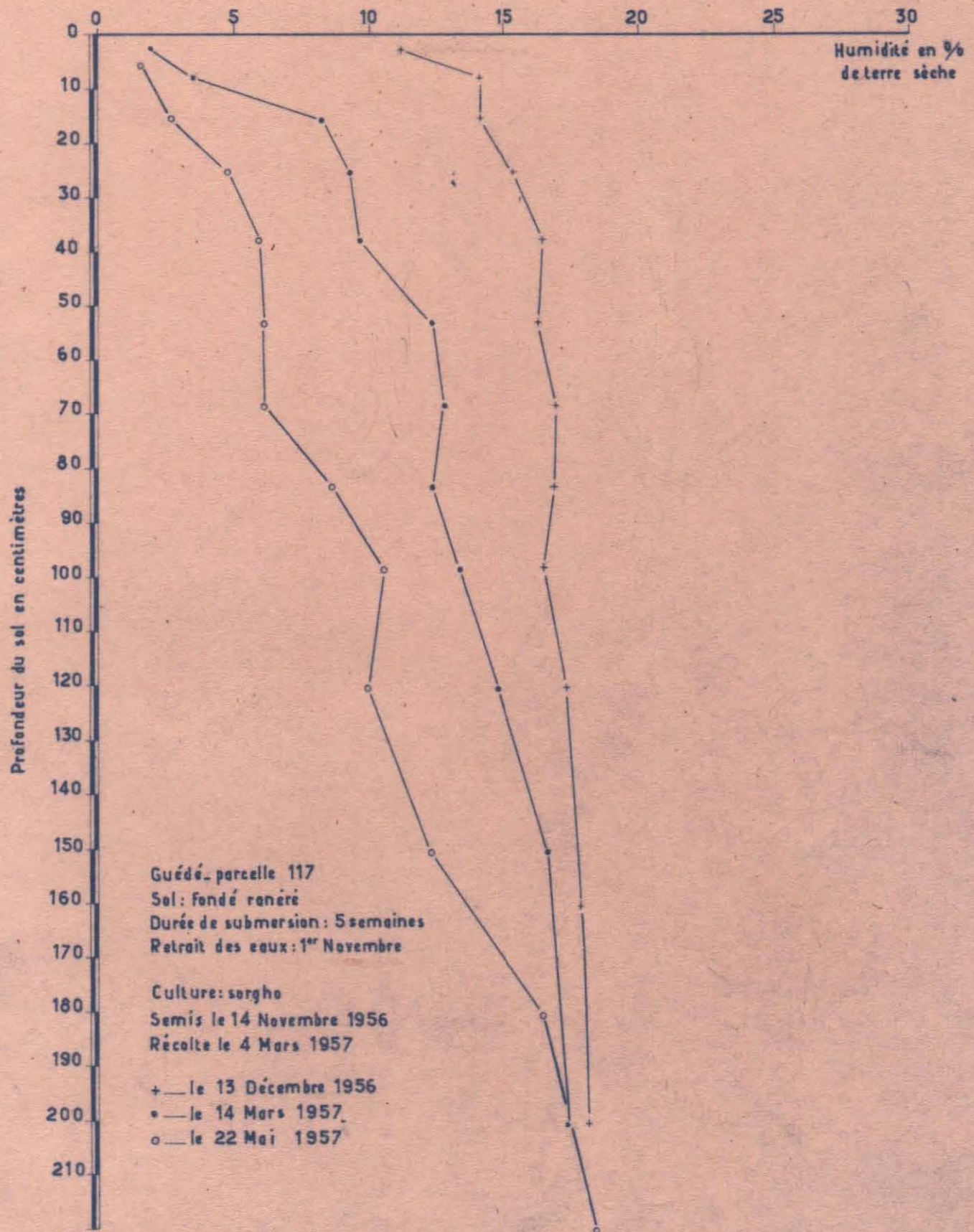
PROFILS HYDRIQUES



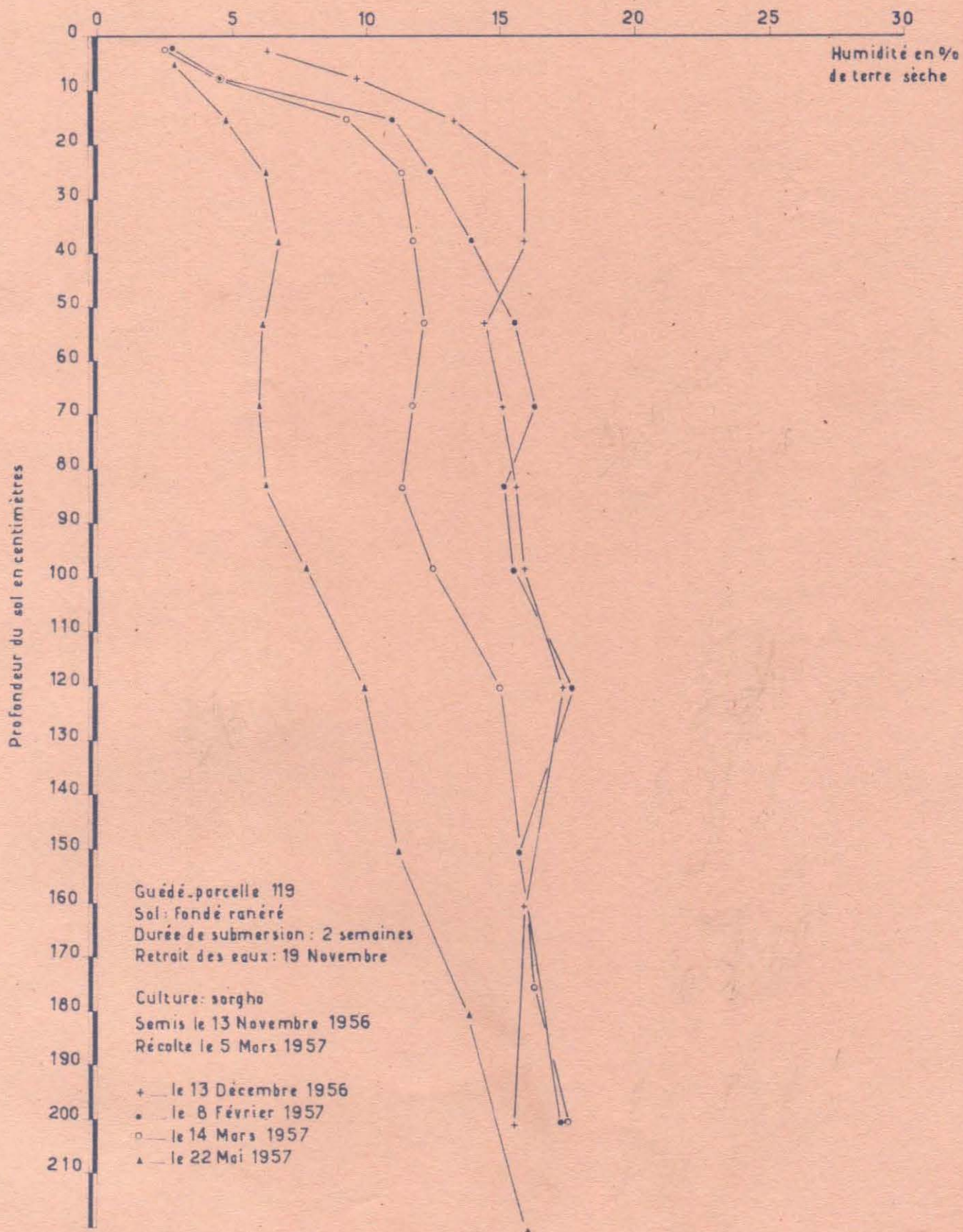
PROFILS HYDRIQUES



PROFILS HYDRIQUES



PROFILS HYDRIQUES



PROFILS HYDRIQUES

