

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION
(O R S T O M)

CENTRE D'ADIOPODOUME

BP. V-51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

LE TRAVAIL DU SOL SOUS CULTURE DE MANIOC EN BASSE
CÔTE D'IVOIRE

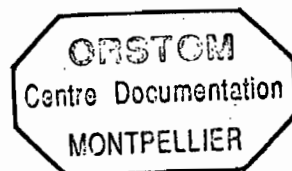
PREMIERE PARTIE : LE SOL

B. GOUE

J.P. RAFFAILLAC

G. NEDELEC

Juin 1986



Document interne

F 27.391

PLAN

I. METHODOLOGIE EXPERIMENTALE

- A. Analyse de laboratoire
- B. Mesures *in situ*
 - 1. Humidimétrie neutronique et densimétrie
 - 2. Schéma du protocole expérimental

II. RESULTATS EXPERIMENTAUX

- A. Granulométrie - Complexe absorbant - Matière organique totale
- B. Humidités caractéristiques (pF 4,2 et pF 2,5)
- C. Densités apparentes sèches ρ_s
- D. Stocks hydriques
- E. Caractéristiques hydrodynamiques (Réserves utiles, capacité de rétention...)

III. DISCUSSIONS

- A. Granulométrie - Matière organique - Complexe absorbant
- B. Densités apparentes sèches ρ_s
- C. Stocks hydriques

BIBLIOGRAPHIE

I. MÉTHODOLOGIE EXPÉRIMENTALE

En fonction de trois traitements de travail du sol :

- traitement T₀ : sol non travaillé,
 - traitement T₁ : sol travaillé sur 15 à 20 cm de profondeur,
 - traitement T₂ : sol labouré profondément (de 35 à 40 cm),
- deux types d'observations ont été faites pour le suivi des propriétés physiques et hydriques du sol sous cultures de manioc : en laboratoire et "*in situ*".

A. Analyses de laboratoire

Il s'agit essentiellement de l'analyse texturale et de l'évaluation des quantités de bases échangeables du complexe adsorbant et des quantités de matière organique.

Trois séries d'échantillons sont prélevés au cours du temps (deux, quatre et six mois après plantation) sur chaque traitement. Sur ces mêmes échantillons, on détermine les humidités caractéristiques aux pF 4.2 et pF 2.5.

B. Mesures "*in situ*"

1. Humidimétrie neutronique et densimétrie

La détermination des paramètres neutroniques des sols (les coefficients α et β des droites d'étalonnage de chaque traitement a été faite sur le terrain par la méthode gammadensimétrique. Le gammadensimètre utilisé - type DR 18 - a permis en même temps de mesurer les densités apparentes sèches des horizons du profil (0-100 cm).

Simultanément, ont été mesurées, par la méthode du cylindre, les densités apparentes sèches des horizons de surface de chaque traitement (0-20 cm).

Ces mesures densimétriques ont été répétées tous les deux mois pendant les six premiers mois du cycle cultural.

L'humidité volumique est mesurée hebdomadairement en 12 points répartis comme suit : 4 points par traitement dont un sur sol nu sert de témoin et les 3 autres en ligne, entre 4 plants, à équidistance.

La sonde utilisée est du type SOLO 20 de 10 mCi, les mesures de surface sont effectuées par gravimétrie.

Pour déterminer quelques paramètres hydrodynamiques (capacité de rétention, réserves utiles) deux essais d'"infiltration-ressuyage" ont été faits à l'aide d'un dispositif MUNTZ pendant la période sèche (Février-mars) sur sols nus (témoins).

2. Schéma du protocole expérimental (fig. 1)

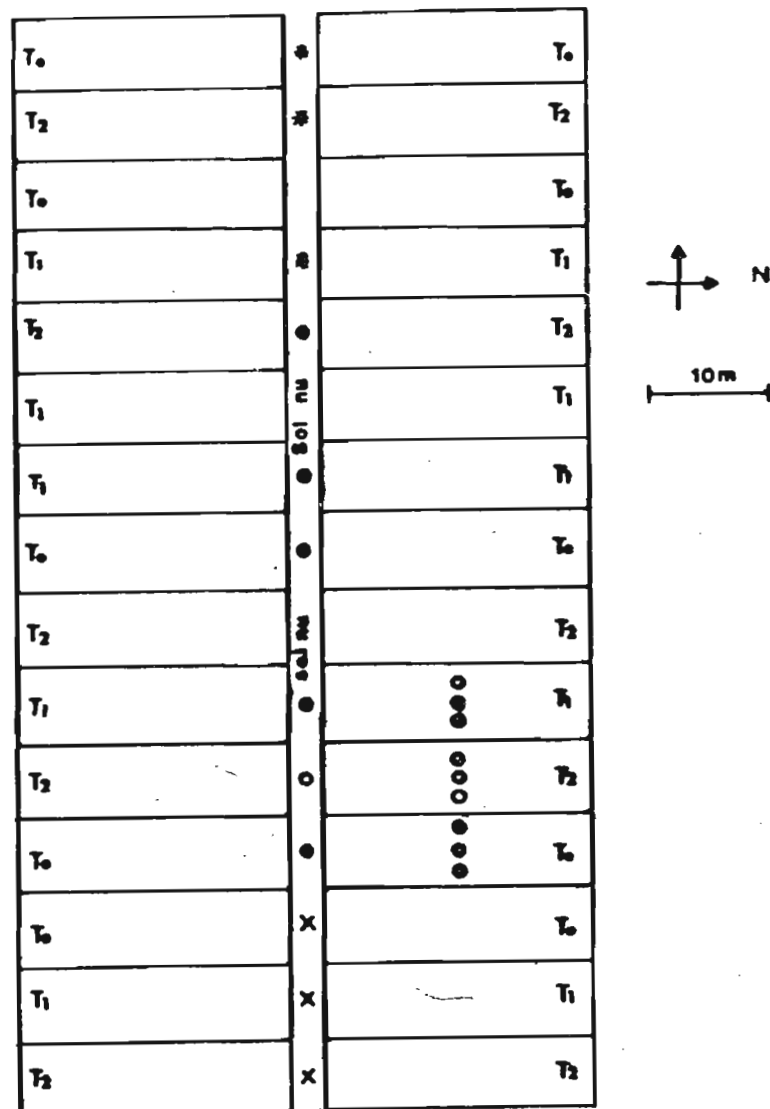


Fig 1: Dispositif expérimental

Superficie : 0.5ha

densité : 2892 plants/ha

○ Tube d'accès pour sonde à neutrons (Solo 20 - 10mCi)

X Analyse granulométrique mesure de θ_0 - Avril

● " " - Juin

* " " - Août

II. RESULTATS EXPERIMENTAUX

A. Granulométrie - Bases échangeables - Matière organique totale

Les tableaux suivants donnent les résultats de l'analyse texturale ainsi que les quantités de bases échangeables et de matière organique totale.

La granulométrie (Argile, Sable et Limon) est exprimée en % pondéraux.

Les bases échangeables (Ca^{**} , Mg^{**} , K^*) en milliéquivalents pour 100g de sol (méq./100 g).

La matière organique totale (M.O.) en % pondéraux.

1. Traitement To : Echantillonnages A₀ (Avril) - B₀ (Juin) - C₀ (Août)

Horizon	Argile	Limon	Sable	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	M.O.
0 - 15	7.3	4.8	84.9	0.90	0.43	0.09	2.3
15 - 35	13.6	6.5	79.4	0.16	0.07	0.03	1.3
35 - 50	11.9	5.4	81.2	0.31	0.05	0.05	0.8
50 - 70	11.1	6.7	81.2	0.31	0.01	0.02	0.7
70 - 90	14.3	5.7	79.3	0.22	0.01	0.01	0.8
90 -110	26.1	6.0	67.2	0.14	0.01	0.03	0.7

A₀

0 - 15	10.2	6.8	82.2	0.24	0.01	0.04	1.4
15 - 35	13.6	6.7	79.5	0.18	0.11	0.01	0.8
35 - 50	12.1	6.9	81.7	0.38	0.05	0.03	0.9
50 - 70	10.4	6.8	82.8	0.31	0.03	0.02	0.8
70 - 90	10.9	6.4	83.1	0.28	0.01	0.02	0.6
90 -110	11.9	5.3	82.9	0.26	0.01	0.01	0.6

B₀

0 - 15	11.4	6.1	80.2	0.68	0.33	0.06	2.6
15 - 35	9.7	6.1	83.2	0.38	0.07	0.04	1.2
35 - 50	20.1	6.6	72.5	0.16	0.05	0.04	0.9
50 - 70	21.5	8.5	72.3	0.14	0.01	0.06	1.1
70 - 90	21.1	6.2	72.2	0.10	0.01	0.02	0.9
90 -110	20.1	6.4	73.2	0.24	0.01	0.01	0.8

C₀

2. Traitement T1 : Echantillonnages A₁ (Avril) - B₁ (Juin) - C₁ (Août)

Horizon	Argile	Limon	Sable	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	M.O.
0 - 15	6.1	4.6	87.5	0.48	0.01	0.06	1.5
15 - 35	6.5	4.8	88.5	0.22	0.27	0.03	1.0
35 - 50	8.5	4.8	85.9	0.10	0.05	0.02	0.7
50 - 70	12.1	5.1	82.8	0.24	0.07	0.03	0.6
70 - 90	16.5	6.0	76.9	0.18	0.05	0.02	0.6
90 -110	22.8	4.9	72.4	0.22	0.03	0.03	0.8

A₁

0 - 15	7.3	5.4	85.8	0.78	0.33	0.04	2.2
15 - 35	6.8	4.6	86.7	0.66	0.33	0.12	2.2
35 - 50	7.5	7.1	82.7	0.34	0.11	0.08	1.4
50 - 70	11.1	5.8	82.3	0.22	0.05	0.05	1.0
70 - 90	11.4	6.6	81.9	0.18	0.03	0.03	0.9
90 -110	19.1	6.2	73.9	0.20	0.01	0.01	0.8

B₁

0 - 15	10.7	8.2	78.7	0.66	0.51	0.08	3.1
15 - 35	11.9	9.3	78.2	0.20	0.13	0.06	1.6
35 - 50	13.8	8.5	77.2	0.16	0.07	0.03	1.3
50 - 70	15.7	8.2	75.8	0.14	0.05	0.03	1.2
70 - 90	18.5	6.9	74.5	0.14	0.01	0.04	1.0
90 -110	17.6	7.4	74.9	0.14	0.01	0.02	0.9

C₁

3. Traitement T₂ : Echantillonnages A₂ (Avril) - B₂ (Juin) - C₂ (Août)

Horizon	Argile	Limon	Sable .	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	M.O.
0 - 15	6.8	5.5	87.7	0.22	0.09	0.02	1.0
15 - 35	7.3	5.0	86.6	0.40	0.24	0.07	1.3
35 - 50	7.3	4.9	87.2	0.10	0.03	0.02	0.6
50 - 70	11.1	5.4	83.2	0.20	0.05	0.03	0.6
70 - 90	19.6	5.2	75.0	0.52	0.03	0.02	0.8
90 -110	23.2	4.9	71.6	0.52	0.03	0.02	0.8

A₂

0 - 15	9.7	8.1	81.1	0.26	0.13	0.05	1.7
15 - 35	8.0	8.0	82.3	0.50	0.35	0.08	2.3
35 - 50	12.1	7.6	79.8	0.14	0.05	0.03	1.2
50 - 70	14.5	6.8	78.4	0.20	0.05	0.03	0.9
70 - 90	17.4	4.7	74.9	0.20	0.03	0.02	0.8
90 -110	20.6	7.1	72.2	0.22	0.01	0.02	0.7

B₂

0 - 15	11.	8.0	80.8	0.10	0.03	0.05	1.6
15 - 35	10.2	5.4	82.6	0.40	0.19	0.05	2.4
35 - 50	14.3	7.7	77.9	0.10	0.05	0.05	1.3
50 - 70	14.0	7.6	78.7	0.10	0.03	0.03	1.0
70 - 90	21.8	6.4	71.0	0.12	0.03	0.03	0.9
90 -110	22.8	6.4	71.1	0.18	0.01	0.02	0.9

C₂

B. Humidités caractéristiques

Les valeurs sont données en % pondéraux (θ_p). Pour avoir les valeurs humidités volumiques (θ_v) il suffit d'appliquer la relation suivante dans laquelle ρ_s est la densité apparente sèche

$$\theta_v = \theta_p \cdot \rho_s$$

L'humidité pondérale ci-dessous a été mesurée sur les échantillons de juin (3 mois après plantation).

ECHANTILLONS	T ₀		T ₁		T ₂	
	pF 4.2	pF 2.5	pF 4.2	pF 2.5	pF 4.2	pF 2.5
0 - 10	4.0	12.8	4.7	14.6	4.9	13.3
10 - 20	4.1	12.0	4.5	13.9	4.7	14.2
20 - 30	4.3	11.2	4.3	12.4	4.4	12.4
30 - 40	4.2	10.9	4.7	11.8	4.4	12.9
40 - 50	4.5	10.7	5.0	11.6	5.9	12.4
50 - 60	3.9	10.6	5.1	12.5	5.5	13.1
60 - 70	4.3	9.8	5.3	11.8	6.0	13.2
70 - 80	4.2	10.0	6.2	14.8	6.4	15.0
80 - 90	4.1	10.6	6.2	13.8	6.5	15.3
90 - 100	4.5	11.5	7.4	15.6	7.5	18.4

Tableau 1 : Humidités caractéristiques (θ_p)

C. Densités apparentes sèches (ρ_s)1. Par la méthode gammadensimétriquea) Traitement T₀

Période Horizon	Avril	Juin	Août	$\rho \pm \sigma_s$
0 - 15	1.41	1.39	1.43	1.41 ± 0.02
15 - 35	1.49	1.51	1.50	1.50 ± 0.008
35 - 50	1.44	1.45	1.50	1.46 ± 0.03

b) Traitement T₁

0 - 15	1.36	1.40	1.43	1.40 ± 0.03
15 - 35	1.49	1.50	1.49	1.49 ± 0.005
35 - 50	1.46	1.47	1.50	1.48 ± 0.02

c) Traitement T₂

0 - 15	1.42	1.38	1.40	1.40 0.02
15 - 35	1.41	1.39	1.40	1.40 0.008
35 - 50	1.51	1.46	1.50	1.49 0.02

2. Par la méthode du cylindre(Volume : $V = 250 \text{ cm}^3$; Diamètre : $\varnothing = 6.82 \text{ cm}$; Hauteur : $h = 6.82 \text{ cm}$)a) Traitement T_0

Période Horizon	Période				$\rho \pm \sigma_s$
	Avril	Juin	Août	Déc.	
0 - 7	1.38	1.36	1.41	1.39	1.39 ± 0.02
7 - 14	1.44	1.39	1.43	1.47	1.43 ± 0.03
14 - 21	1.49	1.43	1.45	1.56	1.48 ± 0.06

b) Traitement T_1

0 - 7	1.39	1.43	1.38	1.40	1.39 ± 0.05
7 - 14	1.38	1.36	1.41	1.50	1.41 ± 0.06
14 - 21	1.38	1.52	1.41	1.54	1.46 ± 0.08

c) Traitement T_2

0 - 7	1.40	1.40	1.37	1.37	1.39 ± 0.02
7 - 14	1.39	1.39	1.38	1.40	1.39 ± 0.02
14 - 21	1.38	1.38	1.40	1.40	1.39 ± 0.01

D. Profils et stocks hydriques

Les droites d'étalonnages des 3 traitements sont les suivantes :

- Traitement T₀
 - N₀₁ = 12,48 θ_v + 37 , de 0 à 40 cm
 - N₀₂ = 12,48 θ_v + 80 , de 50 à 70 cm
 - N₀₃ = 12,48 θ_v + 129 , de 80 à 100 cm
- Traitement T₁
 - N₁₁ = 12,84 θ_v + 37 , de 0 à 20 cm
 - N₁₂ = 12,84 θ_v + 86 , de 30 à 100 cm
- Traitement T₂
 - N₂₁ = 12,67 θ_v + 25 , de 0 à 20 cm
 - N₂₂ = 12,67 θ_v + 100 , de 30 à 100 cm

N_{i,j} (impulsions/seconde) est le comptage neutronique, à une cote donnée y, de traitement i permettant de calculer l'humidité volumique θ_v (%) à partir de la droite j.

Les profils hydriques obtenus en chaque point montrent que, pour chaque traitement, il peut être calculé un profil hydrique moyen et un profil-témoin sur sol nu. Les stocks hydriques, S (0-y) en mm d'eau, sont calculés à partir de ces profils moyens. La profondeur d'enracinement maximum vertical utile à l'alimentation hydrique de la plante est estimée à 100 cm (voir profils culturaux). On calcule un stock à 35 cm (profondeur du rotobroyage et labour) :

$$S (0-35) = S (0-15) \text{ gravimétrie} + \theta_v(20) + \theta_v(30)$$

et un stock à 100 cm (enracinement maximum) :

$$S (0-100) = S (0-35) + \theta_v(40) + \theta_v(50) + \theta_v(60) + \theta_v(70) + \theta_v(80) + \theta_v(90) + \frac{1}{2} \theta_v(100)$$

Les tableaux 2, 3 et 4 et les figures 2a, 2b, 2c représentent l'évolution au cours du temps de ces stocks.

E. Caractéristiques hydrodynamiques

1. Point de flétrissement

A partir des données de laboratoire on détermine pour chaque traitement les valeurs des stocks d'eau au pF 4,2 sur le profil (0-100 cm).

Traitement T₀ : pF 4,2 = 61,2 mm

Traitement T₁ : pF 4,2 = 78,5 mm

Traitement T₂ : pF 4,2 = 82,6 mm

2. Capacité de rétention - Réserves utiles - Réserves facilement utilisables (Profil 0-100 cm)

Les courbes de ressuyage des traitements T₀ et T₁ sont données aux figures 4-a et 4-b.

Pour le traitement T₁, à défaut de valeurs expérimentales on prendra les moyennes en de T₀ et T₂.

A partir des figures 4-a et 4-b et des valeurs de pF 4,2 on obtient par traitement :

T ₀	Capacité de rétention (R)	=	165	mm
	Point de flétrissement (pF 4,2)	=	61,2	
	Réserves utiles (RU)	=	103,8	
	Réserves facilement utilisables (RFU)	=	69,2	
T ₁	Capacité de rétention (R)	=	175	mm
	Point de flétrissement (pF 4,2)	=	78,5	
	Réserves utiles (RU)	=	96,5	
	Réserves facilement utilisables (FU)	=	64,3	
T ₂	Capacité de rétention (R)	=	185	mm
	Point de flétrissement (pF 4,2)	=	82,6	
	Réserves utiles (RU)	=	102,4	
	Réserves facilement utilisables	=	68,3	

Date \ Traitement	T ₀		T ₁		T ₂	
	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t
11 avril 1984	55.3	52.9	58.2	61.1	50.5	53.9
18	64.3	55.8	64.8	67.4	52.4	56.2
25	43.8	42.0	46.4	50.4	36.7	41.5
27	44.0	41.0	45.6	46.3	37.8	39.6
4 mai 1984	47.4	42.9	42.7	51.3	37.3	39.8
11	55.1	50.9	55.8	60.7	49.8	52.5
18	54.3	50.4	54.1	61.7	47.3	51.0
24	50.8	49.0	49.3	54.8	43.4	48.1
1er juin 1984	45.1	43.1	47.1	52.7	43.4	43.8
4	56.4	51.9	58.6	63.5	49.6	52.5
20	57.3	53.7	61.0	64.8	54.1	55.5
27	54.5	48.6	57.6	61.7	50.7	52.2
6 juillet 1984	51.6	43.8	55.0	55.4	47.6	48.0
13	57.9	50.1	60.1	63.4	53.9	55.1
20	51.6	44.6	54.7	55.5	48.5	48.6
27	52.5	47.3	53.6	57.8	48.0	48.5
3 août 1984	50.7	41.9	55.4	49.7	44.9	45.6
17	45.5	37.3	46.2	47.0	42.6	42.8
24	39.0	30.9	38.4	37.9	36.3	36.6
27	35.8	29.6	35.9	35.0	33.4	35.2
14 septembre 1984	41.0	32.5	39.7	48.4	35.8	36.7
5 octobre 1984	55.9	49.8	57.4	60.9	51.4	51.4
15	66.0	53.3	64.9	64.8	56.8	56.9
19	57.0	53.1	59.7	65.2	56.7	57.0
26	48.8	43.5	47.7	55.1	42.8	42.8

Date	T ₀		T ₁		T ₂	
	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t
02 novembre 1984	59.1	49.5	58.5	61.7	52.0	52.3
09	46.3	41.1	47.6	52.5	43.3	45.3
16	45.1	41.0	46.0	47.5	41.3	44.7
19	38.6	34.2	43.5	45.0	36.9	38.0
26	50.3	37.8	49.5	50.8	45.1	45.9
03 décembre 1984	44.4	36.7	44.4	46.0	28.8	32.0
17	37.3	34.0	39.9	40.4	25.1	27.3
07 janvier 1985	40.8	37.1	40.4	48.3	36.6	36.8
04 février 1985	36.7	33.9	36.5	44.4	33.7	33.8
12	32.4	-	33.3	45.3	31.4	31.8
18	27.1	-	32.8	36.7	24.8	26.5
25	27.3	-	22.1	36.9	26.2	30.7
27	67.9	-	66.5	62.7	55.9	59.2
05 Mars 1985	42.7	39.6	48.9	50.7	33.6	40.5
15	52.7	59.6	54.6	62.9	45.4	-
18	55.2	48.0	48.4	54.9	42.9	-
25	41.4	38.6	30.2	35.2	29.1	-
02 avril 1985	46.3	40.6	42.8	37.0	41.3	-
09	31.8	31.9	37.5	33.1	28.1	-
15	26.5	26.7	26.0	29.4	20.9	-

Tableau 2 : Stocks hydriques à 35 cm
S (0-35)

\bar{S} : stocks hydriques moyens (3 points de mesure)

S_t: stocks hydriques témoin (sol nu)

Date \ Traitement	T ₀		T ₁		T ₂	
	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t
11 avril 1984	121.5	124.5	129.5	125.9	109.9	124.9
18	116.5	12.0	123.5	119.5	100.1	119.9
25	105.6	108.9	116.3	115.5	95.5	107.9
27	105.7	106.8	114.7	114.1	95.3	107.3
4 mai 1984	109.5	153.6	117.1	114.3	92.7	104.7
11	120.4	121.1	128.7	131.0	108.1	125.1
18	114.9	116.5	120.8	121.9	102.6	118.6
24	108.4	114.9	117.1	121.9	97.6	114.9
1er juin 1984	112.8	115.8	121.2	128.7	104.5	117.4
4	121.7	121.8	130.6	130.2	102.2	115.8
20	125.5	128.3	135.6	137.6	116.5	126.8
27	119.4	121.2	130.4	131.8	110.7	123.1
6 juillet 1984	117.3	112.6	115.8	120.2	97.2	108.9
13	116.2	116.1	127.6	123.1	105.2	116.4
20	110.9	112.2	118.1	118.6	98.5	111.1
27	119.9	133.4	124.4	125.7	106.4	118.5
3 août 1984	107.9	105.1	116.2	116.0	94.7	107.7
17	95.1	97.0	103.8	101.1	84.3	96.6
24	92.9	90.4	94.0	92.1	74.6	90.4
27	90.4	89.8	90.7	86.6	71.3	86.3
14 septembre 1984	100.2	92.7	98.2	80.1	76.6	90.5
5 octobre 1984	122.2	123.2	129.6	133.6	112.3	116.6
15	123.8	124.0	128.5	126.0	116.5	121.8
19	120.3	126.2	141.0	131.7	124.8	124.8
26	114.9	110.8	117.3	119.3	100.7	118.8

Date	T ₀		T ₁		T ₂	
	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t
02 novembre 1984	121.1	120.6	126.7	125.6	115.5	120.6
09	109.0	108.4	118.6	118.5	97.3	109.7
16	100.8	100.8	114.6	108.1	93.1	109.6
19	91.3	92.3	109.0	109.4	86.8	102.7
26	83.3	83.6	92.2	93.7	68.8	70.2
03 décembre 1984	97.4	100.7	95.3	98.2	73.0	-
17	76.6	87.3	86.6	82.6	53.0	79.6
07 janvier 1985	89.6	90.3	94.6	79.8	78.9	84.7
04 février 1985	95.5	97.1	97.3	95.4	84.3	94.8
12	91.0	-	82.7	88.5	72.7	80.0
18	87.7	-	86.4	85.5	71.3	102.2
25	69.4	-	74.1	81.7	60.7	71.4
27	91.1	-	92.7	82.4	66.6	86.3
05 Mars 1985	101.2	159.6	95.6	89.1	90.4	-
15	99.6	139.6	95.6	89.1	87.2	-
18	95.3	126.5	99.9	91.9	79.8	-
25	87.0	112.6	88.9	77.0	53.5	-
02 avril 1985	86.3	100.9	77.2	68.4	74.8	-
09	72.6	92.3	82.8	64.8	58.7	-
15	70.8	79.9	57.7	63.2	37.7	-

Tableau 3 : Stocks hydriques de 35 à 100 cm
S (35-100)

\bar{S} : stocks hydriques moyens (3 points de mesure)

S_t : stocks hydriques - témoin (sol nu)

Date \ Traitement	T ₀		T ₁		T ₂	
	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t
11 avril 1984	176.8	177.4	187.0	87.0	160.4	178.8
18	180.8	167.8	187.6	186.9	152.5	168.1
25	149.4	150.9	162.7	165.9	132.2	149.4
27	149.7	147.8	160.3	160.4	133.1	146.9
4 mai 1984	160.3	153.6	159.7	165.6	129.9	144.5
11	179.5	172.0	184.6	191.7	155.3	177.6
18	169.1	166.9	174.8	183.6	149.9	169.6
24	159.2	163.9	166.4	176.7	141.0	163.0
1er juin 1984	157.8	158.9	164.6	181.4	147.9	161.2
4	178.1	173.7	189.2	193.7	152.1	168.3
20	184.4	182.0	196.5	202.1	170.4	182.3
27	173.9	169.8	188.0	193.5	161.3	175.3
6 juillet 1984	168.8	156.4	170.8	175.7	144.7	156.9
13	174.1	166.2	187.7	186.4	159.1	171.5
20	162.5	155.8	172.8	174.1	147.0	159.6
27	172.5	180.7	178.1	183.5	154.4	167.0
3 août 1984	158.7	147.0	171.5	165.7	139.6	153.3
17	140.6	134.3	150.0	147.4	126.9	139.4
24	131.9	121.3	132.5	130.0	110.8	127.0
27	126.2	119.5	126.5	116.2	104.8	123.0
14 septembre 1984	142.9	126.9	126.5	128.5	112.4	127.2
5 octobre 1984	178.1	163.0	187.2	194.5	163.7	168.0
15	189.8	177.3	193.4	190.8	173.3	178.7
19	177.3	179.3	180.0	196.9	165.3	181.8
26	163.7	154.3	165.0	174.4	143.5	154.6

Date	T ₀		T ₁		T ₂	
	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t	\bar{S}	S _t
02 novembre 1984	180.2	170.1	185.2	187.4	167.5	172.9
09	155.2	149.5	164.1	171.0	140.6	155.0
16	145.9	141.8	160.6	156.6	134.4	148.3
19	129.9	126.5	152.5	154.4	125.1	140.7
26	133.5	121.4	141.7	144.5	113.9	116.1
03 décembre 1984	141.8	137.4	139.7	144.2	101.8	120.2
17	113.9	121.3	126.5	123.0	78.1	106.9
07 janvier 1985	130.6	127.4	135.0	128.1	112.4	121.5
04 février 1985	132.2	131.0	133.8	139.8	128.0	128.6
12	123.4	-	116.0	123.8	104.1	111.8
18	114.8	-	119.2	122.2	96.1	128.7
25	96.7	-	96.2	118.6	86.9	102.1
27	159.0	-	159.2	145.1	122.5	145.5
05 Mars 1985	143.9	199.2	152.0	141.2	124.0	129.6
15	152.3	199.1	150.2	152.0	132.6	-
18	150.5	174.5	148.3	146.	122.0	-
25	128.4	151.2	119.1	112.2	82.6	-
02 avril 1985	132.6	141.5	120.0	105.4	118.0	-
09	104.4	124.2	120.3	97.9	86.8	-
15	97.3	106.6	73.3	92.6	58.6	-

Tableau 4 : Stocks hydriques à 100 cm
S (0 - 100)

\bar{S} : stocks hydriques moyens (3 points de mesure)

S_t : stocks hydriques - témoin (sol nu)

Fig 2.a: Evolution des stocks d'eau à 100cm
et à 35 cm

— Sols nus (témoins) — Sols sous cultures

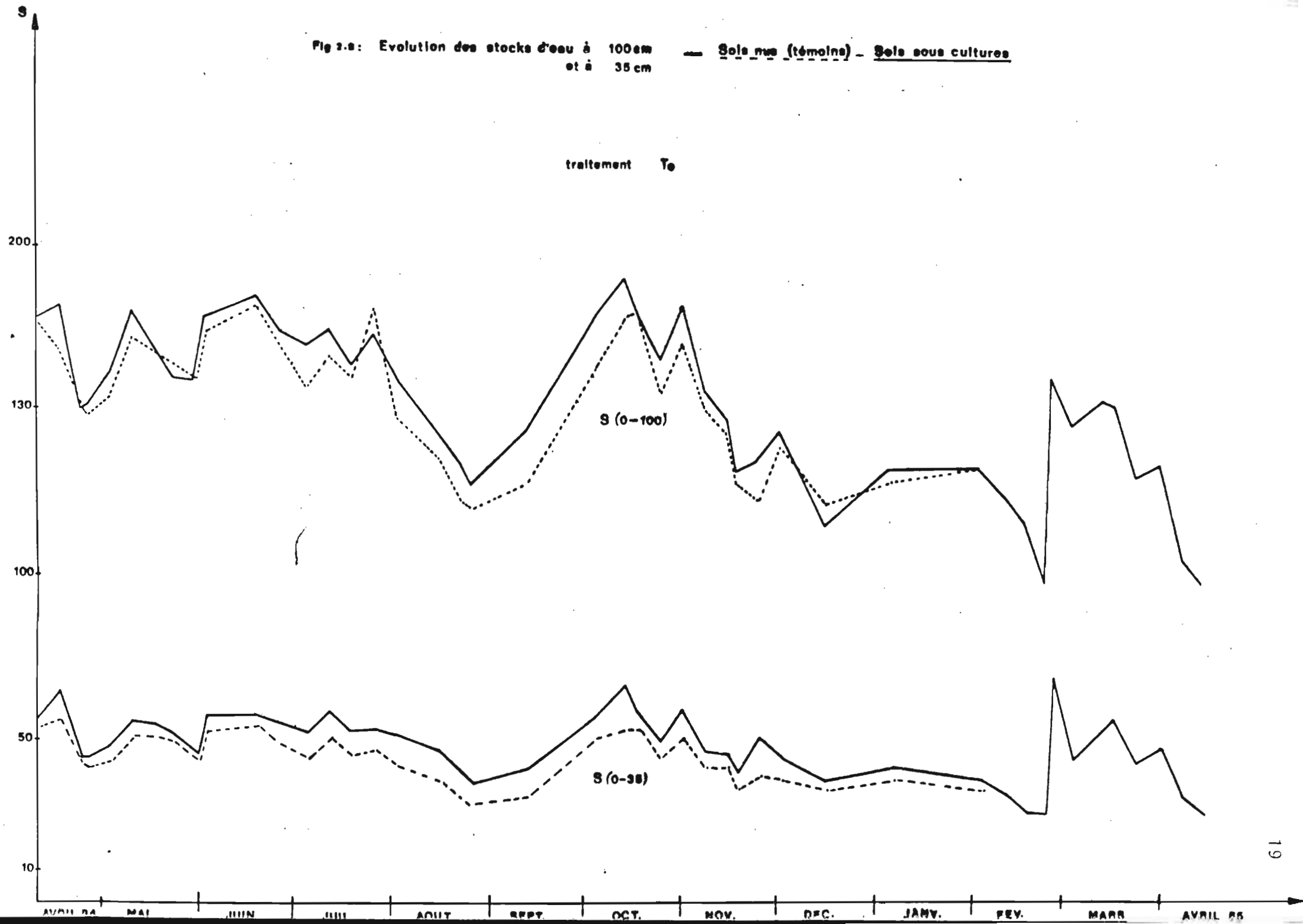


Fig 2b: Evolution des stocks d'eau à 100 cm — Soils nus (témoins) - Soils sous cultures
et à 35 cm

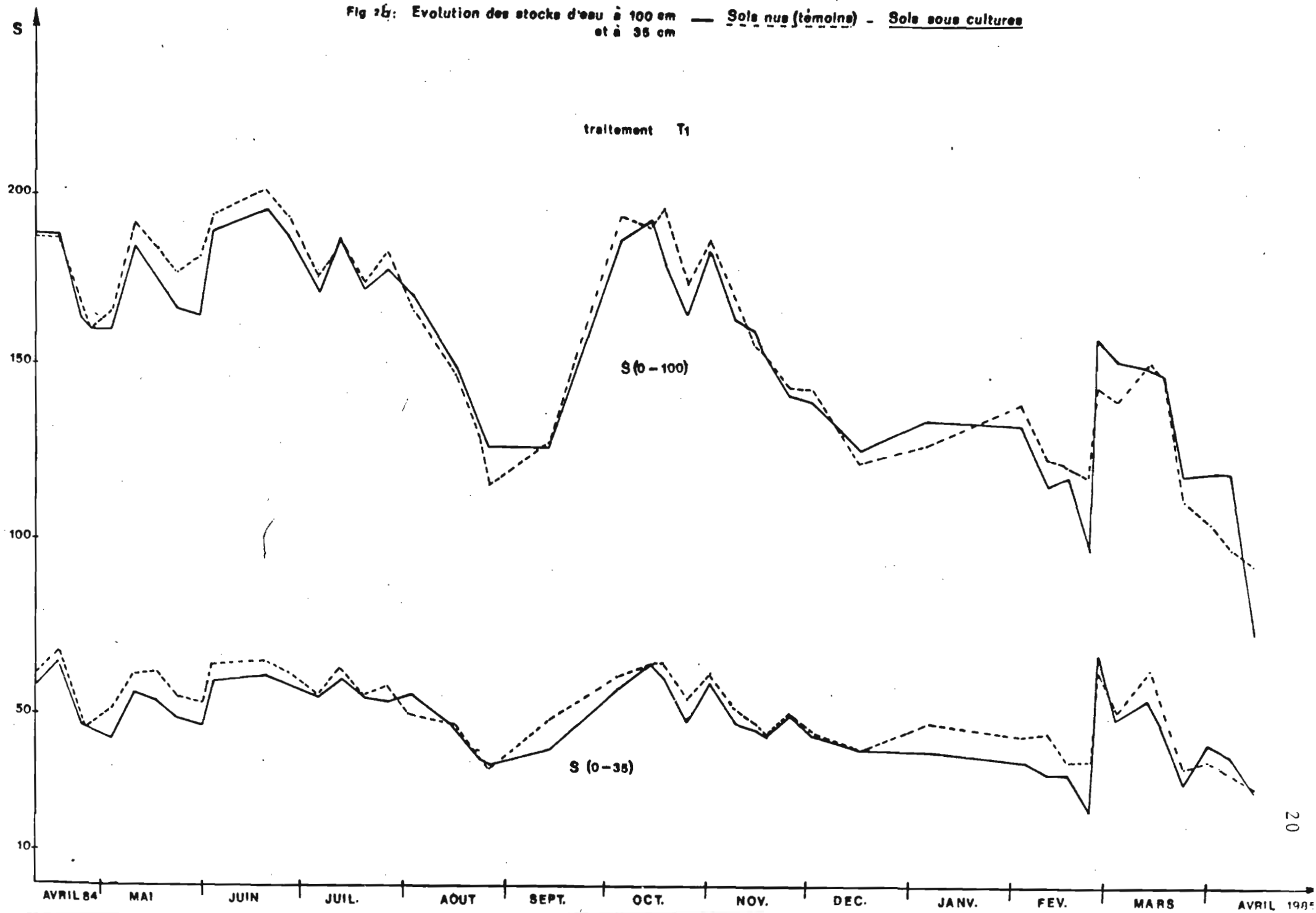
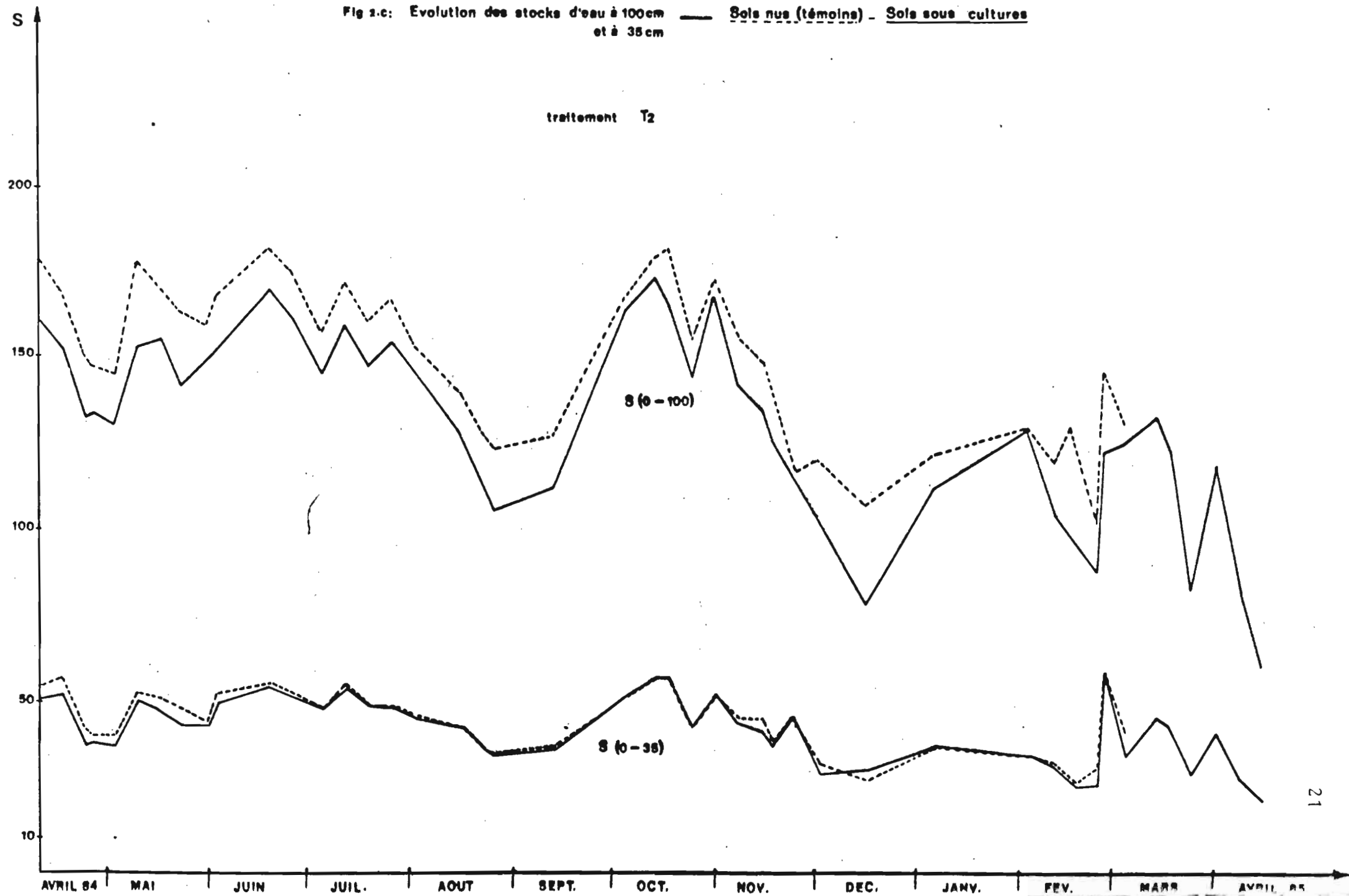


Fig 2.c: Evolution des stocks d'eau à 100cm — Sois nus (témoins) - Sois sous cultures
et à 35 cm



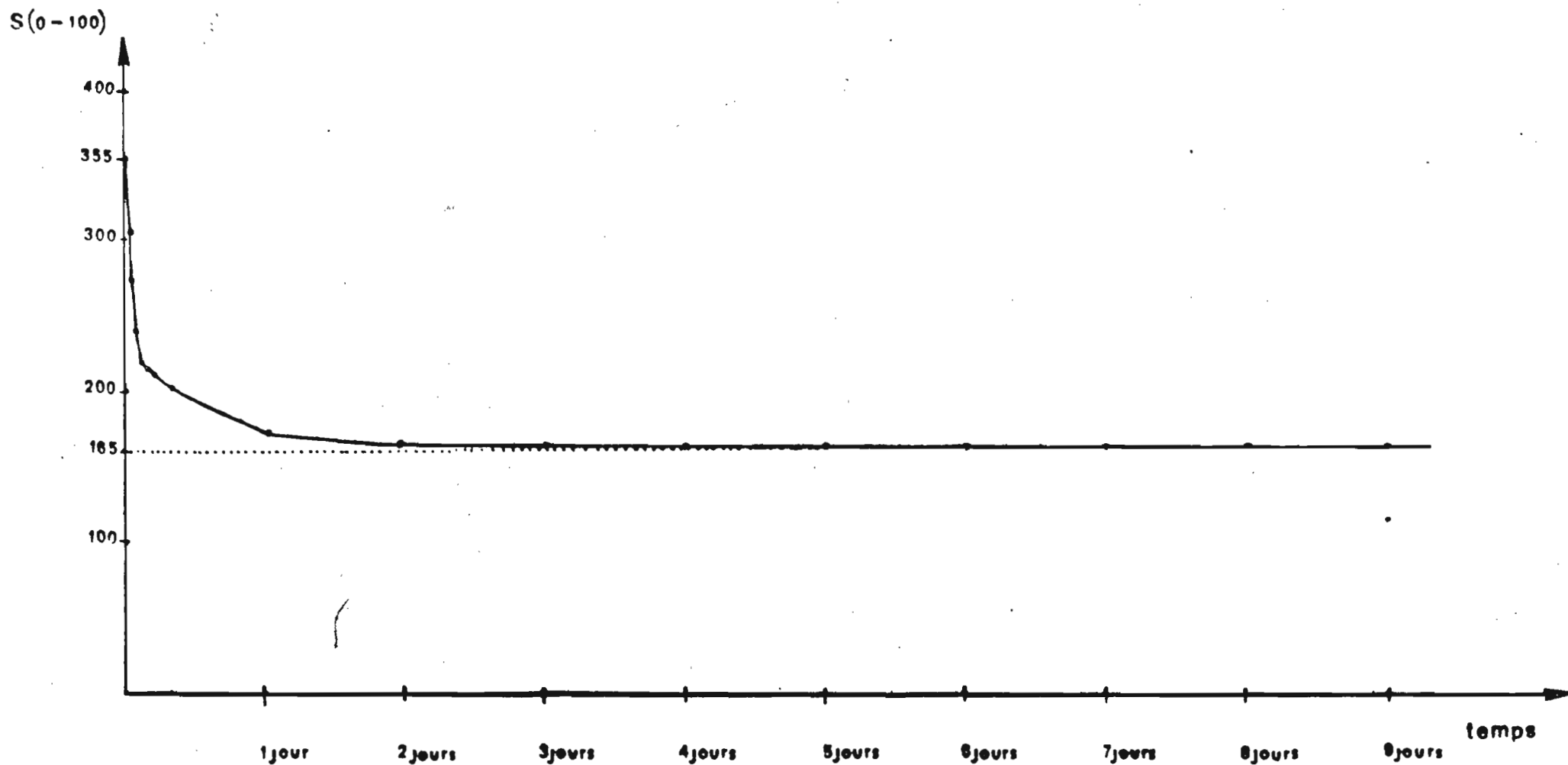


Fig 4.a: Courbe de ressuyage du traitement To

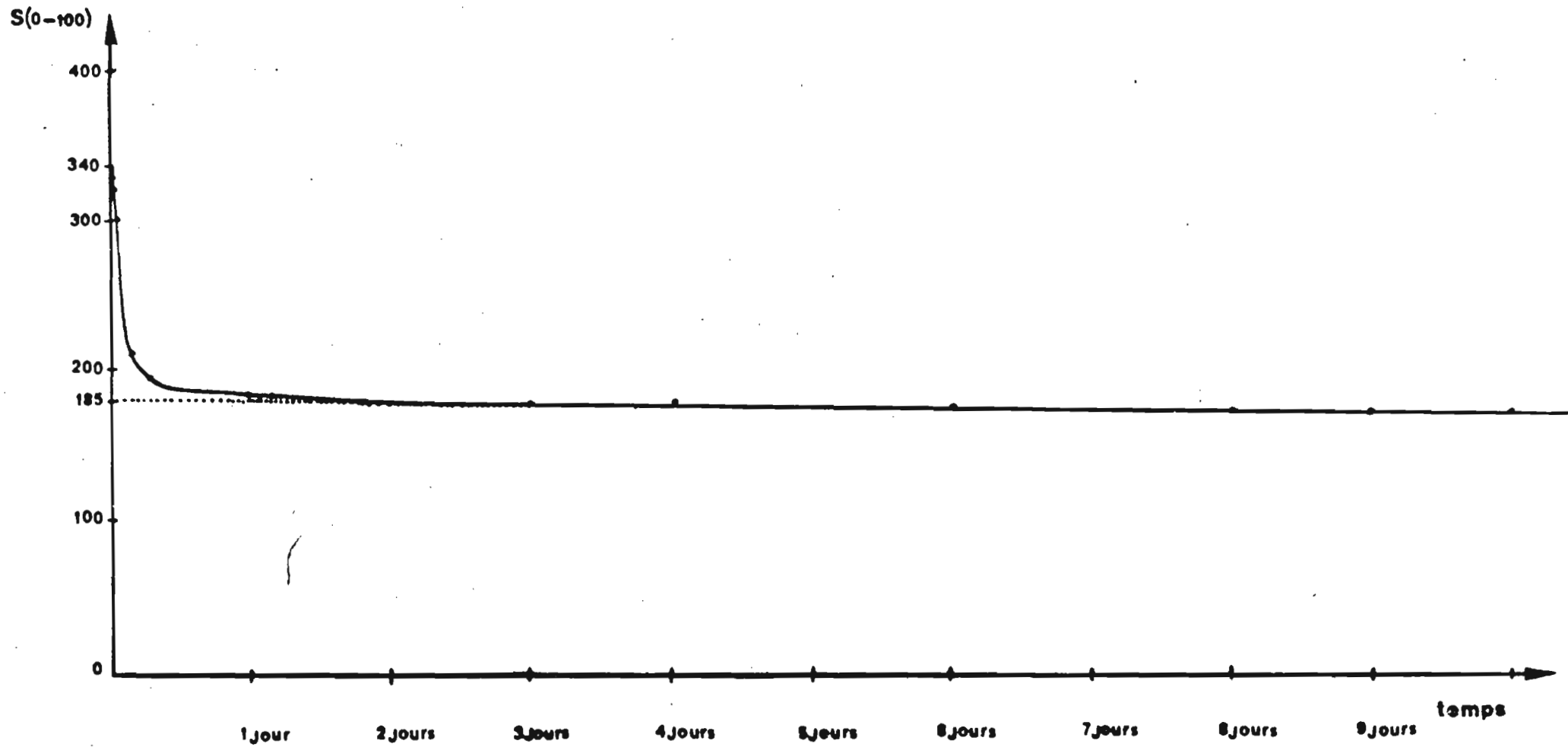


Fig 4.b: Courbe de ressuyage de traitement T_2

III. DISCUSSIONS

A. Texture - Bases échangeables et Matière Organique totale

En comparant les résultats de l'analyse granulométrique, par traitement et au cours du temps, on remarque que la texture n'est pas modifiée par le travail du sol, par contre il y a enrichissement en matière organique { au cours du temps et en fonction du travail du sol (tableau 5)

traitement \ Temps	To	T ₁	T ₂
Avril	3.6	2.5	2.3
Juin	-	4.4	4.0
Août	3.8	4.7	4.0

Tableau 5 : Bilan en matière organique totale en % de l'horizon (0-35 cm)

Dès le mois de juin, la quantité de matière organique augmente en T₁ et T₂ en raison de l'accélération de la chute des feuilles qui fournissent une litière importante.

Après la première saison des pluies, les quantités de matière organique augmentent sous les trois traitements To, T₁ et T₂ : le sol étant saturé en eau, l'activité des microorganismes ralentit et la minéralisation diminue ; sous le sol travaillé (T₁ et T₂) le ralentissement de la minéralisation est plus net : 2.5 % de matière organique en avril contre 4.7 % en août ; le phénomène est moins perceptible en To : 3.6 % contre 3.8 %

Le bilan en bases échangeable est conforme à cette évolution de la matière organique.

Temps \ Essai	T ₀			T ₁			T ₂		
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺
Avril	1.06	0.50	0.12	0.70	0.28	0.09	0.62	0.33	0.09
Juin	-	-	-	1.44	0.66	0.16	0.76	0.48	0.13
Août	1.06	0.40	0.10	0.86	0.64	0.14	0.50	0.22	0.10

Tableau 6 : Bilan en bases échangeables, en m.éq/100g de sol de l'horizon (0-35 cm)

B. Densités apparentes sèches (ρ_s)

Pour tous les traitements, les densités augmentent de la surface (0-35 où) en profondeur : (35-100 cm)

- Dans l'horizon (0-35 cm) ρ_s varie de 1.36 à 1.51 par la méthode gammadensimétrique et de 1.36 à 1.56 par la méthode du cylindre soit une moyenne de 1.44 à 1.46.

- En profondeur la densité moyenne est de 1.50 (de 1.44 à 1.56). Le contrôle au cours du temps montre qu'entre les trois traitements il n'y a pas de différence significative (voir les tableaux II.C) ; les méthodes de mesures sont peut-être inappropriées, et la présence de racines pourrait masquer les différences.

Néanmoins on observe que la densité moyenne de la zone travaillée est 1.40 (tableau 7 ; $\rho_{\gamma C}$: densité mesurée au gammadensimètre ρ_{γ} , au cylindre ρ_C ; le tableau 7 est une synthèse des tableaux II.C. densité apparente ρ_s).

y \ ρ_s	$\rho_{\gamma}(\text{août})$	$\rho_s(\text{août})$	$\rho_s(\text{décem.})$
(0-15)	1.40	1.38	1.39
(15-35)	1.40	1.40	1.40

Tableau 7 : Densités apparentes sous T2
5 mois et 9 mois après plantation.

La valeur ρ_{T2} (0-35) \approx 1.40 explique en partie le bon enracinement de la plante comme le montre les différents profils culturaux.

C. Caractéristiques hydriques

La forte proportion de sable qu'on trouve dans les horizons superficiels (~ 80 %) fait que l'eau n'y est pas retenue très fortement, aussi bien en T₀, T₁ qu'en T₂. Les stocks en eau sous T₂ sont toujours inférieurs à ceux sous T₀ et T₁ quel que soit l'horizon où ces stocks sont mesurés (fig. 5) ; le site de mesures neutroniques de T₂ n'est peut-être pas représentatif du traitement T₂ dans son ensemble. En effet, comme CARDON l'a montré sur les sols d'Adiopodoumé, les erreurs sur les valeurs absolues et ponctuelles de stocks peuvent être importantes ; les causes d'erreurs peuvent être diverses : présence d'anciennes racines, de termitières ou de galeries. Par contre les valeurs de variations de stocks, ΔS , sont beaucoup plus précises (tableau 8, 9, 10).

Date	T ₀		T ₁		T ₂		Pluie P
	ΔS	ΔS _t	ΔS	ΔS _t	ΔS	ΔS _t	
11-18.04.1984	+9.0	+2.4	+6.6	+6.3	+1.9	+2.3	42.0
18-25.04.1984	-20.5	-13.3	-17.9	-17.0	-15.7	-14.0	10.5
25-27.04.1984	+0.2	-1.0	-0.8	-4.1	+1.1	-1.9	19.0
27.04/04.05.1984	+3.4	+1.9	-2.9	+5.0	-0.5	+0.2	30.9
04-11.05.1984	+7.7	+8.0	+13.1	+9.4	+12.5	+12.7	76.0
11-18.05.1984	-0.8	-0.5	-1.7	+1.0	-2.5	-1.5	23.0
18-24.05.1984	-3.5	-1.4	-4.8	-6.9	-3.9	-2.9	36.5
24.05/01.06.1984	-5.7	-5.9	-2.2	-2.1	0.0	-4.3	78.0
01-04.06.1984	+11.3	+8.8	+11.5	+10.8	+6.2	+8.7	50.0
04-20.06.1984	+0.9	+1.8	+3.7	+1.4	+4.5	+3.0	221.4
20-27.06.1984	-2.8	-5.1	-3.4	-3.1	-3.4	-3.3	95.4
27.06/06.07.1984	-2.9	-4.8	-2.6	-6.3	-3.1	-4.2	13.9
06-13/07.1984	+6.3	+6.3	+5.1	+8.0	+6.3	+7.1	45.3
13-20.07.1984	-6.3	-5.5	-5.4	-7.9	-5.4	-6.3	29.4
20-27.07.1984	+0.9	+2.7	-1.1	+2.3	-0.5	-0.1	14.2
27.07/03.08.1984	-1.8	-5.4	+1.8	-8.1	-3.1	-2.9	6.8
03-17.08.1984	-5.2	-4.6	-9.2	-2.7	-2.3	-2.8	24.5
17-24.08.1984	-6.5	-6.4	-7.8	-9.1	-6.3	-6.2	2.0
24-27.08.1984	-3.2	-1.3	-2.5	-2.9	-2.9	-1.4	0.0
27.08/14.09.1984	+5.2	+2.9	+3.8	+13.4	+2.4	+1.5	55.6
14.09/05.10.1984	+14.9	+17.3	+17.7	+12.5	+15.6	+14.7	140.7
05-15.10.1984	+10.1	+3.5	+7.5	+3.9	+5.4	+5.5	38.2
15-19.10.1984	-9.0	-0.2	-5.2	+0.4	-8.1	+0.1	112.0
19-26.10.1984	-8.2	-9.6	-12.0	-10.1	-13.9	-14.2	5.2
26.10/02.11.1984	+10.3	+6.0	+10.8	+6.6	+9.2	+9.5	40.6
02-09.11.1984	-12.8	-8.4	-10.9	-9.2	-8.7	-7.0	15.7
09-16.11.1984	-1.2	-0.1	-1.6	-5.0	-2.0	-0.6	9.0
16-19.11.1984	-6.5	-6.8	-2.5	-2.5	-4.4	-6.7	4.5
19-26.11.1984	+11.7	+3.6	+6.0	+5.8	+8.2	+7.9	13.2
26.11/03.12.1984	-5.9	-1.1	-5.1	-4.8	-16.3	-13.9	0.0
03-17.12.1984	-7.1	-2.7	-4.5	-5.6	-3.7	-4.7	18.0
17.12/07.01.1985	+3.5	+3.1	+0.5	+7.9	+11.5	+9.5	37.8
07.01/04.02.1985	-4.1	-3.2	-3.9	-3.9	-2.9	-3.0	68.7
04-12.02.1985	-4.3	-	-3.2	+0.9	-2.3	-2.0	0.0
12-18.02.1985	-5.3	-	-0.5	-8.6	-6.6	-5.3	13.0

Date	T ₀		T ₁		T ₂		Pluie P
	ΔS	ΔS_t	ΔS	ΔS_t	ΔS	ΔS_t	
18-25.02.1985	+2.0	-	-10.7	+2.0	+1.4	+4.2	17.0
25-27.02.1985	+40.6	-	+44.4	+25.8	+29.7	+28.5	50.0
27.02/05.03.1985	-25.2	-	-17.6	-12.0	-22.3	-18.7	1.0
05-15.03.1985	+10.0	+20.0	+5.7	+12.2	+11.8	-	62.0
15-18.03.1985	+2.5	-11.6	-6.2	-8.0	-2.5	-	0.0
18-25.03.1985	-13.8	-9.4	-18.2	-19.7	-13.8	-	0.0
25.03/02.04.1985	+4.9	+2.0	+12.6	+1.8	+12.2	-	25.1
02-09.04.1985	-14.5	-8.7	-5.3	-3.9	-13.2	-	2.0
09-15.04.1985	-5.3	-5.2	-11.5	-3.7	-7.2	-	0.0

Tableau 8 : Variations de stocks hydriques à 35 cm
 ΔS (0-35)

Date	T ₀		T ₁		T ₂		Pluie P
	ΔS	ΔS_t	ΔS	ΔS_t	ΔS	ΔS_t	
11-18.04.1984	-5.0	-12.5	-6.0	-6.4	-9.8	-5.0	42.0
18-25.04.1984	-10.9	-3.1	-7.2	-4.0	-4.6	-12.0	10.5
25-27.04.1984	+0.1	-2.9	-1.6	-1.4	-0.2	-0.6	19.0
27.04/04.05.1984	+3.8	-46.8	+2.4	+0.2	-2.6	-2.6	30.9
04-11.05.1984	+10.9	-32.5	+11.6	+16.7	+15.4	+20.4	76.0
11-18.05.1984	-5.5	-4.6	-7.9	-9.1	-5.5	-6.5	23.0
18-24.05.1984	-6.5	-1.6	-3.7	0.0	-5.0	-3.7	36.5
24.05/01.06.1984	+4.4	+0.9	+4.1	+6.8	+6.9	+2.5	78.0
01-04.06.1984	+8.9	+6.0	+9.4	+1.5	-2.3	-1.6	50.0
04-20.06.1984	+3.8	+6.5	+5.0	+7.4	+14.3	+11.0	221.4
20-27.06.1984	-6.1	-13.2	-5.2	-5.8	-5.8	-3.7	95.4
27.06/06.07.1984	-2.1	-8.6	-14.6	-11.6	-13.5	-14.2	13.9
06-13/07.1984	-1.1	+3.5	+11.8	+2.9	+8.0	+7.5	45.3
13-20.07.1984	-5.3	-3.9	-9.5	-4.5	-6.7	-5.3	29.4
20-27.07.1984	+9.0	+21.2	+6.3	+7.1	+7.9	+7.4	14.2
27.07/03.08.1984	-12.0	-28.3	-8.2	+9.7	-11.7	-10.8	6.8
03-17.08.1984	-12.8	-8.1	-12.4	+14.9	-10.4	-11.1	24.5
17-24.08.1984	-2.2	-6.0	-9.8	-9.0	-9.7	-6.2	2.0
24-27.08.1984	-2.5	-0.6	-3.3	-5.5	-3.3	-4.1	0.0
27.08/14.09.1984	+9.8	+2.9	+7.5	-6.5	+5.3	+4.2	55.6
14.09/05.10.1984	+22.0	+30.5	+31.4	+53.5	+35.7	+26.1	140.7
05-15.10.1984	+1.6	+0.8	-1.1	-7.6	+4.2	+5.2	38.2
15-19.10.1984	-3.5	+2.2	+12.5	+5.7	+8.3	+3.0	112.0
19-26.10.1984	-5.4	-15.4	-23.7	-12.4	-24.1	-6.0	5.2
26.10/02.11.1984	+6.2	+9.8					40.6
02-09.11.1984	-12.1	-12.2	-8.1	-7.1	-18;2	-10.9	15.7
09-16.11.1984	-8.2	-7.6	-4.0	-10;4	-4.2	-0.1	9.0
16-19.11.1984	-9.5	-8.5	-5.6	-1.3	-6.3	-6.9	4.5
19-26.11.1984	-8.0	-8.7	-16.8	-16.0	-18.0	-32.5	13.2
26.11/03.12.1984	+14.1	+17.1	+3.1	+4.5	+4.2	-	0.0
03-17.12.1984	-20.4	-13.4	-8.7	-15.6	-20.0	-	18.0
17.12/07.01.1985	+13.0	+3.0	+8.0	-2.8	+25.9	+5.1	37.8
07.01/04.02.1985	+5.9	+6.8	+2.7	+15.6	+5.4	+10.1	68.7
04-12.02.1985	-4.5	-	-14.6	-6.9	-11.6	-14.8	0.0
12-18.02.1985	-3.3	-	+3.7	-3.0	-1.4	+22.2	13.0

Date	T ₀		T ₁		T ₂		Pluie P
	ΔS	ΔS_t	ΔS	ΔS_t	ΔS	ΔS_t	
18-25.02.1985	-18.3	-	-12.3	-3.8	-10.6	-30.8	17.0
25-27.02.1985	+21.7	-	+18.6	0.7	+5.9	+14.9	50.0
27.02/05.03.1985	+10.1	-	+10.4	+8.1	+23.8	-4.3	1.0
05-15.03.1985	-1.6	-20.0	-7.5	-1.4	-3.2	-	62.0
15-18.03.1985	-4.3	-13.1	+4.3	+2.8	-7.4	-	0.0
18-25.03.1985	-8.3	-13.9	-11.0	-14.9	-26.3	-	0.0
25.03/02.04.1985	-0.7	-11.7	-11.7	-8.6	+21.3	-	25.1
02-09.04.1985	-13.7	-8.6	+5.6	-3.6	-16.1	-	2.0
09-15.04.1985	-14.2	-12.4	-25.1	-1.6	-21.0	-	0.0

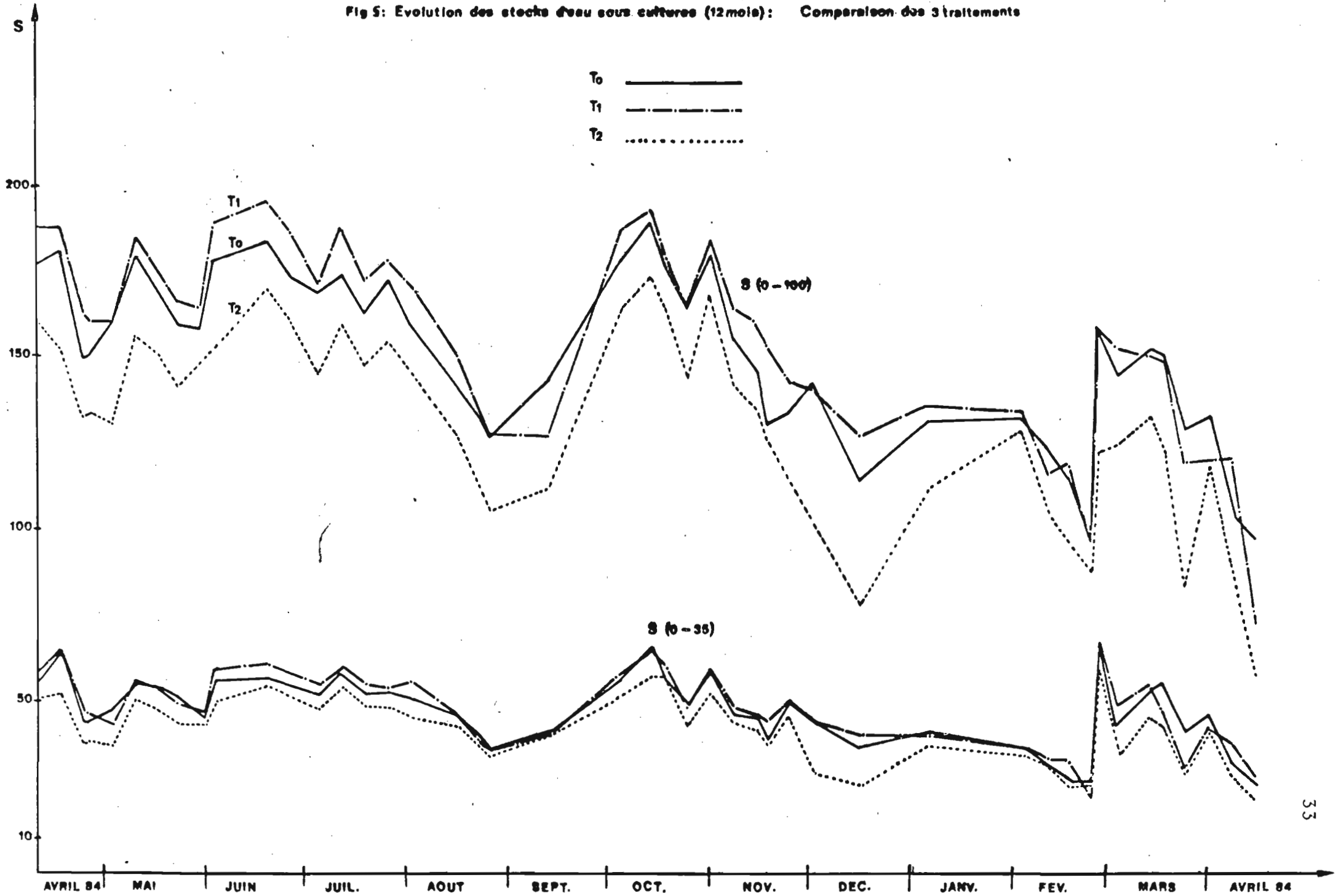
Tableau 9 : Variations de stocks hydriques entre
35 et 100 cm
 ΔS (35-100).

Date	T ₀		T ₁		T ₂		Pluie P
	ΔS	ΔS _t	ΔS	ΔS _t	ΔS	ΔS _t	
11-18.04.1984	+4.0	-9.6	-0.1	-0.1	-7.9	-10.7	42.0
18-25.04.1984	-31.4	-16.9	-24.9	-21.0	-20.3	-18.7	10.5
25-27.04.1984	+0.3	-3.1	-2.4	-5.5	+0.9	-2.5	19.0
27.04/04.05.1984	+10.6	+5.8	-0.06	+5.2	-3.2	-2.4	30.9
04-11.05.1984	+19.2	+18.4	+24.9	+26.1	+25.4	+33.1	76.0
11-18.05.1984	-10.4	-5.1	-9.8	-8.1	-5;4	-8.0	23.0
18-24.05.1984	-9.9	-3.0	-8.4	-7.0	-8.9	-6.6	36.5
24.05/01.06.1984	-1.4	-5.0	-1.8	-4.7	-6.9	1.8	78.0
01-04.06.1984	+20.3	+14.6	+24.6	+12.0	+4.2	+7.1	50.0
04-20.06.1984	+6.3	+8.3	+7.3	+8.4	+18.3	+14.0	221.4
20-27.06.1984	-10.5	-12.2	-8.5	-8.6	-9.1	-7.0	95.4
27.06/06.07.1984	-5.1	-13.4	-17.2	-17.8	-16.6	-18.4	13.9
06-13/07.1984	+5.3	+9.8	+16.9	+10.7	+14.4	+14.6	45.3
13-20.07.1984	-11.6	-10.4	-14.9	-12.3	-12.1	-11.9	29.4
20-27.07.1984	+10.0	+24.9	+5.3	+9.4	+7.4	+7.4	14.2
27.07/03.08.1984	-13.8	-33.7	-6.6	-17.8	-14.8	-13.7	6.8
03-17.08.1984	-18.1	-12.7	-21.5	-18.3	-12.7	-13.9	24.5
17-24.08.1984	-8.7	-13.0	-17.5	-17.4	-16.1	-12.4	2.0
24-27.08.1984	-5.7	-1.8	-6.0	-13.8	-6.0	-4.0	0.0
27.08/14.09.1984	+16.7	+7.4	0	+12.3	+7.6	+4.2	55.6
14.09/05.10.1984	+35.2	+36.1	+60.7	+66.0	+51.3	+40.8	140.7
05-15.10.1984	+11.7	+14.3	+6.2	-3.7	+9.7	+10.7	38.2
15-19.10.1984	-12.5	+2.0	+13.4	+6.1	-8.0	+3.1	112.0
19-26.10.1984	-13.6	-25.0	-15.0	-22.5	-21.8	-27.2	5.2
26.10/02.11.1984	+16.5	+15.8	+13.0	+24.0	+18.3		40.6
02-09.11.1984	-25.0	-20.5	-21.1	-16.4	-26.7	-17.9	15.7
09-16.11.1984	-9.3	-7.7	-3.5	-14.4	-6.2	-6.7	9.0
16-19.11.1984	-16.0	-15.3	-8.1	-2.2	-9.3	-7.6	4.5
19-26.11.1984	+3.6	-5.1	-10.8	-9.9	-11.2	-24.6	13.2
26.11/03.12.1984	+8.3	+16.0	-2.0	-0.3	-12.1	+4.1	0.0
03-17.12.1984	-27.9	-16.1	-13.2	-21.2	-23.7	-13.3	18.0
17.12/07.01.1985	+16.7	+6.1	+8.5	+5.1	+34.3	+14.6	37.8
07.01/04.02.1985	+1.6	+3.6	-1.2	+11.7	+15.6	+7.1	68.7
04-12.02.1985	-8.8	-	-17.8	-16.0	-23.9	-16.8	0.0
12-18.02.1985	-8.6	-	+3.2	-1.6	-8.0	+16.9	13.0

Date	Traitement	T ₀		T ₁		T ₂		Pluie P
		ΔS	ΔS_t	ΔS	ΔS_t	ΔS	ΔS_t	
18-25.02.1985		-18.1	-	-23.0	-3.6	-9.2	-26.6	17.0
25-27.02.1985		+62.3	-	+63.0	+26.5	+35.6	+43.4	50.0
27.02/05.03.1985		-15.1	-	-7.2	-3.9	+1.5	-15.9	1.0
05-15.03.1985		+8.4	-0.1	-1.8	+10.8	+8.6	-	62.0
15-18.03.1985		-1.8	-24.6	-1.9	-5.2	-10.6	-	0.0
18-25.03.1985		-22.1	-23.3	-29.2	-34.6	-39.4	-	0.0
25.03/02.04.1985		+4.2	-9.7	+0.9	-6.8	+35.4	-	25.1
02-09.04.1985		-28.2	-17.3	+0.3	-7.5	-31.2	-	2.0
09-15.04.1985		-7.1	-17.6	-47.0	-5.3	-28.2	-	0.0

Tableau 10 : Variations de stocks hydrique à 100 cm
 $\Delta S(0-100)$

Fig 5: Evolution des stocks d'eau sous cultures (12 mois): Comparaison des 3 traitements



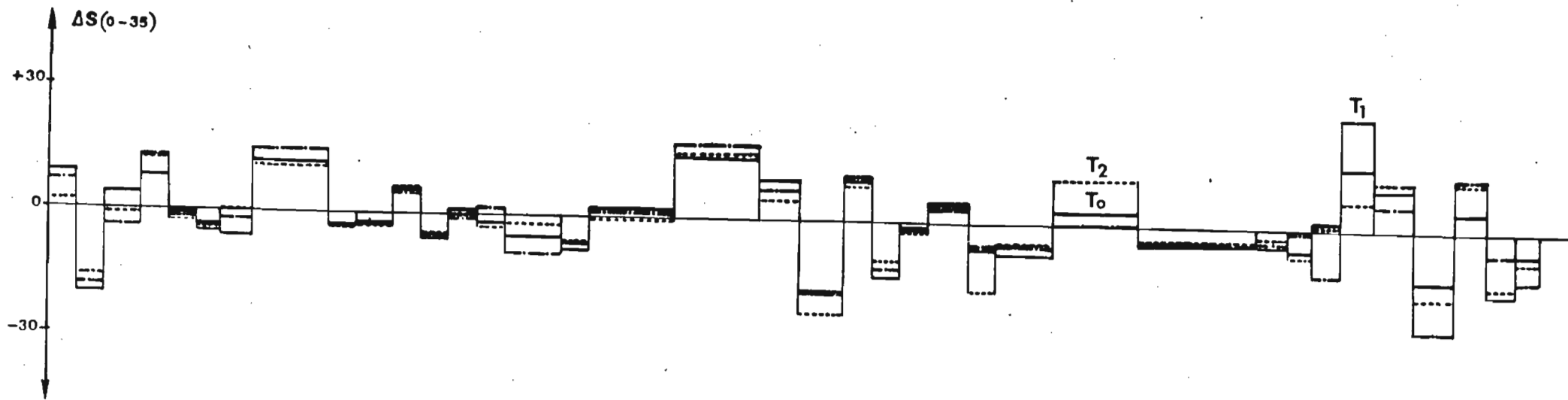
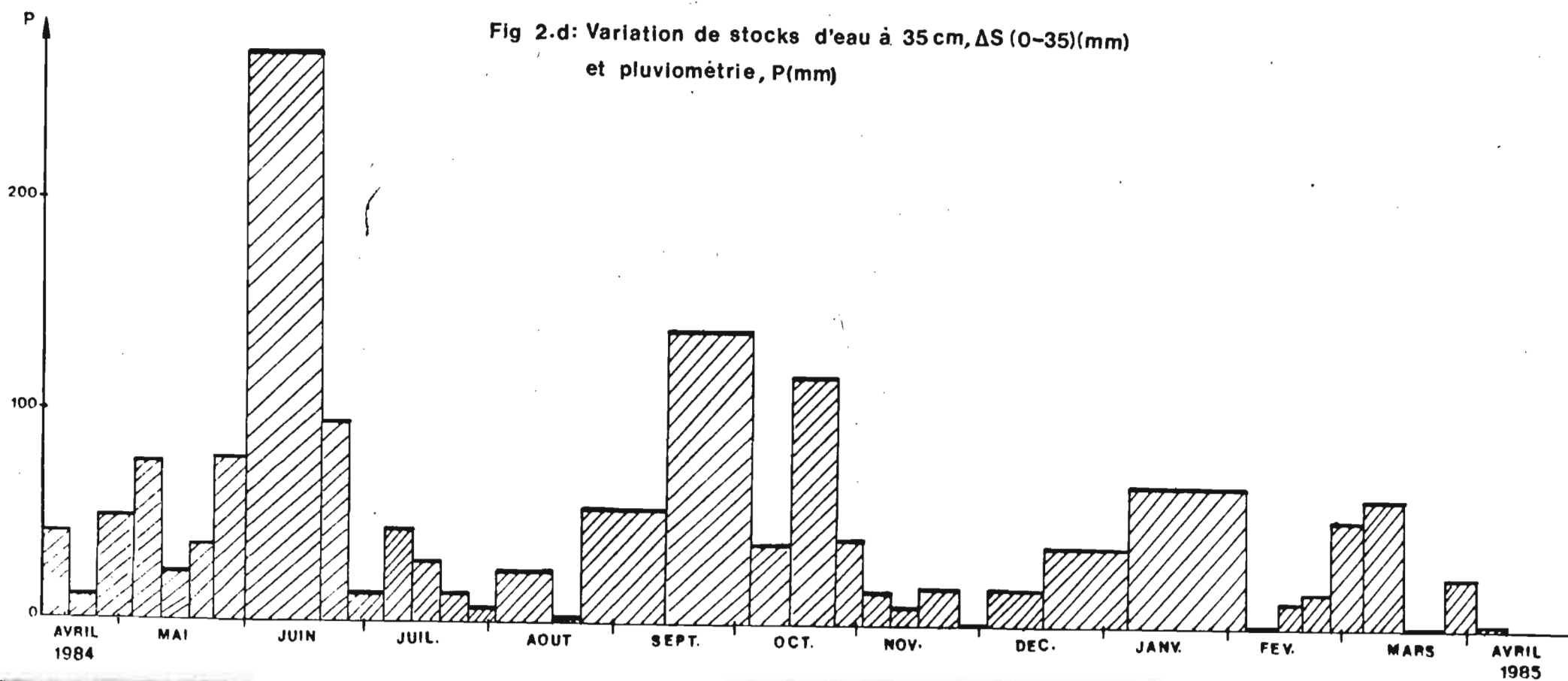


Fig 2.d: Variation de stocks d'eau à 35 cm, $\Delta S(0-35)$ (mm) et pluviométrie, P(mm)



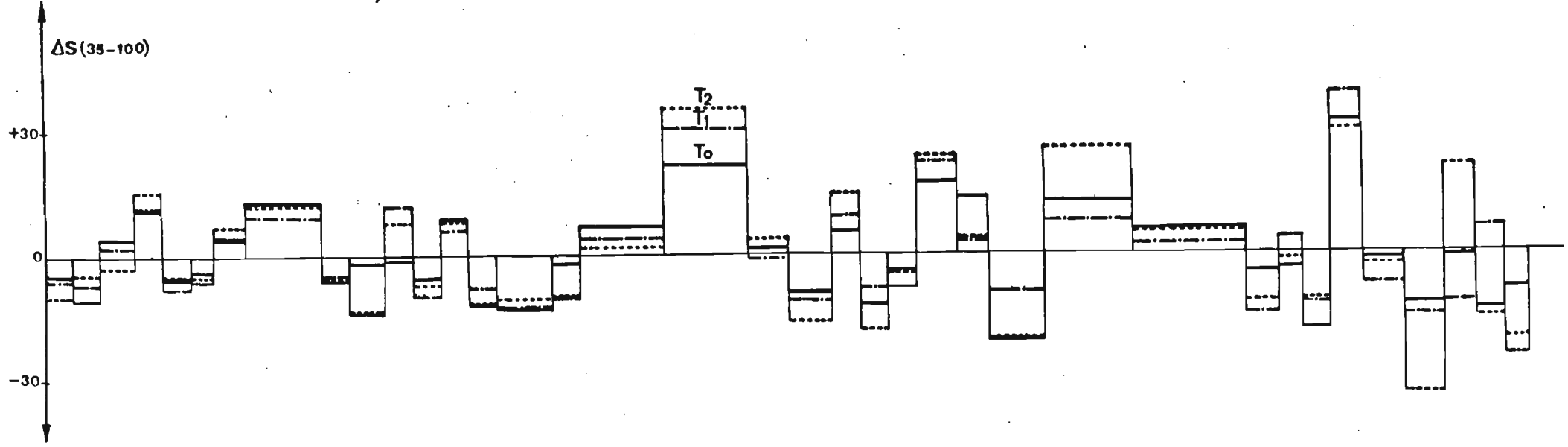
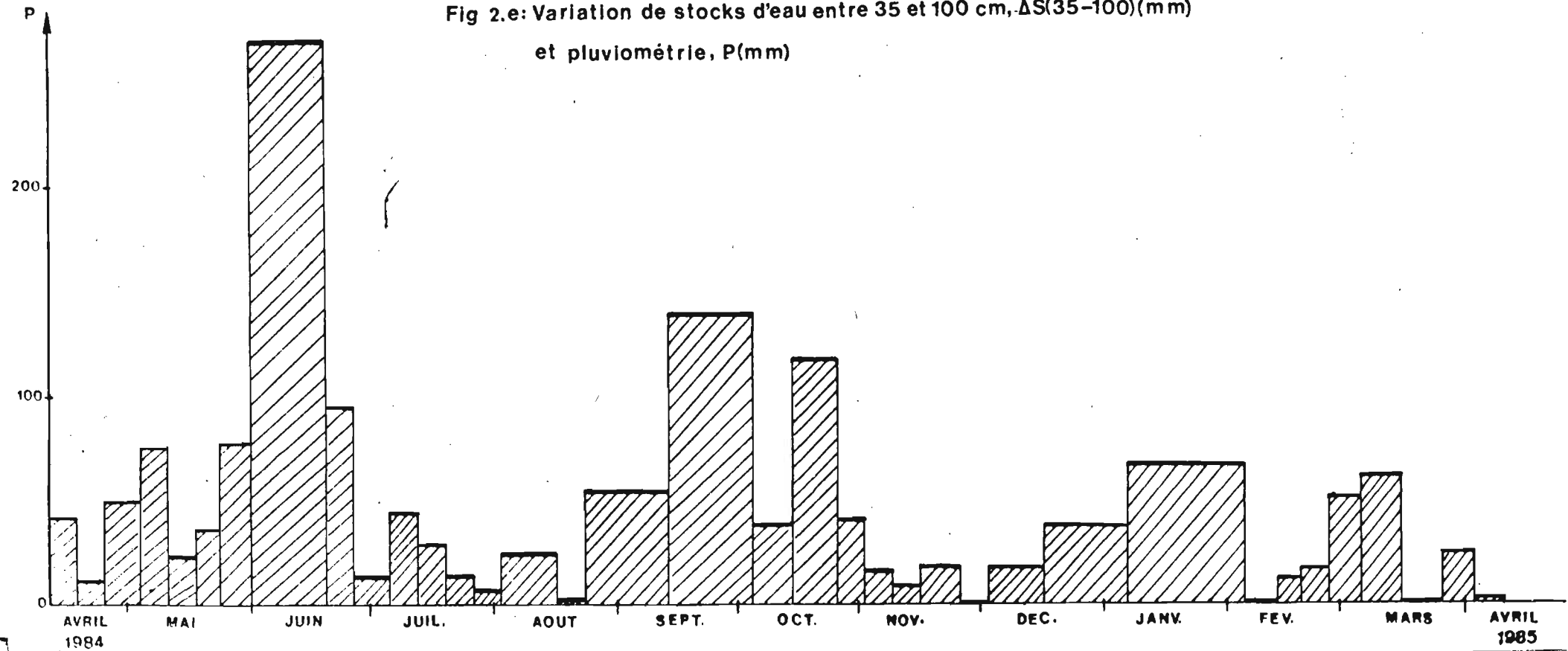


Fig 2.e: Variation de stocks d'eau entre 35 et 100 cm, $\Delta S(35-100)$ (mm)
et pluviométrie, P(mm)



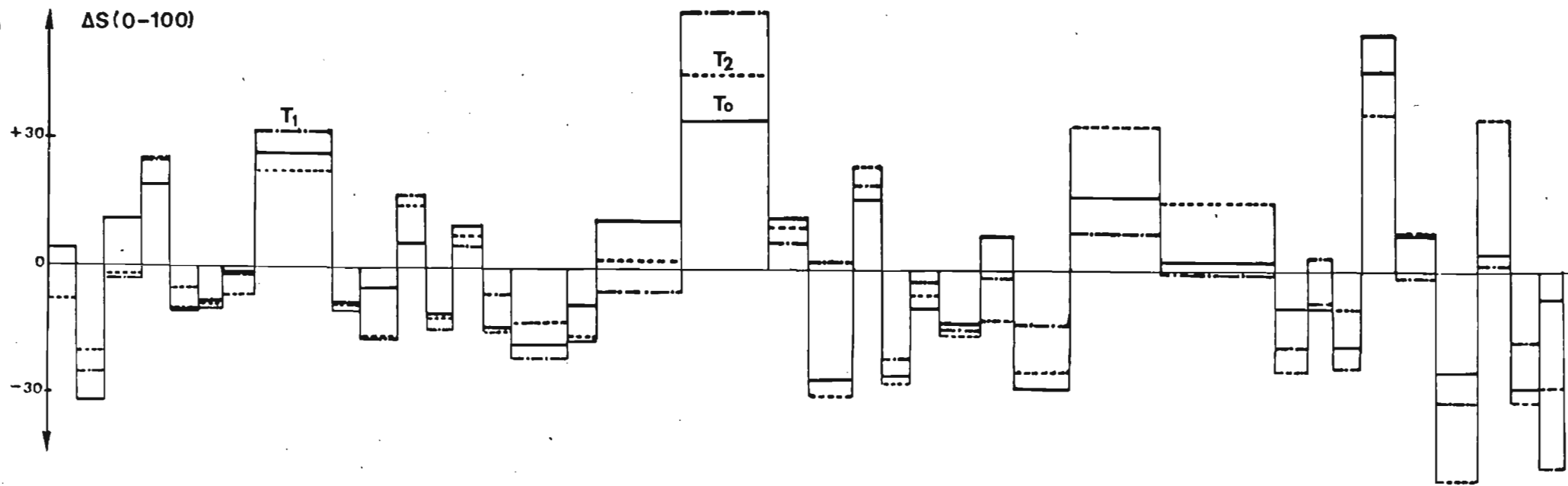
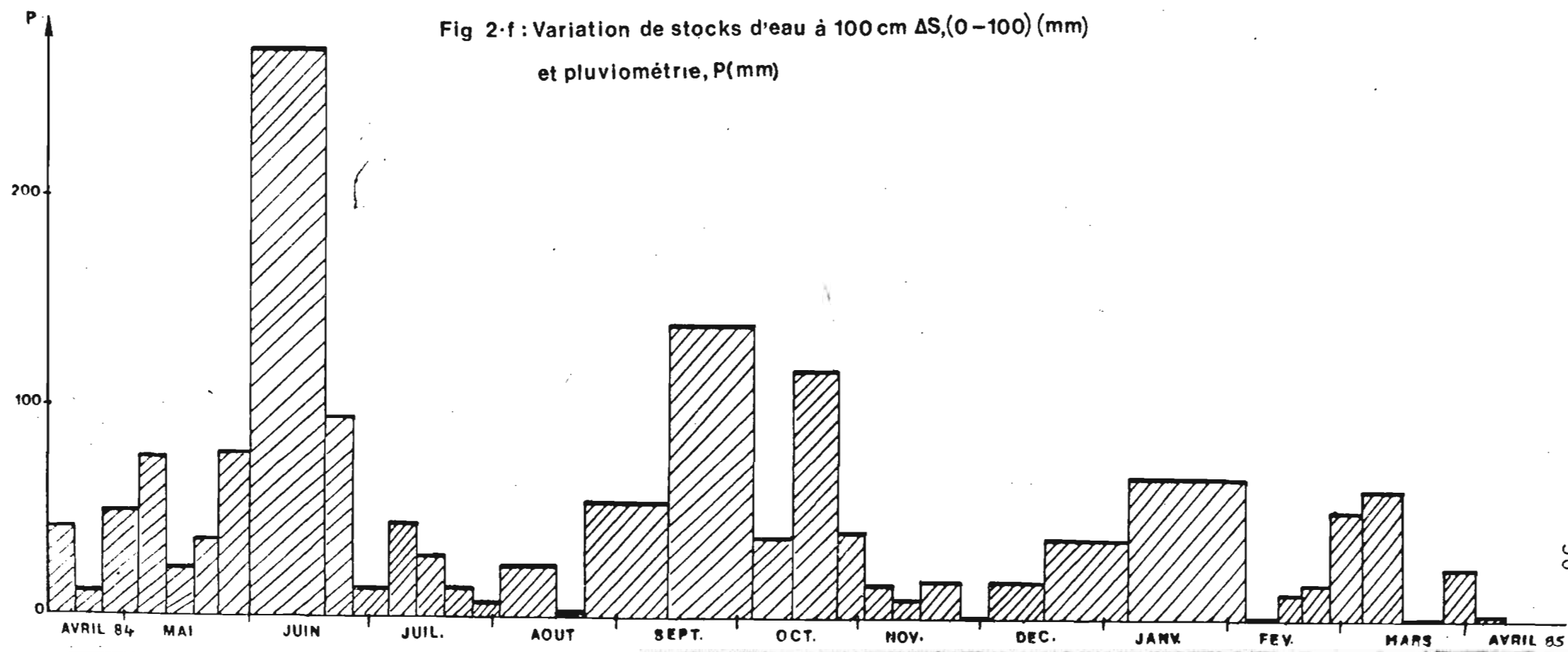


Fig 2-f : Variation de stocks d'eau à 100 cm $\Delta S_{(0-100)}$ (mm)
et pluviométrie, P(mm)



BIBLIOGRAPHIE

1. D. CARDON
"Analyse des facteurs responsables de la dispersion des mesures neutroniques dans un sol donné et application à la mesure de la variation du stock d'eau du sol".
Cahiers ORSTOM. Série Hydrologie, Vol. N° 4, 1972.
2. D. HILLEL
"L'eau et le sol : principes et processus physiques".
Vander éditeur.
D. 1974/0109/13.
3. J. MARCESSE
"Bilan Français de cinq années de mise au point de la méthode neutronique de mesure de l'humidité et son application aux problèmes d'alimentation en eau du sol et des plantes".
Compte-rendu de la réunion de Cadarache : "Etude des mouvements de l'eau dans les sols non saturés" - 6 juin 1969
S.P.E.PE/B.E.P.
4. G. VACHAUD, C. DANCETTE, S. SONKO, J.L. THONY
"Méthode de caractérisation hydrodynamique *in situ* d'un sol non saturé.
Application à deux types de sol Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique".
Annales Agronomiques, 29 (1) : 1 - 36 - 1978.
5. P. VILLEMIN
"Utilisation des méthodes de mesure neutronique et tensiométrique pour la conduite de l'irrigation au goutte à goutte".
Thèse de Docteur - Ingénieur
Institut National Polytechnique de Toulouse N° d'ordre 163 - 1981.
6. P. ZANTE
"Caractérisation et évolution des propriétés hydriques des sols alluviaux de la vallée du fleuve Sénégal.
Périmètre irrigué de TILENE (Région du Fleuve)".
ORSTOM Centre de DAKAR-HANN. mars 1974.

ex. Montpellier

INSTITUT FRANCAIS
de Recherche
Scientifique
pour le
Développement en
Coopération
O R S T O M

CENTRE NATIONAL
d'Etudes Spatiales
C N E S

S P O T I M A G E

PROGRAMME D'EVALUATION PRELIMINAIRE SPOT

P E P S N° 149

S P O T O U R S I

Caractérisation des principales surfaces
élémentaires de la région d'Oursi

Centre **ORSTOM**
BP. 182
OUAGADOUGOU
Burkina Faso

J.L. JANEAU
J.M. LAMACHERE

Septembre 1988

ORSTOM
Centre Documentation
MONTPELLIER

FA27157

SOMMAIRE

	Pages
Introduction	1
1. Description des surfaces élémentaires de la région d'Oursi	2 à 24
1.1. Méthode descriptive	2
1.2. Classification	2 à 3
1.3. Description	4 à 24
Types 10 à 13 : Eléments grossiers	4 à 7
Types 20 et 21 : Sables grossiers	8 et 9
Types 30 à 37 : Sables fins et moyens	10 à 15
Types 40 à 49 : Pellicules plasmiques	16 à 23
Regroupement des types de surfaces	24
2. Hydrodynamique des surfaces élémentaires	25 à 30
2.1. Surfaces à éléments grossiers	26
2.2. Surfaces à sables grossiers	26
2.3. Surfaces à sables fins et moyens	26 et 27
2.4. Surfaces à pellicules plasmiques	27 et 28
Tableau n° 1 : Hydrodynamique des surfaces élémentaires de la région d'Oursi	29
Tableau n° 2 : Comportement hydrologique des surfaces élémentaires de la région d'Oursi	30
3. Conclusion	31, 32
Bibliographie	33

68 MORSOL
JAN

F 27 157

INTRODUCTION

Dans le cadre du programme d'évaluation préliminaire SPOT - OURSI, il s'est avéré indispensable d'établir une liste exhaustive des différentes surfaces élémentaires couvrant les sols de la région d'Oursi.

Une première description d'une dizaine de surfaces élémentaires fut réalisée en 1981 par C. VALENTIN. La présente publication a pour ambition de compléter cette première description et de fournir, grâce aux campagnes de simulation de pluies entreprises par P. CHEVALLIER en 1981 dans la région d'Oursi et par J. ALBERGEL en 1985 dans la région de Gagara, les caractéristiques hydrodynamiques de ces surfaces élémentaires.

1. DESCRIPTION DES SURFACES ELEMENTAIRES DE LA REGION D'OURSI

1.1. Méthode descriptive

La méthode utilisée pour la description des états de surface a été mise au point par C. VALENTIN (1985). Dans le cadre d'une convention avec la C.E.E., un référentiel a pu être établi (Les états de surface de la zone sahélienne, A. CASENAVE, C. VALENTIN, janvier 1988) et les descriptions qui suivent se rapportent à ce référentiel.

Les observations ont été effectuées à l'oeil nu en dégagant progressivement la surface du sol à l'aide d'un pinceau afin de mettre en évidence la porosité vésiculaire et les pellicules superficielles, en creusant au couteau une micro-fosse d'environ 5 centimètres de profondeur ou en creusant à la pelle des fosses de plusieurs dizaines de centimètres sur les surfaces couvertes de sables éoliens très épais.

La description des surfaces élémentaires porte à la fois sur le couvert végétal et sur le couvert minéral, leur nature, leur taille et leur répartition. Elle porte également sur l'organisation superficielle du sol : le micro-relief, les micro-organisations pelliculaires, la porosité vésiculaire, la porosité d'interstice et de fissure, la porosité due à l'activité méso-faunique, les effets de l'érosion et de la sédimentation hydrique ou éolienne, les effets de l'activité anthropique. Elle se termine par la description de la matrice du sol sous-jacent au micro-profil.

1.2. Classification des surfaces élémentaires

Les surfaces élémentaires de la région d'Oursi ont été classées selon leur composition granulométrique dominante en surface.

La taille des éléments est définie conformément aux normes classiques :

éléments grossiers : taille supérieure à 2 mm

- blocs, taille supérieure à 200 mm
- pierres, taille comprise entre 75 et 200 mm
- cailloux, taille comprise entre 20 et 75 mm
- graviers, taille comprise entre 2 et 20 mm

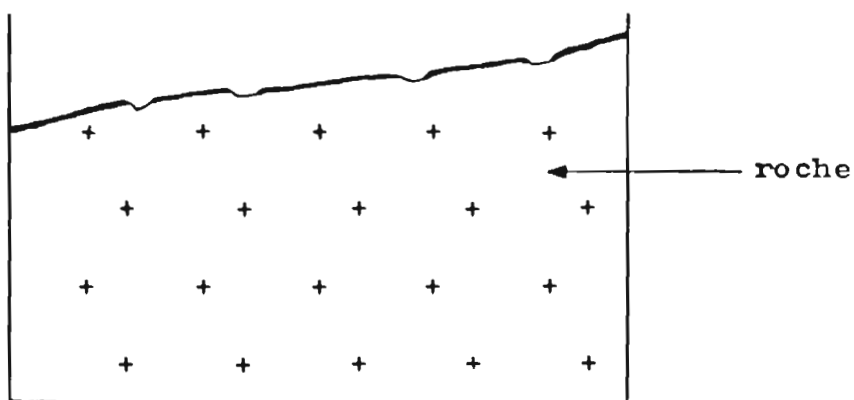
sables grossiers : taille comprise entre 0,2 et 2 mm

sables fins : taille comprise entre 0,05 et 0,2 mm

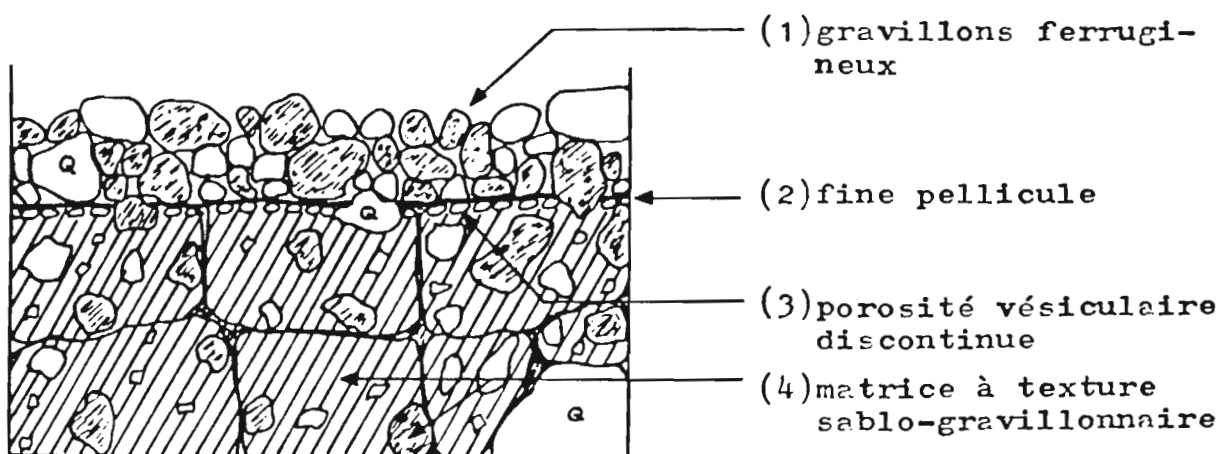
limons : taille comprise entre 0,002 et 0,05 mm

argiles : taille inférieure à 0,002 mm

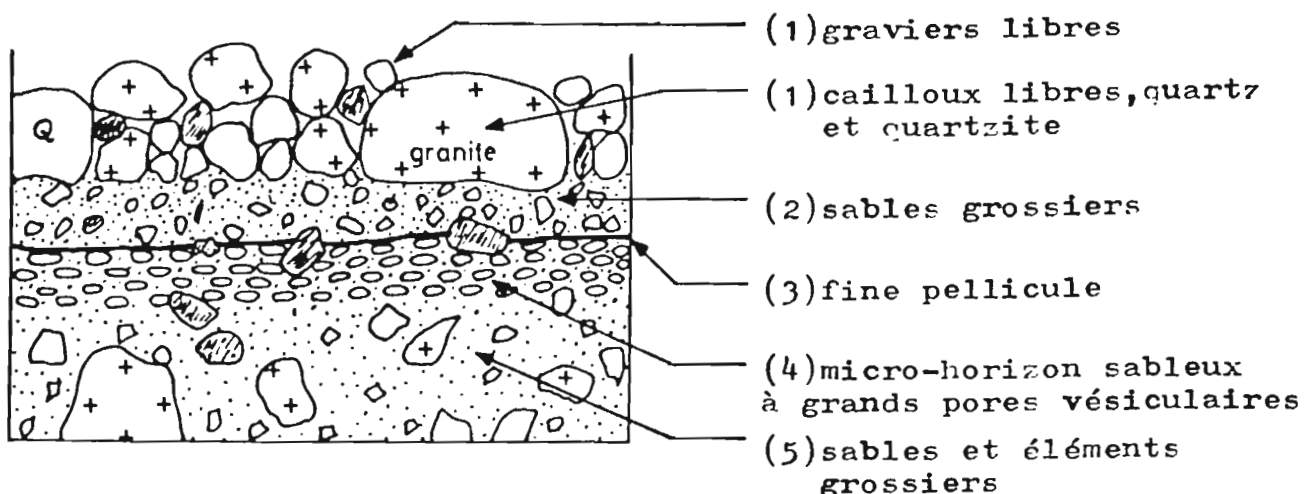
Les pellicules plasmiqnes, qui couvrent fréquemment la surface des sols nus de la région d'Oursi, sont de nature argilo-limoneuse.



TYPE 10 ROCHE NUE, SOL LITHIQUE



TYPE 11 SURFACE A ELEMENTS GROSSIERS FERRUGINEUX



TYPE 12 SURFACE A RECOUVREMENT DE GRAVIERS ET DE CAILLOUX D'ORIGINE GRANITIQUE

1.3. Description

De 10 à 13 : Éléments grossiers

TYPE 10 : Surface à recouvrement de cuirasses affleurantes ou d'affleurements rocheux, sols lithiques des zones de relief.

Localisation pédo-géographique : les reliefs, collines et buttes sont issus soit de roches basiques (Gabbros, dolérites), soit de roches granitiques, soit de paléosurfaces cuirassées, puis disséquées.

Surface élémentaire : Ki de 5 à 15 %.

surface de type grossier : G

TYPE 11 : Surface à éléments grossiers ferrugineux, recouvrement supérieur ou égal à 40 %.

1 - Gravillons ferrugineux, recouvrement égal ou supérieur à 40 %,

2 - Pellicule fine argilo-sableuse à argileuse et éléments grossiers enchassés : 10 % de la surface pelliculaire,

3 - Porosité vésiculaire discontinue,

4 - Matrice de l'horizon sous-jacent à structure polyédrique et texture sablo-gravillonnaire.

Localisation pédo-géographique : Glacis sur sols ferrugineux tropicaux peu lessivés et sur sols bruns subarides vertiques.

Surface élémentaire : Ki de 5 à 15 %.

surface de type grossier : G

TYPE 12 : Surface à recouvrement de graviers, de cailloux d'origine granitique, de quartz et quartzites, dont le taux est supérieur ou égal à 40 %.

1 - pavage de graviers, de cailloux de quartz et quartzites libres ou peu enchassés, recouvrement supérieur ou égal à 40 %.

2 - Sables grossiers à grains déliés sur 10 mm d'épaisseur, quelques éléments grossiers enchassés.

3 - Fine pellicule, quelques éléments grossiers enchassés.

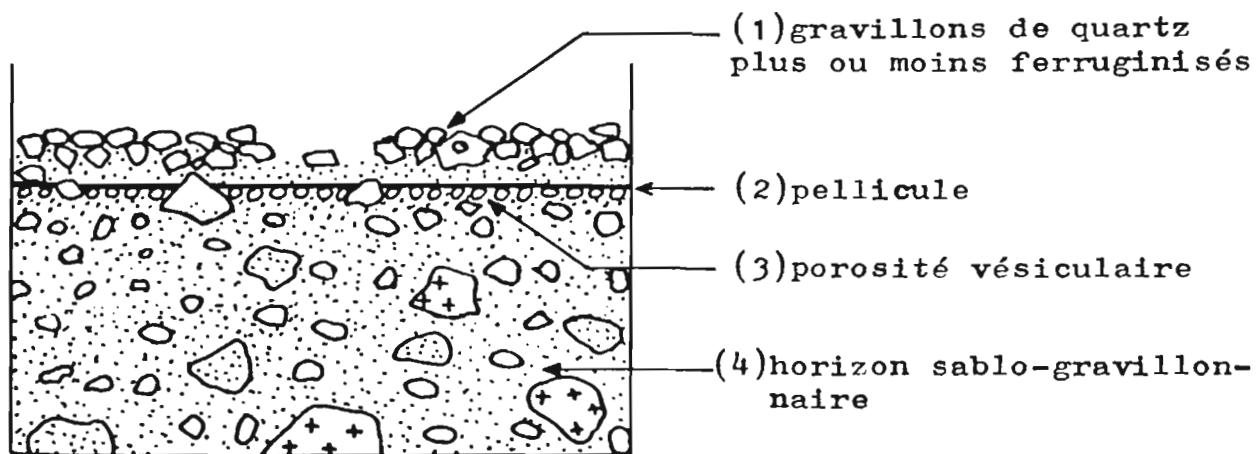
4 - Micro-horizon sableux de 10 mm d'épaisseur à grands pores vésiculaires.

5 - Horizon sous-jacent sableux.

Localisation pédo-géographique : versants et piémonts de plateaux cuirassés et de reliefs d'origine granitique ou de roches basiques.

Surface élémentaire : Ki de 5 à 15 %.

surface de type grossier : G



Type 13 SURFACE A EPANDAGE GRAVILLONNAIRE

TYPE 13 : Surface à épandage gravillonnaire.

1 - Gravillons de quartz plus ou moins ferruginisés anguleux (2-3 mm) couvrant 50 % de la surface, 30 % sont inclus dans 2.

2 - Pellicule à texture fine, épaisseur 0,80 mm, sans fente, sans desquamation, solidaire de 3.

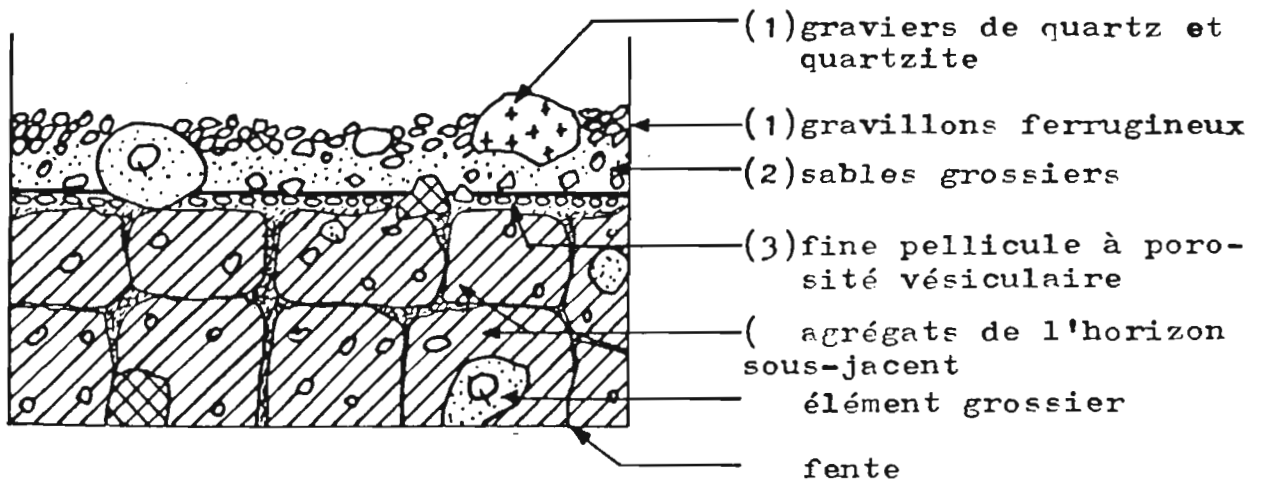
3 - Microhorizon à texture fine, 70 % de porosité vésiculaire (diamètre : 0,6 à 1 mm), épaisseur 3 mm, solidaire de 4.

4 - Microhorizon proche de 1 et du premier horizon du profil type C (VALENTIN, 1981).

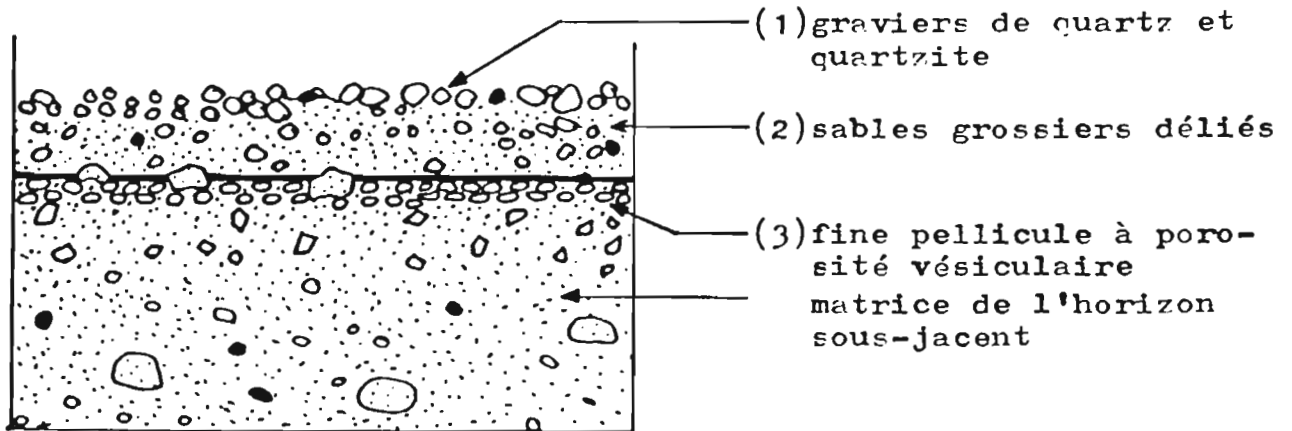
Localisation pédo-géographique : versant et piémont de plateaux cuirassés et de relief d'origine granitique ou de roches basiques.

Surface élémentaire : Ki : 5 à 15 %.

surface de type grossier : G



Type 20 SURFACE A RECOUVREMENT EPAIS DE SABLES GROSSIERS ET ELEMENTS GROSSIERS



Type 21 SURFACE A RECOUVREMENT DE SABLES GROSSIERS

De 20 à 21 : Sables grossiers.

TYPE 20 : Surface à recouvrement épais de sables grossiers et d'éléments grossiers, taille inférieure ou égale à 10 %.

1 - Graviers de quartz et quartzite, quelques gravillons ferrugineux. L'ensemble est inférieur ou égal à 10 % de la surface totale de cette unité.

2 - Recouvrement sableux : sables grossiers dominants d'une épaisseur inférieure ou égale à 10 mm. Quelques éléments grossiers, recouvrement inférieur ou égal à 2 %, sont contenus dans ce micro-horizon.

3 - Pellicule fine à porosité vésiculaire fine et moyenne (0,2 à 0,5 mm).

Matrice de l'horizon sous-jacent à structure polyédrique grenue et texture sablo-argileuse contenant quelques éléments grossiers.

Localisation pédo-géographique : glacis.

Surface élémentaire : Ki de 40 à 55 %

surface de type structure 2 : ST2

TYPE 21 : Surface à recouvrement de sables grossiers dominants.

1 - Gravillons de quartz et quartzites, recouvrement inférieur ou égal à 10 %.

2 - Sables grossiers déliés, épaisseur de 2 à 5 mm.

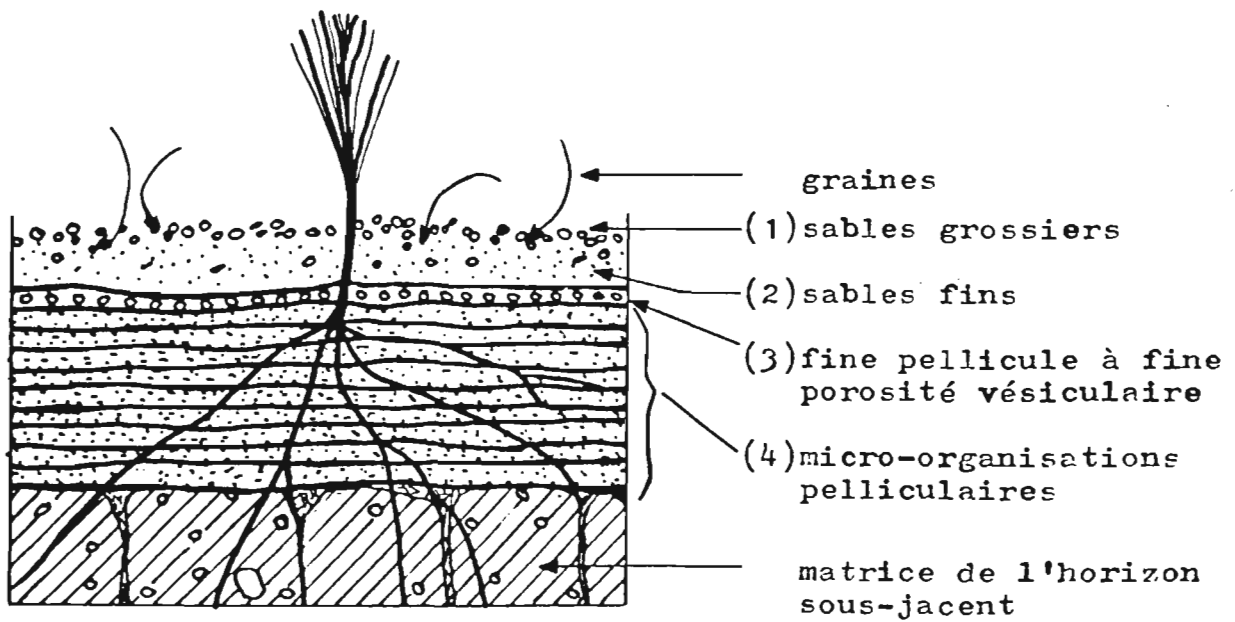
3 - Pellicule fine à porosité vésiculaire, grands pores (1 à 3 mm).

Matrice de l'horizon sous-jacent à structure grenue et texture sablo-argileuse.

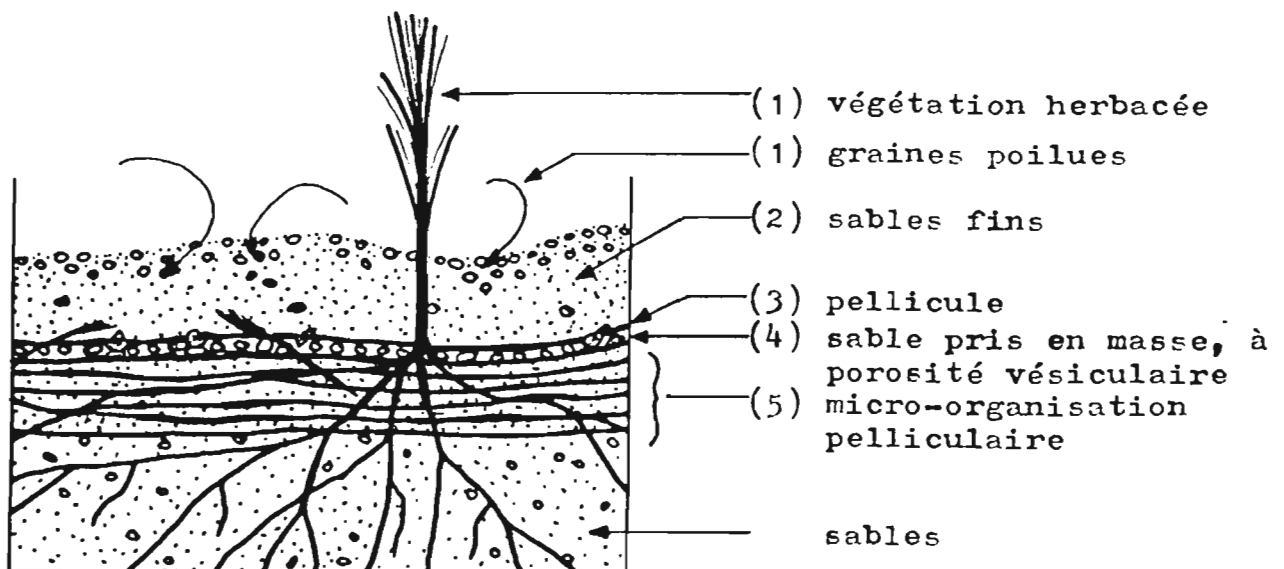
Localisation pédo-géographique : bas de versant et piémonts de plateaux cuirassés et de reliefs d'origine granitique ou de roches basiques.

Surface élémentaire : Ki de 40 à 55 %.

surface de type structurale 2 : ST2



Type 30 SURFACE A RECOUVREMENT SABLEUX SUR
SOLS BRUNS VERTIQUES



Type 31 SURFACE A RECOUVREMENT SABLEUX SUR
ARENE GRANITIQUE

De 30 à 37 : Sables fin et moyens.

TYPE 30 : Surface à recouvrement sableux sur sols bruns vertiques.

- 1 - Recouvrement de sables grossiers en surface.
 - 2 - Sables fins sous les sables grossiers.
 - 3 - Pellicule fine à porosité vésiculaire fine.
 - 4 - Micro-organisations pelliculaires sur 20 mm d'épaisseur : alternance des lits de sables fins et de pellicules d'épaisseur inférieure ou égale à 1 mm.
- Bon enracinement, couvert herbacé important à la saison des pluies.

Matrice de l'horizon sous-jacent à structure grenue et texture sablo-argileuse.

Localisation pédo-géographique : sols bruns subarides vertiques, Glacis.

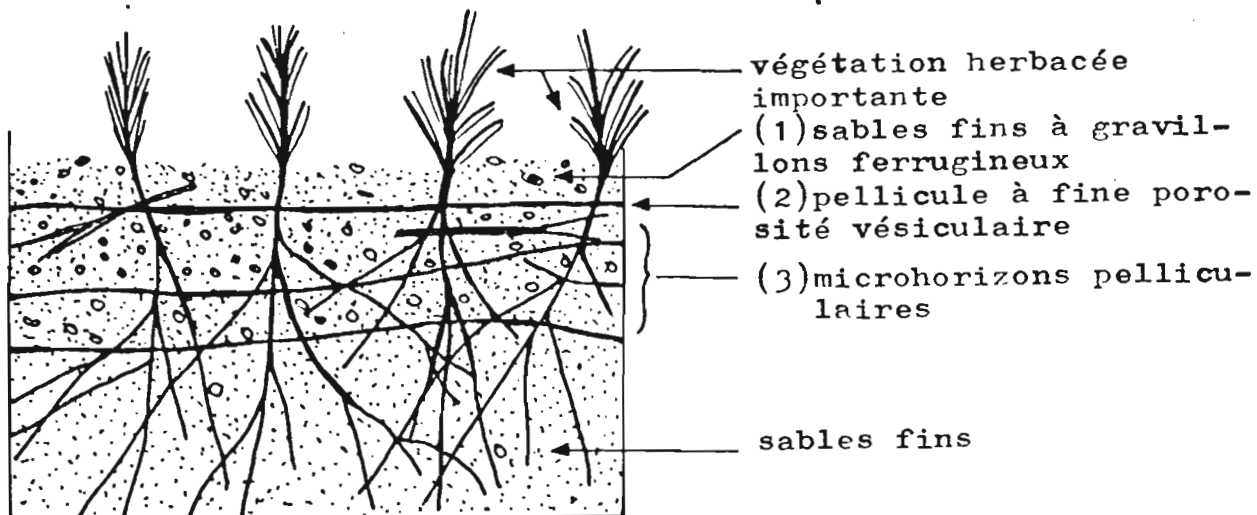
Surface élémentaire : Ki de 45 à 55 %.
surface de type structurale 3 : ST3
variante : couverture végétale supérieure à 50%.

TYPE 31 : Surface à recouvrement sableux sur arène granitique.

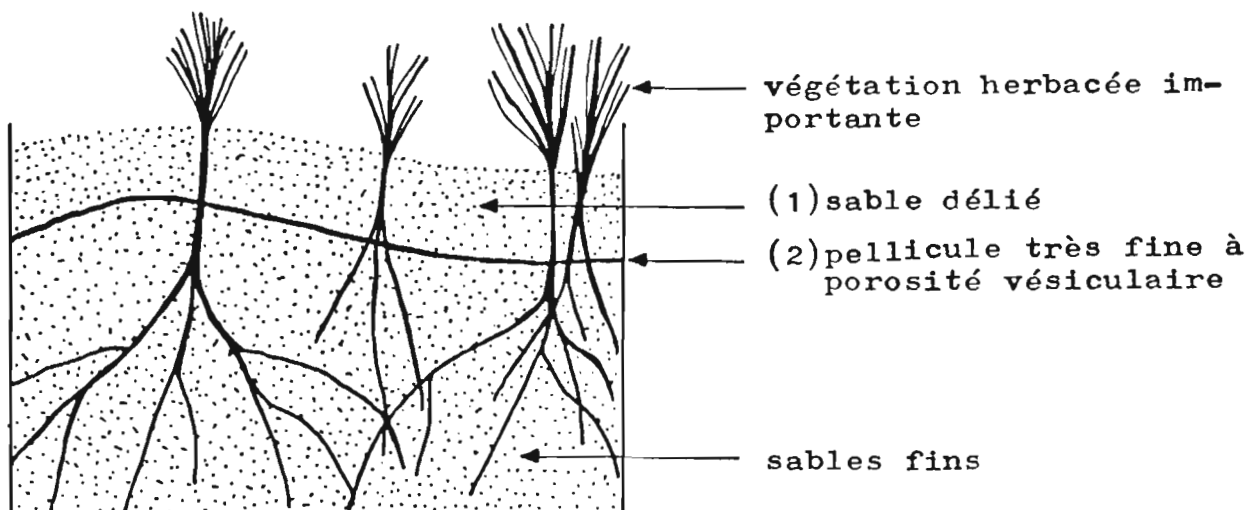
- 1 - Végétation herbacée (*Schoenfeldia gracilis*) couchée, couvrant 80 % de la surface, graines poilues plantées dans la surface.
- 2 - Sable fin délié 5 YR 6/4 (brun rougeâtre) clair sec.
- 3 - Pellicule à texture fine incluant des débris organiques et des gravillons, très peu de fentes, sans desquamation, 7.5 YR 6/4 (brun clair) sec, épaisseur 1 mm, solidaire de 4.
- 4 - Sable pris en masse, couleur identique à 2, 70 % de porosité vésiculaire de diamètre 0,2 à 0,5 mm, épaisseur 2-3 mm, solidaire de 3 et de 5.
- 5 - Succession de 3 + 4 : 5 répétitions, l'épaisseur des microhorizons 4 diminuant en profondeur.

Localisation pédo-géographique : glacis.

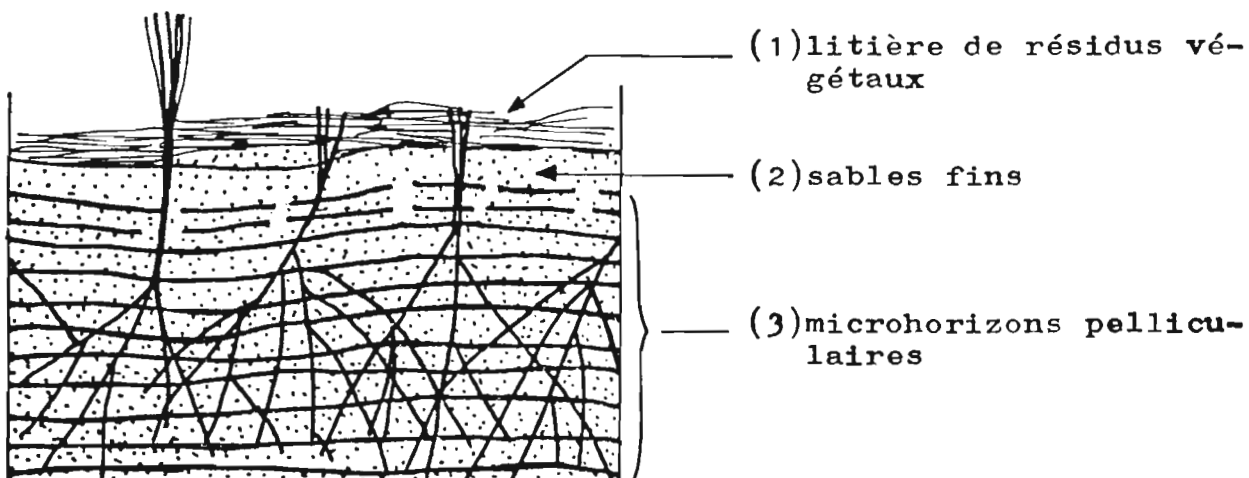
Surface élémentaire : Ki de 45 à 55 %.
surface de type structurale 3 : ST3
variable : couverture végétale couvrant plus de 50 % de la surface.



Type 32 SURFACE DES MICROBUTTES A RECOUVREMENT SABLEUX EOLIEN



Type 33 SURFACE A RECOUVREMENT SABLEUX EOLIEN SUR GLACIS



Type 34 SURFACE A RECOUVREMENT DE RESIDUS VEGETAUX (80%) ET SABLES FINS DANS LES MICRODEPRESSIONS DE L'ERG ANCIEN

TYPE 32 : Surface des micro-buttes à recouvrement sableux éolien très enherbées.

Polygénie :

1 - Recouvrement de sables fins dominants ; quelques gravillons ferrugineux et sables grossiers.

3 - Pellicule à porosité vésiculaire fine.

4 - 2 à 3 microhorizons pelliculaires.

Matrice de l'horizon sous-jacent à structure déliée et texture sableuse.

Bon enracinement, ces micro-buttes sont très enherbées, recouvrement supérieur à 50 %.

Localisation pédo-géographique : sols gravillonnaires, hydromorphes et sur arène granitique.

Surface élémentaire : Ki de 45 à 55 %.

surface de type structurale 3 : ST3

variante : surface recouvrant un sol sableux

TYPE 33 : Surface à recouvrement sableux d'origine éolienne sur glacis.

1 - 5 à 10 mm de sable délié.

2 - Pellicule très fine à porosité vésiculaire très abondante, couvrant plus de 80 % de la surface n° 2.

Matrice de l'horizon sous-jacent, structure déliée, texture sableuse.

Activité racinaire importante, surface très enherbée, recouvrement supérieur à 50 %.

Localisation pédo-géologique : Zone de transition des glacis sur arène granitique et jupes sableuses ou dunes.

Surface élémentaire : Ki de 60 à 75 %.

surface de type dessication : DES

TYPE 34 : Surface à recouvrement de résidus végétaux (80 %) et sables fins dans les micro-dépressions sur erg ancien.

1 - Litière de résidus végétaux (paille de graminées).

Polygénie :

2 - 2 à 3 mm de sables fins.

3 - 20 à 30 mm de microhorizons pelliculaires avec pour le 1^{er} horizon une pellicule à tendance desquamante.

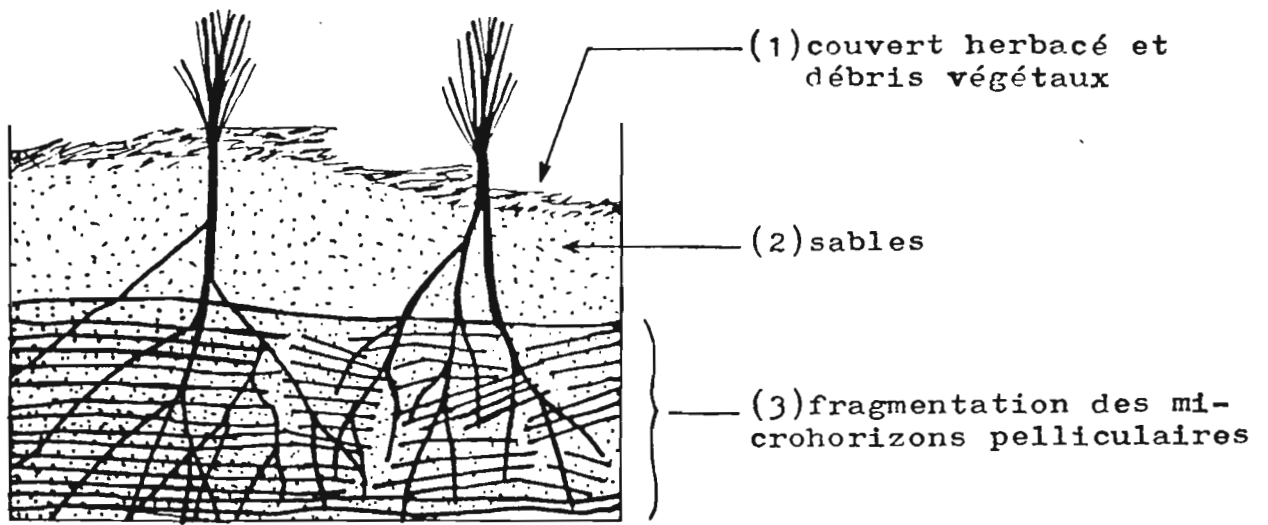
Matrice de l'horizon sous-jacent à structure lamellaire et texture sableuse à tendance argileuse.

Localisation pédo-géologique : micro-dépressions sur erg ancien.

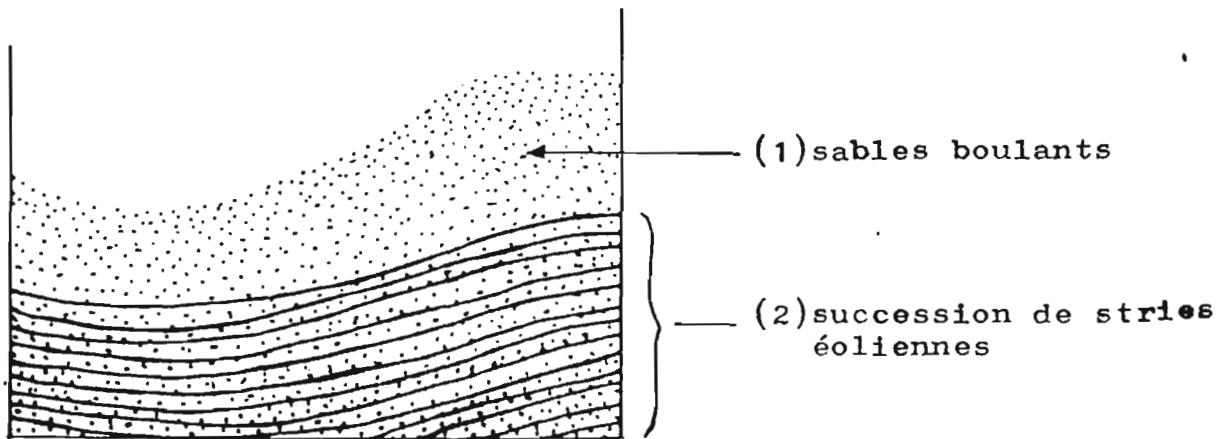
Surface élémentaire : Ki de 45 à 55 %.

surface de type structurale 3 : ST3

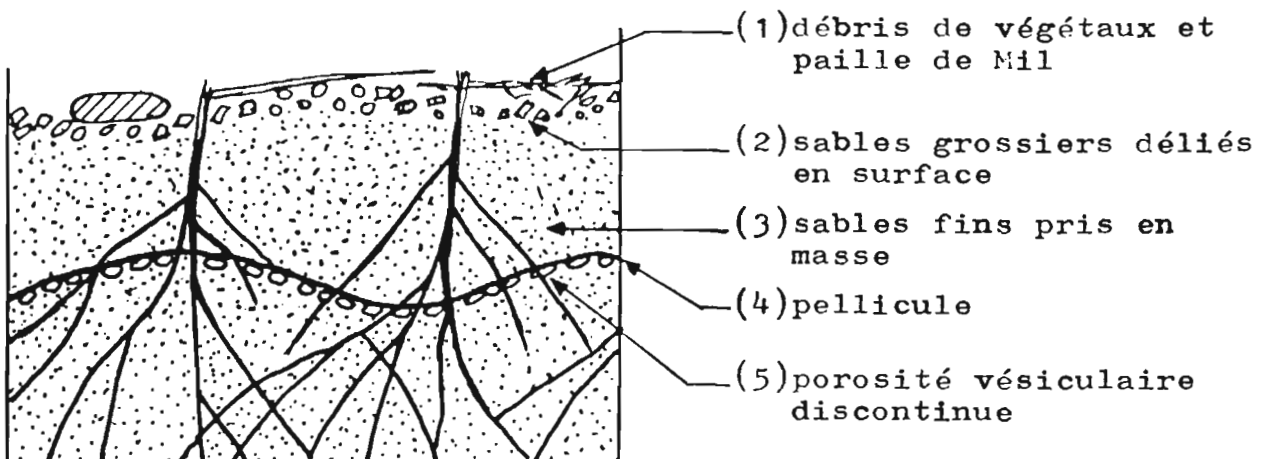
variante : couvert végétal



Type 35 SURFACE A RECOUVREMENT SABLEUX EOLIEN ENHERBEE SUR JUPES SABLEUSES DE PIEMONT



Type 36 SURFACE A RECOUVREMENT SABLEUX EOLIEN SUR JUPES SABLEUSES DE PIEMONT ET DUNES VIVES



Type 37 SURFACE A RECOUVREMENT SABLEUX EOLIEN ENHERBEE SUR DUNES ET AVAL DE JUPES DE PIEMONT

TYPE 35 : Surface à recouvrement sableux éolien, enherbée sur jupes sableuses de piémont.

1 - Zone de pâturage, de 10 à 80 % d'enherbement suivant la saison d'observation.

2 - Recouvrement sableux éolien d'épaisseur : 100 mm.

3 - Débris de micro-horizons pelliculaires de 20 à 30 mm d'épaisseur plus ou moins enfouis dans les sables.

Micro-relief d'amplitude 0-100 mm dû au piétinement des animaux.

Activité faunique : trous de petits mammifères.

Matrice de l'horizon sous-jacent déliée et texture sableuse

Localisation pédo-géographique : jupes sableuses de piémont.

Surface élémentaire : Ki de 60 à 75 %.

surface de type dessiccation : DES

TYPE 36 : Surface à recouvrement sableux éolien sur jupes de piémont et dunes vives.

1 - Sables bouillants, épaisseur de 60 à 80 mm.

2 - Succession de stries éoliennes à texture fine et sableuse sur une profondeur de 200 mm, pellicules de dépôts éoliens.

Structure lamellaire et texture sableuse.

Localisation pédo-géographique : Jupes sableuses de piémont et dunes vives.

Surface élémentaire : Ki de 85 à 100 %.

surface de type dessiccation : DES

variante sol sableux.

TYPE 37 : Surface à recouvrement sableux éolien enherbée sur dunes et aval de jupes de piémont.

1 - Débris végétaux et paille de mil en recouvrement de 5 à 20 %.

2 - Sables grossiers déliés en surface.

3 - 10 à 20 mm de sables fins, pris en masse.

4 - Pellicule à 1 ou 2 micro-horizons et à fort micro-relief induit par l'action du vent.

5 - Porosité vésiculaire fine et discontinue.

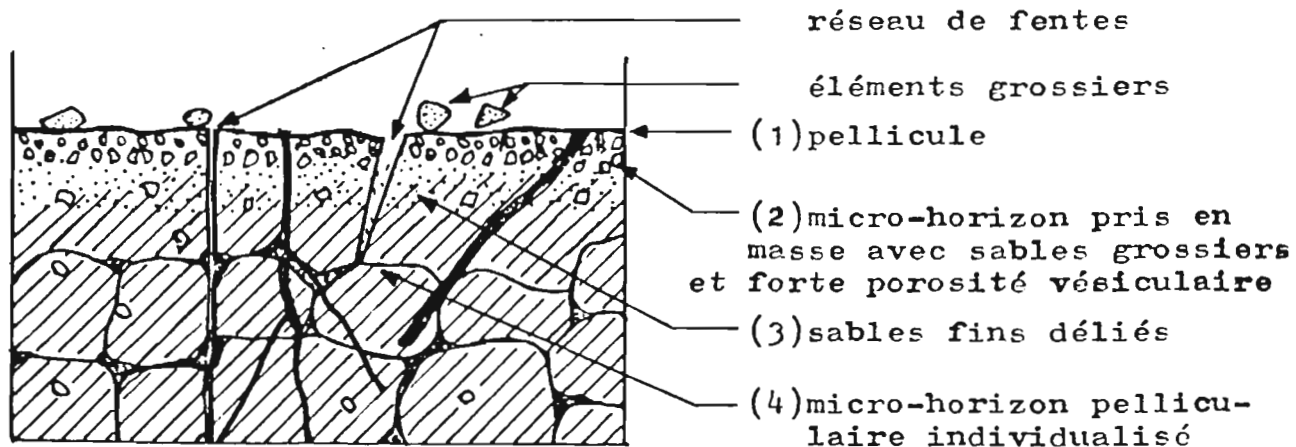
Matrice de l'horizon sous-jacent déliée à tendance massive et texture sableuse.

Bonne activité racinaire.

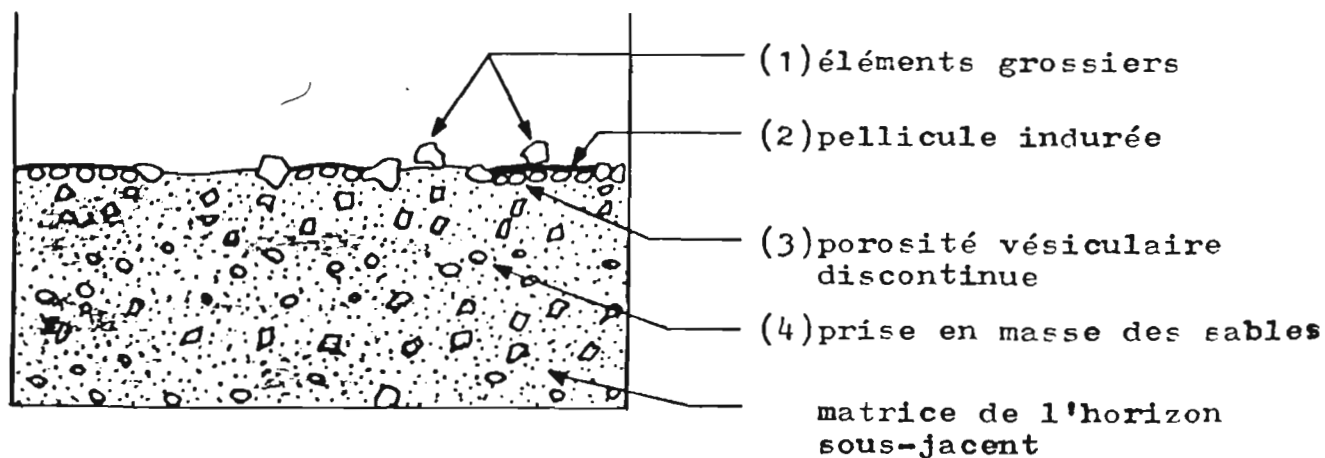
Localisation pédo-géographique : erg récent.

Surface élémentaire : Ki de 15 à 25 %.

surface de type structurale : ST3



Type 40 SURFACE A PELLICE PLASMIQUE



Type 41 SURFACE A PELLICULE PLASMIQUE ET ELEMENTS GROSSIERS ENCHASSES

De 40 à 49 : Pellicules plasmiques.

TYPE 40 : Surface à pellicule plasmique.

1 - Pellicule à texture fine, épaisseur 0,4 mm, réseau de fentes non généralisé largeur 0,1 mm, espacement 20 mm, 75 % de surface fracturée (piétinement du bétail avec 2), peu de desquamation.

2 - Microhorizon pris en masse, épaisseur 2 à 3 mm, texture fine avec quelques sables grossiers, 80 % de porosité vésiculaire diamètre 0,8 mm.

3 - Sables fins déliés, microhorizon facultatif, épaisseur 5 mm (sables éoliens recouverts par produits de ruissellement en nappes ?).

4 - Microhorizon facultatif identique à 1, solidaire du premier horizon du profil type D, (VALENTIN, 1981).

Localisation pédo-géographique : Glacis.

Surface élémentaire : Ki de 10 à 20 %.

surface de type érosion : ERO

TYPE 41 : Surface à pellicule plasmique et éléments grossiers enchassés.

1 - Quelques grains de quartz, quartzites, et gravillons ferrugineux recouvrant moins de 1 % de la surface.

2 - Pellicule indurée, pellicule d'érosion.

3 - Porosité vésiculaire très discontinue.

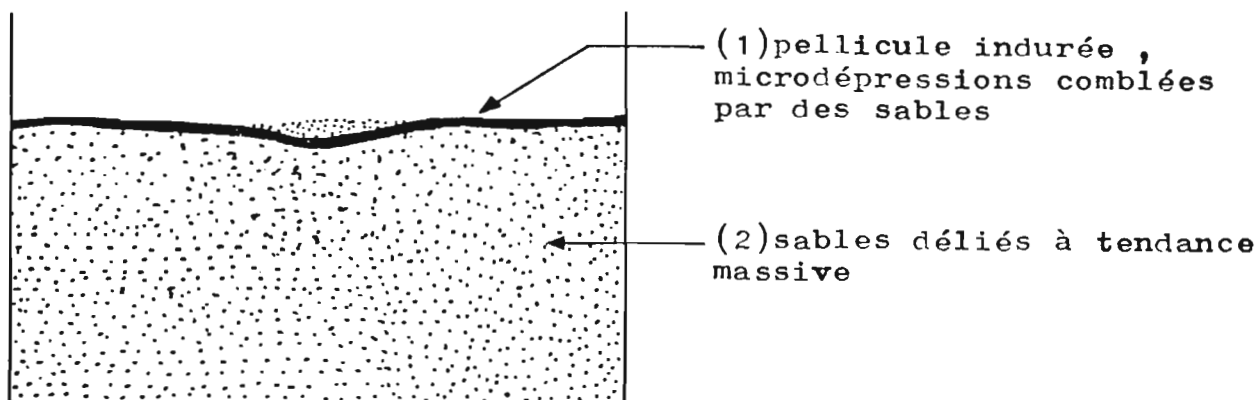
4 - Prise en masse des sables sous-jacent sur 10 à 20 mm d'épaisseur.

Matrice de l'horizon sous-jacent de structure à tendance massive et texture à sables grossiers et quelques petits ; gravillons (2 à 6 mm de diamètre).

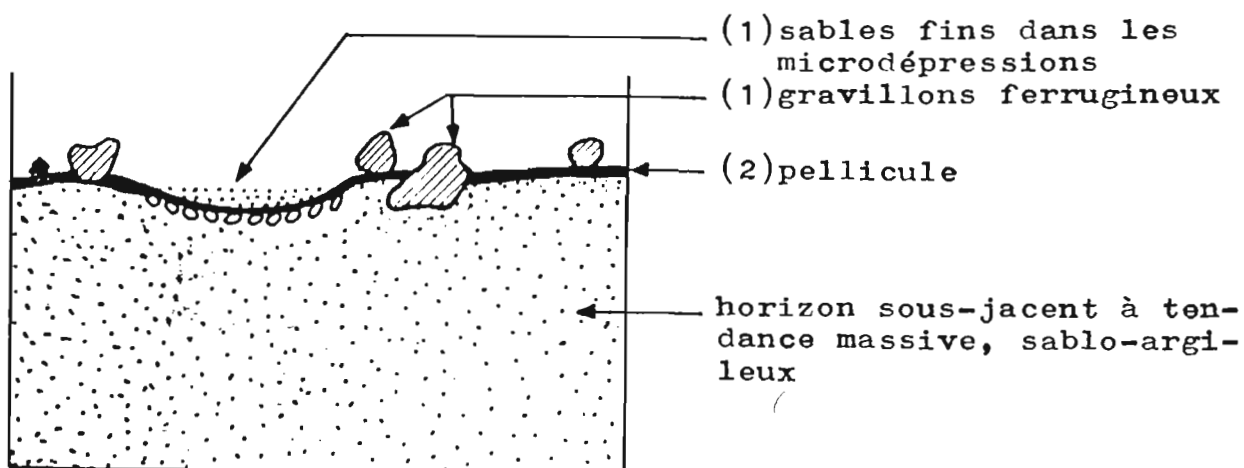
Localisation pédo-géographique : Glacis sur arène granitique.

Surface élémentaire : Ki de 10 à 20 %.

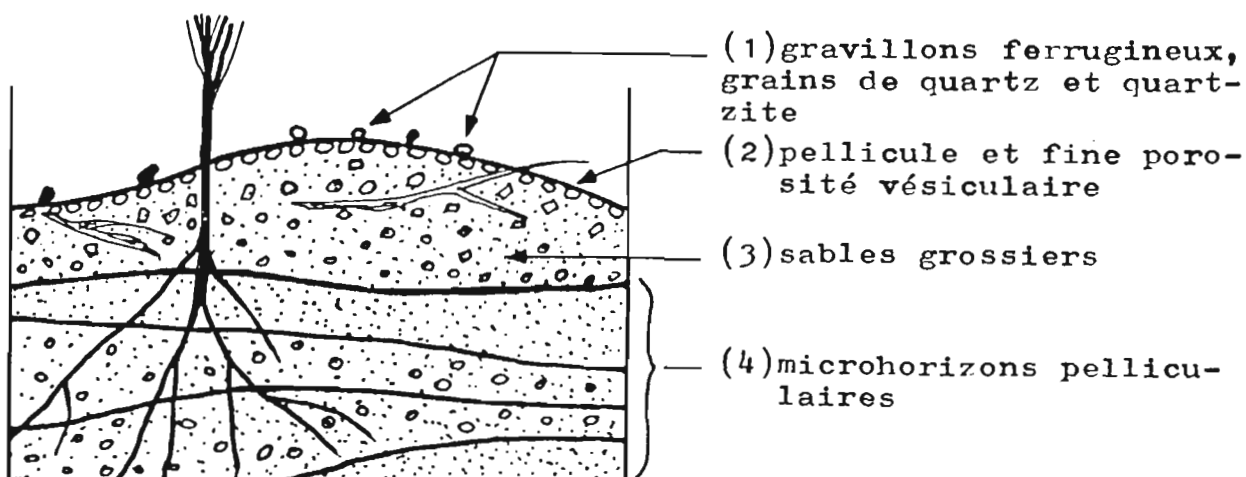
surface de type érosion : ERO



Type 42 SURFACE A PELLICULE PLASMIQUE SUR ERG ANCIEN



Type 43 SURFACE A PELLICULE PLASMIQUE ET ELEMENTS GROSSIERS



Type 44 SURFACE DES MICROBUTTES A PELLICULES PLASMIQUES

TYPE 42 : Surface à pellicule plasmique sur erg ancien.

1 - Pellicule indurée à micro-dépressions comblées par des sables fins. Pellicule de couleur rouge brique.

2 - Sables sous-jacents, déliés à tendance massive.

Localisation pédo-géographique : erg ancien.

Surface élémentaire : Ki de 20 à 30 % (sols sableux).
surface de type érosion : ERC
variante : sol sableux

TYPE 43 : Surface à pellicule plasmique et éléments grossiers, taille inférieure ou égale à 30 %.

1 - Gravillons ferrugineux couvrant moins de 30 % de la surface.

2 - Pellicule de 1 mm d'épaisseur, rugueuse et grise.
Quelques sables fins dans les micro-dépressions.

Matrice de l'horizon sous-jacent à tendance massive et texture sablo-argileuse.

Localisation pédo-géographique : erg ancien.

Surface élémentaire : ki de 20 à 30 % (sols sableux).
surface de type érosion : ERC
variante : sol sableux

TYPE 44 : Surface des micro-buttes à pellicules plasmiques.

Polygénie :

1 - Quelques gravillons ferrugineux et grains de quartz et de quartzites, 1 à 2 % de recouvrement.

2 - Pellicule épaisse de moins de 1 mm, à porosité vésiculaire fine.

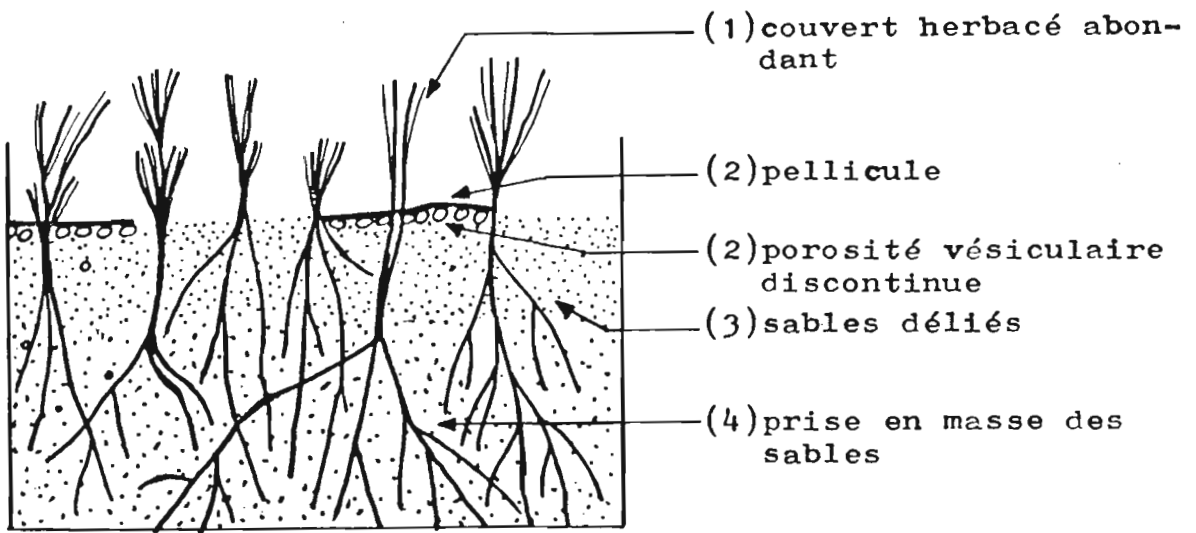
3 - 10 mm de sables grossiers.

4 - Microhorizons pelliculaires (3 ou 4) sur 20 à 30 mm d'épaisseur.
Micro-relief ondulé.

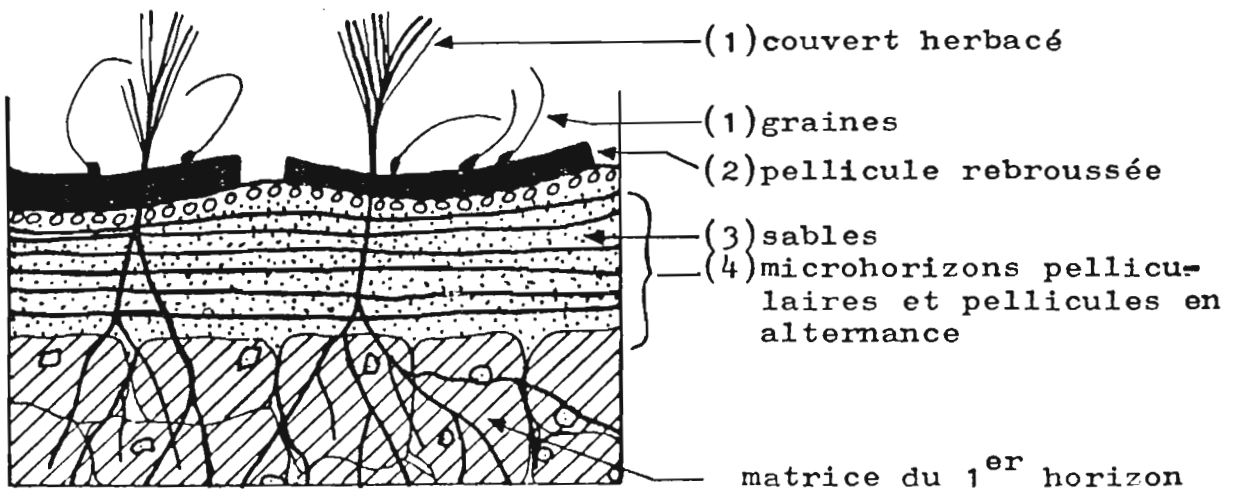
Matrice du sol sous-jacent à texture sableuse, structure déliée.
Bon enracinement, enherbement supérieur à 50 %.

Localisation pédo-géographique : micro-buttes sur glacis et zones hydromorphes.

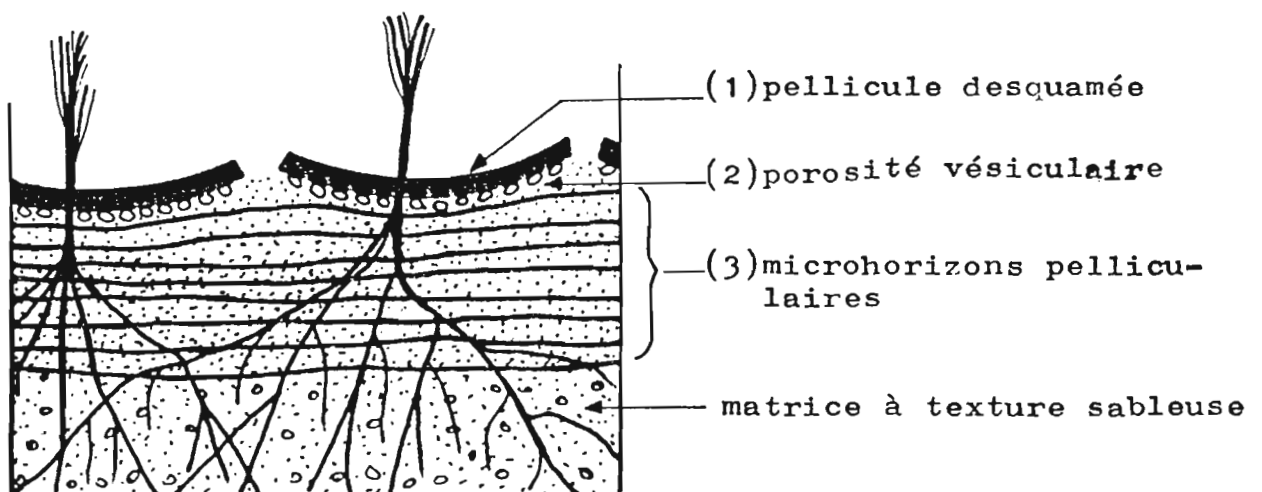
Parcelle élémentaire : Ki de 45 à 55 %.
surface de type structurale : ST3
variante : couverture végétale 50 % et
sol sableux



Type 45 SURFACE A RECOUVREMENT SABLEUX EOLIEN
EPAIS SUR JUPE DE PIEMONT ET DUNES FIXEES



Type 46 SURFACE A PELLICULE REBROUSSEE



Type 47 SURFACE A RECOUVREMENT PELLICULAIRE
DESQUAME DES DEPRESSIONS TOPOGRAPHIQUES

Type 45 : Surface à recouvrement sableux éolien épais sur jupe de piémont et dunes fixées ; erg ancien.

1 - Couvert herbacé abondant = type 45 a

1 bis - ou culture de mil induit un changement de groupe = n° 1

Ki de 60 à 75 % = type 45 b.

2 - Pellicule fragile et discontinue (50 %) à porosité vésiculaire fine et discontinue.

3- Sables déliés d'épaisseur supérieure ou égale à 10 mm.

4 - Prise en masse des sables.

Matrice du sol sous-jacent déliée à tendance massive et texture sableuse. Bon enracinement, zone de culture et de pâturage

Localisation pédo-géographique : erg ancien et jupes de piémont.

Parcelle élémentaire : Type 45a : Ki de 60 à 75 %, sous végétation naturelle.

Surface de type dessication : DES

Type 45b : Ki de 40 à 60 %, sous culture de mil. Surface de type cultivé 2 : C2.

TYPE 46 : Surface à pellicule rebroussée.

1 - 75 % de la surface couverte de végétation herbacée couchée (*Schoenfeldia gracilis*) et de graines poilues plantées dans 2.

2 - Pellicule rebroussée à texture fine, épaisseur 1 mm, largeur des squames 30 mm, solidaire de 3.

3 - Sables fins à moyens, partiellement pris en masse.

4 - Pellicule facultative, caractéristiques très proches de 2.

5 - Plusieurs successions 2 plus 3 jusqu'à une profondeur de 20 mm, la dernière pellicule à texture fine étant solidaire de 6.

6 - Premier horizon du profil D (VALENTIN 1981).

Localisation pédo-géographique : sols vertiques, proximité marigot, zone hydromorphe.

Surface élémentaire : Ki de 20 à 35 %.

surface de type décantation : DEC

TYPE 47 : Surface à recouvrement pelliculaire desquamé des dépressions topographiques.

1 - Pellicule desquamée épaisse de plus de 1 mm.

2 - Porosité vésiculaire sous-jacente.

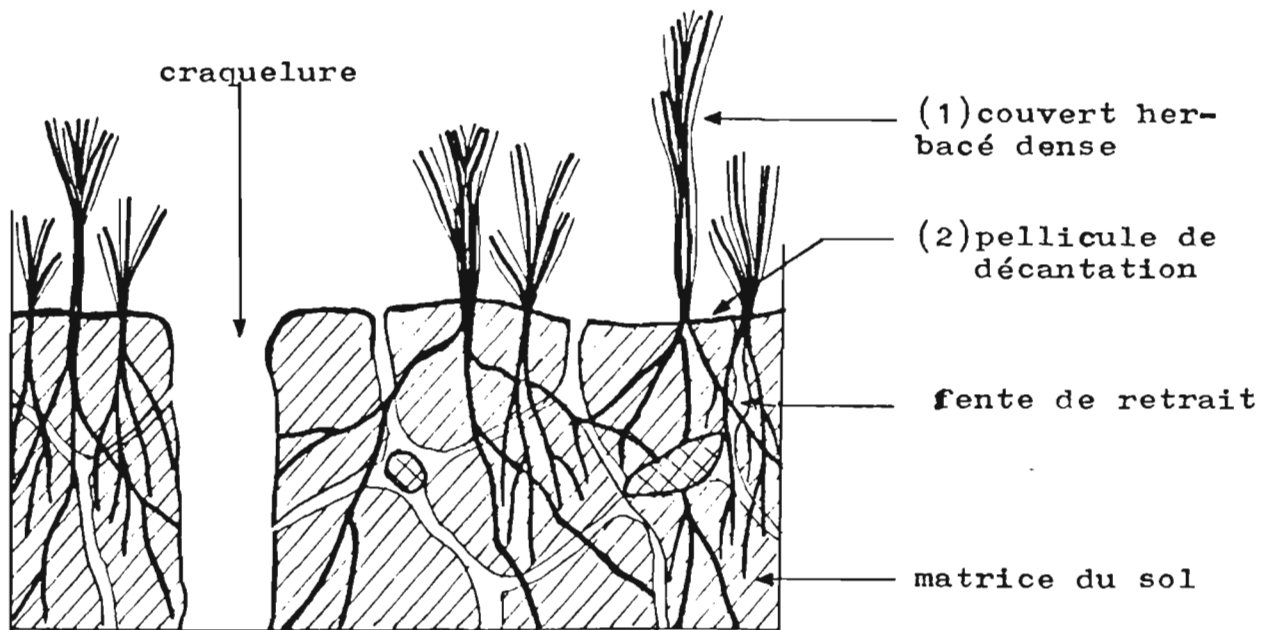
3 - 10 à 20 mm de micro-horizons pelliculaires.

Matrice du sol sous-jacent déliée et texture sableuse.

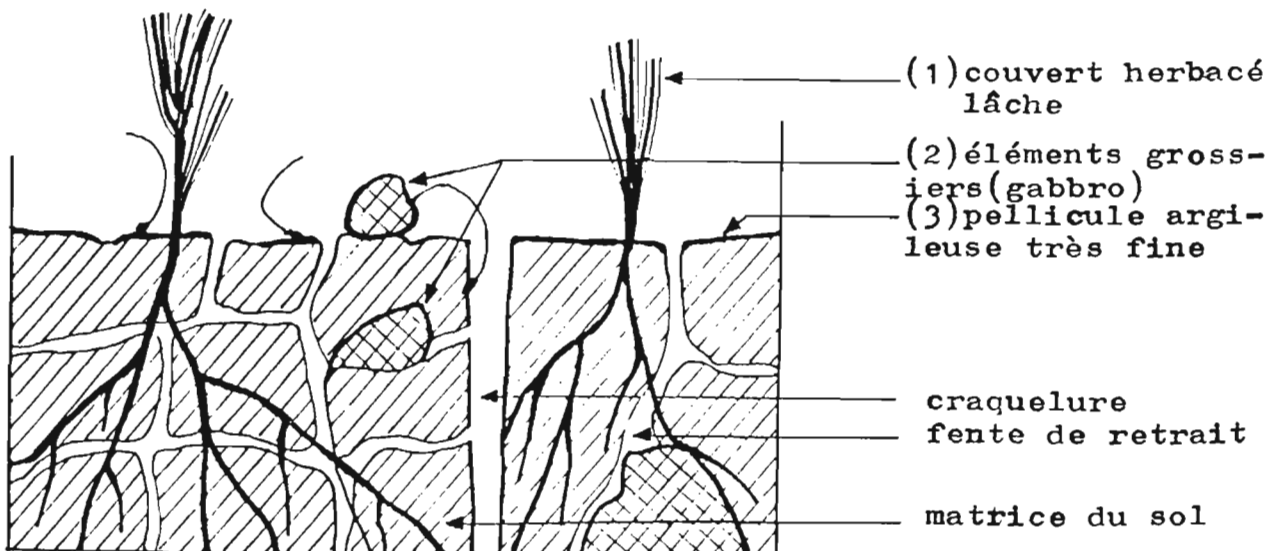
Localisation pédo-géographique : dépressions topographiques.

Surface élémentaire : Ki de 20 à 35 %.

surface de type décantation : DEC



Type 48 SURFACE A RECOUVREMENT PELLICULAIRE
DES VERTISOLS DE BAS-FOND



Type 49 SURFACE A RECOUVREMENT PELLICULAIRE
DES VERTISOLS FORMES PAR ROCHES BASIQUES

TYPE 48 : Surface à recouvrement pelliculaire des vertisols de bas-fonds.

1 - Couvert herbacé abondant, supérieur à 50 % en saison des pluies.

2 - Pellicule de décantation argileuse parcourue par un réseau de craquelures de 5 à 30 mm de large. Couleur gris noir.

Matrice du sol sous-jacent de structure grumeleuse-granuleuse compacte, hydromorphe.

Texture argileuse, quelques graviers et cailloux (2 à 3 %).

Localisation pédo-géographique : vertisols et paravertisols, bas-fonds.

Surface élémentaire : Ki de 20 à 35 %.

surface de type décantation : DEC

TYPE 49 : Surface à pellicule des vertisols formés sur roches basiques.

1 - Couvert herbacé lâche.

2 - Quelques éléments grossiers en recouvrement inférieur à 2 %.

3 - Pellicule argileuse très fine : pellicule de décantation. Couleur brun rouge, parcourue par un réseau de fentes de retrait de 2 à 15 mm.

Matrice du sol sous-jacent à structure grumeleuse-granuleuse, compacte. Texture argileuse à argilo-sableuse.

Localisation pédo-géographique : bas-fonds sur sols vertiques formés sur roches basiques.

Surface élémentaire : Ki de 20 à 35 %.

surface de type décantation : DEC

Regroupement des différents types de surfaces :

Ces 25 surfaces peuvent se réduire à 9 surfaces élémentaires définies à partir du référentiel : "Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration", établi par MM. Casenave et Valentin (1988).

SURFACE ELEMENTAIRE	NORMALE	VARIANTE Ki en fonction du % de la végétation ou de la texture de la matrice.
GRUPE C2	type 45b	
DES	type 33 - 35 - 36 - 45a	
ST2	type 20 - 21	
ST3	type 37	30 - 31 - 32 - 34 - 44
ERO	type 40 - 41	42 - 43
DEC	type 46 - 47 - 48 - 49	
G	type 10 - 11 - 12 - 13	

2. Hydrodynamique des surfaces élémentaires

Les mesures de ruissellement, effectuées au simulateur de pluies en zone sahélienne par CHEVALLIER (1982) dans la région d'Oursi et par ALBERGEL (1987) dans la région de Gagara, associées aux descriptions des parcelles de mesure, permettent d'attribuer à chaque surface élémentaire de la région d'Oursi une relation de la forme :

$$LR = a.P. + b. IK + c.P.IK + d$$

où LR est la lame ruisselée exprimée en millimètres,

P est la hauteur pluviométrique de l'averse, exprimée en millimètres,

IK est l'indice des précipitations antérieures ou indice de Kohler,

a, b, c, d sont des constantes liées à la description de la surface élémentaire.

$$\text{avec } IK_n = (IK_{n-1} + P_{n-1}) e^{k.t}$$

où t est l'intervalle de temps, exprimé en jours, séparant les pluies P_{n-1} et P_n ,

k est une constante égale à - 0,5.

Aucune relation hydrodynamique n'a été attribuée aux états de surfaces sur vertisols dont la fissuration ne permet pas de mesurer les aptitudes au ruissellement avec le simulateur de pluies. Suite à la publication de l'ouvrage "Les états de surface de la zone sahélienne - influence sur l'infiltration" (A. CASENAVE, C. VALENTIN, janvier 1988), quelques rectifications ont été opérées dans l'attribution des relations.

Ces rectifications concernent essentiellement les surfaces à sables grossiers, maintenant assimilées à des surfaces de type structurale à 3 microhorizons (ST 3), et les surfaces à recouvrement sableux éolien épais (type 33, 35, 36 et 37) pour lesquelles nous avons augmenté le nombre de relations.

Les relations hydrodynamiques des surfaces élémentaires de la région de d'Oursi s'établissent de la manière suivante :

2.1. Surfaces à éléments grossiers

- type 10 a) affleurement rocheux, granite relation R1
La relation R1 a été créée en majorant le coefficient c de la relation hydrodynamique de la parcelle Gagara n° 1 (ALBERGEL, 1987).
- type 10 b) affleurement rocheux, latérite relation R2
La relation R2 est identique à celle de la parcelle Gagara n° 5.
- type 11 éléments grossiers ferrugineux relation R3
- type 12 éléments grossiers granitiques relation R3
La relation R3 est celle de la parcelle Oursi AY (CHEVALIER, 1982).
- type 13 surface à épandage gravillonnaire relation R4
La relation R4 est celle de la parcelle Oursi BY - BZ où le coefficient c a été légèrement rectifié et ramené à la valeur 0,99. Elle est proche de la relation de type G (CASENAVE, Valentin, 1988).

2.2. Surfaces à sables grossiers

- type 20 sables grossiers ferrugineux relation R5
- type 21 sables grossiers d'origine granitique relation R5
La relation R5 correspond à celle d'une surface de type structurale à 3 micro-horizons ST 3 (CASENAVE, VALENTIN, 1988).

2.3. Surfaces à sables fins et moyens

- type 30 recouvrement peu épais sur sols bruns
- type 31 recouvrement peu épais sur sols arénacés
- type 32 en microbuttes sur glacis
- type 33 en recouvrement épais sur glacis
- type 34 dans les micro-dépressions de l'erg ancien
- type 35 en recouvrement très épais au pied des massifs rocheux
- type 36 en recouvrement très épais sur l'erg vif

<u>type 37</u>	sur champs cultivés	
<u>types 30,31,32,34</u>	avec 80 % de couvert herbacé	relation R6
	La relation R6 est celle de la parcelle Oursi CX (CHEVALIER, 1982).	
<u>types 30,31,32,34</u> ,	sans couvert herbacé avec P < 30 mm	relation R7
<u>types 30,31,32,34</u> ,	sans couvert herbacé avec P > 30 mm	relation R8
	Les relations R7 et R8 sont celles attribuées par ALBERGEL à la parcelle Gagara n° 7.	
<u>types 33 et 35</u>	avec fort couvert herbacé	relation R9
	La relation R9 correspond à celle qui est attribuée par CASENAVE et VALENTIN à la surface de type dessication D E S.	
<u>type 36</u>	sans végétation	relation R10
	La relation R10 est une variante de la précédente et s'applique à un sol sableux bouillant, épais de plus de 30 centimètres.	
<u>type 37</u>	champ avec micro-relief dégradé	relation R11
	La relation R11 est celle de la parcelle Gagara n° 4 (ALBERGEL, 1987).	
<u>type 37</u>	champ avec micro-relief formé	relation R12
	La relation R12 est celle de la parcelle Gagara n° 3.	

2.4. Surfaces à pellicules plasmiques

<u>type 40</u>	pellicule plasmique sur sols sablo-argileux	relation R13
	La relation R13 correspond à la relation définie par CHEVALIER sur la la parcelle Oursi DZ.	
<u>type 41</u>	pellicule plasmique sur sols arénacés d'origine granitique	relation R14
	La relation R14 est celle d'une surface de type érosion : ERO (CASENAVE, VALENTIN,1988).	
<u>type 42</u>	pellicule plasmique sur sables fins de l'erg ancien	relation R15
<u>type 43</u>	pellicule plasmique et éléments grossiers sur sables fins	relation R15
	La relation R15 a été définie sur la parcelle Gagara n° 1 (ALBERGEL, 1987).	

- type 44 pellicule plasmique sur microbuttes de
sables fins relation R16
la relation R16 a été définie sur la parcelle
Gagara n° 2.
- type 45 pellicule plasmique discontinue sur sables fins relation R9
La relation R9 correspond à une surface de
type dessication : DES (CASENAVE, VALENTIN,
1988).
- type 46 pellicule rebroussée
- type 47 pellicule desquamée
- types 46 et 47 avec un couvert herbacé abondant supérieur
à 70 % relation R17
La relation R17 a été définie par CHEVALLIER sur
la parcelle Oursi DX.
- types 46 et 47 sans couvert herbacé relation R18
La relation R18 a été définie par ALBERGEL
sur la parcelle Gagara n° 11.
- type 48 pellicule plasmique sur vertisols de bas fonds
- type 49 pellicule plasmique sur vertisols issus de
roches basiques

Les surfaces de types 48 et 49 sont très perméables jusqu'à la fermeture des fentes de retrait et des craquelures. Elles deviennent ensuite très imperméables.

Tableau n° 1 Hydrodynamique des surfaces
élémentaires de la région d'Oursi

relations	Coefficients caractéristiques de la surface				types de surfaces
	a	b	c	d	
R 1	0.99	0	0	- 2	10 a
R 2	0.934	0.011	0.006	- 6,83	10 b
R 3	0.872	0.081	0	- 6,12	11,12
R 4	0.99	0.075	0	- 7,92	13
R 5	0.85	0.01	0.003	- 8,0	20,21
R 6	0.468	0.145	0	- 9,77	30,31,32,34 av. 80% her.
R 7	0.901	0	0.001	- 6,55	30,31,32,34 sans herbes P < 30
R 8	0.901	0.021	0.00045	- 6,55	30,31,32,34 sans herbes P > 30
R 9	0.3	0.01	0.003	- 8,0	33,35,45
R 10	0.1	0.01	0.003	- 5,0	36
R 11	0.389	0.01	0.004	- 4,44	37,micro-ré- lief dégrad.
R 12	0.249	-0.042	0.005	- 2,51	37,micro-re- lief bien formé
R 13	0.942	0.103	0	- 7,53	40
R 14	0.95	0.09	0.001	- 9,0	41
R 15	0.966	0	0	- 2,1	42, 43
R 16	0.822	0.077	0.000463	- 10,5	44
R 17	0.861	0.154	0	- 11,57	46,47 et 70% couvert herbacé
R 18	0.902	0.039	0.001	- 8,13	46,47 sans couv. herb

formulation générale des relations :

$$LR = a .P + b. IK + c.P.IK + d$$

Tableau n° 2 : Comportement hydrologique des
surfaces élémentaires de la région d'Oursi :
évaluation des lames ruisselées en mm.

Relations	P = 10 mm			P = 30 mm			averse décen. P = 87 mm IK = 15 mm	
	IK = 0	IK = 10	IK = 20	IK = 0	IK = 10	IK = 20	LR	KR %
R 1	7.9	7.9	7.9	27.7	27.7	27.7	84	97
R 2	2.5	3.2	3.9	21.2	23.1	25.0	82	94
R 3	2.6	3.4	4.2	20.0	20.8	21.7	71	82
R 4	2.0	2.7	3.5	21.8	22.5	23.3	79	91
R 5	0.5	0.9	1.3	17.5	18.5	19.5	70	80
R 6	0	0	0	4.3	5.7	7.2	33	38
R 7	2.5	2.6	2.7	-	-	-	-	-
R 8	-	-	-	20.5	20.8	21.2	73	84
R 9	0	0	0	1.0	2.0	3.0	22	25
R 10	0	0	0	0	0	0	7.8	9
R 11	0	0	0.5	7.2	8.5	9.8	34	39
R 12	0	0	0.1	5.0	6.0	7.1	25	29
R 13	1.9	2.9	4.0	20.7	21.8	22.8	76	87
R 14	0.5	1.5	2.0	19.5	20.7	21.9	76	87
R 15	7.6	7.6	7.6	26.9	26.9	26.9	82	94
R 16	0	0	0	14.1	15.1	16.0	63	72
R 17	0	0	0.1	14.3	15.8	17.3	66	76
R 18	0.9	1.4	1.9	18.9	19.6	20.3	72	83

IK : indice de Kohler en mm.

P : pluie en mm.

3. CONCLUSION

Le tableau n° 2 met nettement en évidence la forte aptitude au ruissellement des sols de la région d'Oursi lorsque les surfaces élémentaires sont couvertes d'éléments grossiers ou lorsqu'elles sont couvertes de pellicules plasmiques sans couvert végétal. Les coefficients de ruissellement sont alors supérieurs à 20 % pour les pluies faibles, supérieurs à 67 % pour les pluies moyennes, supérieurs à 85 % pour les averses les plus fortes.

Les surfaces couvertes de sables grossiers ont une aptitude au ruissellement à peine plus faible que les précédentes pour les averses moyennes et fortes. Sur ces surfaces, les coefficients de ruissellement varient de 60 % pour une pluie moyenne à 80 % pour une averse de fréquence décennale. Les surfaces sur sables fins d'origine éolienne, bien couvertes par une végétation herbacée abondante, ont de faibles aptitudes au ruissellement : des coefficients de ruissellement nuls pour les faibles pluies, inférieurs à 25 % pour les pluies moyennes, inférieurs à 40 % pour les plus fortes averses. Elles présentent donc les aptitudes les plus fortes à l'infiltration.

Cependant, les mêmes surfaces, dépourvues de végétation et recouvertes d'une pellicule plasmique continue, retrouvent une forte aptitude au ruissellement : des coefficients de ruissellement de 50 à 65 % pour les pluies moyennes, de 70 à 85 % pour les très fortes averses.

Les champs cultivés, lorsqu'ils viennent d'être sarclés ou buttés, présentent une faible aptitude au ruissellement et une forte capacité d'infiltration. Mais sous l'action des pluies successives, le remodelage de la surface du sol contribue à augmenter significativement les valeurs des coefficients de ruissellement qui croissent de 20 à 30 % pour les pluies moyennes, de 30 à 40 % pour les averses les plus fortes.

Ces indications procurent déjà à toute personne désireuse d'obtenir un ordre de grandeur des coefficients de ruissellement et d'infiltration sur une surface quelconque d'une région semblable à celle d'Oursi, de précieux renseignements.

Une seconde publication, consacrée aux états de surface de la région d'Oursi, précise la répartition spatiale des surfaces élémentaires sur le terrain à partir d'un échantillon d'une quarantaine de transects longs de 500 mètres et fournit les relations hydrodynamiques correspondantes. Ces

relations sont susceptibles d'être utilisées sur des zones dont la répartition spatiale des surfaces élémentaires est identique à celle des transects.

L'identification de zones homogènes quant à la répartition spatiale de leurs surfaces élémentaires semble facilitée en zone sahélienne par l'interprétation et l'analyse d'images satellitaires à haute résolution telles que les images SPOT.

L'utilisation des images satellitaires à haute résolution ouvre donc de nouvelles perspectives à la cartographie hydrologique des aptitudes au ruissellement et à l'infiltration des sols sahéliens caractérisés par une forte hétérogénéité spatiale de leurs états de surface.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERGEL J. (1987). - Génèse et prédétermination des crues au Burkina Faso, du m² au km², Etude des paramètres hydrologiques et de leur évolution. ORSTOM - PARIS - Thèse de doctorat de l'Université Paris 6 - 341 pages.
- CASENAVE A., VALENTIN C., (1988). - Les états de surface de la zone sahé-
lienne. Influence sur l'infiltration. ORSTOM - Paris. 202 pages,
10 pages annexes.
- CHEVALLIER P., (1982). - Simulation de pluie sur deux bassins versants sahé-
liens (mare d'Oursi - Haute-Volta) - ORSTOM - Ouagadougou -
105 pages et 15 figures, 18 figures en annexe.
- LAMACHERE J.M., (1988). - Interprétation des images satellitaires SPOT et
cartographie des aptitudes au ruissellement et à l'infiltration
des sols sur un bassin versant sahélien : le bassin versant de la
mare d'Oursi - Burkina Faso - ORSTOM - Ouagadougou. Communication
aux journées techniques du C.I.E.H. 9 au 11 février 1988 -
18 pages.
- LEPRUN J.C., (1977). - Esquisse pédologique à 1/50 000 des alentours de la
Mare d'Oursi avec notice et analyse des sols. ORSTOM, DGRST,
PARIS.
- VALENTIN C., (1981). - Esquisse au 1/25 000 des différenciations morpho-
structurales de la surface des sols d'un petit bassin versant
sahélien (POLAKA - OURSI, Nord Burkina Faso). ORSTOM, Adiopodoumé.
- VALENTIN C., (1985). - Différencier les milieux selon leur aptitude au ruis-
sellement : une cartographie adaptée aux besoins hydrologiques.
Journées hydrologiques de MONTPELLIER. 20 pages, 2 tableaux.
5 figures.