

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

DIVISION DES SOLS

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE D'OUTRE - MER

MISSION TUNISIE

ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA VALLEE DE L'OUED SILIANA

ZONES DE GAFOUR ET EL AROUSSA

Par : Habib BEN HASSINE

TUNIS - Septembre 1979

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU
ET EN SOLS

DIVISION DES SOLS

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

MISSION EN Tunisie

RAPPORT DE 2^{ème} ANNEE ORSTOM
SECTION DE PEDOLOGIE

ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA VALLEE DE L'OUED SILIANA

ZONES DE GAFOUR - EL AROUSSA

Echelle : 1/25.000^o

Habib BEN HASSINE

Septembre 1979

S O M M A I R E

Pages

REMERCIEMENTS

INTRODUCTION

1

Chapitre I - ETUDE DU MILIEU NATUREL

1.1. - Localisation de l'étude et cadre géographique	2
1.2. - Cadre climatique	3
1.3. - Cadre géologique	12
1.4. - Cadre géomorphologique	19
1.5. - Cadre hydrologique	22
1.6. - La végétation	24
1.7. - Les facteurs anthropiques	26
1.8. - Conclusions	27

Chapitre II - LES SOLS - TYPOLOGIE ET REPARTITION

II.1. - Méthodes d'étude	28
II.1.1. - Prospection	28
II.1.2. - Etablissement des cartes et rédaction de la notice	28
II.1.3. - Analyses des échantillons	29
II.2. - Typologie des sols	31
II.2.1. - Classe des sols minéraux bruts	31
II.2.2. - Classe des sols peu évolués	33
II.2.3. - Classe des vertisols	43
II.2.4. - Classe des sols calcimagnésiques	51
II.2.5. - Classe des sols isohumiques	65
II.2.6. - Classe des sols fersialitiques	80

Chapitre III - APTITUDES AGRONOMIQUES DES TERRES

III.1. - Etude de quelques paramètres physiques des sols	88
III.1.1. - La perméabilité	88
III.1.1.1. - Méthode de Porchet	88
III.1.1.2. - Méthode de Müntz au double anneau	91
III.1.2. - La densité apparente	94
III.1.2.1. - La méthode du cylindre	94
III.1.2.2. - Détermination de la densité apparente sur mottes, au laboratoire	95
III.1.3. - Le calcul des réserves en eau du sol	96
III.2. - Le classement des terres à l'irrigation type USBR	101
III.2.1. - Généralités	101
III.2.2. - Principes et méthodes de la classification USBR	101
III.2.3. - Les classes de terres	104
III.3. - Application de la méthode USBR pour l'aménagement hydro-agricole de la vallée de l'Oued Sillana	105
III.3.1. - Type de l'étude	105
III.3.2. - Les classes des terres des secteurs d'El Aroussa et de Gafour	105
CONCLUSION GENERALE	108
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord, à exprimer ma gratitude et ma profonde reconnaissance à Monsieur DELHOUME Jean-Pierre, Pédologue ORSTOM, et Monsieur M'HIRI A., maître de conférence à l'INAT, d'avoir suivi de près ce travail, et de m'avoir orienté à appliquer les méthodes pratiques de la Pédologie.

Mes remerciements vont tout particulièrement à :

- M. BELKHODJA K., Directeur de l'INAT, pour avoir accepté de présider le jury d'examen de ce mémoire.
- MM. BARBERY, BONVALLOT, DELHUMEAU, LEFEVRE et SUSINI, de la mission ORSTOM de Tunis, auprès desquels j'ai trouvé l'aide nécessaire pour mener à bien ce travail.
- M. SOUISSI A., Chef de la Division des Soils, MM. EL AMAMI M. et MAMI A., Ingénieurs pédologues au même service, pour leur aimable soutien.
- M. GHARBI A., agro-pédologue au Centre National des Etudes Agricoles pour m'avoir aidé à dresser les cartes USBR.

Ce mémoire ne saurait être mis à jour sans le concours de Madame SOLTANI A., qu'elle trouve ici l'expression de mes remerciements.

Enfin je n'oublie pas l'aimable sympathie que m'ont témoignée certains habitants du village d'El Aroussa, en particulier Monsieur GHERIBI A., au cours de mon séjour sur le terrain.

I N T R O D U C T I O N

Le projet de mise en valeur de la vallée de l'Oued Sillana envisage l'utilisation des eaux de surface de la région pour l'irrigation. Dans ce but, deux sites de barrage ont été prévus, l'un sur l'Oued Sillana en amont de Gafour, l'autre sur l'Oued Er-Rmil, affluent de la rive droite de la Sillana, au niveau du djebel Er-Rmil.

Si la région a fait l'objet de certains travaux pédologiques (PRUNIER, 1961 - FOURNET, 1971), une étude des sols à grande échelle s'est avérée nécessaire pour définir avec précision les zones susceptibles d'être irriguées. Cette étude qui a été proposée par le C.N.E.A. (Centre National d'études agricoles), a été réalisée avec le concours de la Division des Sols, de l'INAT et de l'ORSTOM.

Le périmètre qui nous a été confié couvre environ 4800 ha, répartis de part et d'autre de l'Oued Sillana. Après une étude pédologique classique de ce périmètre à l'échelle 1/25 000, nous avons établi les cartes d'aptitude (cartes agro-économiques) des sols à l'irrigation selon le système U.S.B.R. (United States Bureau of Reclamation) ce qui a nécessité la détermination de certains paramètres physiques des différentes unités de sols.

Le présent rapport comporte trois parties :

- Etude du milieu naturel
- Etude pédologique comportant les notices et les cartes pédologiques
- Etude physique et agro-économique des sols : Notices et cartes U.S.B.R.

CHAPITRE I - ETUDE DU MILIEU NATUREL

1.1. - LOCALISATION DE L'ETUDE ET CADRE GEOGRAPHIQUE

1.1.1. - Localisation de l'étude (Fig. 1)

L'ensemble de la zone étudiée couvre environ 4800 hectares, répartis sur deux secteurs distants de 16 km, situés de part et d'autre de l'Oued Sillana :

- Le premier couvre autour du village d'El Aroussa 2800 hectares. Il comprend la plaine située entre les deux Oueds Sillana et Rml, et le glacis au bas du piémont du djebel Ech-Cheld ; sa limite Sud suit le lit de l'Oued CheTr puis la ligne de chemin de fer El Aroussa-Gafour. Il s'étend au Nord jusqu'au piémont du djebel Sidi-Brahim.

- Le second au Sud-Ouest de Gafour couvre 2000 hectares. Il comprend la vallée de l'Oued Sillana, allant de la plaine d'Oum Zeïde jusqu'au Nord du village, et le glacis au piémont du même djebel Ech-Cheld.

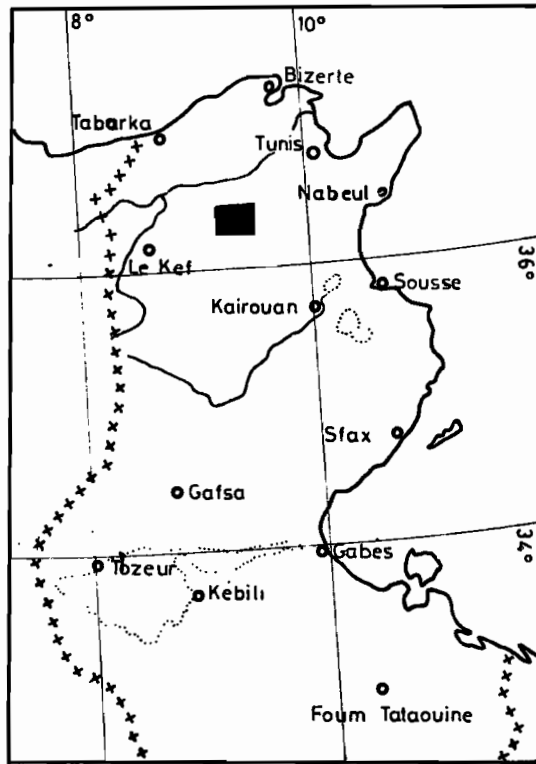
1.1.2. - Cadre géographique

Les deux secteurs étudiés sont dominés par un important massif triasique d'altitude moyenne (700 m.), au Nord-Ouest : Le djebel Ech-Cheld qui a donné naissance à un système de glacis encroûtés durant le quaternaire. Vers Gafour, ces glacis sont recouverts d'une épaisse couche de colluvions rougeâtres. Ils occupent la rive gauche de l'Oued Sillana et s'inclinent avec une pente faible vers l'Oued, où ils passent à des terrasses.

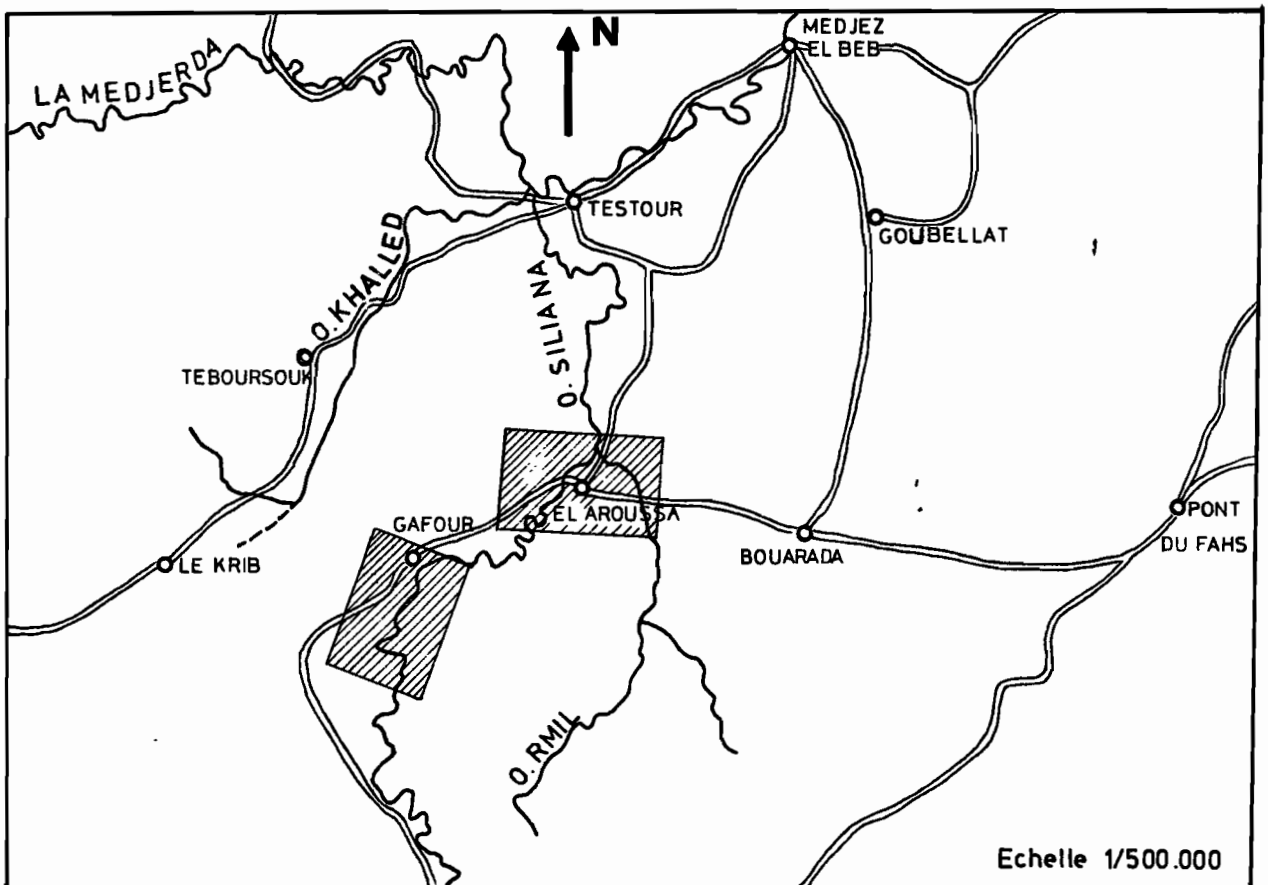
La rive droite est constituée à El Aroussa, d'une plaine alluviale d'altitude presque constante. A Gafour, elle se distingue par un relief ondulant, à collines peu élevées, séparées par de faibles dépressions orientées vers l'Oued Sillana.

Les villes les plus proches sont : Téboursouk au Nord-Ouest, le Krib à l'Ouest, Bou Arada à l'Est, et MedJez-el-Bab au Nord.

FIG 1



Situation de l'étude



Localisation des 2 secteurs étudiés

1.2. - CADRE CLIMATIQUE

1.2.1. - Généralités

La zone d'étude appartient à l'étage semi-aride supérieur, variante à hiver doux du bioclimat méditerranéen défini par H.N. LE HOUEROU (1958), et caractérisé par l'alternance de deux saisons :

- une saison humide et fraîche, en hiver
- une saison sèche et chaude, en été.

D'une manière générale, les phénomènes de dissolution, de décomposition et de minéralisation se produisent en hiver. Avec la sécheresse, les éléments dissous en surface précipitent en profondeur, la matière organique décomposée se polymérise, et l'azote subit la nitrification.

Les données climatiques des deux stations les plus proches des secteurs étudiés, Sidi-Ayed et Gafour, permettent de caractériser le climat régional.

La station de Sidi-Ayed est à environ 5 km au Sud-Ouest d'El Aroussa. Elle n'est pas trop éloignée de ce périmètre, ce qui nous permet de lui faire référence. Ses coordonnées sont :

$$\begin{aligned}x &= 9^{\circ}25' \text{ longitude Est} \\y &= 36^{\circ}21' \text{ latitude Nord} \\z &= 253 \text{ m d'altitude}\end{aligned}$$

La station de Gafour est au milieu du deuxième périmètre. Elle a pour coordonnées : $x = 6^{\circ}25'$ longitude Est
 $y = 36^{\circ}21'$ latitude Nord
 $z = 270$ m d'altitude.

1.2.2. - La pluviométrie

1.2.2.1. - La pluviométrie annuelle (tableau 1)

Une légère variation peut être notée sur les moyennes annuelles de la pluviométrie dans les principales stations de la

région. Cependant, l'isohyète 500 mm passe légèrement au Nord des deux secteurs, et on constate que le djebel Ech-Cheid sépare deux zones à pluviométrie différente, l'une au Nord-Ouest plus humide, l'autre au Sud-Est plus sèche. En effet, on note à Téboursouk, une moyenne annuelle de 574 mm, alors qu'à Gafour et El Aroussa, la pluviométrie n'est que de 400 mm environ. Le djebel Ech-Cheid, d'altitude moyenne, joue donc un rôle de barrière vis-à-vis des vents humides venant du Nord-Ouest.

Tableau 1 - Pluviométrie annuelle (en mm)

Stations	Pluviométrie moyenne	Maximum	Année	Minimum	Année	$\frac{\text{Maximum}}{\text{Minimum}}$
EL AROUSSA	427	604	1973	295	1977	2,04
GAFOUR	452	599	1972	236	1977	2,53
LE KRIB	400	550	1953	172	1937	3,19
TEBOUSSOUK	574	-	-	-	-	-
MEDJEZ-EL BAB	427	-	-	-	-	-

Les maximums enregistrés sur trois stations de la région dépassent 500 mm, alors que les minimums de ces mêmes stations restent inférieurs à 300 mm. Une analogie dans les valeurs des précipitations et leurs variations peut être observée sur les stations d'El Aroussa et Gafour, puisque le rapport $\frac{\text{maximum}}{\text{minimum}}$ reste pareil, et tourne autour de 2. Au Krib, ce rapport dépasse 3, et marque l'écart élevé entre les pluviométries des années humides et celles des années sèches.

1.2.2.2. - La répartition mensuelle (Tableau 2)

On ne dispose que de chiffres obtenus récemment dans les agro-combinats de la région. A El Aroussa, un pluviomètre fonctionne depuis 1972, à l'UCP (Unité coopérative de production) de El Majen ; il nous a fourni les résultats de 6 années : de 1973 à 1978.

A Gafour, on se réfère au pluviomètre de l'UCP El Ijtihad, qui donne une moyenne de 8 années : de 1971 à 1978.

Tableau 2 - Pluviométrie mensuelle en mm

Mois		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
El Aroussa (1973-1978)	Moy.	37,5	59,8	58,7	52,3	37,0	24,2	1,9	15,5	19,5	30,1	63	27,7
	Max.	105,1	118,2	174,8	106,9	98,7	91	5,6	23,4	34,8	70,9	158,9	93,7
	Min.	3	26	17,2	22	0	0	0	8,6	0	8	16,4	7,2
Gafour (1971-1978)	Moy.	59,3	71,4	92,0	37,9	22,2	7,6	2,5	11,3	41,9	45,9	41	19,5
	Max.	108,9	153	174,9	54,2	76	30	8	44	101	81,5	125,2	44,9
	Min.	3	6	12	6	0	0	0	0	0	0	0	1,2

Comme dans la plupart des zones méditerranéennes, novembre, décembre, janvier, février et mars sont les mois les plus humides. Juillet enregistre le maximum de sécheresse.

Les pluies orageuses et les averses sont fréquentes. Leur effet sur le sol nu est défavorable. Ces pluies sont connues par leur forte intensité qui favorise le ruissellement et le transport de matières, particulièrement dans les zones à topographie accentuée.

Le réseau hydrographique dense du bassin versant de l'Oued Silliana est le résultat d'un ruissellement en rigoles qui s'est amplifié dans le temps et a abouti à des ravins étroits et profonds de type bad-lands.

Ce sont surtout les pluies d'automne qui sont les plus brutales. Elles arrivent après les mois de récolte et trouvent un sol nu, facilement érodable, ce qui déclenche le transport et la formation des premières rigoles d'érosion.

Les pluies d'hiver sont le plus souvent fines, et à intensité faible. Leur action érosive est faible sur le sol en place.

1.2.3. - La température

Des mesures ont été effectuées à Sidi-Ayed de 1951 à 1958 (moyenne de 8 années) et à Gafour de 1907 à 1930 (moyenne de 24 années). Elles sont résumées dans les tableaux 3 et 4.

Tableau 3 - Températures mensuelles moyennes à la station de Sidi-Ayed

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Température moyenne	9,0	10,0	12,5	14,4	18,7	24,7	26,7	27,0	23,9	18,3	13,7	10,6	17,5
Moyenne des minims	4,8	4,9	5,5	8,7	12,1	17,5	18,5	20,4	17,9	13,0	7,2	6,2	11,8
Moyenne des maxims	13,2	15,1	17,5	20,1	25,3	31,9	34,9	33,6	29,9	23,6	18,2	15,0	23,1
Minims absolus	-1,0	-3,0	0,0	1,0	2,0	10,0	11,0	11,0	10,0	5,0	0,0	0,0	-3,0
Maxims absolus	22,0	28,0	34,0	31,0	39,0	44,0	45,0	44,0	41,0	34,0	29,5	27,0	45,0

La température moyenne annuelle ne varie pas dans les principales stations de la région. On note 16,9°C à Téboursouk, 18°C à MedJez-el-Bab, et 17,6°C au Goubellat.

La température moyenne mensuelle baisse en hiver légèrement en dessous de 10°C et remonte en été jusqu'à 27°C. Quatre mois de l'année sont chauds : Juin, Juillet, Août et Septembre. Les maxims absolus peuvent atteindre 47°C et sont les plus élevés en Juillet.

Les températures hivernales ne sont pas trop basses. Certaines journées sont froides et les minims absolus peuvent descendre jusqu'à -3°C et -5°C surtout en Janvier et Février. Les moyennes des minims de température du mois le plus froid correspondent à celles du mois de Janvier. Elles sont respectivement égales à 4,8°C et 3,1°C dans les deux stations.

Tableau 4 - Températures mensuelles moyennes
à la station de Gafour

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Température moyenne	8,6	9,8	12,0	14,9	19,3	23,6	26,8	27,1	24,0	19,1	13,6	9,7	17,4
Moyenne des minimas	3,1	3,7	5,0	7,1	10,5	14,3	17,2	18,6	16,5	11,8	7,4	3,9	9,9
Moyenne des maximas	14,1	16,0	19,0	22,8	28,2	32,5	36,5	35,0	31,5	26,3	19,9	15,5	24,9
Minimas absolus	-5,0	-4,5	-3,0	-1,0	2,0	6,0	8,0	9,0	8,0	2,0	-0,8	5,0	-5,0
Maximas absolus	22,0	27,5	33,0	36,0	41,0	42,0	47,0	46,0	42,0	38,0	33,0	26,4	47,0

1.2.4. - Autres données

- Les gelées : Durant les années d'observation, il a gelé 5 années sur 6 à Sidi-Ayed, et 17 années sur 24 à Gafour. Il y a risque de gelée pendant 5 mois de l'année : Novembre, décembre, janvier, février et mars.

- L'insolation et la nébulosité.

La durée moyenne d'insolation annuelle calculée pendant la période 1927-1948, dans la station de Tunis-Manoubia est de 3050 heures. Sur le bassin de l'Oued Mellègue elle est de 2900 heures et à Kasserine-Chambi, elle est de 3200 heures.

Ces chiffres varient autour de 3000 heures, et la durée d'insolation annuelle sur nos deux stations doit être proche de cette moyenne.

Le rayonnement solaire global est de $4752 \text{ cal/cm}^2/\text{jour}$ à Tunis. Il n'a pas été calculé dans les environs des deux périmètres ce qui n'a pas permis de calculer l'ETP par la formule de Turc.

La nébulosité augmente considérablement en hiver par rapport à l'été. La diminution des longueurs des journées et la couverture du ciel par les nuages en sont les principales causes.

- Le régime des vents : Les vents dominants soufflent du Nord-Ouest (Nom local : Djebali). Ce sont des vents humides et froids, et sont plus fréquents en hiver qu'en été.

Le sirocco souffle souvent en été, du Sud, essentiellement. Il se manifeste par une chute de la tension de vapeur et une élévation de la température. Il faut noter que le sirocco provoque des pointes de température plus élevées dans le Nord du pays que dans le Sud, car les masses d'air s'échauffent en redescendant le versant Nord de la dorsale.

- Nature des précipitations : Les précipitations tombent le plus souvent sous forme de pluies dont l'intensité est peu connue. Les orages qui sont fréquents en automne, doivent avoir les intensités horaires et instantanées les plus élevées.

La neige tombe rarement et son rôle sur la pluviosité est peu important. Elle peut tomber de novembre à mars, mais elle est plus fréquente au mois de février. A la station de Sillana, d'altitude 400 m, on enregistre un nombre moyen annuel de jours de neige de 2,2, avec 1 jour au mois de février et 0,9 jour au mois de Janvier.

La grêle tombe sur la région surtout en fin d'hiver et au printemps. A Gafour, on note un nombre moyen annuel de jours de grêle, égal à 1, tandis qu'au Krib, ce nombre est égal à 2,2. Il est encore plus élevé au Sud, sur la dorsale, où il monte à 3,8 (Djebel Mansour).

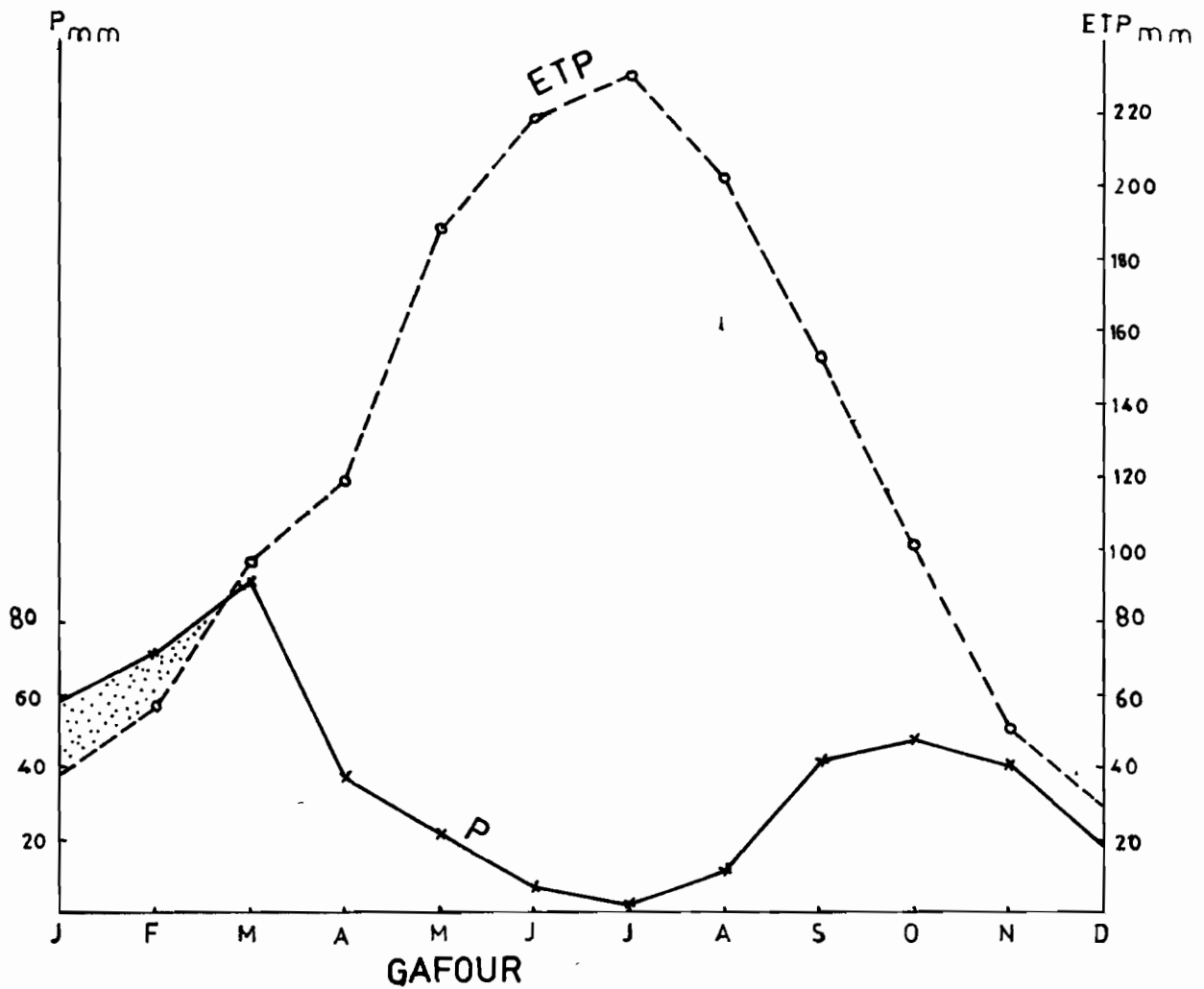
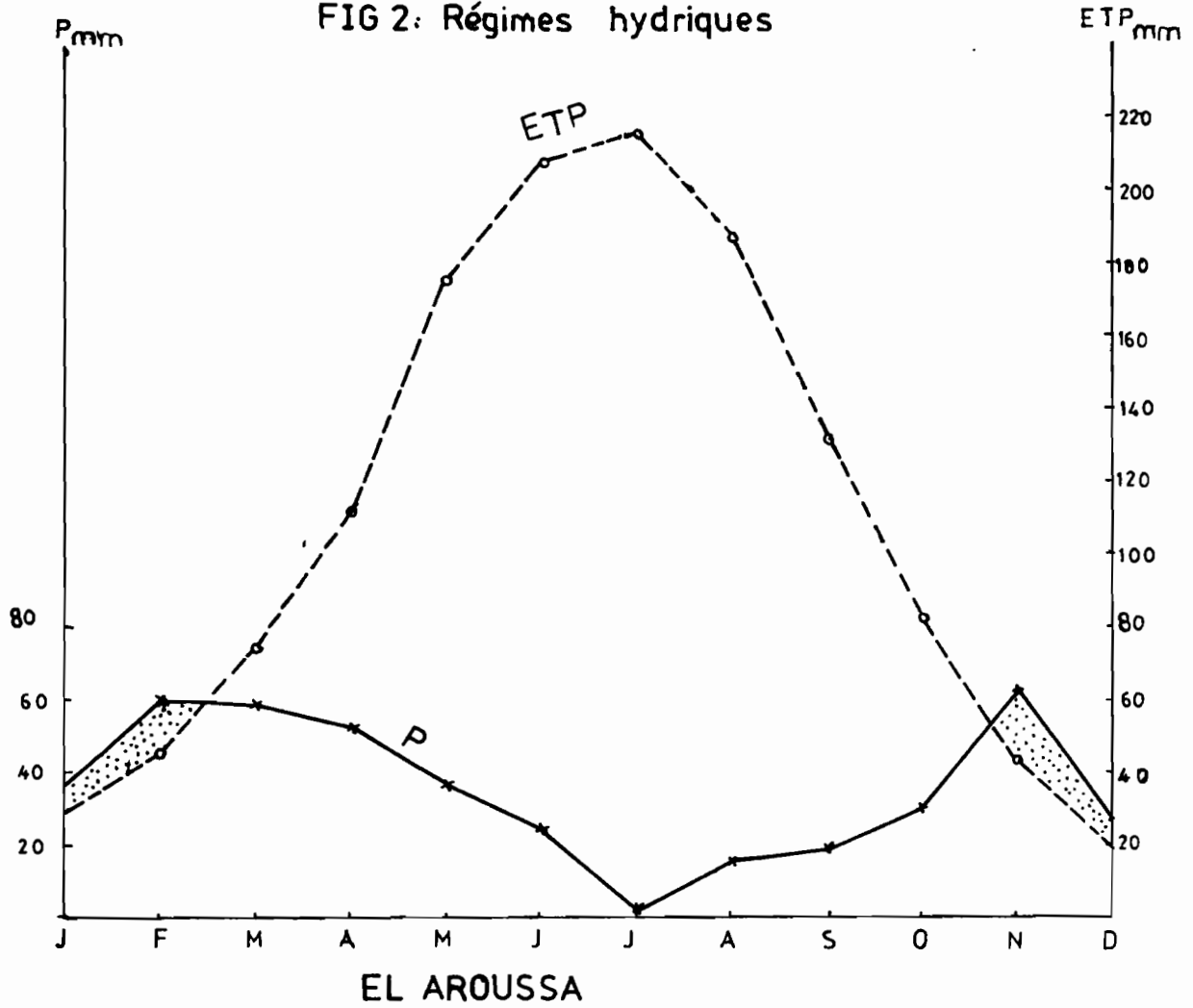
1.2.5. - L'évapotranspiration et le bilan de l'eau (Fig. 2)

La région subit en été une forte insolation et une élévation de la température.

La pluviométrie est très faible, voire nulle durant cette période. Corrélativement, les besoins en eau des plantes et l'évaporation s'accroissent, ce qui provoque des déficits en besoins en eau.

L'ETP ou évapotranspiration potentielle, définie par Thornthwaite en 1945, est la quantité d'eau maximale que peut évaporer et transpirer un couvert végétal continu et en pleine croissance. Elle peut être évaluée par la formule de Turc :

FIG 2: Régimes hydriques



$$\text{ETP mm/mois} = (50 + I_g) 0,4 \frac{t}{t+15}$$

I_g = insolation globale

t = température moyenne mensuelle

Son calcul nécessite la connaissance du rayonnement global ou insolation, mesures qui font défaut pour la région.

On doit à Ch. RIOU, la formule empirique suivante qui a été adaptée à la zone d'étude. Elle nous a permis d'établir l'ETP mensuelle et annuelle en ne tenant compte que de la moyenne des températures maximales :

$$\text{ETP mm/Jour} = 0,308 T' - 3,5$$

avec $T' = 1/3 T_{\text{max}} \text{ du mois } n + 2/3 T_{\text{max}} \text{ du mois } n+1$

Les résultats figurent sur le tableau 5 et sont représentés sur la figure 2.

Tableau 5 - ETP calculée d'après la formule de RIOU (en mm)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A
ETP El Aroussa	28,8	45,9	74,7	111,9	175,8	208,2	216,0	188,2
ETP Gafour	38,4	57,1	96,7	138,9	188,5	219,3	230,3	202,7

Tableau 5 (suite et fin)

Mois	S	O	N	D	Total	Rappel P ann.
ETP El Aroussa	132,3	82,5	43,8	19,5	1327,6	427
ETP Gafour	153,6	101,4	51,0	29,8	1507,7	452

Les données des stations d'El Aroussa et de Sidi-Ayed ont été combinées, car aucune des deux stations ne fournit des chiffres complets. La faible distance séparant les deux stations et les altitudes à peu près pareilles peuvent justifier cette exploitation commune des données climatiques.

Le déficit hydrique total annuel est de 900 mm à El Aroussa, et de 1055 mm à Gafour. Il donne des doses respectives d'eau dans les deux secteurs de 9000 m³/ha et 10.550 m³/ha, qu'il faudrait apporter, par an, pour combler les déficits.

Ces chiffres sont théoriques, mais donnent l'ordre de grandeur de la différence entre la forte consommation d'eau par évapotranspiration, et les quantités fournies durant l'année par les précipitations. Ils précisent aussi les besoins en eau de la région et les époques où les apports d'eau seront les plus bénéfiques pour les cultures.

1.2.6. - Caractérisation du climat - Indices climatiques

De nombreuses formules ont été proposées par les climatologues pour classer les climats. La plupart d'entre elles n'utilisent que la température et la pluviométrie. Nous retiendrons les deux indices suivants, très utilisés en zone méditerranéenne, qui permettent de caractériser facilement le climat et le comparer à d'autres zones :

- Le quotient pluviothermique de L. EMBERGER (1960 - L. BORTOLI, 1969)

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

P = pluviométrie moyenne annuelle en mm

M = moyenne des maximums de température du mois le plus chaud

m = moyenne des minimums de température du mois le plus froid.

Ce quotient permet de donner une relation entre le climat et la végétation, et toute la Tunisie se trouve subdivisée en plusieurs étages bioclimatiques allant de l'humide au Nord à l'aride au Sud. A titre de comparaison, on cite ici quelques valeurs de ce quotient :

$$Q_2 \text{ Atn Draham} = 194$$

$$Q_2 \text{ Tabarka} = 163$$

$$Q_2 \text{ Gabès} = 21$$

Les deux secteurs de la présente étude appartiennent d'après ce quotient, à l'étage bioclimatique semi-aride supérieur, variante à hiver doux.

$$Q_2 \text{ El Aroussa} = 48,4$$

$$Q_2 \text{ Gafour} = 46,1$$

- L'Indice de Gorczinsky :

$$C = \frac{1,3 A}{\sin \mu} - 36,3$$

A = Moyenne des maximums de température du mois le plus chaud -
Moyenne des minimums de température du mois le plus froid

μ = latitude.

Cet indice donne le degré de continentalité d'un climat. Il varie entre 0 et 100, et plus il est élevé, plus le climat a une tendance continentale. Il est égal à 39 à Kasserine, et à 30 au Kef.

Calculé dans la région, cet indice est de 37,3 à Gafour et de 30,3 à Sidi-Ayed.

Pour conclure sur le climat, on peut dire que les deux stations de Gafour et de Sidi-Ayed présentent des données homogènes. Le climat est du type méditerranéen, marqué par les deux saisons contrastées : Un hiver doux et pluvieux et un été chaud et sec. Les données et les hypothèses présentées ci-dessus ont essayé d'en rendre compte.

1.3. - CADRE GEOLOGIQUE

1.3.1. - Morphologie et structure géologique

La vallée de l'Oued Silliana est l'un des couloirs qui sillonnent entre les affleurements montagneux de l'est de l'Atlas. Son substratum géologique est à base de roches sédimentaires, les roches éruptives et métamorphiques étant inexistantes.

La morphologie de la région présente des contrastes nets : Des fossés d'effondrement à faible altitude, comblés par des dépôts quaternaires, et des reliefs d'altitude moyenne où les roches géologiques affleurent par de puissants massifs calcaires, marneux et triasiques.

La tectogenèse de la chaîne atlasique a débuté au Miocène et a engendré, par suite d'une poussée sud-ouest - nord-est, des plis et des effondrements se prolongeant dans cette direction (Fig. 3 - Djebel Ech-Cheid).

Le djebel Ech-Cheid qui domine les deux secteurs au Nord-Ouest est l'un des massifs atlasiques qui ont émergé à cette époque. C'est un pli anticlinal comportant deux parties lithologiquement différentes :

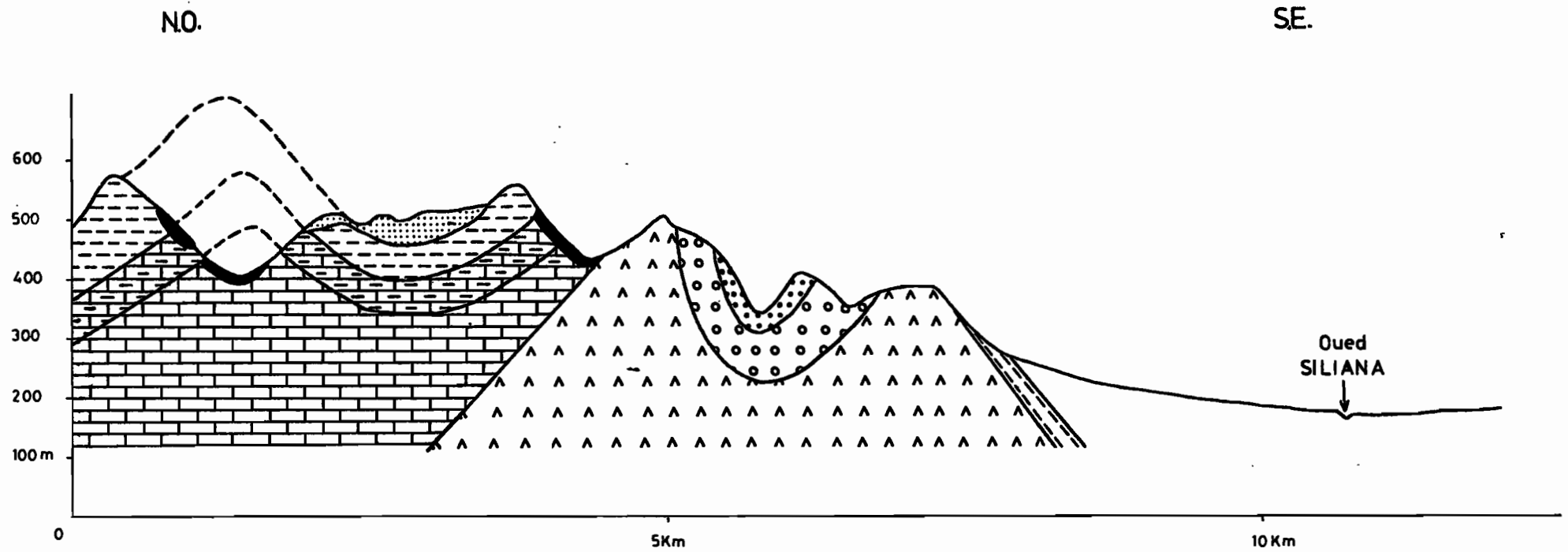
- Au Nord-Ouest, le reste de l'anticlinal écarté par l'extrusion du Trias représente les étages les plus récents. Il a été travaillé par l'érosion qui a découvert l'étage le plus ancien en enlevant les couches postérieures tertiaires.

- Au Sud-Est, une remontée diapirique du Trias a isolé en synclinal des formations tortonniennes. Elle domine actuellement la plaine quaternaire d'El Aroussa, traversée par le cours d'eau majeur de la région : l'Oued Silliana.

La région n'a pas connu d'invasions marines depuis le Miocène puisque des formations marines postérieures à cet étage sont inexistantes, et le Pliocène représenté sur le djebel est d'origine continentale.

L'orogénèse et la remontée des reliefs s'est effectuée donc à partir du Tertiaire, et la poussée du Trias a été forte, de sorte qu'il occupe une grande partie du sommet du djebel Ech-Cheid.

**FIG 3: Coupe Topographique et géologique du DJ. ECH_CHEID
AMONT D'EL AROUSSA**



- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Placages et couvertures quaternaires Quaternaire : Alluvions colluvions meubles Pliocène continental: Conglomérats peu consolidés } Alternances de grès et d'argiles avec de } Tortonien = rares conglomérats: Formation KECHABTA de BUROLLET (1951) | <ul style="list-style-type: none"> Messinien : Marnes à gypse, conglomérats et silts roses Yprésien Lutétien : Calcaires Campanien-Maestrichtien: Calcaires, marnes, marno. calcaires Barrémien-Aptien Trias : Psammites et gypses |
|---|---|

Des lambeaux calcaires miocènes recouvrent le Trias sur les sommets, attestant que l'extrusion des diapirs du Trias est post-miocène.

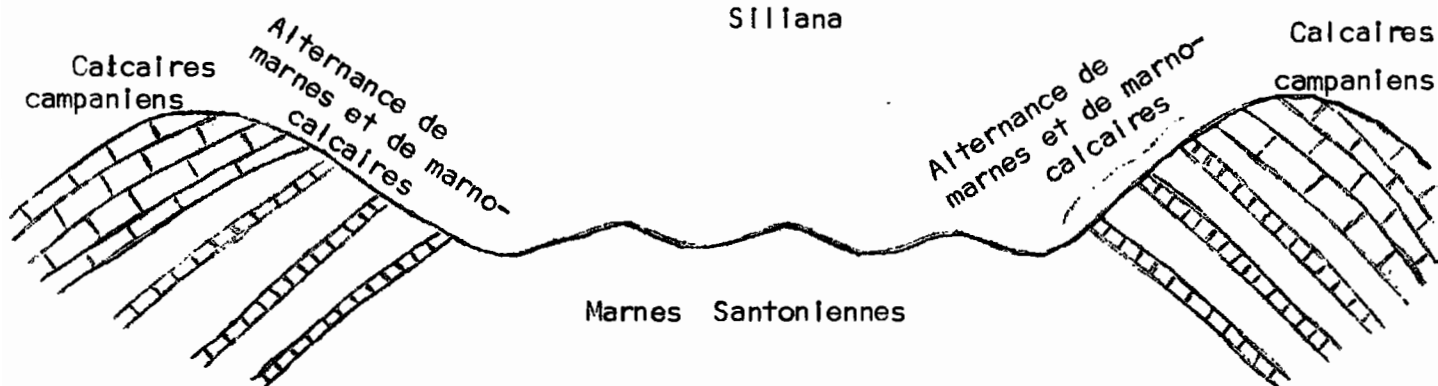
Au Nord, et au Nord-Est de la plaine, s'élèvent les massifs des djebels Sidi-Brahim et Rihane où affleurent des formations du Crétacé et de l'Eocène.

Le bord méridional de la plaine s'élève progressivement et se termine par le synclinal transverse de l'Oued Rmil au Sud-Est, et par les grès nummulitiques du djebel Strassif au Sud-Ouest.

Au secteur de Gafour, l'érosion a travaillé depuis le Tertiaire et a attaqué particulièrement les roches les plus tendres (marnes en particulier).

Les marnes santoniennes sont les roches les plus tendres, et se trouvent à un niveau plus bas que les calcaires campaniens qui affleurent sur les buttes. Elles constituent de cette façon le noyau du Crétacé dans le secteur. Des alternances de marnes et de marno-calcaires du même étage les surmontent dans les buttes, et se continuent par des bancs calcaires massifs du Campanien.

Fig. 4 : Structure géologique au Secteur de Gafour, rive droite de l'Oued Silliana



1.3.2. - Stratigraphie et lithologie (Fig. 5)

Grâce aux travaux de plusieurs géologues (SOLIGNAC, 1927 - CASTANY, 1953 - JAUZEIN, 1967), nous pouvons dresser l'inventaire des roches présentes sur la zone d'étude.

Les roches les plus anciennes affleurantes appartiennent au Trias. Elles devraient être sous d'épais dépôts allant du Secondaire moyen jusqu'au Quaternaire, mais sous l'effet des accidents orogéniques, et de la tectonique, elles ont émergé par diapirisme, et elles forment actuellement le dôme triasique du djebel Ech-Cheid.

La plupart des étages secondaires et tertiaires se retrouvent dans les environs, mais au niveau de l'étude ce sont surtout les matériaux quaternaires qui constituent le substratum géologique des différentes unités pédologiques.

Il est à signaler que le Jurassique n'affleure nulle part.

1.3.2.1. - Le Trias

C'est un ensemble de matériaux complexes, meubles et divers, qui ont été broyés lors de l'extrusion, sous l'effet des pressions internes au contact des roches qui les surmontent. Ils sont à base de gypse, de cargneules, de marnes bariolées et de grès en plaquettes multicolores. Des roches éruptives comme les ophites y existent en trainées.

Ces matériaux occupent une position haute et dominent le fossé quaternaire d'El Aroussa. Leur état meuble et l'altitude à laquelle ils se trouvent les exposent aux agents de l'érosion hydrique.

Le dôme triasique du djebel Ech-Cheid contient des gîtes de sels puisque plusieurs venues d'eaux salées au contact du Miocène et de l'Eocène, descendent le versant du djebel, et le glacier quaternaire de Gafour pour rejoindre le cours de l'Oued Sillana.

Le Trias est plus gréseux et plus riche en éléments ferrugineux au Nord-Ouest de Gafour. Des colluvions qui en descendent et qui recouvrent l'épaisse croûte conglomératique du glacier sont gréseuses et rouges.

Au Nord-Ouest d'El Aroussa, le Trias est plus marneux et gypseux de sorte que les alluvions qui se déposent au piémont du djebel sont de nature fine et donnent naissance à des sols très argileux évoluant en vertisols.

1.3.2.2. - L'Eocrétacé

Ce sont essentiellement le Barrémien et l'Aptien qui affleurent dans les reliefs entourant la zone d'étude.

Au sommet d'Ech-Cheid, le Barrémien constitue le substratum calcaire des étages plus récents : Campanien, Yprésien, Lutétien. Il a été soulevé et écarté vers l'Ouest par l'extrusion diapirique du Trias. Il n'affleure que rarement, des placages quaternaires le masquent à certains endroits.

L'Aptien se retrouve au Nord de la plaine d'El Aroussa, dans les djebels Sidi-Brahim et Rihane. Les marnes gargasiennes font l'essentiel de ses roches.

On retrouve aussi sur le djebel Rihane des marnes et des calcaires de l'Albien. Il s'agit d'une assise de marnes schisteuses grises alternant avec des calcaires gris, bleus et noirs.

1.3.2.3. - Le Néocrétacé

Les mers du Crétacé supérieur couvraient presque toute la région. Plusieurs assises de cet âge se retrouvent, en effet, dans les reliefs qui dominent les secteurs :

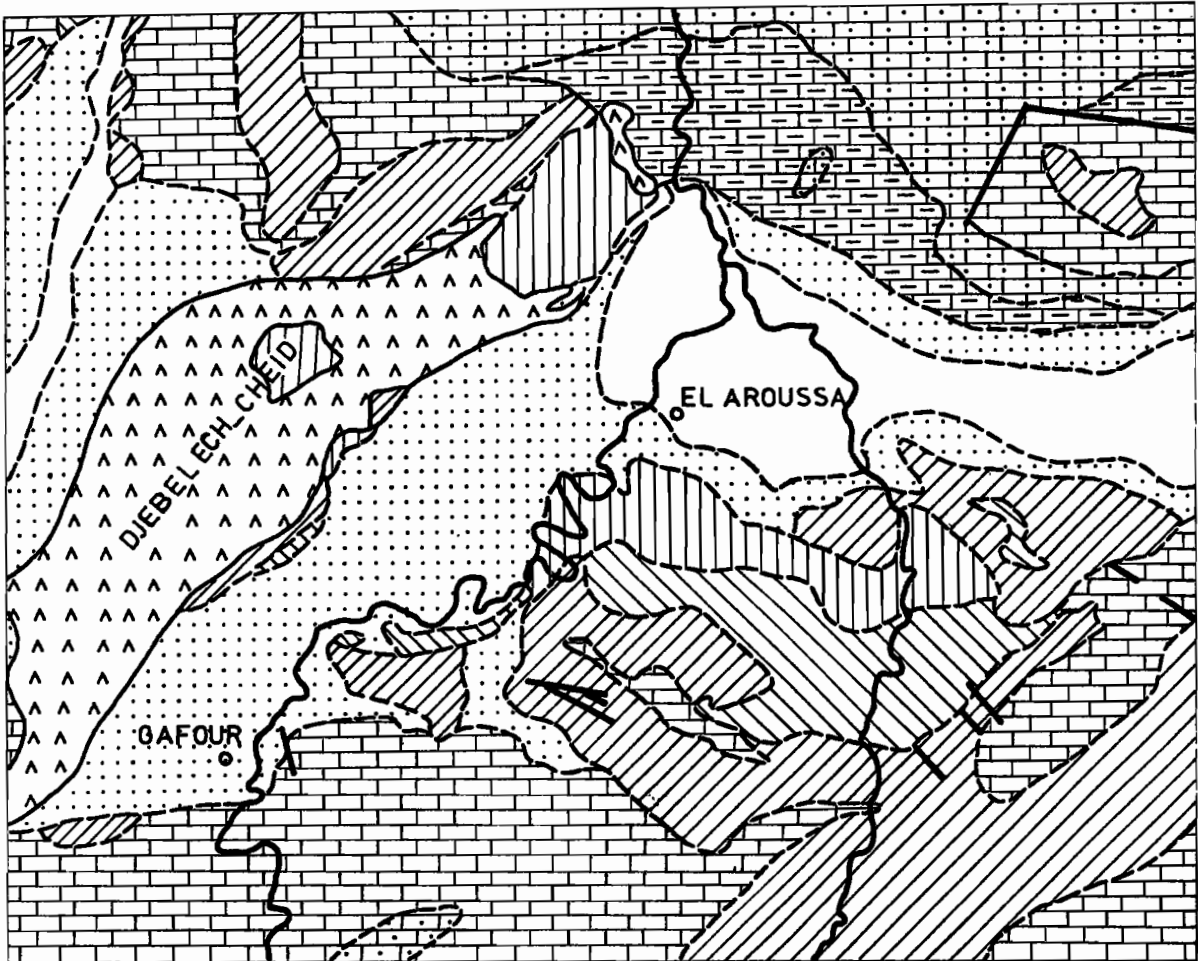
- Le Cénomaniens et le Vraconien affleurent largement dans le djebel Rihane et une faille importante les décale l'un de l'autre. Ils sont à base de marnes schisteuses et de calcaires.

- Le Santonien : Représenté par des marnes grises alternant avec de rares bancs calcaires, dans la région de Gafour. Il constitue le niveau le plus sensible à l'érosion et sa surface se transforme en un modelé à collines molles séparées par des cours d'eau faiblement développés rejoignant l'Oued Silliana.

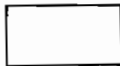
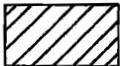
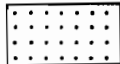


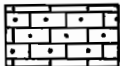
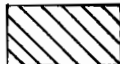
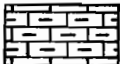
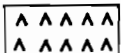
FIG5: Extrait de la carte géologique de la Tunisie

Feuilles N° V(Tunis)et VIII (Maktar)

Echelle 1/200.000



LEGENDE

	Alluvions récentes		Eocène	
	Quaternaire ancien { Limons de plateaux Terrasses fluviales Travertins		Crétacé supérieur	
		Miocène		Crétacé moyen
		Oligocène		Crétacé inférieur
	Trias			

Des marnes vertes et des bancs marno-calcaires alternants surmontent dans cet étage les marnes grises.

- Le Campanien : C'est l'assise la plus résistante à l'érosion dans le secteur de Gafour. Il s'agit d'affleurements calcaires dénudés qui subsistent sur certaines buttes au droit de l'Oued Silliana. Ils sont complètement érodés et donnent naissance à des sols lithiques ne permettant aucune utilisation agronomique.

Sur le Cheld, ces calcaires s'associent au Maestrichtien et forment un léger synclinal qui surmonte le Barrémien.

1.3.2.4. - Le Tertiaire

La fin de l'ère tertiaire est marquée par le façonnement des reliefs et la surrection des montagnes. Les mers de cet âge étaient plus profondes à l'Eocène où des carbonates précipitaient au fond des eaux.

L'Oligocène et le Miocène se caractérisent surtout par des sédiments détritiques qui se sont déposés dans des mers peu profondes ; ils ont été cimentés par des carbonates et de la silice, et ont abouti à des formations gréseuses grossières qui apparaissent sur certaines buttes dans la partie méridionale de la plaine d'El Aroussa. En effet, le dôme de Sidi-Ayed ou djebel Strassif, au Sud du village d'El Aroussa, est constitué de marnes **mésomunitiques** et de grès **néomunitiques** auxquels se superposent des couches argilo-gréseuses d'origine tortonienne.

D'autres formations tertiaires, gréseuses surgissent aux alentours du secteur d'El Aroussa. On signale surtout le synclinal du Rml, les couches tortoniennes, pontiennes et vindoboniennes du djebel Ech-Cheld qui recouvrent par endroits le Trias et le Crétacé.

Le Pliocène est d'origine continentale dans la région. Il se manifeste par des silt et des conglomérats peu consolidés.

1.3.2.5. - Le Quaternaire

Les matériaux originels des sols de la vallée de la Sillana sont essentiellement d'origine quaternaire. Ce sont des matériaux récents qui ont été érodés sur les massifs, puis transportés et déposés dans les dépressions.

Certains de ces matériaux ont pu évoluer durant le Quaternaire ancien. Des croûtes et encroûtements s'observent alors et occupent des positions en pente douce où elles constituent les roches-mères de plusieurs unités pédologiques.

- Les alluvions : Elles sont généralement de nature fine et se localisent dans les zones les plus basses.

Dans la plaine d'El Aroussa, elles sont épaisses comme l'ont montré certains sondages hydrologiques et occupent toute l'étendue, allant du djebel Ech-Cheid à l'Ouest, jusqu'au large fossé de Bou Arada - Pont de Fahs à l'Est.

Elles sont récentes, probablement post-tensiftiennes, puisqu'elles recouvrent, dans des restes de glaciers encroûtés, des matériaux plus anciens, d'âge moulouyen et tensiftien.

A Gafour, on les retrouve partout sur les deux rives de l'Oued Sillana, et s'étendent beaucoup plus dans la plaine d'Oum-Zeïde.

Plusieurs types de sols se développent sur ces alluvions, mais les sols peu évolués y occupent les plus grandes superficies.

- Les colluvions : Ces formations descendent des reliefs et se localisent dans les plémonts et les glaciers.

A Gafour, on les retrouve au plémont du djebel Ech-Cheid, et sont à base de cargneules et de formations gréseuses rouges provenant du Trias. Souvent, ils renferment des éléments grossiers anguleux ce qui permet de les distinguer des formations alluviales où les galets sont arrondis et émoussés.

Il se développe une gamme de sols rouges sur ces colluvions regroupant des sols rouges méditerranéens, des sols châtaîns rouges et des rendzines sur encroûtement feuilleté.

- Les croûtes et les encroûtements calcaires

Partout où les conditions topographiques sont favorables, des croûtes et des encroûtements calcaires s'observent et forment un substratum dont la profondeur est variable d'un endroit à l'autre.

La formation de ces matériaux suppose une migration verticale et oblique du calcaire provenant des reliefs, qui reprécipite vers l'aval, ce qui justifie leur localisation dans les zones à faibles pentes et dans les plémonts.

Les croûtes conglomératiques villafranchiennes occupent tout le glacis de la rive gauche de l'Oued Sillana à Gafour, et sont recouvertes sur toute leur étendue par les colluvions rouges qui ont subi à leur tour un phénomène d'encroûtement postvillafranchien.

A El Aroussa, c'est surtout la partie méridionale de la plaine qui montre une croûte superficielle, et plus on descend vers la plaine, plus la croûte se transforme progressivement en encroûtement pulvérulent puis en amas et nodules calcaires. Au plémont du Cheld, plusieurs croûtes se superposent, mais sont toutes ensevelies sous les dépôts alluviaux récents et ne s'observent que dans les coupes de certains oueds.

Là où elles sont superficielles, les croûtes donnent naissance à des sols calcimagnésiques. Elles sont parfois profondes et dans ce cas, elles sont surmontées par un sol isohumique.

Enfin, pour conclure sur la géologie, on signale que le domaine alluvial d'El Aroussa est formé sur la totalité de sa superficie de dépôts quaternaires plus ou moins récents, sur lesquels on observe par endroits des croûtes et encroûtements. Au secteur de Gafour, il affleure des roches géologiques du Crétacé dans la partie Sud-Est du secteur ; le reste de la zone étant couverte de dépôts alluviaux ou colluviaux et de croûtes anciennes.

1.4. - CADRE GEOMORPHOLOGIQUE

1.4.1. - Rappel des grandes phases climatiques quaternaires en Afrique du Nord

Durant le Quaternaire, le bassin méditerranéen a subi des variations climatiques se manifestant par des alternances de périodes pluvieuses et de périodes sèches, en relation avec les glaciations d'Europe (Tableau 6). Quatre glaciations ont ainsi eu lieu, durant le Quaternaire en Europe :

Tableau 6 - Essai de corrélation des étages climatiques du Quaternaire en Europe et en Afrique du Nord
(Dans "Erosion et Sédimentation" de H. et G. TERMIER 1960)

Age en années	Série Européenne de référence : GLACIATIONS	Phases pluviales du Maroc
- 10.000	FLANDRIEN	RHARBIEN
- 15.000	WURM III	SOLTANIEN
- 28.000	WURM II	Quatrième pluvial
- 73.000	WURM 1 : Riss 2	OULJIEEN = Troisième pluvial
- 101.000	Interglaciaire Riss - WURM	
- 125.000	RISS	TENSIFTIEN = Troisième pluvial
- 175.000	Interglaciaire MINDEL-RISS	
- 200.000	MINDEL	AMIRIEN = Deuxième pluvial
- 235.000	Interglaciaire GUNZ - MINDEL	Deuxième Interpluvial
	GUNZ II	SALETIEN = Premier pluvial
		Premier Interpluvial
	GUNZ I	MOULOUYEN = Pluvial ancien
- 290.000	CALABRIEN	MOGHREBIEN transgressif

A chacun des pluviaux quaternaires (Günz, Mindel, Riss et Würm) correspond en Afrique du Nord, un pluvial se traduisant par un accroissement de la pluviométrie, un adoucissement de la température, et une colonisation de la surface du sol par la végétation. Cette dernière est connue par son rôle important sur la stabilité des sols, la mobilisation du calcaire et la participation aux processus de la pédogénèse. C'est la période biostatique qui s'oppose aux périodes rexiostatiques des interpluviaux, périodes plus sèches, durant lesquelles, le climat s'assèche et la végétation disparaît, ce qui laisse le sol sujet à l'érosion et à la dégradation.

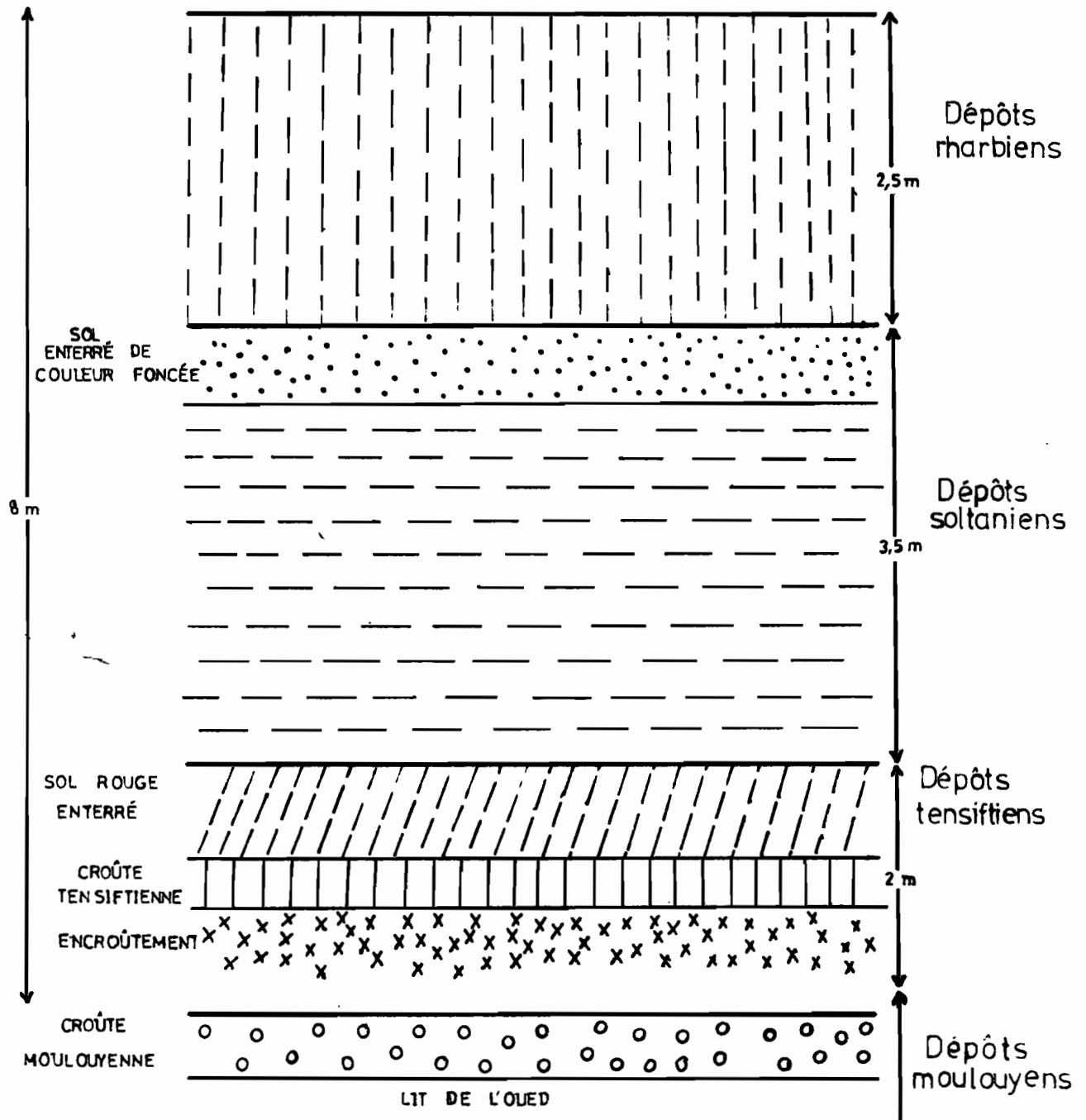
Quatre cycles pluvial-interpluvial ont donc caractérisé le Quaternaire dans le bassin méditerranéen. Leurs conséquences sur la morphologie, le façonnement du relief, le transport et le dépôt des matériaux ont laissé des traces nettes dans le paysage actuel. Toutes ces variations climatiques qui se sont succédées tout au long du Quaternaire, ont enlevé de grandes quantités de matériaux sur les reliefs, qui sont venus se déposer dans les dépressions.

Les fossés dominés par des roches meubles se trouvent donc comblés et évoluent ainsi vers une subsidence sous l'effet du poids des sédiments. C'est ce qui caractérise la plaine d'El Aroussa où les roches géologiques en place sont inexistantes en surface. Il n'apparaît que des matériaux alluviaux meubles qui recouvrent d'autres formations meubles plus anciennes, témoins des différents cycles pluvial-interpluvial.

La coupe de l'Oued El Mirir (fig. 6) illustre parfaitement cette succession de cycles au cours du Quaternaire. Cette coupe montre, en effet, deux niveaux superposés de croûtes calcaires :

La plus ancienne, la mouloyenne, est en profondeur. Elle est conglomératique, plus épaisse et plus dure que celle qui la surmonte. Cette dernière se développe à partir de dépôts tensiftiens. Elle est plus tendre, moins épaisse et se transforme progressivement en encroûtement calcaire en profondeur. Un sol rouge enterré la surmonte, et il est fort probable que cette époque soit caractérisée par une pédogénèse du type fersialitique. D'énormes dépôts soltaniens et rharbiens, de 5 à 6 m d'épaisseur, recouvrent ces formations jusqu'à la surface. Au sommet des dépôts soltaniens, existe un sol enterré de couleur foncée, indiquant une pédogénèse du type hydromorphe.

FIG 6
 Interprétation de la Coupe de l'oued El M'rir
 EL AROUSSA



1.4.2. - La morphologie actuelle

L'orogénèse Miocène de la chaîne atlasique et l'extrusion diapirique du djebel Ech-Cheid à la même époque ont façonné l'allure générale du relief. Des montagnes ont surgi et des fossés d'effondrement se sont formés par compensation de ces mouvements. Ils sont probablement le résultat d'un jeu de failles qui s'est accentué tout le long du Quaternaire par subsidence sous l'effet du poids des dépôts alluviaux.

La plaine d'El Aroussa est la forme type de ces dépressions subsidentes. L'Oued Silliana qui la traverse y sépare deux parties morphologiquement différentes :

Sur la rive gauche, un reste de glacis encroûté le raccorde au piémont du djebel Ech-Cheid, où les alluvions soltanienues et rharbiennes se déposent, et donnent naissance aux classes des sols les moins évoluées.

La rive droite est une large étendue à altitude presque régulière. Elle fait la continuité du fossé de Bou Arada-Pont de Fahs, et se termine au Nord-Est par les piémonts des djebels Rihane et Sidi-Brahim.

Au Sud, l'altitude croît progressivement et la plaine y rejoint les buttes tertiaires gréseuses du Rml et de Sidi-Ayed.

Sur le périmètre de Gafour, la rive gauche de l'Oued Silliana est également un glacis quaternaire encroûté à deux reprises :

La première croûte, la plus profonde, est d'âge villafranchien. Elle est épaisse, dure et conglomératique. La deuxième qui la surmonte s'observe par endroits et se forme au dépens des colluvions rouges qui recouvrent la première.

La rive droite est à morphologie peu régulière. Les marnes santoniennes constituent un niveau sensible à l'érosion. Elles se trouvent aux plus basses altitudes, et montrent un relief ondulant aux collines arrondies et peu élevées. Des buttes calcaires comme Argoub El Abied et El Kef Lazreg forment les sommets les plus élevés. Sur leur flanc, existent des vestiges de glacis encroûtés qui ont été attaqués par l'érosion et des ravins du type bad-lands les ont disséqué fortement.

Le reste de la vallée est formé par les terrasses de l'Oued avec, parfois, quelques étendues comme la plaine d'Oum-Zeïde où des sols peu évolués constituent d'excellentes formations cultivables et fertiles.

Pour terminer ce chapitre, on peut dire que le secteur d'El Aroussa est un fossé quaternaire subsident recouvert d'épais dépôts meubles et divers correspondant aux différentes époques climatiques quaternaires. Quant au secteur de Gafour, il présente un relief plus accentué avec des formes ondulées.

1.5. - CADRE HYDROLOGIQUE

La zone d'étude fait partie du bassin versant de l'Oued Medjerdah qui reçoit au niveau de la ville de Testour son affluent de rive droite, l'Oued Sillana. Ce dernier constitue l'axe de drainage majeur de la région de Gafour-El Aroussa (Fig. 7 et Fig. 8).

Il prend naissance dans les versants nord des monts de la dorsale tunisienne, et son débit augmente après sa confluence avec l'Oued Lakhmès au niveau de Sillana.

Il forme de nombreux méandres dans l'anticlinal crétacé de Gafour, et met à l'affleurement des calcaires et des marnes qui contribuent à l'augmentation de la salinité de ses eaux.

Entre Gafour et El Aroussa, cet oued passe par les dômes gréseux de Sidi-Ayed et longe régulièrement le glacis quaternaire du plémost du djebel Ech-Cheid, jusqu'au nord du village d'El Aroussa où il s'enfonce de nouveau entre les massifs crétacés de l'Atlas avant de rejoindre la Medjerdah près de Testour.

Les affluents de la rive gauche forment un réseau hydrographique dense constitué par de profonds ravins à incision linéaire remontant jusqu'aux flancs des djebels.

Ces cours d'eau de rive gauche qui descendent le plémost sont à régime temporaire. Certains d'eux reçoivent les eaux salées des nappes triasiques du djebel et les transportent jusqu'à la vallée. Des dépôts de

FIG7: RESEAU HYDROGRAPHIQUE
EL AROUSSA

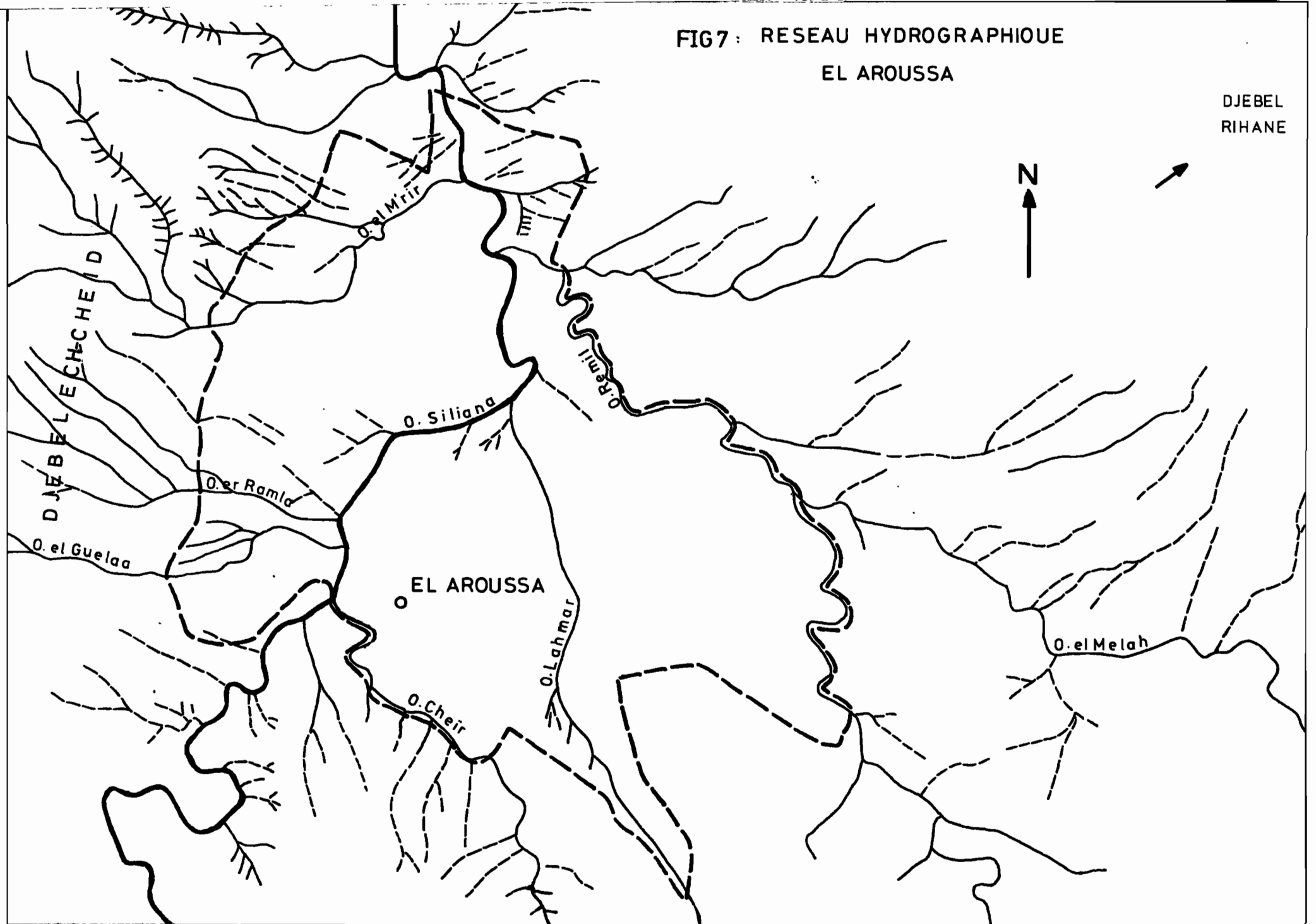
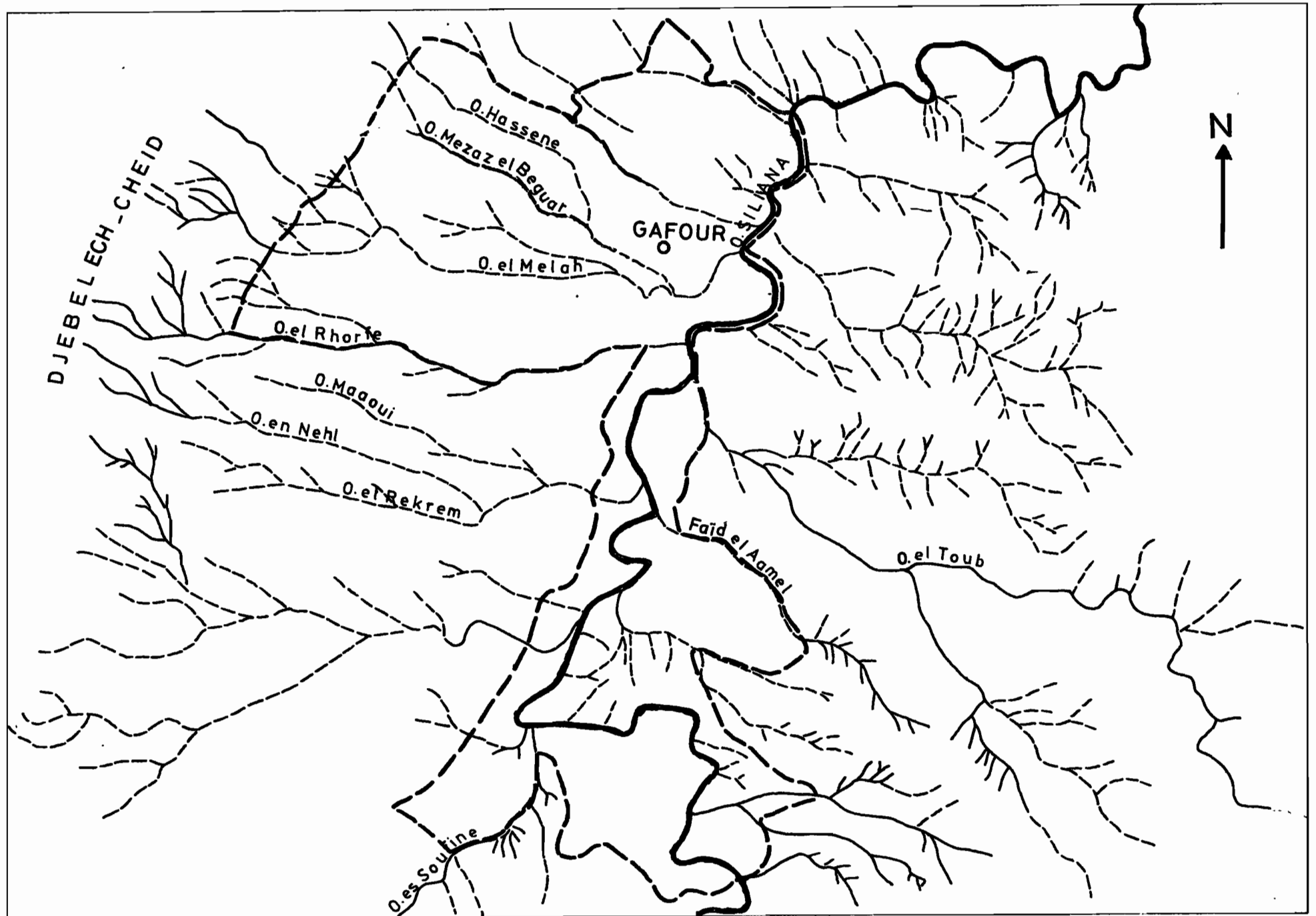


FIG 8 : RESEAU HYDROGRAPHIQUE GAFOUR



sel cristallisé s'observent alors au fond de ces ravins et montrent que les quantités de sel se déversant dans l'oued sont importantes. Ces affluents salés de rive gauche se trouvent essentiellement au niveau de Gafour, et la salure des eaux de l'Oued Sillana augmente, en effet, plus bas, aux environs d'El Aroussa.

Les affluents de la rive droite sont nombreux à Gafour. Les deux plus importants sont l'oued El Toub et l'Oued Ad'rar qui drainent les marnes santonniennes affleurantes.

Comme le relief est ondulant, à collines molles, et comme les marnes constituent des niveaux imperméables, ces cours d'eau jouent le rôle de fossés de drainage qui évacuent les eaux percolantes et les rejettent plus loin dans l'oued Sillana. De ce fait, il est fréquent de voir ces cours d'eau à régime temporaire, couler pendant plusieurs journées après les pluies. Lorsque l'eau s'évapore, et l'infiltration latérale diminue, les sels cristallisent au fond de ces ravins. Il s'agit surtout de sulfates provenant de l'altération et de la dissolution des marnes.

A El Aroussa, l'Oued Sillana traverse les dépôts quaternaires meubles. Sur sa rive gauche, les affluents sont nombreux mais secs. Ils coupent profondément les couches alluviales déposées dans le glaci sans les dégrader.

Sur sa rive droite, il a trois affluents principaux : l'Oued Lahmar et l'Oued Che'r qui sont à régime temporaire et généralement secs. Plus à l'est, l'Oued Rmil est à régime permanent. Il prend naissance dans les massifs du djebel Mansour au Sud-Est des deux secteurs. Ses eaux sont moyennement salées et leur pouvoir alcalisant est faible, mais en retrouvant la plaine, elles se mélangent aux eaux de l'Oued El Melah, qui les rejoint de l'Est, et augmente leur salure.

Les deux périmètres se trouvent donc localisés dans le bassin versant de l'Oued Sillana qui reçoit de nombreux affluents surtout à sa rive gauche. Les eaux coulent vers le Nord, en direction de la Medjerdah et sont chargées en sels. Le réseau hydrographique à El Aroussa semble moins dense qu'à Gafour.

L'endoréisme n'existe nulle part et les deux bassins sont exoréliques.

1.6. LA VEGETATION

C'est l'un des facteurs de la pédogénèse les plus importants. Là où elle est abondante, elle détermine le type d'évolution du matériau pédologique surtout si le climat est assez humide.

Dans nos secteurs, malheureusement, la végétation naturelle a disparu depuis longtemps avec l'intensification des cultures et a été remplacée par la végétation cultivée.

1.6.1. - La végétation naturelle

Avant l'arrivée des colons, au 19^{ème} siècle, la plaine d'El Aroussa était une large steppe du domaine semi-aride, couverte d'arbustes touffus du type jujubier (*Ziziphus Lotus* - *Rhamnées*).

Elle a été défrichée progressivement et des cultures annuelles, avec le fameux assolement biennal jachère - blé ont remplacé ces formations naturelles.

Actuellement la végétation naturelle se cantonne dans les reliefs et les piémonts. Elle régresse rapidement et recule dans les reliefs à cause du surpâturage et de la surexploitation.

A Gafour, l'agriculture occupe le secteur sur toute son étendue. La végétation naturelle ne subsiste que sur les buttes calcaires où elle est très dégradée. Il s'agit de la série du Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) associée au romarin (*Rosmarinus officinalis*), avec quelques espèces secondaires :

Thymus algeriensis (thym)

Artemisia herba alba (armoïse)

Cistus monspeliens (Ciste de Montpellier)

Lygeum spartum

Stipa tenacissima (alfa)

Des vestiges de caroubiers et d'oléolentisques ont échappé au défrichement dans les plémonts. Ce type de végétation était également abondant, il a disparu car il n'escalade pas les reliefs et se limite aux basses altitudes où il a été exposé à l'action de l'homme et a disparu comme le Jujubier.

1.6.2. - La végétation cultivée

Toute la plaine d'El Aroussa a été occupée jadis par le domaine colonial. Des fermes ont été bâties, et les terres ont été utilisées surtout pour les céréales. Ce type de culture est le plus répandu, même actuellement avec les agrocombinats.

L'assolement biennal jachère-bié continue à être pratiqué par certains agriculteurs. Mais il y a eu également l'introduction d'autres espèces comme les légumineuses fourragères qui améliorent relativement la fertilité des sols, et contribuent à l'accroissement de la production en remplaçant les jachères.

Quelques plantations d'oliviers et d'arbres fruitiers occupent les parcelles où la texture est légère.

A Gafour, les agrocombinats pratiquent aussi la céréaliculture sur les glacis. Sur les rives de l'Oued, dans les étendues à altitude régulière et les terrasses, on pratique le maraîchage et on irrigue par pompage des eaux de l'oued. Malheureusement, en été, l'oued ne coule plus, et les eaux manquent du fait de la rareté des puits. L'irrigation se trouve ainsi compromise durant les périodes où l'eau est la plus nécessaire.

Il est à signaler aussi que les arbres fruitiers sont rares. On peut reprocher aux sols d'avoir une texture lourde dans les bas-fonds et une faible profondeur sur les glacis ; ces deux contraintes peuvent être écartées en adaptant aux sols lourds des espèces tolérantes comme certaines rosacées (prunier, pommier, ...) et en pratiquant le décroûtage pour les sols peu profonds.

1.7. - LES FACTEURS ANTHROPIQUES

Les traces les plus anciennes de l'activité de l'homme datent de l'époque romaine. Des villes romaines existaient près des villages d'El Aroussa et Gafour, comme l'attestent de nombreuses ruines.

L'homme a laissé peu de traces après cette époque, et les activités ont repris surtout avec la période coloniale. Le colon a défriché et occupé les terres fertiles. L'indigène s'est installé dans le piémont.

Les diverses modifications qu'a apportées l'homme à la couverture pédologique résident principalement dans le type de culture qui modifie légèrement et en surface le gradient vertical de l'organisation pédologique. Les engins de labour descendent généralement jusqu'à l'horizon (B), y prennent une partie qui sera mélangée à l'horizon A. Un horizon agropédologique A_p s'individualise alors et sera d'autant plus épais que le travail du sol est profond.

La pratique de l'irrigation à Gafour avec des eaux de crues non contrôlées, peut accroître la salure et l'alcalisation surtout dans les sols argileux non drainés. Cette activité est récente et les sols n'ont pas encore manifesté un effet négatif.

Les habitants ont comme principale ressource l'agriculture. Ils la pratiquent et viennent travailler dans les agrocombinats qui les paient mensuellement et les remboursent à la fin de l'année d'une partie de leur bénéfice.

Du point de vue défrichement et surpâturage, on note la dégradation du couvert végétal sur le djebel. Le domaine cultivé étant occupé durant l'année par les cultures, n'est fréquenté qu'en été par les troupeaux. Le recul de la végétation sur les altitudes laisse à nu le versant sud-est du djebel Ech-Cheid qui se trouve ainsi exposé à l'action dégradante de l'érosion.

1.8. - CONCLUSIONS

Des différents facteurs de la pédogénèse évoqués ci-dessus, nous pouvons dégager les conclusions suivantes :

- Les roches-mères des sols appartiennent sur la totalité du secteur d'El Aroussa et une partie du secteur de Gafour, à l'ère Quaternaire. Il s'agit de matériaux meubles et épais provenant des massifs environnants et comblant les basses dépressions que sont les deux secteurs. Toutes les roches affleurantes sont calcaires, marneuses ou gréseuses. L'ion calcium se trouve abondant même dans les dépôts et détermine un type de pédogénèse particulier.

Le lessivage des argiles est pratiquement inexistant. L'accumulation calcaire se manifeste par des dépôts à faible profondeur de pseudomycélium, d'amas et de nodules.

Quelques roches imperméables retiennent l'eau à leur surface. Celle-ci dissout certains de leurs minéraux, comme le gypse qui recristallise en gros cristaux à la base du profil.

- L'effet de la végétation et du climat sur l'évolution du matériau pédologique est faible. Les précipitations sont plus abondantes en hiver, les dissolutions, la décomposition de la matière organique et le lessivage se produisent, par conséquent, essentiellement, durant cette saison. Pendant la saison sèche, l'azote évolue par nitrification, les molécules humiques néoformées se polymérisent, la dissolution et le lessivage cessent par manque d'eau.

- Les eaux circulantes en surface sont salées surtout aux environs d'El Aroussa. Le réseau hydrographique disséquant le glacis au piémont du djebel Ech-Cheld est dense. Il ramène les eaux salées des nappes triasiques dans l'Oued Sillana et élève sa salure. Les sols salés sont cependant peu abondants et se localisent dans les rives et les terrasses récentes de l'oued. La deuxième partie de ce rapport tiendra compte de ces unités et donnera leurs caractéristiques morphologiques et analytiques.

CHAPITRE II - LES SOLS

TYPOLOGIE ET REPARTITION

II.1. - METHODES D'ETUDE

II.1.1. - Prospection

Avant de débiter le travail de prospection, quelques tournées de reconnaissance ont eu lieu sur les secteurs d'El Aroussa et Gafour et une étude bibliographique des travaux existants sur la région a été effectuée.

Nous avons ensuite réalisé la photo-Interprétation des deux secteurs à l'aide des photos aériennes de la mission IGN-Tunisie-1962 aux échelles du 1/12.500° pour El Aroussa et 1/25.000° pour Gafour. Ce travail nous a permis de déterminer les différentes unités cartographiques paraissant homogènes et de localiser les fosses pédologiques dans chacune de ces unités.

La prospection a consisté ensuite en une description détaillée des profils et en prélèvements d'échantillons pour analyses. La description a été réalisée sur la fiche mise au point spécialement pour la Tunisie et utilisable ultérieurement pour un traitement informatique. Un modèle de cette fiche est joint au présent rapport. 170 profils ont été ainsi décrits de cette manière (100 pour le secteur d'El Aroussa, et 70 pour celui de Gafour), la plupart ayant été échantillonnés et analysés. Deux cartes indiquent la localisation de ces profils. L'ensemble des fiches de description constitue un dossier conservé aux archives de la Division des Sols, qui peut-être consulté par les services utilisateurs.

II.1.2. - Etablissement des cartes et rédaction de la notice

A partir du travail de prospection ci-dessus, une minute de carte pédologique a été établie. Pour aboutir à la carte définitive des vérifications ont été nécessaires sur le terrain et les limites exactes des différentes unités ont été précisées par une série de micro-profils, réalisés à la tarière, sans description détaillée ni échantillonnage.

La classification des sols utilisée est la classification française définie par G. AUBERT (1965) et les travaux de la C.P.C.S. (1967). La notice ci-dessous définit les différentes unités cartographiques de manière morphologique et analytique et indique leur répartition géographique. Pour chaque profil-type, une description synthétique est donnée (la description détaillée provenant de la fiche est donnée en annexe) suivie des résultats analytiques et des commentaires propres à l'unité cartographiée.

L'établissement des cartes de classement des terres en vue de l'irrigation (type USBR) a demandé la connaissance de certaines propriétés physiques du sol ce qui a nécessité une campagne de mesures "In situ" pour la perméabilité, et les densités apparentes. Les mesures ont été effectuées pour les profils-types représentatifs des unités cartographiques.

11.1.3. - Analyses des échantillons

Les différents échantillons de sols prélevés ont été analysés au laboratoire de la Division des Sols à l'Ariana.

Les méthodes analytiques utilisées sont exposées ci-dessous.

11.1.3.1. - La granulométrie

La méthode s'appuie sur le principe de chute des particules dans un milieu liquide, selon la loi de Stokes.

On opère par destruction de la matière organique à l'eau oxygénée, dispersion des agrégats à l'hexamétaphosphate de Na, et prélèvement à la pipette Robinson qui permet d'évaluer les fractions fines. Les sables sont obtenus par tamisage.

11.1.3.2. - La matière organique

Elle se détermine en oxydant le carbone par le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu acide sulfurique. Le dosage du carbone s'effectue par colorimétrie. La matière organique est estimée suivant la relation : $MO = CX 1,724$.

11.1.3.3. - L'azote total

Il est extrait à la méthode Kjeldahl : Minéralisation à l'état d' NH_4^+ . Dosage colorimétrique.

11.1.3.4. - Le calcaire

- Calcaire total : Attaque acide et détermination du volume de CO_2 dégagé dans un calcimètre Bernard.

- Calcaire actif : Déterminé à la méthode Drouineau modifiée par Galet : Réaction avec de l'oxalate d'ammonium en excès et dosage en retour par manganimétrie.

11.1.3.5. - Le pH eau

Mesuré au pH-mètre sur une solution sol/eau = 1/2,5.

11.1.3.6. - La conductivité électrique est celle de l'extrait de pâte saturée ; mesurée au conductivimètre et exprimée en mmhos/cm.

11.1.3.7. - Les sels solubles

Les cations et les anions des sels solubles sont déterminés sur l'extrait de pâte saturée :

- La somme (Ca+Mg) est dosée par complexométrie (Complexon III : EDTA).
- Ca, K, Na : Dosage par photométrie de flamme. Mg est obtenu par différence : (Ca+Mg) - Ca
- Les carbonates et les bicarbonates : Dosage par acidimétrie.
- Cl^- : Dosage colorimétrique, après réaction avec le thiocyanate mercurique : $\text{Hg}(\text{SCN})_2 + 2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{HgCl}_2 + 2\text{SCN}^-$.
- SO_4^{--} : Précipitation par du BaCl_2 sous forme de sulfates de Barium. Dosage par turbidimétrie.

11.1.3.8. - Le complexe absorbant

Percolation à l'acétate d' NH_4 N à pH = 8,2 puis dosage sur le percolat des cations Ca, Mg, K et Na comme pour les sels solubles.

La capacité d'échange est déterminée en percolant la terre saturée en NH_4^+ par une solution normale de NaCl. Le dosage de NH_4^+ s'effectue par colorimétrie.

11.1.3.9. - Le phosphore

- P_2O_5 total : Extraction à l'acide perchlorique à 60 %.
Dosage colorimétrique.

- P_2O_5 assimilable : Extraction par la méthode Olsen modifiée : Bicarbonate de Na et fluorure d' NH_4 . Dosage colorimétrique.

11.1.3.10. - Le fer

L'extraction consiste à réduire tout le fer à l'état ferreux.

- Fer total : Attaque au HCl concentré, à chaud.

- Fer libre : Extraction à l'hydrosulfite de Na (Méthode de Deb). Dosage colorimétrique en présence d'orthophénantroline.

11.2. - TYPOLOGIE DES SOLS

11.2.1. - Classe des sols minéraux bruts

11.2.1.1. - Caractères généraux

Ces sols ont un profil du type A/C ou A/R ou R, et sont pratiquement dépourvus de matière organique.

La classification française les subdivise en deux sous-classes :

- les sols minéraux bruts d'origine climatique qui se localisent dans les régions froides (cryosols) ou dans les régions désertiques et leurs marges (xérosols, yermosols).
- les sols minéraux bruts d'origine non climatique, qui résultent de l'action de l'érosion, par dénudation d'un substratum géologique ou par dépôt d'un matériau alluvial ou éolien. Contrairement à la sous-classe précédente, les sols minéraux bruts de cette sous-classe existent sous tous climats. On les retrouve donc dans la région étudiée, répartis dans les deux groupes qui composent la sous-classe.

11.2.1.2. - Groupe des sols minéraux bruts d'érosion

11.2.1.2.1. - Les lithosols

Ce sont des affleurements de roches calcaires dures, qui constituent des zones blanchâtres complètement dépourvues de couverture meuble, et se localisent sur les endroits les plus élevés des affleurements crétacés, dans la région de Gafour.

La roche est un calcaire Campanien qui se débite en surface par fissuration et altération physique. Elle est colonisée par une végétation de la série du Pin d'Alep auquel s'associent certaines plantes arbustives et bulbeuses comme :

Rosmarinus officinalis

Thymus algeriensis

Artemisia herba alba

Lygeum spartum

Ces sols qui ne permettent aucune culture, occupent des superficies peu importantes situées essentiellement sur les buttes d'El Kef Lazreg et de Argoub El Abledh.

11.2.1.2.2. - Les régosols

Ils se forment sur des roches meubles ou facilement altérables, du type marnes et marno-calcaires du crétacé supérieur (Santonien, Campanien) et se localisent sur des pentes assez fortes. Ils montrent un horizon de surface constitué par le matériau altéré ne dépassant pas 20 cm d'épaisseur qui repose directement sur la roche géologique en place. Ces sols sont fortement érodés par de nombreuses ravines. La reforestation sur ces sols est possible car les racines pourront pénétrer dans le matériau meuble sous-jacent.

Certains régosols de la rive gauche de l'Oued Sillana dérivent de croûtes et encroûtements calcaires, par érosion.

Les sols de ce sous-groupe n'ont été observés que dans le périmètre de Gafour.

11.2.1.3. - Groupe des sols minéraux bruts d'apport alluvial

Ils se développent sur des matériaux provenant de l'érosion des sols et des roches du bassin versant et déposés dans les zones d'alluvionnement. Ces sols sont localisés uniquement à la confluence de l'Oued Sillana avec deux de ses affluents de rive gauche, à l'est de Gafour.

Il s'agit, en fait, du lit majeur de l'Oued Sillana qui se trouve abandonné provisoirement au profit du lit mineur.

Le profil ne montre aucun caractère d'évolution, le matériau ayant une texture sableuse grossière homogène sur toute son épaisseur (supérieure à 2mètres).

Ils peuvent être mis en culture, par suite de leur état meuble et de leur profondeur importante, mais leurs caractères physico-chimiques sont très défectueux (texture grossière, pauvreté en matière organique, en argiles, en éléments chimiques ...).

11.2.2. - Classe des sols peu évolués

11.2.2.1. - Caractères généraux

Les sols de cette classe s'éloignent un peu de l'état minéral brut par l'apparition d'un horizon A où la matière organique s'incorpore au matériau minéral mais sans former de véritables complexes organo-minéraux.

Dans la région méditerranéenne, ils résultent d'une cause mécanique et non d'une influence zonale (sols désertiques, sols des toundras). Ils sont donc le résultat ou bien d'une ablation, et on a affaire à des sols peu évolués d'érosion, ou bien d'un transport et dépôt, et on a affaire à des sols peu évolués d'apport.

Dans la zone d'étude, on rencontre surtout ces derniers. Il s'agit d'épais dépôts quaternaires récents qui sont constamment remaniés par les apports fluviaux et colluviaux. Ils se déposent dans les dépressions, et les rives de l'Oued Sillana, et forment le plus souvent ses terrasses.

La nature du matériau transporté est surtout du type fin, par suite de l'affleurement de roches marneuses et marno-calcaires dans les reliefs.

Cependant, les sols peu évolués à texture sableuse existent localement, cônes de déjection, points de confluence de deux oueds, anciens lits abandonnés.

11.2.2.2. - Groupe des sols peu évolués d'apport alluvial

11.2.2.2.1. - Les sols peu évolués modaux, sur alluvions.

11.2.2.2.1.1. - Caractères morphologiques.

Profil-type EL 5 (Description détaillée en annexe)

L'horizon A (40 cm d'épaisseur) se subdivise en deux sous-horizons A₁₁ et A₁₂ qui se différencient par la couleur : de brun en surface (10 YR 4/4) elle passe très graduellement au gris jaunâtre (10 YR 6/4). Il n'y a pas de structure nette, la texture est sableuse et la teneur en matière organique très faible.

Sous cet horizon de surface, apparaît le matériau originel constitué par une succession de strates d'alluvions sableuses, indépendants les uns des autres.

A partir de 120 cm apparaît un matériau de texture lourde contenant des amas de calcaire. Ce niveau est un ancien horizon d'accumulation calcaire dont les horizons supérieurs ont été décapés.

Les sols peu évolués de cette famille ne présentent pas une morphologie commune dans toutes les unités observées. Suivant la nature et le mode de dépôt du matériau alluvial, le profil est soit homogène en texture, ne montrant aucune stratification, ce qui signifie que l'alluvionnement s'est produit en une seule fois, soit hétérogène, et présente une stratification en couches de faible épaisseur et de textures variables. Mais dans les deux cas, l'évolution du sol est faible, marquée par l'individualisation d'un horizon A jeune.

Tableau n° 7 - Résultats d'analyse du Profil EL 5

Echantillons	EL 51	EL 52	EL 53	EL 54	EL 55	EL 56
Profondeur cm	0 - 10	20-35	45-60	80-90	95-105	115-120
<u>Granulométrie %</u>						
- Argile	13,0	12,5	9,0	5,0	9,5	46,0
- Limons fins	4,0	3,5	4,5	2,0	5,0	18,5
- Limons grossiers	5,5	4,0	1,5	0,5	3,0	11,5
- Sables fins	37,5	37,5	37,0	8,5	34,0	14,5
- Sables grossiers	39,0	41,0	47,5	84,0	49,0	8,0
- Matière organique %	0,5	0,5	0,2	0,2	0	0,7
- Carbone %	0,3	0,3	0,1	0,1	0	0,4
<u>Réserves minérales</u>						
- Calcaire total %	5	5	10	10	10	14
- Calcaire actif %	-	-	5	7	7	11
- P ₂ O ₅ total ppm	920	850	757,5	860	1005	1455
- K ₂ O total ‰	2,23	2,17	0,94	0,41	1,0	6,11
- Fer libre ‰	7,5	7,5	7,0	7,5	7,0	14,0
- Fer total ‰	23,0	23,5	20,0	23,0	20,5	40,0
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	32,6	31,9	35,0	32,6	34,1	35,0
<u>Complexe absorbant</u>						
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	7,2	6,1	4,3	1,2	2,8	19,1
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	3,0	3,3	1,6	0,8	4,3	6,1
- K ⁺ méq/100 g.	0,6	0,5	0,2	0,1	0,1	0,6
- Na ⁺ méq/100 g.	0,8	0,8	1,4	1,5	0,7	1,3
- S méq/100 g.	11,6	10,7	7,5	3,6	7,9	27,1
- T méq/100 g.	11,5	10,6	7,5	3,5	7,8	27,1
- $V = \frac{S}{T}$ %	100,8	100,9	100,0	102,8	101,3	100,0
- Na/T %	7,0	7,0	19,0	43,0	9,0	5,0
- pH 1/2,5	8,6	8,4	8,8	8,9	8,9	8,7
- % Saturation	30	30	25	25	25	65
- C.E. mmhos/cm	0,4	0,8	0,4	0,9	0,3	0,5

11.2.2.2.1.2. - Caractères analytiques (tableau n° 7)

La texture est sableuse ou sablo-limoneuse, sauf le dernier horizon qui contient 46 % d'argile.

Il n'y a que des traces de matière organique, même au sommet du profil : 0,5 %.

Le pH est basique, et la conductivité demeure inférieure à l'unité.

Il y a peu de calcaire actif dans ces sols surtout en surface. Les réserves en phosphore total s'accroissent avec la profondeur et atteignent à 1,5 ‰ dans l'horizon argileux.

Les teneurs en potasse sont plus élevées que celles du phosphore et indiquent la présence de minéraux potassiques, comme les illites.

11.2.2.2.1.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Les sols peu évolués de cette unité se cantonnent dans les dépressions et les zones d'accumulation alluviales. Ils constituent les terrasses récentes de l'Oued Silliana dans le secteur de Gafour, et sont à texture de plus en plus grossière en se rapprochant de l'Oued. Certains se développent à partir d'alluvions fines d'origine marneuse et ont donc une texture plus lourde, mais ils sont d'une faible extension.

Dans le secteur d'El Aroussa, ils se localisent en bordure des affluents de rive gauche de l'Oued Silliana ou sur d'anciens lits comblés récemment par des dépôts grossiers.

11.2.2.2.2. - Les sols peu évolués hydromorphes à pseudogley sur alluvions

11.2.2.2.2.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 78 (Description détaillée en annexe)

L'horizon de surface présente une structure polyédrique subanguleuse de taille moyenne, une couleur (10 YR 4/4) brune et une texture limono-argileuse. La matière organique est décomposée et peu abondante.

L'horizon sous-jacent a une structure prismatique grossière, une couleur brune orangée (10 YR 5/4) et présente à partir de 50 cm de profondeur des phénomènes d'oxydo-réduction, sous forme de taches grises et rouges réparties dans toute la masse de l'horizon, mais ces manifestations d'hydromorphie sont peu développées. A ce niveau ^{on note} une légère accumulation de calcaire en amas ; qui résulte probablement de la mise en solution du calcaire lors de l'engorgement et de sa reprécipitation après dessèchement.

C'est par suite d'une texture plus fine qu'un phénomène d'engorgement temporaire se manifeste dans ces sols, et toutes les unités cartographiées présentent un développement de profil identique à celui ci-dessus.

11.2.2.2.2. - Caractères analytiques (tableau n° 8)

La fraction argileuse dépasse 40 % au-delà de 30 cm de profondeur, et montre que l'alluvionnement provient d'une roche très argileuse, comme les marnes.

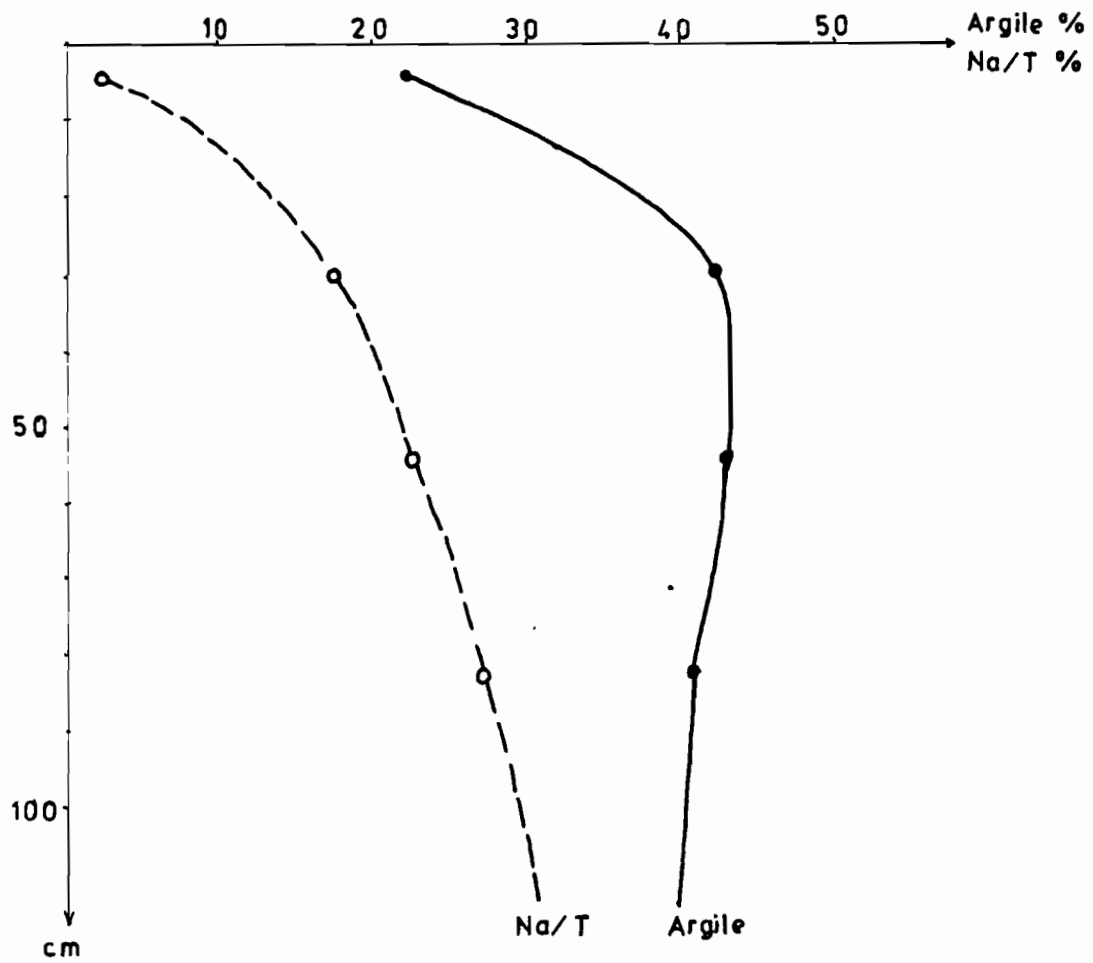
Le calcaire constitue une réserve importante dans la fraction minérale : 38 à 41 %. Cette richesse en calcaire est certainement la cause d'une rétrogradation du phosphore en formes apatitiques insolubles. En effet, sur les 1,9 ‰ de phosphore total dans l'horizon supérieur, la partie assimilable de ce phosphore n'est que de 0,1 ‰ et baisse en profondeur à 0,06 ‰.

Le complexe absorbant est saturé en calcium et la capacité d'échange reste faible pour un taux d'argile important. Une alcalisation se produit dans la partie engorgée : le Na^+ y atteint en effet une valeur de 3,6 méq/100 g pour une capacité d'échange totale de 13,3 méq/100 g. (Fig.9). Cette alcalisation est due au mauvais drainage interne et l'accumulation des cations lessivés. La conductivité reste cependant inférieure à l'unité, même dans l'horizon hydromorphe. Le pH atteint 9 à la base du profil, et le rapport $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ diminue légèrement avec la profondeur (tableau n° 8).

Tableau n° 8 - Résultats d'analyse du Profil EL 78

Echantillons	EL 781	EL 782	EL 783	EL 784
Profondeur cm	0-10	25-35	50-60	80-85
<u>Granulométrie %</u>				
- Argile	22,0	42,0	42,5	40,5
- Limons fins	36,0	24,0	22,5	23,5
- Limons grossiers	20,0	15,0	15,5	16,5
- Sables fins	13,5	12,5	13,0	14,0
- Sables grossiers	4,5	2,5	2,5	1,5
- Matière organique %	0,9	0,5	0,35	0,2
- Carbone %	0,5	0,3	0,2	0,1
<u>Réserves minérales</u>				
- Calcaire total %	38	39	38	41
- Calcaire actif %	18	22	22	21
- P ₂ O ₅ total ppm	1915	1475	1750	1850
- K ₂ O total ‰	0,38	0,36	4,52	4,29
- Fer libre ‰	10,0	10,0	10,0	9,5
- Fer total ‰	27,0	30,0	32,0	30,0
- <u>Fer libre</u> % Fer total	37,0	33,3	31,2	31,6
<u>Complexe absorbant</u>				
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	9,2	5,7	6,2	6,2
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	4,0	3,0	2,7	2,8
- K ⁺ méq/100 g.	1,1	0,6	0,6	0,7
- Na ⁺ méq/100 g.	0,6	1,9	3,0	3,6
- P ₂ O ₅ ass. ppm	125	65	75	85
- S méq/100 g.	14,9	11,2	12,5	13,3
- T méq/100 g.	14,8	11,2	12,5	13,3
- V = $\frac{S}{T}$ %	100,6	100,0	100,0	100,0
- Na/T %	4,0	17,0	24,0	27,0
- pH 1/2,5	8,3	8,8	8,9	9,0
- % Saturation	47,5	57,5	62,5	67,5
- C.E. mmhos/cm	0,5	0,6	0,8	0,9

FIG 9 - Argile et Na/T - Profil EL 76



11.2.2.2.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Les sols peu évolués à engorgement temporaire, décrits ci-dessus, n'ont été observés que dans le secteur d'El Aroussa et se localisent sur la rive droite de l'Oued Sillana avant sa confluence avec l'Oued Rmil.

Leur situation entre les deux Oueds Sillana et Rmil accentue probablement le phénomène d'engorgement lorsque les eaux de crues débordent sur les rives.

Ces sols constituent le terme aval d'une séquence de sols développés sur alluvions et orientés nord-sud, comprenant des sols châtaîns et des sols bruns calcaires.

11.2.2.3. - Les sols peu évolués faiblement salés ou alcalisés sur alluvions

11.2.2.3.1. - Caractères morphologiques

Profil type G 53 (Description détaillée en annexe)

L'horizon de surface, A₁, atteint 40 cm d'épaisseur, et présente une couleur (10 YR 4/3) brune, une structure mal individualisée et une texture limoneuse à limono-argileuse. L'horizon sous-jacent, C, est le matériau original peu touché par la pédogenèse. C'est un horizon beige, épais, de texture argilo-limoneuse et ayant une structure polyédrique moyenne.

Les caractères de salinité n'apparaissent pas morphologiquement et ont été mis en évidence par l'analyse.

11.2.2.3.2. - Caractères analytiques (tableaux 9 et 10)

La partie salée du profil se situe à moyenne profondeur, mais cette salure reste cependant modérée. La conductivité ne dépasse pas 4 mmhos/cm et le $\frac{Na}{T}$ ne dépasse pas 7 %. Cette salinité est due essentiellement aux sulfates qui sont plus abondants que les chlorures (fig. 9 bis).

La teneur en matière organique est faible (1,4 %), et les formes assimilables du phosphore sont pratiquement inexistantes.

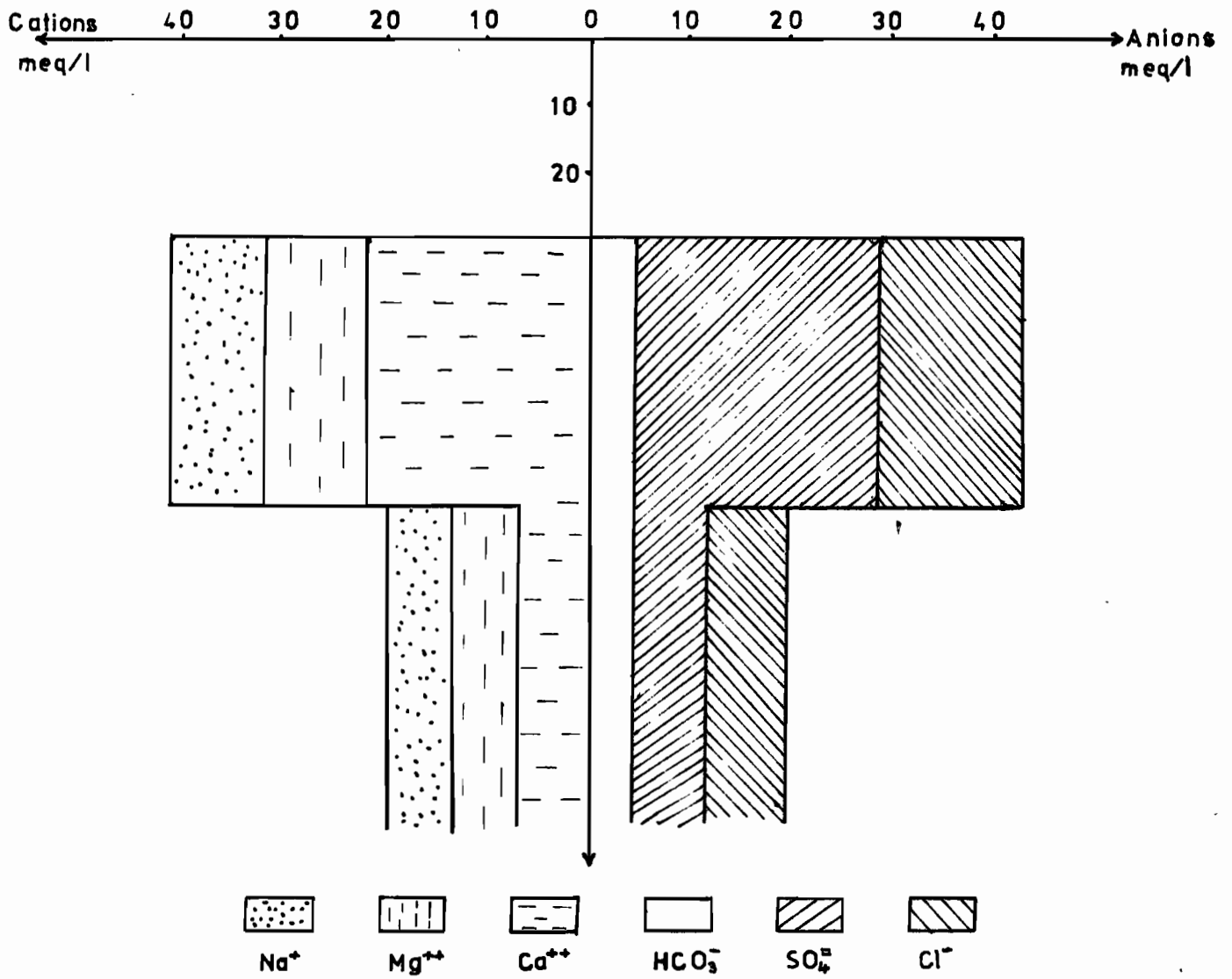
Tableau n° 9 - Résultats d'analyse du Profil G 53

Echantillons	G 531	G 532	G 533
Profondeur cm	0-10	35-45	65-75
<u>Granulométrie %</u>			
- Argile	23,5	36,0	34,0
- Limons fins	24,0	31,0	25,5
- Limons grossiers	14,5	14,5	16,0
- Sables fins	27,5	14,5	20,0
- Sables grossiers	8,0	3,0	4,0
- Matière organique %	1,4	1,0	0,8
- Carbone %	0,8	0,6	0,5
- Azote total %	0,04	0,08	0,04
<u>Réserves minérales</u>			
- Calcaire total %	44	46	48
- Calcaire actif %	10	20	15
- P ₂ O ₅ total ppm	2375	2500	3000
- K ₂ O ‰	1,88	2,35	2,35
- Fer libre ‰	11,5	11,5	11,5
- Fer total ‰	30,0	30,0	30,0
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	38,3	38,3	38,3
<u>Complexe absorbant</u>			
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	9,7	12,3	11,4
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	2,1	3,3	2,4
- K ⁺ méq/100 g.	0,7	0,4	0,4
- Na ⁺ méq/100 g.	1,0	0,9	1,0
- P ₂ O ₅ ass. ppm.	50	175	55
- S méq/100 g.	13,5	16,9	15,2
- T méq/100 g.	13,6	17,1	15,2
- $V = \frac{S}{T}$ %	99,2	98,8	100,0
- Na/T %	7,0	5,0	7,0
- pH 1/2,5	8,3	8,0	8,0
- % Saturation	48	55	53
- C.E. mmhos/cm	0,8	3,6	1,9

Tableau n° 10 - Sels solubles dans le profil G 53

Echantillons	G 531	G 532	G 533
Profondeur cm	0 - 10	35 - 45	65 - 75
- C.E. mmhos/cm	0,8	3,6	1,9
- HCO_3^- méq/l	-	4,0	4,0
- SO_4^{--} méq/l	-	24,2	7,4
- Cl^- méq/l	-	14,4	8,0
- Ca^{++} méq/l	-	22,0	7,0
- Mg^{++} méq/l	-	10,0	7,0
- Na^+ méq/l	-	9,5	6,6
- K^+ méq/l	-	0,5	0,03

FIG 9 bis . Sels solubles. Profil G 53.



11.2.2.2.3.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Ils occupent la totalité de la plaine d'Oum Zeïde et les terrasses alluviales de l'Oued Silliana dans le secteur de Gafour. Ce sont des sols que la population exploite par irrigation avec des eaux pompées dans l'Oued, mais leur extension est limitée.

A El Aroussa, la salure de ces sols provient des eaux de l'Oued qui débordent pendant les crues, et recouvrent les terrasses alluviales.

11.2.2.2.4. - Les sols peu évolués vertiques sur alluvions

Ces sols se forment sur des alluvions récentes, en rive gauche de l'Oued Silliana dans le secteur d'El Aroussa.

Le profil (EL 27) présente un horizon A friable, de couleur brune (10 YR 6/4) avec une structure polyédrique anguleuse fine à moyenne et une texture argilo-limoneuse.

L'horizon sous-jacent C, est épais, de texture fine, et avec une structure grossière polyédrique anguleuse. Les éléments structuraux présentent à la base de l'horizon des faces de glissement et des faces luisantes, caractères révélant l'existence de phénomènes vertiques se produisant lors des phases d'humectation et de dessiccation du sol.

Sur le plan chimique, on peut relever surtout le faible pourcentage de matière organique et la richesse en calcaire actif. La capacité d'échange reste relativement faible et ne dépasse pas 15 méq/100 g.

11.2.2.3. - Groupe des sols peu évolués d'apport colluvial

11.2.2.3.1. - Les sols peu évolués modaux sur colluvions marno-

Les colluvions sont arrachées aux marnes et marno-calcaires des reliefs ou à des affleurements triasiques (secteur de Gafour seulement). Elles sont limoneuses lorsqu'elles proviennent du Trias, et argilleuses lorsqu'elles découlent des marnes.

Le profil de ce type de sol présente une couleur homogène sur toute son épaisseur, avec une très faible teneur en matière organique.

En rive droite, près des affleurements crétacés, les colluvions sont épaisses et riches en calcaire. Sur le glacis, elles sont moins épaisses et reposent sur une croûte conglomératique d'âge villafranchien. Les éléments grossiers contenus dans ces alluvions sont hétérogènes.

Ces sols sont exploités par céréaliculture principalement, à droite de l'Oued, et par arboriculture sur le glacis où de jeunes oliviers constituent l'unique couverture végétale ligneuse dans la vallée.

11.2.3. - Classe des vertisols

11.2.3.1. - Caractères généraux

Les sols de cette classe sont caractérisés essentiellement par leur richesse en argile du type smectite. Suivant les saisons, le gonflement et la rétraction des argiles, par hydratation et dessiccation, produisent des mouvements de brassage et de retournement au sein du profil ce qui l'homogénéise sur au moins 80 cm d'épaisseur. Ce phénomène est d'autant plus accentué que les contrastes climatiques saisonniers sont importants. Les éléments structuraux présentent des faces de glissement (Slickenside), sous l'effet de ces mouvements de pression interne.

La structure est généralement assez grossière surtout à moyenne profondeur et du type prismatique. La surface du sol est caractérisée par un micro-relief "gilgai" et en période sèche, s'installe un réseau polygonal de fentes de retrait descendant jusqu'à 1 mètre dans le sol.

La classification française distingue deux sous-classes : celle des vertisols lithomorphes à drainage externe possible et celle des vertisols topomorphes à drainage externe nul ou réduit. Dans la présente étude, nous n'avons rencontré que des vertisols appartenant à la première sous-classe, c'est-à-dire^{se} développant sur un matériau à texture fine, d'origine alluviale.

11.2.3.2. - Groupe des vertisols lithomorphes, à drainage externe possible, non grumosolique

11.2.3.2.1. - Vertisols lithomorphes modaux, sur alluvions

11.2.3.2.1.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 28 (Description détaillée en annexe)

On distingue trois horizons A_p , (B) et C. La couleur brun grise (7,5 YR 5/4) est homogène sur tout le profil, et la distinction entre les horizons se fait essentiellement par la structure et la consistance.

Dans l'horizon de surface (A_p), la structure est polyédrique de taille moyenne, la texture argilo-limoneuse et le sol est peu compact et peu cohérent. C'est l'horizon superficiel exposé aux travaux de préparation du sol pour les cultures. Il est pénétré par un chevelu racinaire peu dense de plantes herbacées annuelles.

L'horizon (B) est épais, dur et consistant avec une texture argilleuse présentant de larges fentes de retrait verticales, isolant de grandes unités structurales de forme prismatique gauchie. Les prismes se débitent en polyèdres anguleux grossiers dont les faces sont lisses et luisantes.

Le dernier horizon, C, est argilleux, de structure polyédrique anguleuse et grossière.

Aucune accumulation calcaire n'est visible. Le matériau alluvial dans lequel se développe le sol est d'âge récent (rharbien).

11.2.3.2.1.2. - Caractères analytiques (tableau n° 11)

La texture est nettement argileuse dans ce type de sol, surtout à partir de 60 cm de profondeur où le taux d'argile dépasse 50 %.

Ces sols sont pauvres en matière organique : 1 % en surface et 0,6 % en profondeur, mais l'humus est bien évolué comme l'indique le $\frac{C}{N}$ relativement bas : 7,5 en surface et 12 à moyenne profondeur.

La matière minérale totale se compose en grande partie de calcaire dont le taux reste constant sur tout le profil ; la proportion de calcaire actif dépasse 20 % et contribue à élever le pH et à rétrograder certains éléments assimilables par les plantes, comme le phosphore.

Les cations les plus abondants du complexe absorbant sont surtout Ca^{++} et secondairement Mg^{++} , sauf en profondeur où le Na^+ atteint une valeur critique puisqu'il sature à 20 % le complexe, manifestant ainsi une légère alcalisation.

La capacité d'échange de cations ne dépasse pas 28 méq/100 g de sol ; cette valeur est assez faible pour des vertisols, connus par leurs argilles smectitiques à capacité d'échange élevée. 50 % d'argile minéralogique devraient donner, en principe, de 40 à 50 méq/100 g. de sol environ si toutes les argiles étaient des smectites. L'existence dans la fraction argileuse, d'autres types de minéraux argileux à faible capacité d'échange est donc supposée.

11.2.3.2.1.3. - L'analyse thermique différentielle (Fig. 12)

Trois échantillons prélevés à des profondeurs différentes dans le profil EL 28, ont été soumis à l'analyse thermique différentielle et montrent des courbes d'allure similaire. Les pertes d'eau enregistrées par les réactions endothermiques (pics descendants) ont presque les mêmes intensités sur les trois courbes.

La première perte se situe aux environs de 180° et correspond à la disparition de l'eau interfoliaire. La deuxième se situe vers 590° et correspond à la déshydroxylation des couches d'hydroxydes des minéraux argileux, et la désintégration de la structure.

Enfin le troisième pic endothermique, se situant vers 900°, est de faible intensité et correspond à la destruction finale de la

Tableau n° 11 - Résultats d'analyse du Profil EL 28

Echantillons	EL 281	EL 282	EL 283	EL 284
Profondeur cm	0-10	30-45	60-70	110-125
<u>Granulométrie %</u>				
- Argile	33,0	45,5	52,5	57,5
- Limons fins	35,0	30,5	23,0	24,5
- Limons grossiers	14,5	11,0	11,0	6,5
- Sables fins	11,0	9,0	9,5	9,5
- Sables grossiers	3,0	2,0	1,5	2,0
<u>Matière organique %</u>				
- Matière organique %	1,0	0,8	0,5	0,5
- Carbone %	0,6	0,5	0,3	0,3
- Azote total %	0,08	0,03	-	0,02
<u>Réserves minérales</u>				
- Calcaire total %	37	38	39	41
- Calcaire actif %	23	24	21	25
- P ₂ O ₅ total ppm	1925	1700	1750	1700
- K ₂ O total ‰	4,29	3,76	4,11	4,23
- Fer total ‰	37,0	33,5	33,5	36,0
- Fer libre ‰	13,5	12,5	12,5	12,5
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	36,5	37,3	37,3	34,7
<u>Complexe absorbant</u>				
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	19,8	17,1	15,0	14,6
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	5,3	5,7	5,4	3,5
- K ⁺ méq/100 g.	1,4	0,7	0,6	0,6
- Na ⁺ méq/100 g.	1,0	2,1	3,6	4,6
- P ₂ O ₅ ass. ppm	80	40	30	32,5
- S méq/100 g.	27,5	25,6	24,6	23,3
- T méq/100 g.	27,5	25,4	24,6	23,6
- $V = \frac{S}{T}$ %	100	100,7	100	98,7
- Na/T %	3,0	8,0	15,0	20,0
- pH 1/2,5	8,4	8,7	8,9	8,8
- % Saturation	57,5	60	60	72,5
- C.E. mmhos/cm	0,5	0,5	0,7	1,4

FIG 10-Argile et CEC dans le profil EL 28.

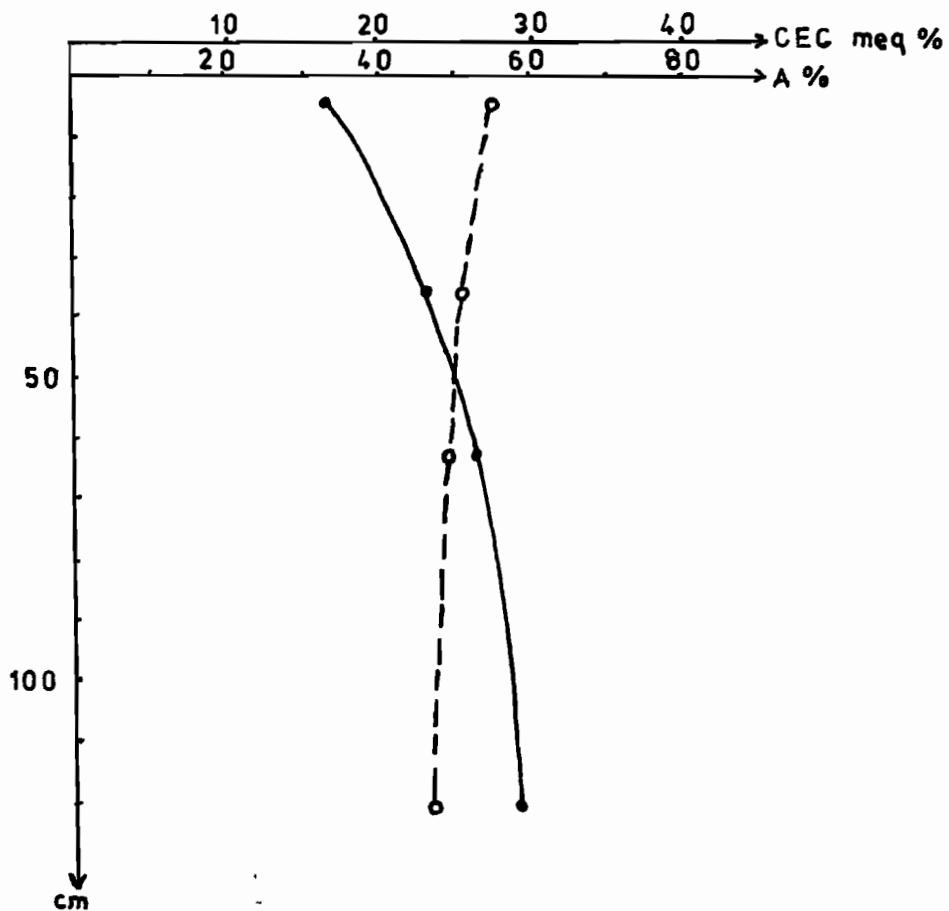
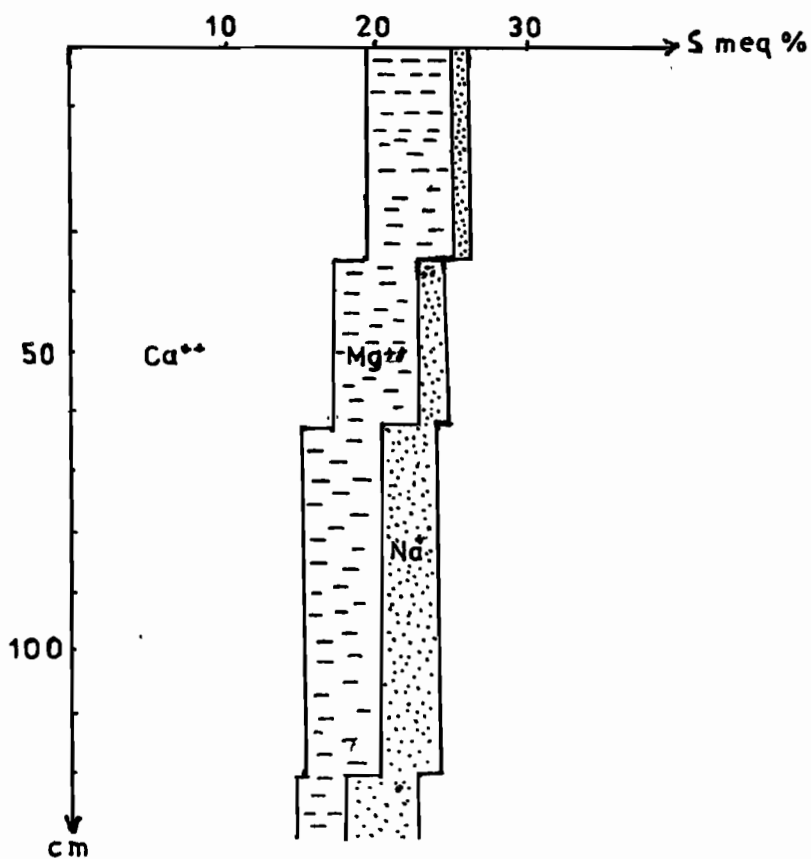


FIG 11- Bases échangeables- Profil EL 28.



structure de certaines smectites dioctaédriques qui, d'après Grim (1968), subsistent jusqu'à ce seuil de température. Cet auteur signale aussi que les smectites trioctaédriques (magnésiennes) sont déshydratées totalement à une température inférieure se situant vers 500-600°C.

L'existence de smectites dioctaédriques révélée par le troisième pic endothermique et la grande rétention en eau vue sur le premier pic, laisse supposer l'existence de montmorillonite. On n'exclut pas également la possibilité de présence de chlorites dans la fraction argilleuse, car ces dernières ont des courbes ATD assez proches de celles des montmorillonites en ce qui concerne les 2ème et 3ème pics.

On peut expliquer la différence de capacité d'échange entre la valeur calculée ci-dessus (40 à 50 méq/100 g. de sol) et la valeur obtenue par analyse (25 méq/100 g.), par la présence d'argile granulométrique dans la fraction inférieure à 2 microns qui n'intervient pas dans la capacité d'échange, d'autant plus qu'il existe une forte proportion de calcaire actif dans le sol (plus de 50 %).

11.2.3.2.1.4. - Localisation et distribution géomorphologique

Ces sols ont été observés dans la plaine d'El Aroussa uniquement. Ils occupent l'aval d'une séquence située sur le glacis de la rive gauche de l'Oued Sillana. Leur extension est faible et cette unité de sols qui présente une topographie légèrement inclinée vers l'est, avec une pente de 3 à 4 ‰, est entaillée par un réseau de ravines et ravins qui rejoignent le cours de l'oued principal, donnant un aspect légèrement ondulé à la surface de ces sols.

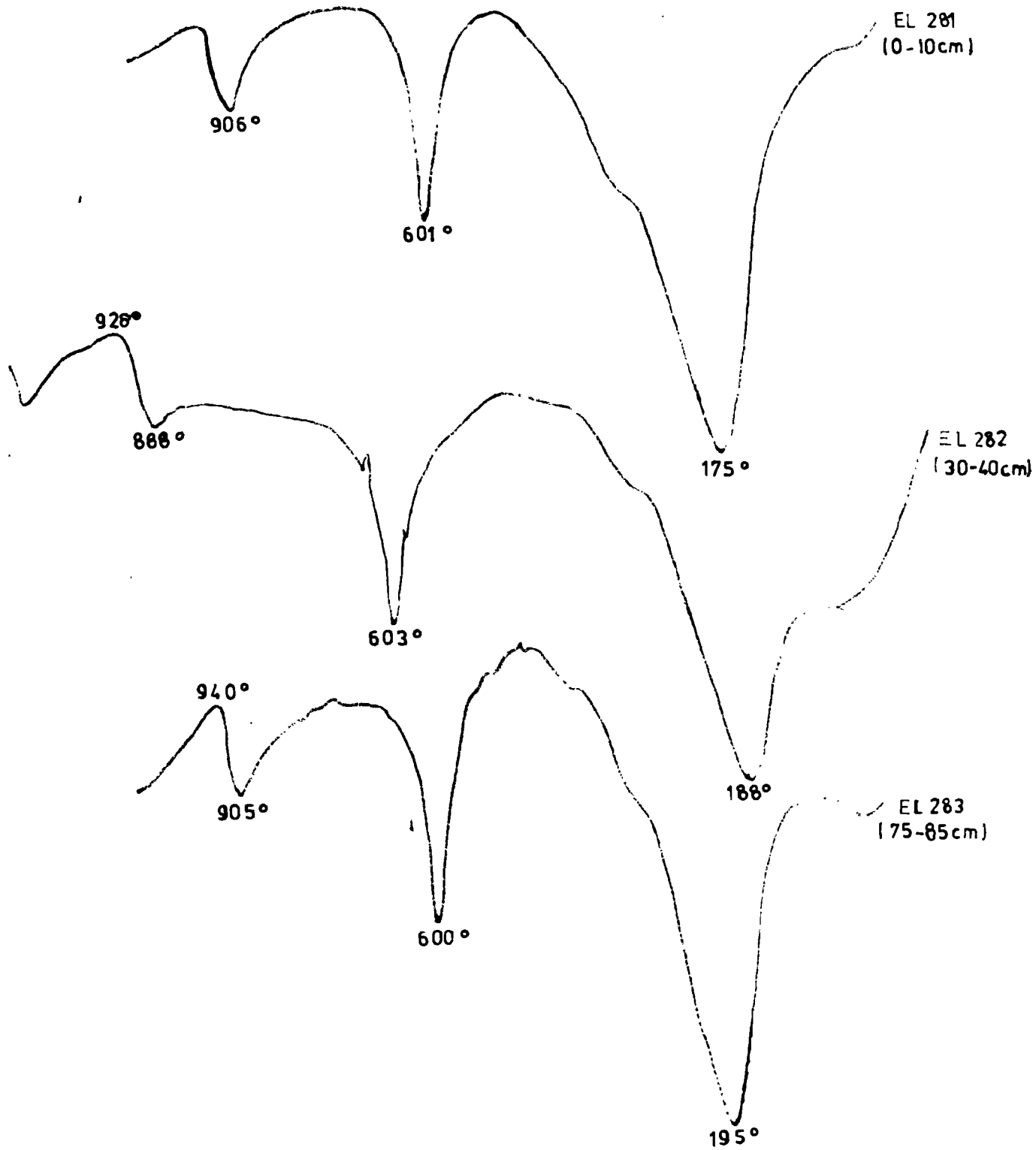
11.2.3.2.2. - Vertisols lithomorphes vertiques, sur alluvions

11.2.3.2.2.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 4 (Description détaillée en annexe).

Le profil est homogène sur toute son épaisseur avec toutefois un léger changement de couleur : de brun grise en surface (10 YR 5/4), elle passe très progressivement au gris jaunâtre (10 YR 7/3) en profondeur. La structure est peu développée dans l'horizon de surface A_p . Les agrégats sont polyédriques à angles émoussés et de taille moyenne à fine, avec une texture argillo-illoneuse.

FIG 12: COURBES ATD DU PROFIL EL 26



L'horizon (B) est caractérisé par une structure en colonnes. Il s'agit de grosses masses prismatiques se dressant verticalement dans l'horizon, séparées par de larges fentes de retrait d'une vingtaine de millimètres environ. Ces "colonnes", argileuses, se débitent assez difficilement en morceaux polyédriques de taille grossière montrant des faces de glissement, peu développées au sommet et nettes en profondeur.

L'horizon C change de texture (équilibrée) et devient plus friable. La structure grossière de l'horizon sus-jacent s'arrête presque brutalement au sommet de cet horizon qui se caractérise par sa cohérence et son homogénéité structurale. Cette dernière est massive, se débitant en éléments de taille irrégulière et de formes diverses, le plus souvent polyédrique anguleuse.

Un pseudomycélium calcaire se distingue dans la masse et montre que les phénomènes de retournement et de brassage n'affectent plus ce troisième horizon, de texture plus légère.

En surface, le microrelief "gilgai" n'existe pas, mais de larges fentes de retrait apparaissent sous forme d'un réseau de polygones pendant la saison sèche.

11.2.3.2.2.2. - Caractères analytiques (tableau n° 12)

La granulométrie se caractérise par une forte proportion d'argile dans les horizons A_p et (B), et par la diminution de cette fraction dans l'horizon C, au dépens d'un enrichissement en sable fin.

Il pourrait s'agir de deux phases d'alluvionnement différentes : la première en profondeur est à texture plus grossière, la deuxième en surface, à base de matériaux fins ayant subi ensuite la vertisolisation.

Le pH est alcalin et dépasse 8 à toutes les profondeurs et la conductivité électrique est faible et ne dépasse pas l'unité.

La teneur en matière organique est faible et décroît avec la profondeur.

La matière minérale contient 10 % de calcaire actif, proportion qui n'est pas trop élevée mais suffisante pour élever le pH à des seuils où les oligo-éléments reprécipitent et deviennent peu utilisables par les plantes.

Tableau n° 12 - Résultats d'analyse du Profil EL 4

Echantillons	EL 41	EL 42	EL 43	EL 44
Profondeur cm	0 - 10	25 - 40	50 - 70	100 - 115
<u>Granulométrie %</u>				
- Argile	39,0	45,5	46,0	27,0
- Limons fins	24,0	19,0	18,0	11,5
- Limons grossiers	13,0	11,5	11,0	11,0
- Sables fins	16,5	16,0	16,0	36,5
- Sables grossiers	4,5	4,5	5,5	12,5
- Matière organique %	0,9	0,5	0,3	0,35
- Carbone %	0,5	0,3	0,2	0,2
<u>Réserves Minérales</u>				
- Calcaire total %	14	14	13	16
- Calcaire actif %	10	10	12	11
- P ₂ O ₅ total ppm	1825	1570	1410	1430
- K ₂ O total ‰	5,70	5,88	6,58	3,58
- Fer total ‰	37,5	45,0	45,5	33,0
- Fer libre ‰	16,0	15,0	16,0	12,0
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	42,6	33,3	35,1	36,3
<u>Complexe absorbant</u>				
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	27,1	20,0	24,3	12,5
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	6,2	6,3	9,0	3,5
- K ⁺ méq/100 g.	1,2	0,7	0,6	0,3
- Na ⁺ méq/100 g.	1,4	1,2	2,0	1,9
- S méq/100 g.	35,9	28,2	35,9	18,2
- T méq/100 g.	36,0	28,5	36,0	18,0
- $V = \frac{S}{T}$ %	99,0	99,0	100,0	101,0
- Na/T %	4,0	4,0	6,0	11,0
- pH 1/2,5	8,3	8,4	8,6	8,8
- % Saturation	52,5	50	55	45
- C.E. mmhos/cm	0,9	0,6	0,6	0,7

Le complexe absorbant est saturé principalement en calcium, puis en magnésium. Le Na^+ et le K^+ participent à la saturation par une faible part et le $\frac{\text{Na}}{\text{T}}$ est bas dans ce profil.

Les valeurs de la capacité d'échange sont moyennes, et se rapprochent des valeurs théoriques calculées pour des vertisols à montmorillonite.

11.2.3.2.2.3. - Localisation et distribution géomorphologique

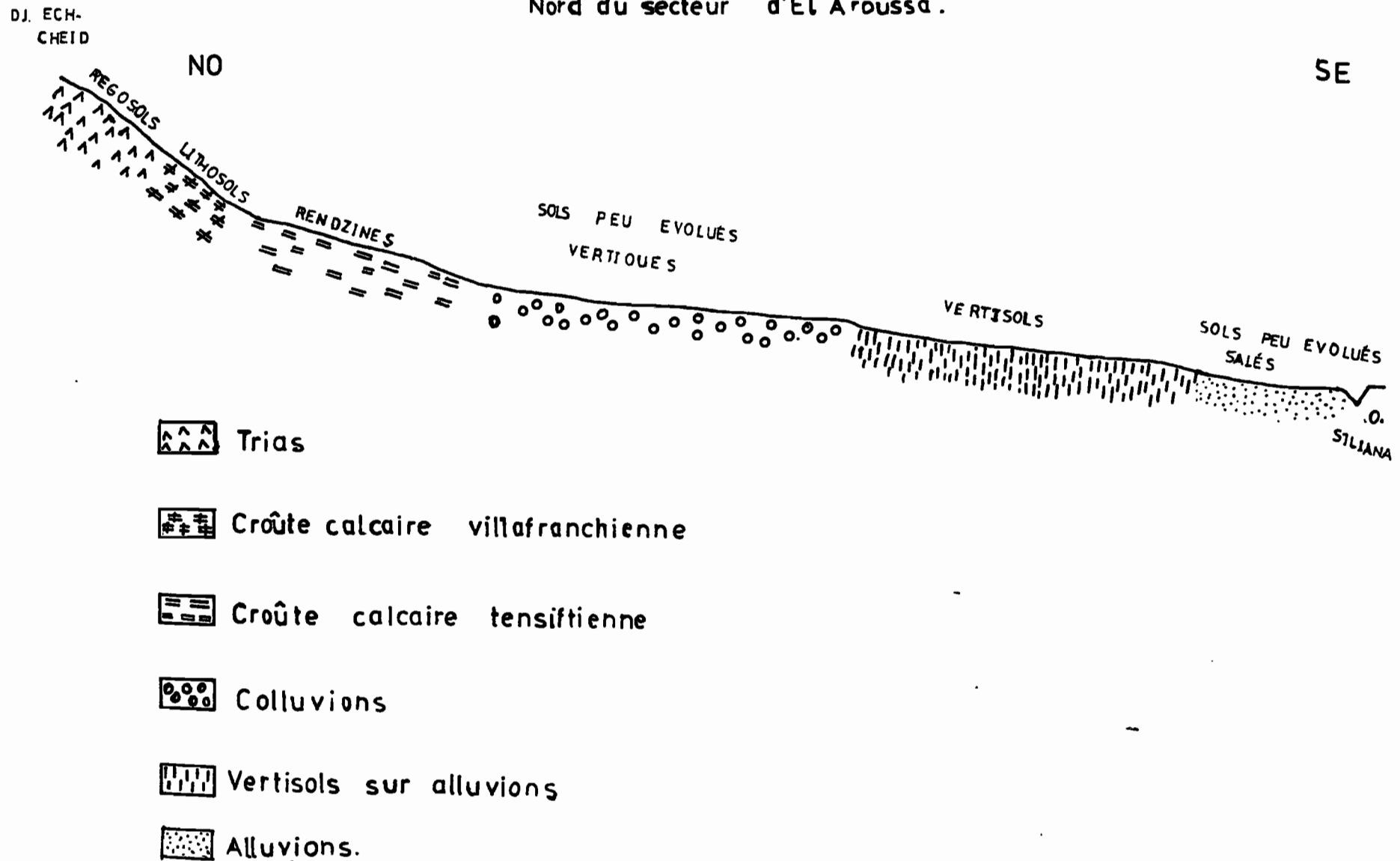
Les sols de cette unité se forment aux dépens d'alluvions fines arrachées dans les reliefs et déposées sur le glacis de la rive gauche de l'Oued Silliana dans le secteur d'El Aroussa. Ils occupent toute l'étendue séparant l'Oued El Guelaa de l'Oued El M'rir, deux affluents de l'Oued Silliana.

L'horizon C à accumulation calcaire est visible sur tous les profils de cette unité, mais au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'Oued, l'épaisseur de la couche d'alluvions argileuses augmente et l'accumulation secondaire du calcaire disparaît.

Vers le nord du secteur, ils viennent en position médiane de la séquence et séparent les sols calcimagnésiques du piémont, des sols châtaîns et des sols peu évolués de la vallée de l'Oued.

Le matériau alluvionnaire qui leur a donné naissance est probablement d'âge rharbien puisqu'il se superpose à des formations antérieures, du soltanien et du tensiftien.

FIG 13: Localisation des sols peu évolués vertiques et des vertisols sur une toposéquence au Nord du secteur d'El Aroussa.



11.2.4. - Classe des sols calcimagnésiques

11.2.4.1. - Caractères généraux

Il s'agit de tous les sols dominés par la présence du calcium et du magnésium, n'ayant pas les caractères des sols Isohumiques, des vertisols et des sols peu évolués. Ils sont formés sur un matériau riche en cations alcalino-terreux (Ca et Mg) qui jouent le rôle d'inhibiteurs des processus d'altération. La matière organique est du type mull calcaïque, avec un humus décomposé et incorporé intimement à la matière minérale. L'évolution de l'humus en des formes très polymérisées est stoppée précocément par la présence du calcium qui protège les molécules organiques contre la biodégradation.

Les cations bivalents flocculent les colloïdes minéraux et organiques et sont à l'origine de la formation d'une structure aérée et meuble du type grumelleux à nuciforme surtout lorsque le taux de matière organique est élevé. La présence de ces cations oriente la néosynthèse d'argile vers la formation de montmorillonite si les conditions climatiques le permettent.

La classification française distingue trois sous-classes ; dont seule la sous-classe des sols carbonatés nous intéresse dans cette étude. Elle comprend deux groupes : le groupe des rendzines et le groupe des sols bruns calcaires.

11.2.4.2. - Groupe des rendzines

11.2.4.2.1. - Les rendzines sur roche géologique

Elles forment une unité blanchâtre, très riche en calcaire actif, se localisant sur le versant d'un affleurement calcaire du crétacé.

Elles sont pauvres en matière organique et leur profil est très superficiel ne dépassant guère 20 cm d'épaisseur à la dalle dure du Campanien.

La structure grumelleuse ou grenue typique des vraies rendzines humifères est inexistante ici et le matériau est meuble, sans structure particulière. Des éléments grossiers constituent 20 à 25 % de la matière minérale totale.

Ces sols ont une faible extension et se limitent au versant nord-ouest de la butte d'El Kef Lazreg à droite de l'Oued Sillana, dans le secteur de Gafour.

Ils sont plantés en oliviers qui sont encore jeunes mais qui ont l'air de s'adapter sans trop souffrir. L'olivier est la seule plante avec l'amandier qui peuvent tolérer ces types de sols.

11.2.4.2.2. - Les rendzines sur croûtes et encroûtements calcaires

11.2.4.2.2.1. - Généralités sur les croûtes et les encroûtements calcaires

Ce sont des accumulations de calcaire secondaire sous forme d'horizons indurés ou friables qui s'observent le plus souvent sur les glacis ou sur les versants des reliefs de la zone méditerranéenne.

Leur origine est due à un entraînement vertical et latéral par les eaux de pluie du calcaire sous forme dissoute (bicarbonate). Celui-ci se dépose ensuite par précipitation et donne des formes d'accumulations soit continue (croûtes, encroûtement ...), soit discontinue (amas, nodules, pseudomycélium ...). Des travaux récents (Millot, Nahon, Ruellan) ont montré qu'un des processus mis en jeu lors de la formation de ces accumulations de calcaire secondaire est l'épigénie, c'est-à-dire la substitution de minéraux primaires (quartz en particulier) par la calcite.

On observe souvent en surface des croûtes une pellicule rubannée constituée d'une succession de très fines couches de calcaire contenant des impuretés minérales et organiques.

D'une manière générale, la dureté des accumulations de calcaire secondaire diminue dans le profil avec la profondeur, et la croûte se transforme progressivement en encroûtement plus ou moins pulvérulent qui disparaît à son tour au profit d'un matériau alluvial quaternaire contenant des formes d'accumulation discontinues de type nodulaire. C'est ce qui caractérise toutes les accumulations calcaires observées dans les deux secteurs d'étude.

La distribution latérale de ces matériaux dépend de la position du profil suivant le relief. Lorsque l'altitude est élevée et la pente forte, ce sont les croûtes qui dominent, mais au fur et à mesure qu'on descend dans la vallée, on passe aux encroûtements pulvérulents qui s'appauvrissent progressivement en calcaire et se transforment en une accumulation discontinue avec un dépôt de nodules, d'amas et de pseudomycélium (Fig. 14).

11.2.4.2.2.2. - Caractères morphologiques

Profil type EL 24 (Description détaillée en annexe)

L'horizon superficiel de ces rendzines est un horizon minéral, pauvre en matière organique, peu épais et de couleur brune (10 YR 4/4). Sa structure est polyédrique subanguleuse de taille moyenne à fine, et sa texture est équilibrée. Il renferme 15 à 20 % d'éléments grossiers qui sont des éléments de croûte démantelée remontés en surface par le labour. Cet horizon repose directement sur la croûte calcaire dure et continue, qui passe en profondeur à un encroûtement pulvérulent.

Le matériau présent sous l'encroûtement est limono-argileux, tacheté d'amas et de nodules calcaires. Il a une structure polyédrique fine et il est de couleur gris orangé (7,5 YR 7/3).

11.2.4.2.2.3. - Caractères analytiques (tableau n° 13)

L'horizon A contient 1,4 % de matière organique. Il est de pH alcalin et renferme 22 % de calcaire total dont 15 % sous forme active. Sa capacité d'échange est basse : 8,3 méq/100 g. Le Na saturé à 15 % le complexe, ce qui constitue un début d'alcalisation.

Dans la croûte, on retrouve 72 % de calcaire total, les impuretés étant en assez forte proportion dans ces croûtes (20 %).

L'encroûtement est formé, de même, de 73 % de calcaire total dont 36 % sont sous forme de calcaire actif.

Dans les rendzines sur encroûtement, en bas de pente (secteur d'El Aroussa, rive droite de l'Oued Sillana), on ne retrouve que 50 % de calcaire dans l'horizon d'accumulation, ce qui montre que le calcaire provient latéralement par dissolution, mais dès que la pente s'adoucit, l'alimentation latérale n'est plus complète, et l'encroûtement renferme 50 % de matière minérale autre que le calcaire.

Tableau n° 13 - Résultats d'analyse du profil EL 24

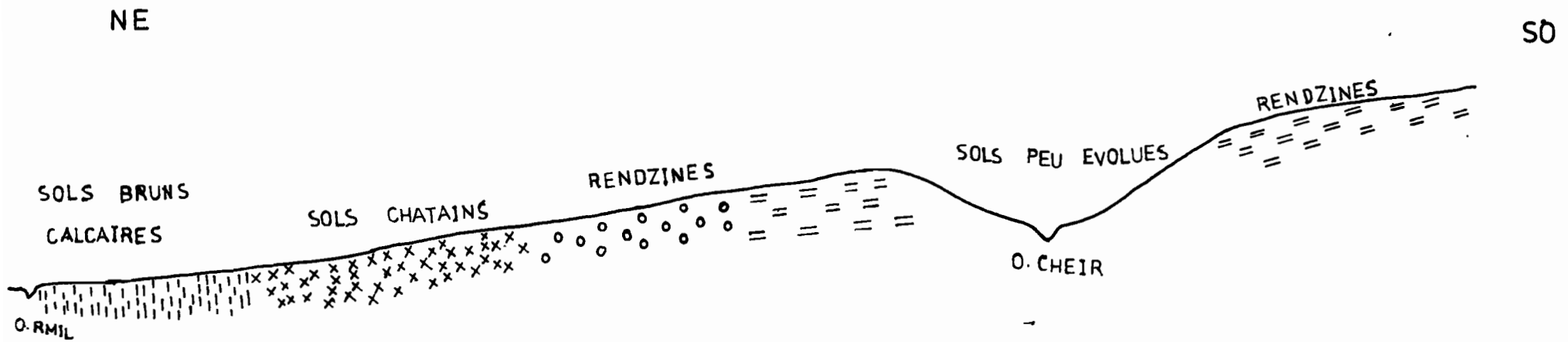
	Horizon A (0-20cm)	Croûte calcaire (20-50 cm)		Horizon A (0-20cm)	Croûte calcaire (20-50 cm)
A %	19,5		C.E. mmhos	0,6	2,8
LF %	15,0		%		
LG %	14,5		Ca ⁺⁺ méq. %	5,2	
SF %	36,5		Mg ⁺⁺ méq. %	1,5	
SG %	13,0		K ⁺ méq. %	0,5	
Cal. tot. %	22	72	Na ⁺ méq. %	1,3	
Cal. act. %	15		T méq. %	8,7	
M.O. %	1,4		$\frac{Na}{T}$ %	15,0	
			pH	8,4	8,6

11.2.4.2.2.4. - Localisation et distribution géomorphologique

Ces sols occupent toute la partie méridionale de la plaine d'El Aroussa. Les croûtes suivent la limite sud du secteur et passent progressivement vers la plaine à des encroûtements qui s'appauvrissent en calcaire lorsque l'altitude diminue, et se transforment en une accumulation d'amas, de nodules et de pseudomycélium (Fig. 14).

Dans le secteur de Gafour, les rendzines sur encroûtement calcaire occupent la partie inférieure d'une toposéquence regroupant les sols rouges méditerranéens et les sols châtaîns rouges (Fig. 30). Certains lambeaux s'observent sur la croûte conglomératique du Villafranchien lorsqu'elle affleure.

FIG 14 : Redistribution et accumulation du calcaire
sur une toposéquence de la plaine d'El Aroussa.



☐ Croûte calcaire tensiffienne

☐ Encroûtement calcaire

☐ Nodules et amas calcaires

☐ Pseudomycelium calcaire

11.2.4.3. - Groupe des sols bruns calcaires

11.2.4.3.1. - Les sols bruns calcaires modaux, sur alluvions

11.2.4.3.1.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 73 (Description détaillée en annexe)

Les sols bruns calcaires à caractère modal observés dans la région prennent naissance sur des alluvions récentes. Ils sont profonds et se caractérisent par un profil du type $A_1/(B)/C$.

L'horizon A_1 est peu épais, de texture limoneuse et de structure polyédrique subanguleuse, avec une faible teneur en matière organique. Celle-ci est bien décomposée et incorporée à la matière minérale.

L'horizon (B) diffère de A_1 par sa structure plus grossière, polyédrique anguleuse, par une accumulation des carbonates en amas et en pseudomycélium et par sa plus faible teneur en matière organique et par sa texture plus fine limono-argileuse.

L'horizon C de couleur beige est constitué par le matériau alluvial présentant l'accumulation calcaire.

11.2.4.3.1.2. - Caractères physico-chimiques (tableau n° 14)

La texture est limoneuse en surface et devient plus fine en profondeur, avec une teneur en calcaire qui augmente notablement à la base du profil, comme le laissait supposer l'accumulation.

La matière organique a une teneur de 1,4 % en surface et diminue régulièrement jusqu'à la base du profil.

Le complexe absorbant est saturé à plus de 60 % en calcium comme tous les sols de la région. La capacité d'échange est peu élevée et diminue en profondeur : 15,8 méq./100 g. de sol en surface à 7,7 méq./100 g. de sol en profondeur.

La conductivité ne dépasse pas 0,6 mmhos/cm.

Tableau n° 14 - Résultats d'analyse du Profil EL 73

Echantillons	EL 731	EL 732	EL 733
Profondeur cm	0 - 10	45 - 55	85 - 95
<u>Granulométrie %</u>			
- Argile	15,0	27,5	28,0
- Limons fins	29,5	17,5	15,5
- Limons grossiers	16,0	16,5	17,0
- Sables fins	26,0	29,0	31,5
- Sables grossiers	10,0	5,5	4,5
- Matière organique %	1,4	0,9	0,7
- Carbone %	0,8	0,5	0,4
<u>Réserves minérales</u>			
- Calcaire total %	26	36	40
- Calcaire actif %	9	-	18
- P ₂ O ₅ total ppm	1820	1762,5	1550
- K ₂ O total ‰	0,37	0,20	0,24
- Fer libre ‰	12,0	10,0	10,0
- Fer total ‰	36,5	32,0	25,0
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	32,8	31,2	40,0
<u>Complexe absorbant</u>			
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	10,8	7,1	4,8
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	3,4	2,4	2,8
- K ⁺ méq/100 g.	1,2	0,5	0,4
- Na ⁺ méq/100 g.	0,5	0,4	0,4
- P ₂ O ₅ ass. ppm	250	195	125
- S méq/100 g.	15,9	10,4	8,4
- T méq/100 g.	15,8	10,6	7,7
- $V = \frac{S}{T}$ %	100,6	98,1	109,0
- Na/T %	3,0	4,0	6,0
- pH 1/2,5	8,2	8,3	8,6
- % Saturation	42,5	55	50
- C.E. mmhos/cm	0,6	0,5	0,4

11.2.4.3.1.3. - Localisation et distribution géomorphologique

A El Aroussa, ces sols se répartissent sur les alluvions à la rive gauche de l'Oued Rmil, dans les plus basses altitudes de la plaine. Ils viennent en fin de séquence (Fig. 14) après les rendzines et les sols isohumiques. Certains lambeaux s'observent au piémont du djebel Ech Cheïd, près de l'Oued El Araar.

Dans le secteur de Gafour, ils se développent sur les colluvions du glaci quaternaire, et recouvrent la croûte conglomératique villafranchienne. Ils s'étendent surtout le glaci entre l'Oued El Melah et l'Oued El Rhorfe. Leur profondeur est peu constante puisque la croûte conglomératique remonte pratiquement en surface localement.

11.2.4.3.2. - Les sols bruns calcaires à encroûtement calcaire

11.2.4.3.2.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 94 (Description détaillée en annexe)

L'horizon A de texture équilibrée, est de moyenne épaisseur, avec une structure fine, polyédrique subanguleuse. La matière organique humifiée l'imprègne surtout en surface donnant une couleur brun clair.

L'horizon (B) a une épaisseur constante ; de texture équilibrée, de structure polyédrique subanguleuse fine à moyenne, il est brun clair et renferme quelques éléments grossiers (5 %), émoussés et arrondis. Du calcaire s'accumule dans le fond m triciel de cet horizon, sous forme de pseudomycélium très fin.

A la base, l'accumulation sous forme d'encroûtement est importante et constitue l'horizon Cca. Il est de structure particulière avec une couleur blanchâtre et une texture limoneuse. Dans certaines unités, surtout au secteur de Gafour, il présente des feuillets indurés, de faible épaisseur, superposés et séparés par du matériau calcaire pulvérulent.

11.2.4.3.2.2. - Caractères analytiques (tableau n° 15)

La fraction argileuse s'accroît progressivement avec la profondeur et arrive à 33 % dans l'horizon calcaire. Mais l'ensemble du profil présente une texture équilibrée, avec une forte proportion de sables fins par rapport aux sables grossiers.

Les teneurs en matière organique sont faibles dans ces sols, mais l'humus est bien évolué et incorporé à la matière minérale : $\frac{C}{N}$ de l'ordre de 7 en surface à 10 à moyenne profondeur. Le calcaire qui a une teneur assez constante jusqu'à 60 cm (25 à 30 %), augmente fortement dans l'horizon d'accumulation Cca où il atteint 68 % (fig; 15).

La capacité d'échange du complexe absorbant est extrêmement basse.

Le pH est alcalin et la conductivité est voisine de 1.

11.2.4.3.2.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Ces sols se localisent à la partie inférieure des pentes et des glacis. Ils viennent généralement après les rendzines et les sols sur croûte calcaire dans les toposéquences.

A El Aroussa, ils se trouvent sur la rive droite de l'Oued Silliana tout autour du village. Ils sont à faible extension et buttent rapidement avec les sols isohumiques châtaîns dans la plaine.

Dans le secteur de Gafour, ils sont situés dans la partie méridionale du secteur, sur la rive gauche de l'Oued Silliana, localisés au bas du glacis quaternaire. C'est là où l'encroûtement présente des feuillets indurés superposés de faible épaisseur.

Ils passent latéralement dans cette zone aux sols peu évolués des terrasses de l'Oued.

Tableau n° 15 - Résultats d'analyse du Profil EL 94

Echantillons	EL 941	EL 942	EL 943	EL 944
Profondeur cm	5-10	15-25	30-40	90-100
<u>Granulométrie %</u>				
- Argile	17,0	20,5	23,5	33,0
- Limons fins	23,5	23,0	24,0	36,5
- Limons grossiers	13,0	11,5	9,5	5,5
- Sables fins	32,0	31,0	32,5	12,5
- Sables grossiers	12,0	11,5	7,0	9,0
<u>Matière organique %</u>				
- Matière organique %	1,4	0,9	1,2	1,0
- Carbone %	0,8	0,5	0,7	0,6
- Azote total %	0,12	0,04	0,07	0,03
<u>Réserves Minérales</u>				
- Calcaire total %	25	23	29	68
- Calcaire actif %	15	17	24	40
- P ₂ O ₅ total ppm	1950	1900	1592,5	520
- K ₂ O total ‰	4,94	4,99	5,70	1,47
- Fer libre ‰	7,5	7,0	7,0	11,0
- Fer total ‰	24,0	25,0	25,0	11,5
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	31,2	28,0	28,0	96,0
<u>Complexe absorbant</u>				
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	3,2	3,5	4,6	1,7
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	1,0	1,4	2,0	0,6
- K ⁺ méq/100 g.	1,3	0,8	0,6	0,2
- Na ⁺ méq/100 g.	0,9	0,8	1,2	1,0
- P ₂ O ₅ ass. ppm	360	334	168	7,5
- S méq/100 g.	6,4	6,5	8,4	3,5
- T méq/100 g.	6,3	6,7	8,6	3,5
- $V = \frac{S}{T}$ %	101,6	97,0	97,6	100
- Na/T %	14,4	12,0	14,0	29,0
- pH 1/2,5	8,3	8,4	8,4	8,8
- % Saturation	35	42,5	50	45
- C.E. mmhos/cm	1,3	0,9	0,6	0,9

FIG 15. Argile et calcaire total. Profil EL 94.

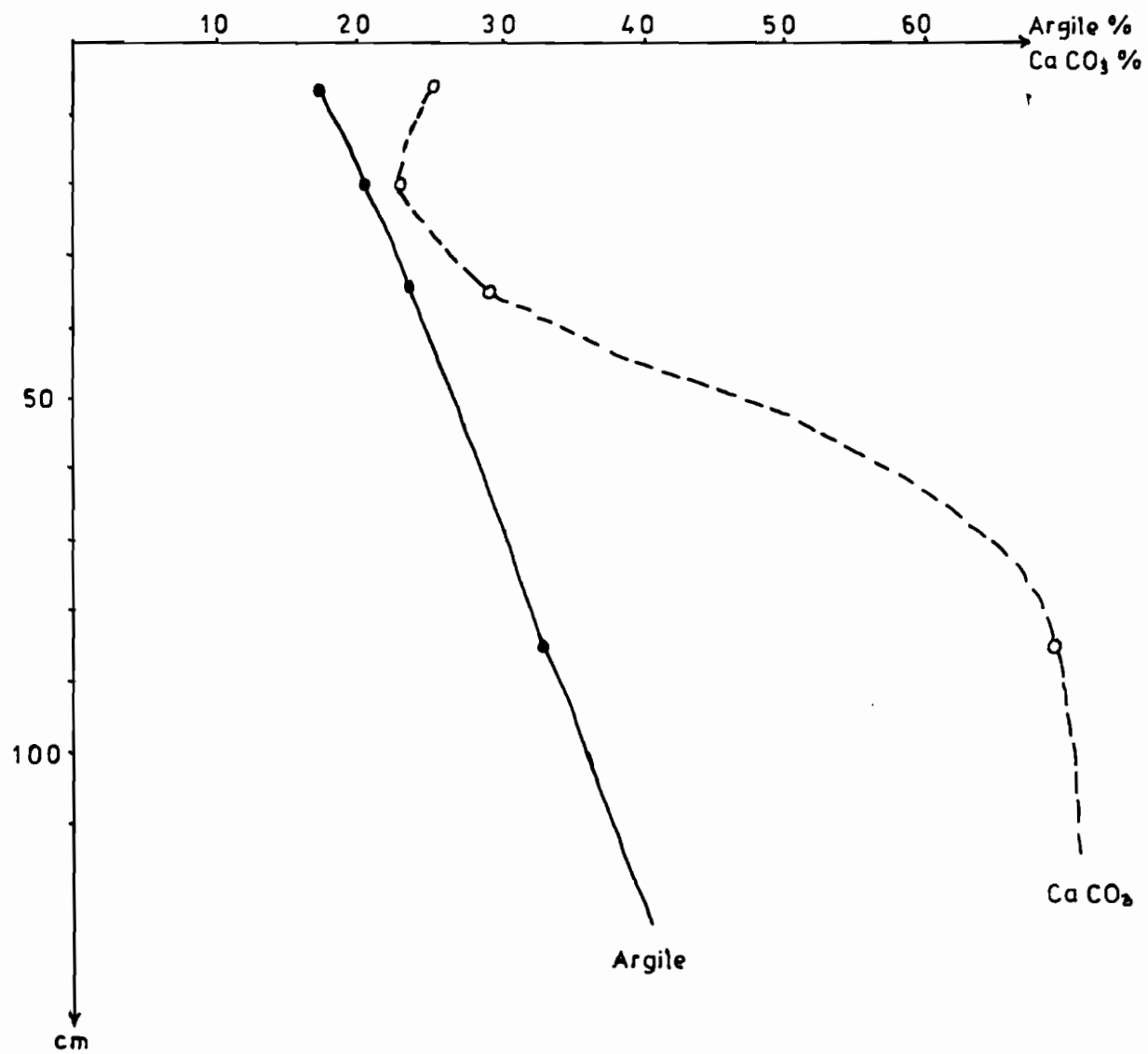
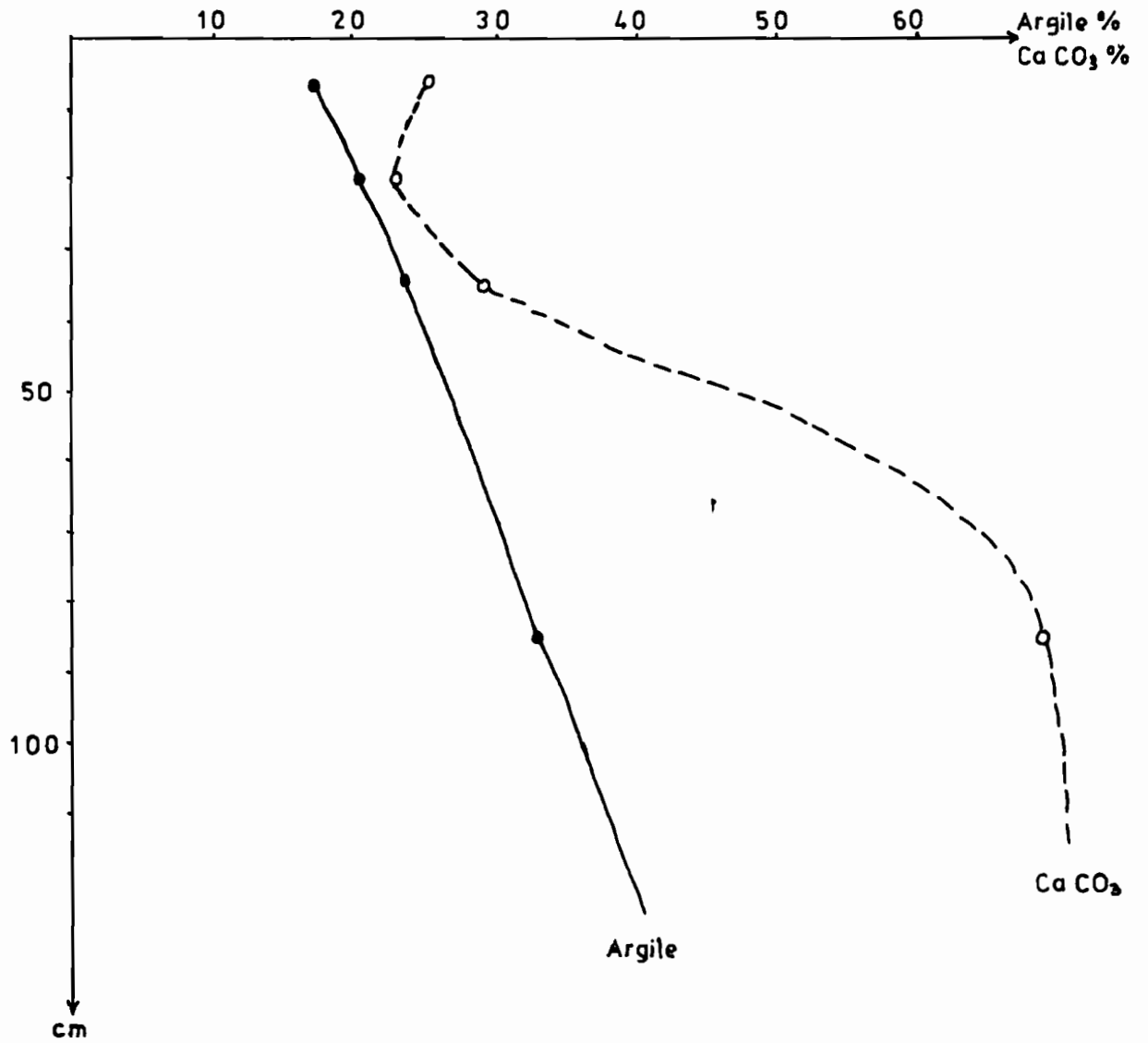


FIG 15. Argile et calcaire total. Profil EL 94.



11.2.4.3.3. - Les sols bruns calcaires vertiques, sur alluvions

11.2.4.3.3.1. - Caractères morphologiques et analytiques

Profil type EL 58 (Description détaillée en annexe)

Le profil se subdivise en trois horizons A, (B) et C.

L'horizon A est pauvre en matière organique malgré sa couleur brune foncée (10 YR 4/4). Il est limono-argileux et présente une structure polyédrique subanguleuse légèrement grossière.

La transition avec l'horizon (B) est nette. Ce dernier se distingue par une texture argilo-limoneuse, une structure polyédrique anguleuse moyenne à fine, et une accumulation calcaire en amas et nodules dont l'intensité s'accroît à la base du profil.

Les caractères de vertisolisation apparaissent dans l'horizon C qui présente une structure polyédrique grossière à faces de glissement peu accentuées. Le matériau dans lequel se développe^{nt} ces sols a une origine alluviale.

Chimiquement, ces sols sont pauvres ; la capacité d'échange est basse et diminue avec la profondeur. Le taux de matière organique est également faible, et le calcaire est très abondant à la base du profil.

Tableau n° 16 - Résultats d'analyse du profil EL 58

Profondeur cm	0-10	40-50	80-90
<u>Granulométrie %</u>			
- Argile	25,5	41,0	37,0
- Limons fins	34,0	36,5	39,0
- Limons grossiers	20,0	12,5	14,5
- Sables fins	12,5	5,0	3,5
- Sables grossiers	5,5	2,5	2,5
- Calcaire total %	26,0	42,0	55,0
- Calcaire actif %	17,0	31,0	31,0
- Matière organique %	1,2	0,7	0,3
- Conductivité mmhos/cm	1,0	0,5	0,5
<u>Complexe absorbant</u>			
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	6,0	5,7	3,8
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	2,1	1,9	1,7
- K ⁺ méq/100 g.	1,6	0,7	0,4
- Na ⁺ méq/100 g.	0,4	0,5	0,6
- T méq/100 g.	9,6	8,7	7,4
- Na/T %	4,0	6,0	10,0
- pH	8,9	8,4	8,7

11.2.4.3.3.2. - Localisation et distribution géomorphologique

Les sols bruns calcaires vertiques se localisent à l'extrémité nord du secteur d'El Aroussa, à droite de l'Oued Silliana. Ils sont dominés au nord-est par l'affleurement des calcaires crétacés et des marnes gargasiennes du djebel Sidi Brahim.

Ils viennent au nord de la confluence de l'Oued Rmil avec l'Oued Silliana, et sont à topographie en pente douce orientée vers l'ouest.

11.2.4.3.4. - Les sols bruns calcaires halomorphes

11.2.4.3.4.1. - Caractères morphologiques

Profil type G 31 (Description détaillée en annexe)

Ces sols représentent l'une des rares unités qui se forment sur un matériau géologique en place. Il s'agit des marnes du Crétacé supérieur qui affleurent au sud-est de Gafour. Ces marnes sont connues par leur altération facile qui se produit sous l'effet du gonflement et de la rétraction des argiles.

Les sols qui en dérivent se classent au niveau des sols bruns calcaires salés et alcalisés. Ils sont moyennement épais (1 mètre d'épaisseur) et présentent dans l'horizon qui se superpose à la marne des éléments secondaires ou traits pédologiques s'individualisant à la suite d'un phénomène d'engorgement.

L'imperméabilité de la marne crée, en effet, par l'action des eaux d'infiltration, une ambiance d'oxydo-réduction qui se traduit par des plages grises de fer ferreux et des plages rouille de fer ferrique.

Des macro-cristaux de gypse secondaire dissous dans la marne et recristallisé par la suite, s'observent également dans cet horizon à pseudogley.

La structure de la partie superficielle de l'horizon A est soufflée, passant ensuite rapidement à quelques centimètres de la surface, à une forme polyédrique anguleuse fine qui prend un aspect plus grossier dans les horizons (B)₁ et (B)₂.

La surface présente pendant les périodes sèches, des fentes de retrait qui s'assemblent en polygones. Ce fendillement de surface permet de supposer l'existence, dans la marne, d'une argile gonflante qui se rétracte après déshydratation.

La morphologie externe du relief correspond à des formes ondulantes ou collines molles séparées par des colatures rassemblant les eaux d'infiltration qui drainent latéralement sur les marnes.

11.2.4.3.4.2. - Caractères physico-chimiques (tableaux n° 17 et 18)

Ces sols présentent une texture lourde dès la surface, la fraction argileuse dépassant 42,5 % dès le sommet du profil.

La salure se manifeste, à moyenne profondeur, dans l'horizon à mauvaise évacuation. La conductivité y atteint 6,0 mmhos/cm et 6,4 mmhos/cm dans la marne altérée. La salure provient essentiellement d'une abondance relative des sulfates par rapport aux autres sels. Le rapport $\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}}$ est égal à 1/6 dans cet horizon. Il y a en effet, 10 méq./l de Cl^- et 61 méq./l de sulfates (Fig. 17).

Pour les cations, le taux de Na^+ est très élevé par rapport aux cations bivalents : il est de 41 méq./m alors que le Ca^{++} n'est que de 22,3 méq./l. L'existence de sulfate de Na (Na_2SO_4) dans la marne est très probable vu le déséquilibre entre Na^+ et Cl^- .

Le complexe absorbant qui voit sa capacité d'échange augmenter dans ces sols, est saturé à plus de 30 % en Na^+ dans l'horizon salé.

La matière minérale contient 50 % de calcaire, ce qui est normal pour un sol dérivant de marne.

La teneur en matière organique ne dépasse pas 1 %, même dans l'horizon A, mais reste constante à cette teneur jusqu'à 60 cm de profondeur.

11.2.4.3.4.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Ces sols proviennent de l'altération sur place des marnes du Crétacé supérieur qui affleurent dans le secteur de Gafour à la rive droite de l'Oued Sillana. La topographie se présente en formes ondulantes : sur les collines, les sols sont peu profonds et ne dépassent pas 1 mètre ; dans les interfluves, ils sont plus épais et reçoivent les eaux de drainage latéral, ce qui accentue le phénomène d'hydromorphie.

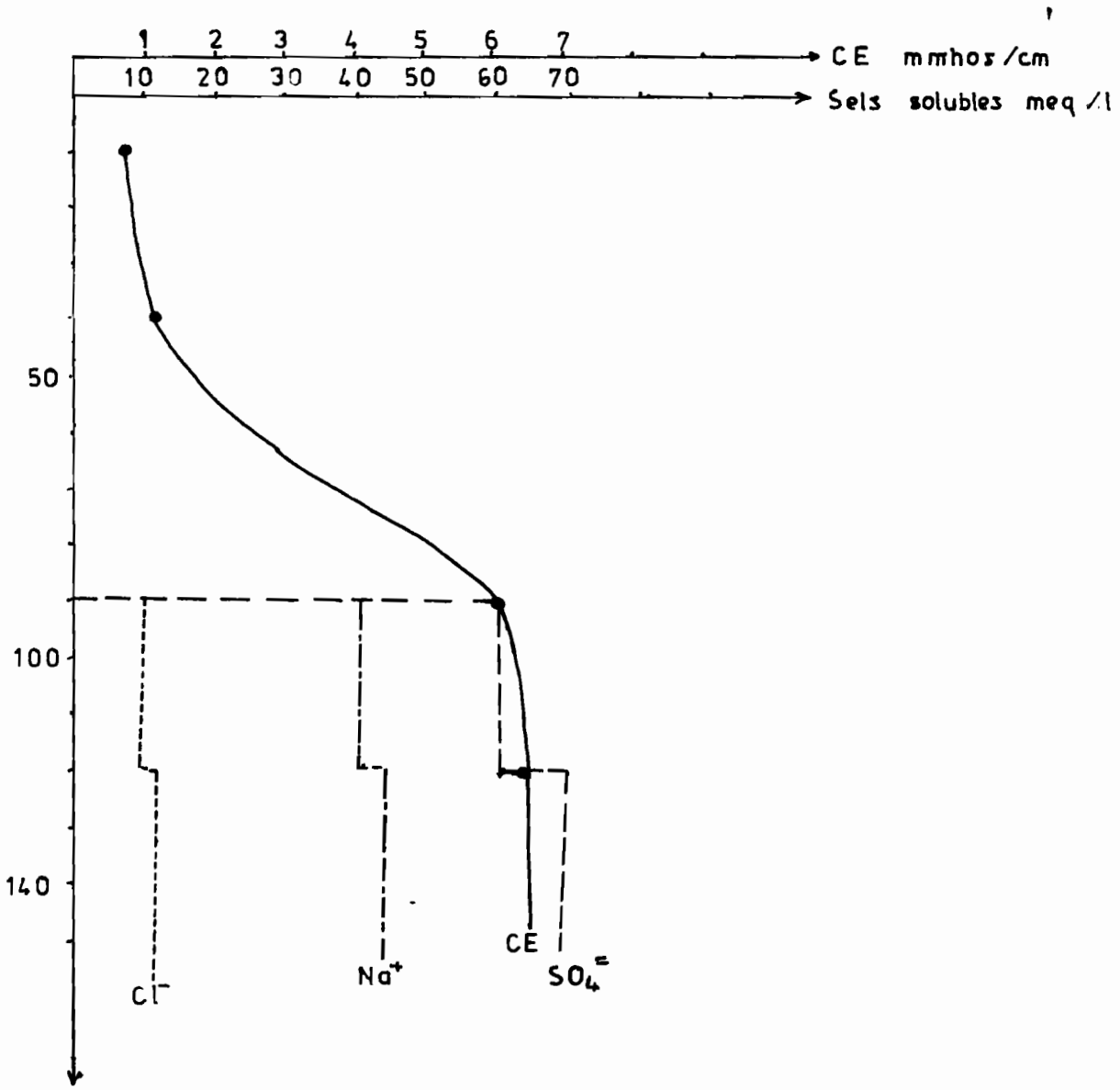
Tableau n° 17 - Résultats d'analyse du Profil G 31

Echantillons	G 311	G 312	G 313	G 314
Profondeur cm	0-15	30-45	80-95	110-125
<u>Granulométrie %</u>				
- Argile	42,5	49,0	32,0	
- Limons fins	30,5	26,5	47,5	
- Limons grossiers	11,5	10,5	11,5	
- Sables fins	10,5	10,0	5,5	
- Sables grossiers	1,0	0,5	3,0	
- Matière organique %	0,7	0,5	0,5	0,3
- Carbone %	0,4	0,3	0,3	0,2
<u>Réserves minérales</u>				
- Calcaire total %	54	54	41	52
- Calcaire actif %	26	32	29	35
- P ₂ O ₅ total ppm	-	-	-	-
- K ₂ O total ‰	-	-	-	-
- Fer libre ‰	14,5	19,0	14,5	14,0
- Fer total ‰	32,0	34,0	33,0	27,0
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	45,3	55,8	43,9	51,8
<u>Complexe absorbant</u>				
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	10,8	13,6	8,6	6,9
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	2,6	4,6	1,9	3,0
- K ⁺ méq/100 g.	0,7	0,4	0,4	0,4
- Na ⁺ méq/100 g.	0,9	2,6	4,9	4,7
- P ₂ O ₅ ass. ppm	250	35,0	5,0	5,0
- S méq/100 g.	15,0	21,2	15,8	15,0
- T méq/100 g.	15,2	21,2	15,6	15,1
- $V = \frac{S}{T}$ %	98,6	100,0	101,2	99,3
- Na/T %	6,0	12,0	32,0	31,0
- pH 1/2,5	8,3	8,6	8,0	8,2
- % Saturation	55	60	75	75
- C.E. mmhos/cm	0,7	1,2	6,0	6,4

Tableau n° 18 - Sels solubles dans le profil G31

Echantillons	G 311	G 312	G 312	G 313
Profondeur cm	0 - 15	30 - 45	80 - 95	110 - 125
- HCO_3^- méq/l	-	-	4,0	4,0
- SO_4^{--} méq/l	-	-	61,0	70,0
- Cl^- méq/l	-	-	10,0	12,0
- Ca^{++} méq/l	-	-	22,3	22,3
- Mg^{++} méq/l	-	-	12,7	17,7
- Na^+ méq/l	-	-	41,0	44,5
- K^+ méq/l	-	-	0,1	0,5

FIG 17 - CE et sels solubles. Profil G 31



11.2.5. - Classe des sols isohumiques

11.2.5.1. - Caractères généraux

Ces sols sont qualifiés d'isohumiques pour indiquer que la matière organique descend profondément dans le profil, et sa teneur diminue très progressivement avec la profondeur.

La zone méditerranéenne se caractérise par l'abondance de trois groupes de sols isohumiques :

- Les sols châtaîns, assez riches en matière organique et partiellement désaturés en surface
- Les sols bruns, dans les régions plus sèches, moins riches en matière organique
- Les siérozems ou sols gris subdésertiques, dans les limites méridionales de ce climat.

Ces sols se développent sur des roches alluvionnaires, surtout en Afrique du Nord où ils forment de larges plaines cultivées. Leur évolution est surtout conditionnée par les facteurs bioclimatiques généraux : climat et végétation.

Le climat est sec et ne permet pas l'installation de la forêt. Une végétation graminéenne et arbustive à système racinaire puissant se développe dans ces milieux, et est à l'origine de la distribution profonde de la matière organique. La décomposition du système racinaire qui se renouvelle toutes les années, contribue à l'enrichissement de ces sols en matière organique. Cette dernière subit les deux phases de décomposition : minéralisation avec dégagement de gaz carbonique, agent dissolvant du calcaire, et humification qui se trouve favorisée par un climat à saisons contrastées. L'humus de ces sols est du type évolué : la proportion d'acides humiques et d'humine est importante.

Le calcaire dissous en surface s'accumule dans les horizons profonds, d'où la décarbonatation de surface et la désaturation partielle du complexe qui caractérisent les sols châtaîns.

11.2.5.1.1. - Groupe des sols châtaîns modaux sur matériau alluvial

11.2.5.1.1.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 96 (Description détaillée en annexe)

Les alluvions déposées dans la plaine et jadis couvertes par une végétation buissonnante donnent naissance aux sols châtaîns actuels. Ces sols sont épais, et les facteurs de la pédogenèse les ont affectés profondément, de sorte que les nodules et les amas calcaires sont présents jusqu'à plus de 1m50 de profondeur.

L'horizon superficiel est peu épais, de 20 à 25 cm d'épaisseur. Il est meuble et friable présentant une structure polyédrique subanguleuse moyenne, et une texture équilibrée. La matière organique peu abondante lui donne la couleur brune, couleur caractéristique des humus calciques. A sa base existe un niveau dur qui est la semelle de labour. Elle marque le sommet de l'horizon suivant qui se distingue par une structure grossière, et une légère accumulation de calcaire en pseudomycélium.

Ces deux horizons constituent en fait, la même unité d'organisation qui est l'horizon A, mais les travaux de labour et les cultures l'ont divisé en deux parties à caractères morphologiques différents.

Dans le troisième horizon, le sol perd sa couleur brune légèrement foncée (7,5 YR 4/4), et devient belge à gris jaune (10 YR 5/4). L'accumulation calcaire en amas devient abondante et la structure tend à passer du polyédrique grossier au prismatique.

Dans le dernier horizon de couleur gris-jaunâtre, l'accumulation calcaire s'accroît et les éléments figurés durcissent en nodules de tailles diverses.

Ces sols se caractérisent donc par un matériau alluvial assez épais, et une migration calcaire croissante avec la profondeur.

11.2.5.1.1.2. - Caractères physico-chimiques (tableau n° 19)

La fraction argileuse augmente avec la profondeur, où elle atteint 30 % (Fig. 19). Corrélativement la teneur en sables diminue dans le bas du profil. Cette texture caractérise tous les dépôts alluviaux de la rive droite de l'Oued Sillana. Elle ne résulte pas d'un lessivage de la fraction fine, car l'ion calcium, connu par son rôle flocculant est abondant

Tableau n° 19 : Résultats d'analyse du Profil EL 96

Echantillons	EL 961	EL 962	EL 963	EL 964
Profondeur cm	0-10	30-40	45-55	80-90
<u>Granulométrie</u> %				
- Argile	16,5	24,5	22,5	30,0
- Limons fins	19,0	24,5	34,0	28,5
- Limons grossiers	9,0	10,5	10,0	10,5
- Sables fins	39,0	28,5	25,5	24,5
- Sables grossiers	13,5	10,0	6,5	6,5
- Matière organique %	1,2	1,0	0,9	0,5
- Carbone %	0,7	0,6	0,5	0,3
- Azote total %	0,15	0,03	0,09	0,03
<u>Réserves minérales</u>				
- Calcaire total ‰	11	21	28	38
- Calcaire actif ‰	5	13	16	26
- P ₂ O ₅ total ppm	-	-	-	-
- K ₂ O total ‰	-	-	-	-
- Fer total ‰	27,0	31,0	31,0	23,5
- Fer libre ‰	12,0	12,0	11,5	8,5
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	44,4	36,7	37,0	36,1
<u>Complexe absorbant</u>				
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	5,2	6,0	5,8	7,7
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	2,1	1,7	2,0	2,3
- K ⁺ méq/100 g.	0,9	0,5	0,6	0,6
- Na ⁺ méq/100 g.	0,2	0,3	0,4	0,3
- S méq/100 g.	8,4	8,5	8,8	10,9
- T méq/100 g.	8,2	8,2	8,4	11,0
- $V = \frac{S}{T}$ %	102,4	103,6	104,7	99,0
- Na/T %	3,0	3,0	4,0	3,0
- pH 1/2,5	8,2	8,3	8,4	8,4
- % Saturation	37,5	50	45	45
- C.E. mmhos/cm	0,8	0,5	0,4	0,4

FIG 18. Calcaire et matière organique. Profil EL 96

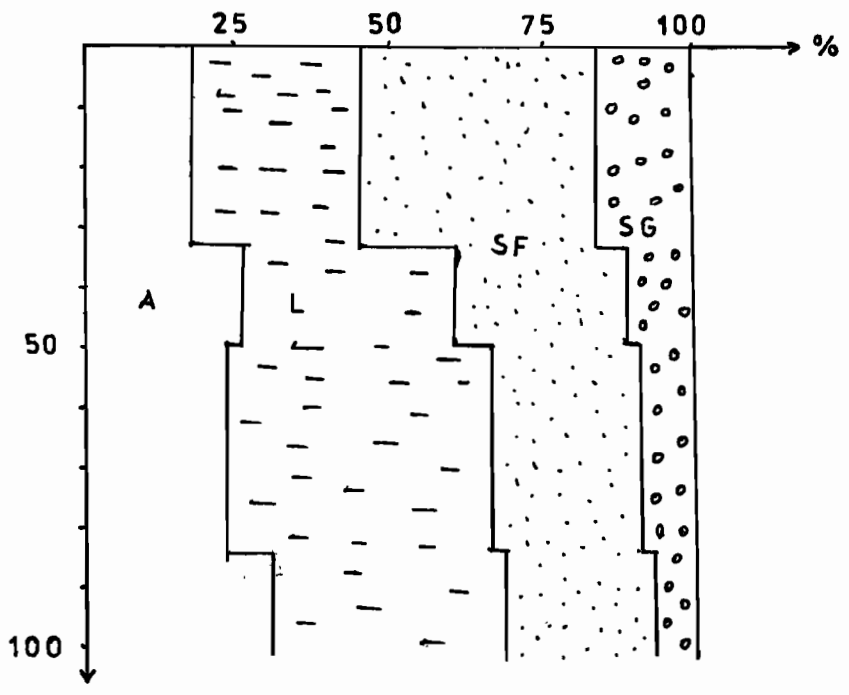
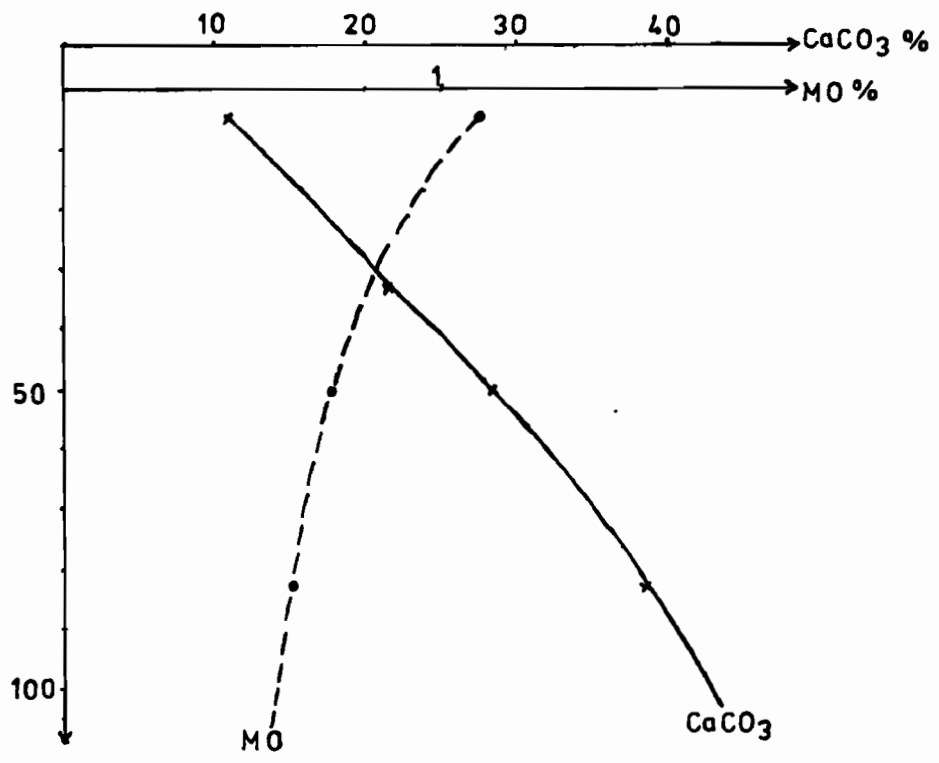


FIG 19. Texture. Profil EL 96

aussi bien sur le complexe que dans les éléments minéraux, mais on suppose que les alluvions étaient plus argileuses en profondeur lorsqu'elles se déposaient dans la plaine : la différenciation texturale aurait donc une origine lithologique.

Le pH est alcalin, et la conductivité est faible. La matière organique est peu abondante (1,1 % en surface) et diminue progressivement dans le profil.

Le gradient calcaire est très net 11 % en surface et 38 % dans l'horizon profond, avec une forte proportion de calcaire actif, qui croît de la même manière : 45 % en surface à 68 % en profondeur.

Le fer total varie autour de 2,7 à 3,1 %, et le rapport $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ baisse légèrement de la surface aux horizons inférieurs.

Le complexe absorbant est saturé surtout en Ca et la capacité d'échange est faible, dépassant à peine 10 méq./100 g., ce qui laisse supposer des argiles à basse capacité d'échange comme les illites et les kaolinites.

11.2.5.1.1.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Les sols châtaîns occupent les vastes étendues de la plaine d'El Aroussa entre l'Oued Silliana et l'Oued Lahmar. Ils viennent en position médiane entre les sols châtaîns sur croûte calcaire près de l'Oued Lahmar, et les sols châtaîns faiblement salés et hydromorphes des berges de l'Oued Silliana.

Sur la rive gauche de l'Oued Silliana, ils sont en pente douce (3 %) et se situent après les vertisols dans une séquence groupant les sols calcimagnésiques, les vertisols et les sols peu évolués.

A Gafcur, ils s'observent sur une faible étendue à la rive droite de l'Oued, et se développent sur des alluvions marneuses.

11.2.5.1.2. - Groupe des sols châtaîns sur croûte et encroûtement calcaire

11.2.5.1.2.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 26 (Description détaillée en annexe)

Le profil repose sur une croûte ou un encroûtement calcaire en profondeur. La différenciation en horizons est nette et se distingue par la couleur et la structure.

En surface, la couleur est brune (7,5 YR 7/3), la texture est limoneuse et la structure polyédrique subanguleuse à grumeleuse fine. La masse est peu résistante.

L'horizon suivant est de structure légèrement grossière, polyédrique subanguleuse avec une texture de type équilibrée. La couleur reste brune et un pseudomycélium calcaire s'individualise.

Le troisième horizon perd la couleur brune des humus calciques, et devient gris jaunâtre (10 YR 6/4). Cette couleur se rapproche de celle du dépôt alluvial sur lequel se développe le sol. La structure est prismatique de taille moyenne, et sur les faces latérales des unités structurales se déposent des revêtements calcaires.

Le quatrième horizon repose sur la croûte calcaire qui se trouve à plus de 1 mètre de profondeur. Il est de couleur brune orangée (7,5 YR 6/6). Sa texture est équilibrée et sa structure polyédrique subanguleuse. Du pseudomycélium calcaire se dépose dans la masse de cet horizon.

Les caractères morphologiques d'un sol isohumique châtain sont présents dans ce type de sol.

Cependant, nous supposons que la croûte calcaire et le dépôt qui la surmonte sont indépendants et correspondent à deux âges différents. La croûte est probablement tensiflienne, et le dépôt doit être d'un âge plus récent comme le soltanien.

11.2.5.1.2.2. - Caractères physico-chimiques (tableau n° 20)

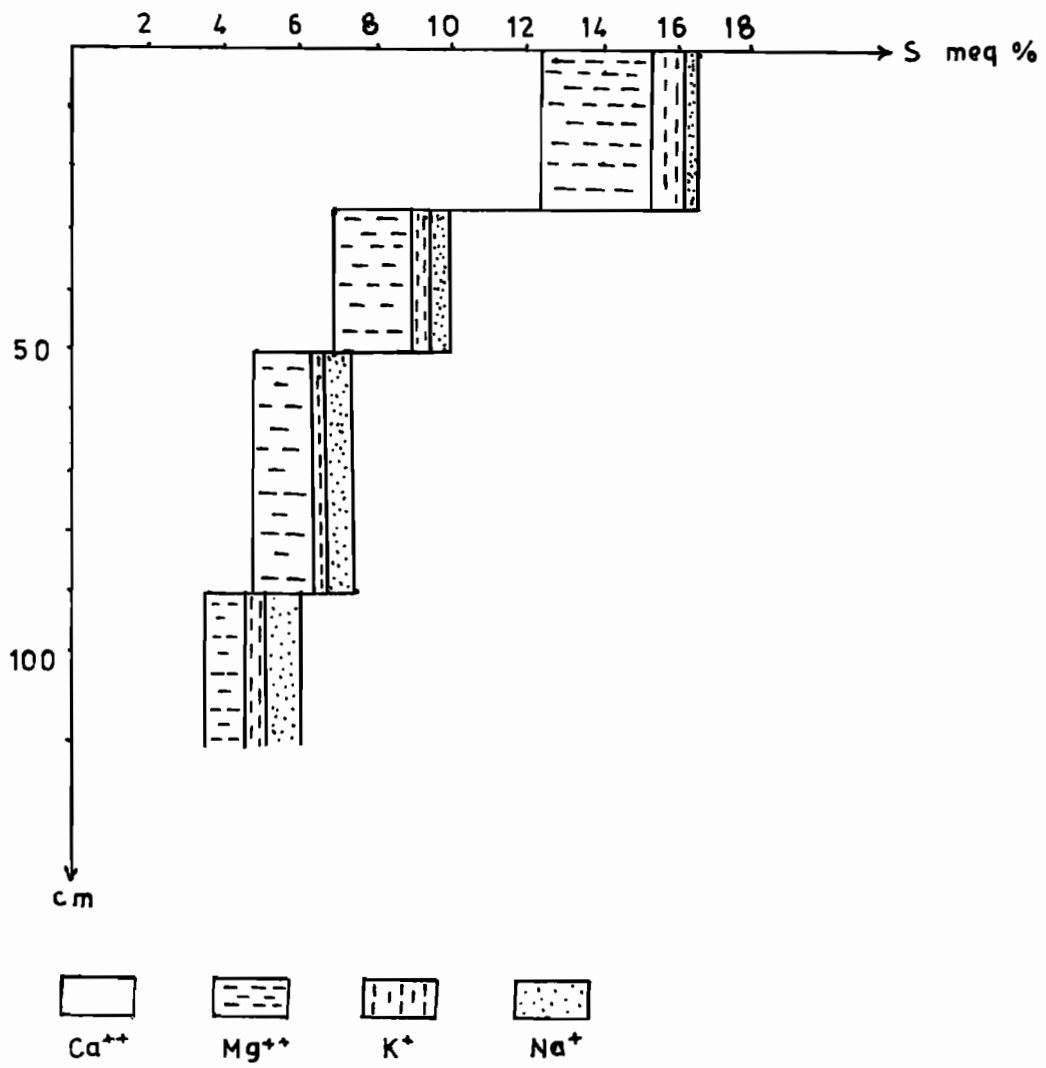
La texture est équilibrée sur tout le profil sauf en surface où elle est limoneuse.

La teneur en matière organique est faible ; elle n'est que de 1,4 % en surface et chute brusquement à 0,7 % à 30 cm de profondeur (Fig. 19).

Tableau n° 20 - Résultats d'analyse du Profil EL 26

Echantillons	EL 261	EL 262	EL 263	EL 264
Profondeur cm	0-10	25-30	45-55	85-95
<u>Granulométrie %</u>				
- Argile	14,0	30,0	23,5	21,5
- Limons fins	22,5	11,5	14,0	24,5
- Limons grossiers	17,5	10,5	12,5	12,0
- Sables fins	36,0	36,5	35,5	30,0
- Sables grossiers	6,5	9,0	11,0	8,0
- Matière organique %	1,4	0,55	0,5	0,4
- Carbone %	0,8	0,4	0,3	0,3
- Azote total %	0,08	0,03	0,03	
<u>Réserves minérales</u>				
- Calcaire total %	12	15	17	29
- Calcaire actif %	10	13	14	21
- P ₂ O ₅ total ppm	1140	850	775	650
- K ₂ O total ‰	0,37	0,34	0,33	0,36
- Fer total ‰	28	27	25	25
- Fer libre ‰	11,5	11,0	10,5	9,5
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	41,0	40,7	42,0	38,0
<u>Complexe absorbant</u>				
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	12,4	7,0	4,8	3,5
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	2,9	2,0	1,6	1,1
- K ⁺ méq/100 g.	0,9	0,5	0,4	0,5
- Na ⁺ méq/100 g.	0,4	0,4	0,6	1,0
- P ₂ O ₅ ass. ppm	190	125	107,5	40
- S méq/100 g.	16,6	9,9	7,4	6,1
- T méq/100 g.	16,6	9,6	7,6	6,0
- $V = \frac{S}{T}$ %	100,0	103,1	97,3	101,6
- Na/ %	2,0	4,0	8,0	17,0
- pH 1/2,5	8,2	8,2	8,4	8,6
- % saturation	47,5	45	45	42,5
- C.E. mmhos/cm	0,7	0,4	0,4	0,9

FIG 20. Complexe absorbant. Profil EL 26.



Le calcaire total montre un gradient positif et sa valeur est de 30 ‰ dans l'horizon inférieur.

Le complexe absorbant est saturé essentiellement en Ca et en Mg. La part du calcium dans la saturation est la plus importante. La capacité d'échange est faible dans ces sols. Elle atteint 16,6 méq./100 g. en surface (rôle de la matière organique - Fig. 20), et chute en profondeur à 6 méq./100 g. Le taux de sodium dans le complexe devient important dans l'horizon inférieur. Il sature à 17 ‰ le complexe et le sol est à la limite de l'alcalisation bien que la conductivité reste faible.

11.2.5.1.2.3. - L'analyse thermique différentielle (Fig.21)

Un seul échantillon pris en surface dans le profil EL 26 (Plaine d'El Aroussa) est analysé par A.T.D. Les trois pics caractéristiques d'une montmorillonite se retrouvent dans ce profil.

La première perte d'eau se situe vers 175°C et correspond à la déshydratation interfoliaire des argiles 2/1 du type smectites.

Le deuxième pic endothermique se situe vers 590°C et signifie qu'il y a une destruction de l'édifice argileux par déshydroxydation de la couche à hydroxydes.

Les argiles gonflantes 2/1, dioctaédriques, gardent une certaine structure au-delà de ce seuil de température (590°C), qui se désintègre à 890°C environ et se traduit par un pic endothermique.

Un dernier pic, mais exothermique, s'observe dans cet échantillon autour de 940°C. Il doit correspondre au réarrangement d'une nouvelle structure d'un produit néoformé. La présence de montmorillonite **décelée par l'ATD, est en accord** avec la capacité d'échange de l'échantillon qui est de 17 méq./100 g de sol. Etant donné la teneur en argile (14 ‰), et en supposant que celle-ci est uniquement minéralogique, on aurait une capacité d'échange pour cette argile de 120 méq./100 g. de sol, ce qui est voisin de celle des montmorillonites.

FIG 21: COURBE ATD DU PROFIL EL 26

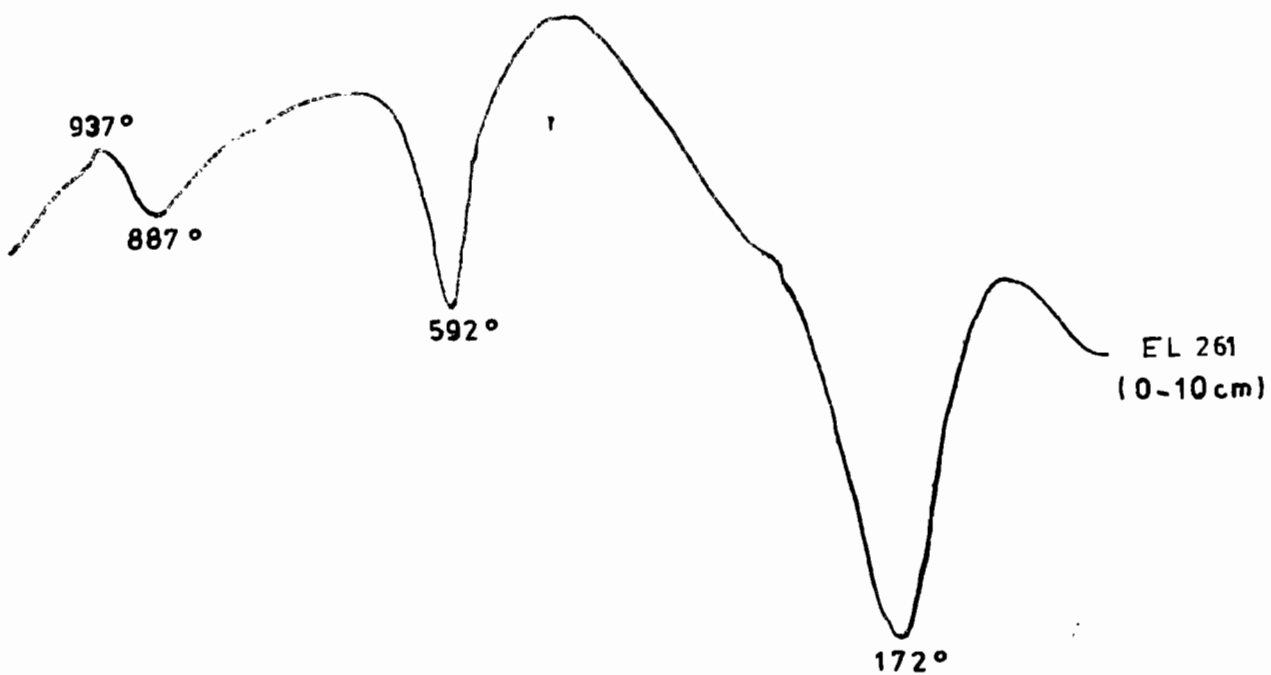
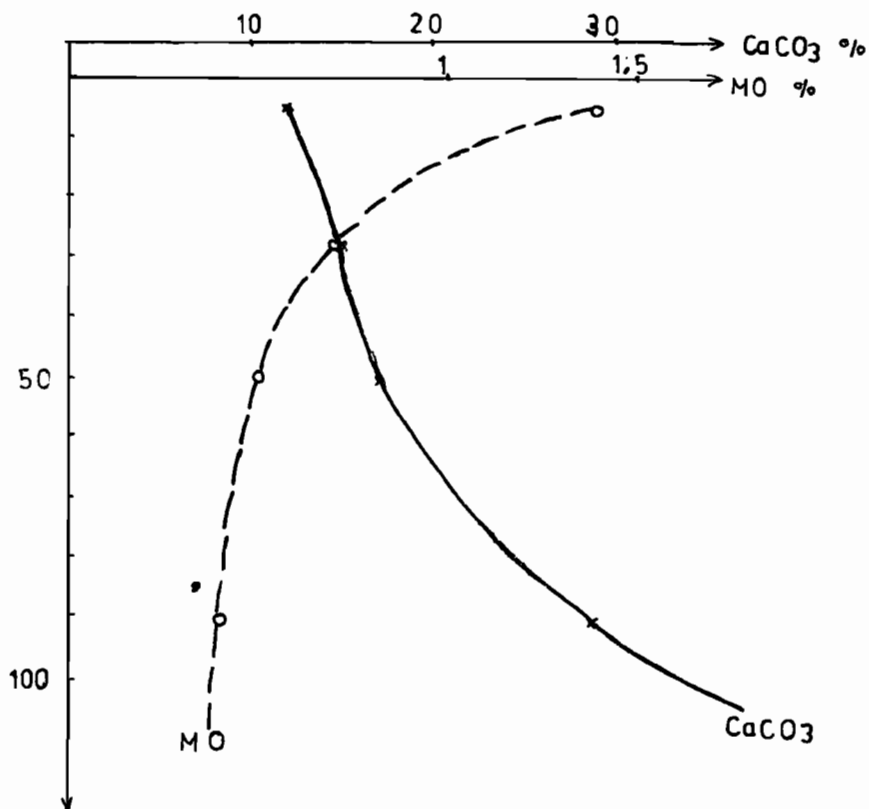


FIG 22. CALCAIRE ET MATIERE ORGANIQUE - PROFIL EL 26



11.2.5.1.2.4. - Localisation et distribution géomorphologique

Ces sols occupent les deux rives de l'Oued Lahmar et s'étendent dans la plaine jusqu'au village d'El Arcoussa. Ils se situent dans la partie méridionale du secteur, et au fur et à mesure qu'on avance dans la plaine vers le nord, la croûte disparaît et se transforme en encroûtement calcaire facilement observable sur le profil de l'Oued Lahmar.

Dans le secteur de Gafour, ils n'ont pas été rencontrés, du fait de la nature différente du matériau géologique.

11.2.5.1.3. - Groupe des sols châtaîns rouges sur colluvions

11.2.5.1.3.1. - Caractères morphologiques

Profil type G 10 (Description détaillée en annexe)

Ces sols se développent sur des colluvions rouges provenant du Trias du djebel Ech-Cheïd et déposées sur le glacis quaternaire de Gafour.

L'horizon superficiel a une structure mal individualisée par suite de la mise en culture, et du labour. Elle tend vers la forme polyédrique subanguleuse de taille moyenne. La couleur est brune jaunâtre (10 YR 5/4), et la texture est argilo-limoneuse.

L'horizon (B) est épais et descend jusqu'à 100 cm. Sa couleur est rougeâtre avec une légère brunification. La structure est polyédrique anguleuse moyenne à grossière. Les éléments structuraux présentent des faces brillantes qui correspondent à des accumulations de fer et de manganèse. Le calcaire est très peu abondant à ce niveau.

Le dernier horizon, Cca, montre une légère accumulation calcaire en amas et nodules. La structure est polyédrique fine, et la couleur rougeâtre des horizons supérieurs s'intensifie (5 YR 4/4).

En profondeur, on passe à une croûte conglomératique très dure et épaisse.

11.2.5.1.3.2. - Caractères physico-chimiques (tableau n° 21)

La texture est argilo-limoneuse dans les horizons A et (B), et devient moins lourde en profondeur : limono-argileuse.

La matière organique a une très faible teneur, même en surface : 0,7 %.

Le calcaire est peu abondant, et on suppose que les colluvions rouges triasiques étaient faiblement carbonatées lorsqu'elles se déposaient sur le glacis. En effet, l'horizon d'accumulation ne contient que 23 % de calcaire total, et les horizons supérieurs sont encore plus pauvres en cet élément.

Le complexe est saturé principalement en calcium. La capacité d'échange est basse pour une teneur en argile de 40 %. Les argiles minéralogiques devraient être à faible capacité d'échange, du type illites, kaolinites ou chlorites.

Il y a peu de phosphore assimilable par rapport au phosphore total et nous supposons que le fer s'associe à cet élément dans des formes insolubles.

Le fer total est de 4,85 % en surface et atteint 6,2 % en profondeur. Le rapport $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ est constant dans les horizons A et C, mais diminue légèrement à la base du profil (Fig. 23). Ces valeurs décroissantes du rapport $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ sont un bon indice des sols châtaîns rouges, comme le signale P. ROEDERER (1966) qui indique que ce rapport diminue progressivement avec la profondeur dans les sols châtaîns rouges.

11.2.5.1.3.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Les sols châtaîns rouges se localisent dans la partie ouest du secteur de Gafour, sur le glacis quaternaire. Ils prennent naissance sur des colluvions rouges triasiques peu riches en calcaire, et reposent sur une croûte conglomératique puissante.

L'action modérée du climat les a décarbonatés, et on observe fréquemment un encroûtement calcaire à la base du profil, dans la partie inférieure du glacis. Ils s'associent à des sols peu évolués, des sols rouges méditerranéens, et des sols calcimagnésiques, sans qu'il existe de relations apparentes entre ces divers types de sols. Cependant, les sols rouges méditerranéens occupent la partie haute du glacis, au piémont du djebel.

Tableau n° 21 - Résultats d'analyse du Profil G 10

Echantillons	G 101	G 102	G 103	G 104
Profondeur cm	0-10	40-50	70-85	90-100
<u>Granulométrie</u> %				
- Argile	43,5	33,5	43,0	22,0
- Limons fins	10,0	31,0	29,5	33,0
- Limons grossiers	17,0	12,5	14,5	16,0
- Sables fins	22,0	13,0	7,5	10,0
- Sables grossiers	8,0	6,0	2,5	15,5
- Matière organique %	0,7	0,5	0,2	0,1
- Carbone %	0,4	0,3	0,1	0,07
- Azote total %	0,07			
<u>Réserves minérales</u>				
- Calcaire total %	10	3	2	23
- Calcaire actif %	5	-	-	6
- P ₂ O ₅ total ppm	1250	725	725	750
- K ₂ O ‰	9,87	11,04	11,75	11,75
- Fer total ‰	48,5	62,0	71,5	62,0
- Fer libre ‰	34,0	27,5	25,5	27,5
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	49,4	44,3	35,6	44,3
<u>Complexe absorbant</u>				
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	6,0	11,0	10,8	11,2
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	1,0	2,8	3,4	2,9
- K ⁺ méq/100 g.	0,9	1,0	0,9	0,9
- Na ⁺ méq/100 g.	0,3	0,5	0,7	0,6
- P ₂ O ₅ ass. ppm	100	12,5	7,5	20,0
- S méq/100 g.	8,2	15,3	15,8	15,6
- T méq/100 g.	8,0	15,2	15,6	15,5
- $V = \frac{S}{T}$ %	102,5	100,6	101,2	100,6
- Na/T %	3,0	3,0	5,0	4,0
- pH 1/2,5	8,2	8,1	8,1	8,2
- % Saturation	40	47,5	50	55
- C.E. mmhos/cm	0,6	0,5	0,5	0,5

FIG 23. $\frac{\text{Fe libre}}{\text{Fe total}}$ - Profil G 10

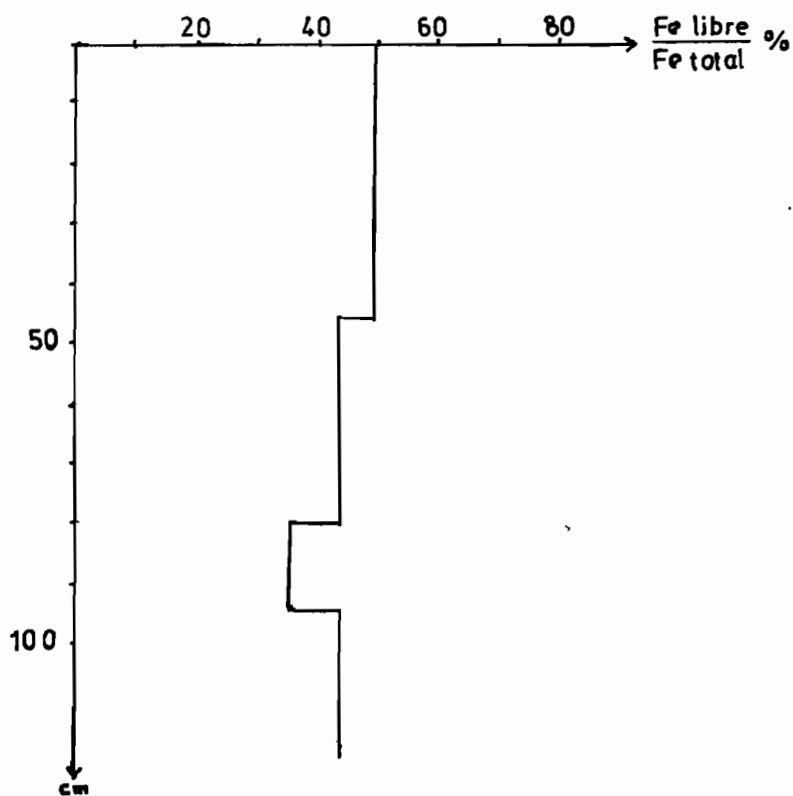
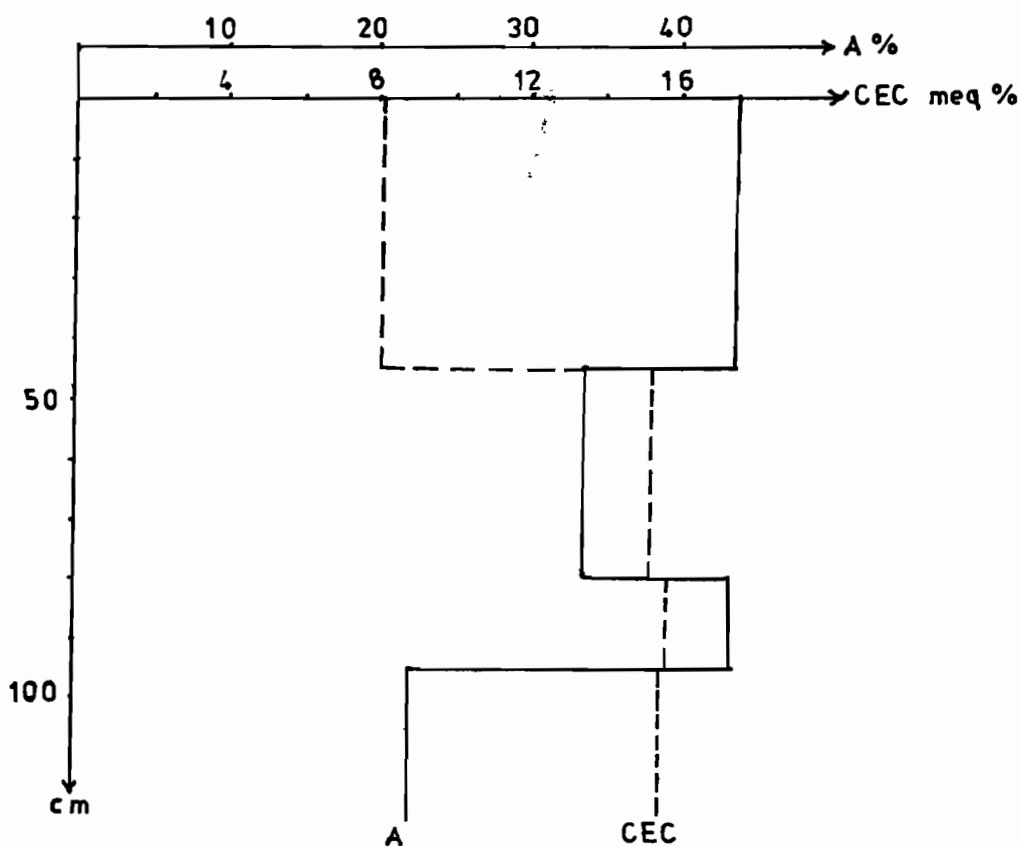


FIG 24. Argile et CEC. Profil G 10.



11.2.5.1.4. - Groupe des sols châtaîns vertiques sur alluvions

11.2.5.1.4.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 10 (Description détaillée en annexe)

Ces sols se développent sur un matériau alluvial de texture variable, le matériau étant très hétérogène.

L'horizon vertique (55-80 cm) se distingue par sa structure prismatique grossière et par les larges fentes de retrait qui le traversent. Sa couleur diffère aussi de celles des horizons qui le surmontent ; elle est brune foncée (10 YR 4/3) et fait penser à une ancienne tirsification.

L'horizon A est épais et peut être subdivisé en deux sous-horizons (A₁₁ et A₁₂) selon le dégradé de couleur. Il est de texture légère et ne présente pas de structure nette. Celle-ci est massive, se débitant en éléments de taille irrégulière et à angles émoussés.

L'accumulation calcaire en pseudomycélium est visible à la base du profil. L'horizon profond présente une structure polyédrique anguleuse moyenne et une couleur brune (10 YR 4/4).

Dans cette unité de sols, nous constatons qu'il existe une discontinuité lithologique entre les horizons superficiels et les horizons profonds. Il pourrait s'agir de deux phases d'alluvionnement successives, différentes, dans leur nature et indépendantes. La première aurait subi une tirsification en surface dont le résultat se voit dans l'actuel horizon vertique. La deuxième l'aurait recouverte, et l'ensemble s'est organisé et a évolué par isohumisme.

11.2.5.1.4.2. - Caractères analytiques (tableau n° 22)

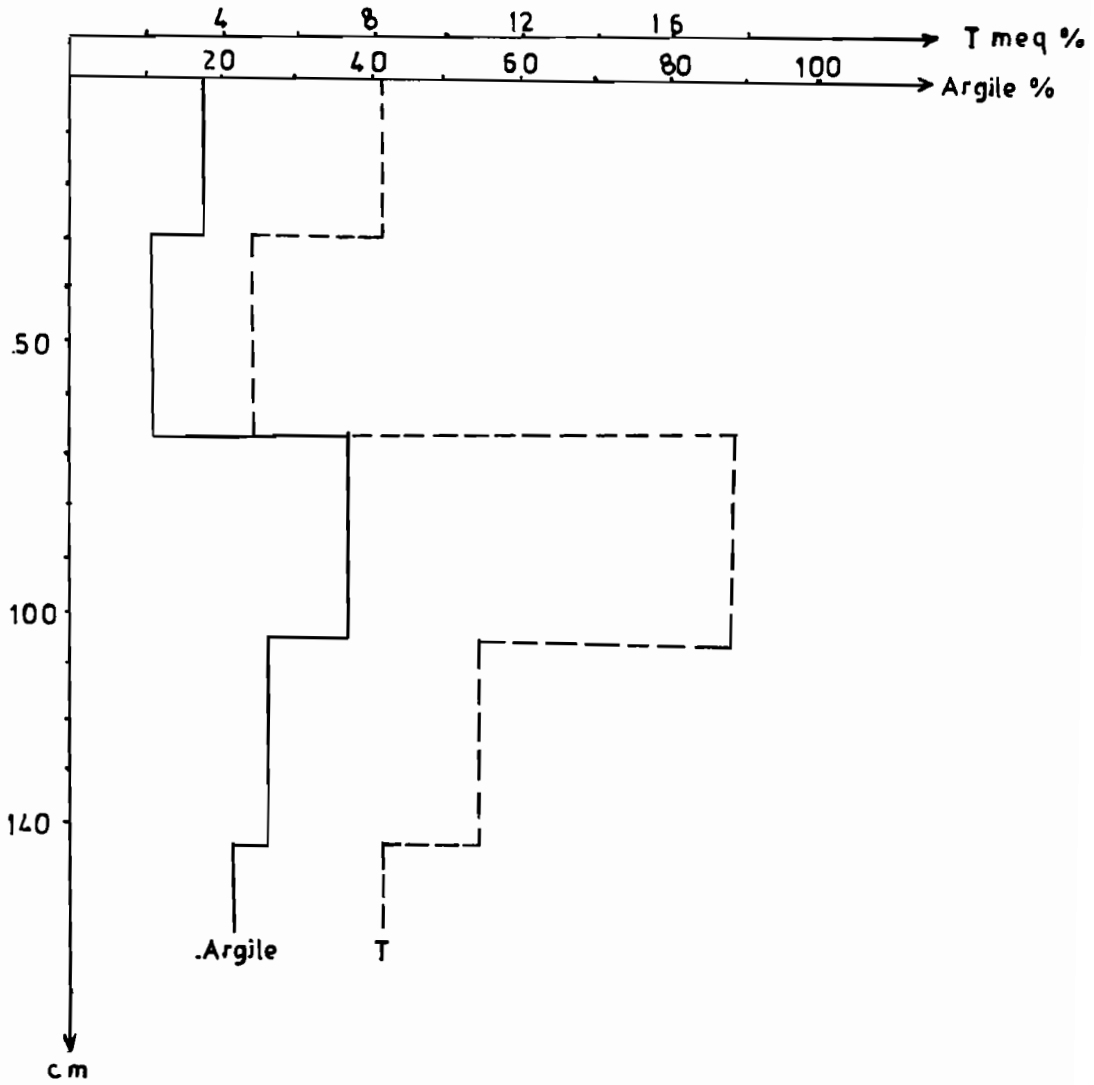
La matière organique a une teneur de 1,4 % dans l'horizon agropédique A_p. Elle tombe à 0,2 % dans l'horizon suivant, puis remonte jusqu'à 0,7 % dans l'horizon vertique. Ces valeurs sont faibles pour un sol isohumique châtain qui devrait, en principe, avoir une teneur élevée en matière organique (CPCS, 1967), mais dans ce cas, cette faible teneur est due à la mise en culture.

Le complexe absorbant est saturé en Ca ; la capacité d'échange atteint un maximum de 17 méq./100 g. dans l'horizon vertique. Ailleurs, elle a des valeurs très basses (fig. 25).

Tableau n° 22 - Résultats d'analyse du profil EL 10

Echantillons	EL 101	EL 102	EL 103	EL 104	EL 105
Profondeur cm	0-10	25-35	60-75	95-115	140-145
<u>Granulométrie %</u>					
- Argile	17,5	11,0	36,5	26,0	21,5
- Limons fins	6,0	5,5	15,0	6,0	11,0
- Limons grossiers	6,0	3,0	9,5	7,0	10,0
- Sables fins	32,0	45,0	22,5	31,0	38,0
- Sables grossiers	37,0	34,0	14,0	27,0	18,0
<u>Matière organique %</u>					
- Matière organique %	1,4	0,2	0,5	0,65	0,5
- Carbone %	0,8	0,1	0,4	0,4	0,3
- Azote %	0,07		0,06	0,06	0,03
<u>Réserves minérales</u>					
- Calcaire total %	5	12	15	6	19
- Calcaire actif %	-	9	12	-	13
- P ₂ O ₅ total ppm	1350	1200	1225	725	1025
- K ₂ O total ‰	3,23	1,35	4,58	3,23	2,29
- Fer total ‰	35,0	22,0	37,5	37,0	26,0
- Fer libre ‰	12,0	8,5	14,0	15,5	12,5
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	34,4	38,6	37,3	41,9	48,0
<u>Complexe absorbant</u>					
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	5,7	3,0	12,4	7,4	5,1
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	1,3	1,1	4,2	2,0	1,9
- K ⁺ méq/100 g.	0,8	0,2	0,5	0,4	0,3
- Na ⁺ méq/100 g.	0,6	0,7	0,5	0,8	0,9
- S méq/100 g.	8,4	5,0	17,6	10,6	8,2
- T méq/100 g.	8,3	4,8	17,6	10,8	8,3
- $V = \frac{S}{T}$ %	101,2	104,1	100,0	98,1	98,8
- Na/T %	7,0	14,0	3,0	8,0	11,0
- pH 1/2,5	8,3	8,6	8,6	8,6	8,7
- % Saturation	30	32,5	57,5	42,5	40
- C.E. mmhos/cm	0,6	1,8	0,5	0,5	0,5

FIG 25. Argile et capacité d'échange. Profil EL 10.



Le pH est alcalin, et les sels solubles sont peu fréquents. La C.E. de l'extrait de saturation de la pâte s'élève à 1,8 mmhos/cm dans le deuxième horizon.

Le caractère isohumique de ces sols n'est pas net d'après les analyses chimiques. Le taux de la matière organique faible, et sa distribution irrégulière, ainsi que les capacités d'échange insuffisantes laisse penser à des intergrades entre sols isohumiques et sols peu évolués.

11.2.5.1.4.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Ces sols se situent à la rive gauche de l'Oued Sillana, dans le secteur d'El Aroussa, et occupent une superficie de quelques hectares. Sur la séquence, ils viennent après les sols calcimagnésiques et les vertisols. Ils s'étendent jusqu'au lit de l'Oued Sillana et communiquent avec ses terrasses légèrement salées.

11.2.5.1.5. - Groupe des sols châtaîns à pseudogley sur alluvions

11.2.5.1.5.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 35 (Description détaillée en annexe)

L'horizon A est peu épais, meuble, à structure peu nette, polyédrique subanguleuse. La texture est limono-argileuse, et la couleur est brune (10 YR 4/4).

L'horizon (B) est plus épais. Il est cohérent et résistant présentant une structure fondue à éclats anguleux. Du calcaire s'y accumule en amas et en pseudomycélium. La couleur est grise jaunâtre (10 YR 6/3).

L'horizon C est de texture argileuse à argillo-limoneuse, à l'origine d'un phénomène d'engorgement local, par les eaux d'infiltration. Le fer dans un tel milieu, est soit réduit à l'état ferreux (couleur grise), soit oxydé (état ferrique de couleur rouille).

Ces caractères indiquent une hydromorphie temporaire : engorgement pendant la saison pluvieuse, puis dessèchement et oxygénation pendant la saison sèche.

11.2.5.1.5.2. - Caractères analytiques (tableau n° 23)

La texture est argillo-limoneuse sur la plupart des horizons, mais l'horizon à pseudogley est le plus argileux ce qui justifie l'engorgement temporaire à ce niveau.

La teneur en matière organique est de 1,2 % dans l'horizon A, mais diminue rapidement dans les horizons sous-jacents.

Le taux de calcaire actif est élevé, ce qui doit provoquer une élévation du pH et des carences en oligo-éléments.

Le rapport $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ varie de 12 à 20 % dans les différents horizons, mais remonte à 42 % dans l'horizon à pseudogley (Fig. 26).

Le complexe absorbant est saturé principalement en Ca^{++} , puis en Mg^{++} . Le Na^+ est peu abondant.

Le pH est alcalin et il est supérieur à 8 dans tous les horizons.

11.2.5.1.5.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Les sols châtaîns à pseudogley se localisent sur les rives de l'Oued Sillana dans le secteur d'El Aroussa. Le matériau qui leur a donné naissance est un complexe alluvial qui provient soit du djebel, soit d'un dépôt d'alluvions par l'Oued.

La remontée des eaux de crues et l'infiltration latérale sont probablement les principaux agents de l'engorgement en profondeur.

11.2.5.1.6. - Groupe des sols châtaîns faiblement salés ou alcalisés, sur alluvions

11.2.5.1.6.1. - Caractères morphologiques

Profil type EL 9 (Description détaillée en annexe)

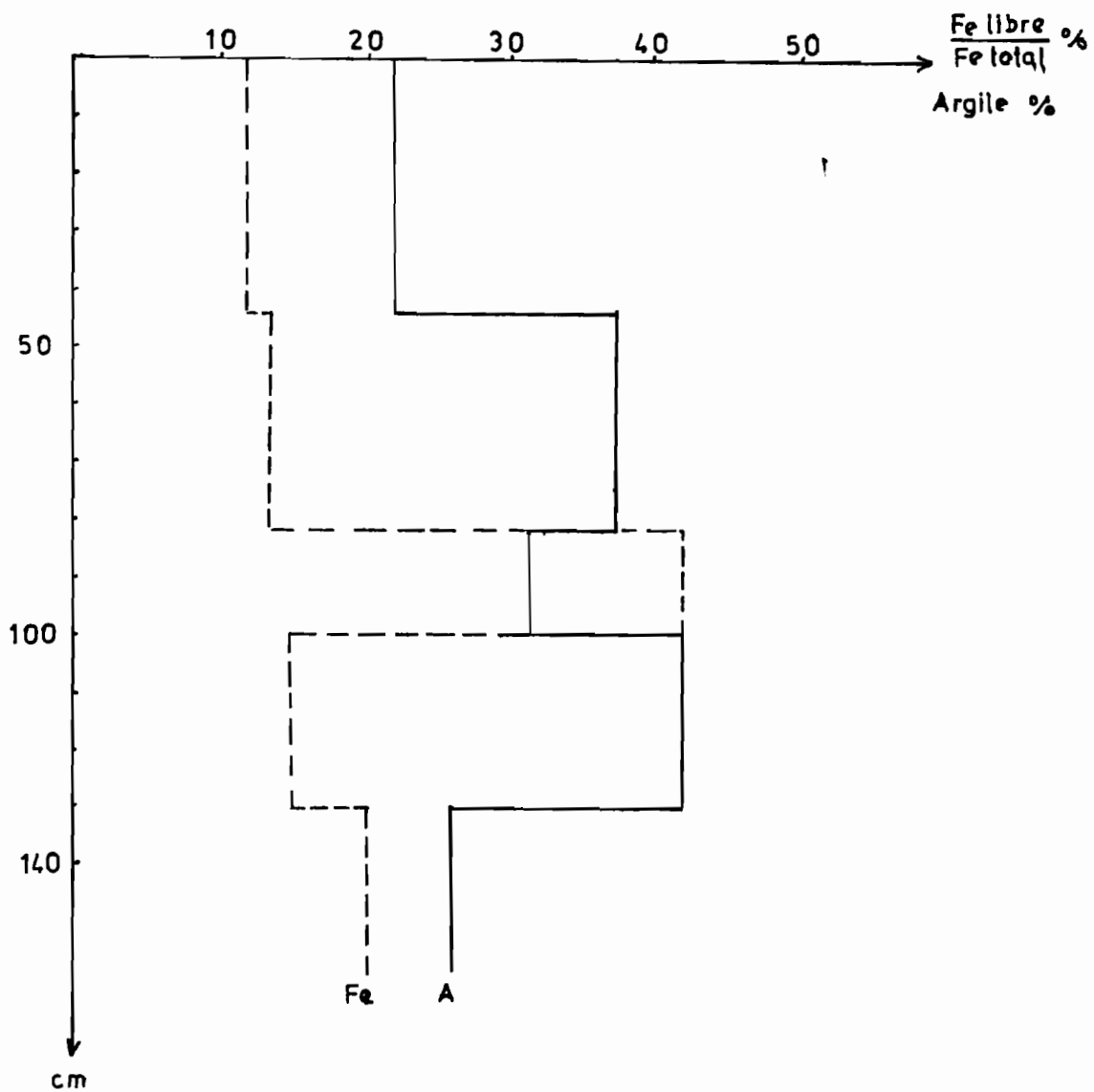
L'horizon de surface est peu cohérent et sans structure nette. Le travail du sol a détruit la structure, et l'horizon se présente sous forme massive se débitant facilement en éclats polyédriques émoussés.

L'horizon (B) est épais. Il peut être subdivisé en deux parties suivant la nature de l'accumulation calcaire. Dans la partie supérieure, le calcaire se dépose en pseudomycélium. Dans la partie inférieure, les taches sont plus larges et diffuses sous forme d'amas calcaires. La

Tableau n° 23 - Résultat d'analyse du Profil EL 35

Echantillons	EL 351	EL 352	EL 353	EL 354	EL 355
Profondeur cm	0-10	35-55	75-90	95-105	125-135
<u>Granulométrie %</u>					
- Argile	22,0	37,5	31,5	42,0	26,0
- Limons fins	37,0	23,5	19,5	37,0	17,0
- Limons grossiers	14,0	14,5	18,5	7,5	19,5
- Sables fins	19,5	20,5	28,5	9,0	35,0
- Sables grossiers	4,0	1,0	1,0	1,5	0,5
<u>Matière organique %</u>					
- Matière organique %	1,2	0,7	0,2	0,3	0,2
- Carbone %	0,7	0,4	0,1	0,2	0,1
- Azote total %	0,04				
<u>Réserves minérales</u>					
- Calcaire total %	25	42	34	38	42
- Calcaire actif %	11	19	12	20	14
- P ₂ O ₅ total ppm	1950	1900	1470	1900	2180
- K ₂ O total ‰	6,87	5,23	4,64	5,29	3,29
- Fer total ‰	37,5	30,0	31,0	43,0	30,0
- Fer libre ‰	4,5	4,0	13,0	6,5	6,0
- Fer libre / Fer total %	12,0	13,3	42,0	15,1	20,0
<u>Complexe absorbant</u>					
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	15,4	8,9	7,4	12,3	6,6
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	2,6	3,2	2,7	5,1	2,3
- K ⁺ méq/100 g.	1,4	0,5	0,5	0,4	0,6
- Na ⁺ méq/100 g.	0,6	0,7	1,0	1,0	0,8
- P ₂ O ₅ ass. ppm	157,5	62,5	62,5	37,5	55
- S méq/100 g.	20,0	13,3	11,6	18,8	10,3
- T méq/100 g.	20,0	13,4	11,2	18,9	10,4
- V = $\frac{S}{T}$ %	100,0	99,2	103,5	99,5	99,0
- Na/T %	3,0	5,0	5,0	5,0	8,0
- pH 1/2,5	8,3	8,4	8,6	8,6	8,4
- % saturation	47,5	50	50	65	50
- C.E. mmhos/cm	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4

FIG 26 . Rapport $\frac{Fe\ libre}{Fe\ total}$ et taux d argille. Profil EL 35.



structure dans cet horizon est polyédrique anguleuse de taille moyenne, et la couleur se dégrade du brun foncé (10 YR 3/4) au brun jaunâtre (10 YR 5/3).

L'horizon C présente aussi une accumulation calcaire en amas et une structure polyédrique de taille moyenne. La couleur passe au gris jaunâtre (10 YR 7/4) et se rapproche de celle du matériau d'origine.

Les caractères de salure sont invisibles morphologiquement et ce sont les analyses qui ont permis la différenciation de ce sous-groupe.

11.2.5.1.6.2. - Caractères analytiques (Tableaux n° 24 et 25)

La texture est équilibrée en surface avec 20 % d'argile et 50 % de sable. Elle devient plus fine dans le dernier horizon avec 33 % d'argile et 37 % de sable. Cet enrichissement en argile, en profondeur, caractérise tous les dépôts de la rive droite de l'Oued Silliana sur lesquels se développent les sols châtaîns.

Le taux de matière organique est extrêmement faible, même en surface où il est de 0,7 %.

Le calcaire total et sa proportion active sont de fortes teneurs et arrivent au maximum dans la partie supérieure de l'horizon (B).

Le rapport $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ diminue avec la profondeur alors que le complexe absorbant présente une capacité d'échange très basse. Elle est de 7 méq./100 g en surface et dépasse à peine 10 méq./100 g. dans l'horizon C. Le Ca^{++} sature la presque totalité du complexe, mais en profondeur, il partage la saturation avec le Na^+ .

Ce profil contient des sels solubles dès l'horizon (B). La C.E. ne dépasse pas 4 mmhos/cm et l'alcalisation s'accroît à la base de cet horizon où $\text{Na/T} = 41 \%$.

La salure est due surtout à la présence de NaCl en quantités plus importantes que les autres sels. A 70 cm, il y a 28,6 méq./l de chlorures, et 19 méq./l de Na, alors que les sulfates ne sont représentés que par 10 méq./l. Cette salure a pour origine l'épandage des eaux lors des crues, eaux qui sont elles-mêmes chargées en sels, comme les chlorures et les sulfates.

Tableau n° 24 - Résultats d'analyse du profil EL 9

Echantillons	EL 91	EL 92	EL 93	EL 94
Profondeur cm	0 - 10	35 - 40	60 - 75	115 - 120
<u>Granulométrie %</u>				
- Argile	20,0	23,5	15,0	33,0
- Limons fins	19,5	25,0	11,5	14,5
- Limons grossiers	9,0	9,5	9,5	11,5
- Sables fins	38,5	29,0	48,0	32,0
- Sables grossiers	11,5	10,5	13,5	5,5
- Matière organique %	0,7	0,4	0,2	0,2
- Carbone %	0,4	0,3	0,1	0,1
- Azote %	0,05	0,06	0,05	0,03
<u>Réserves minérales</u>				
- Calcaire total %	31	45	20	28
- Calcaire actif %	18	23	10	20
- P ₂ O ₅ total ppm	457,5	350	275	475
- K ₂ O total ‰	1,94	1,35	1,47	2,88
- Fer libre ‰	6,0	4,5	6,0	7,0
- Fer total ‰	17,5	22,0	22,0	26,0
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ %	34,2	20,4	27,2	26,9
<u>Complexe absorbant</u>				
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	4,9	3,2	2,0	6,3
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	1,4	0,9	0,7	1,3
- K ⁺ méq/100 g.	0,5	0,2	0,3	0,5
- Na ⁺ méq/100 g.	0,7	2,0	2,2	2,4
- S méq/100 g.	7,5	6,3	5,2	10,5
- T méq/100 g.	7,3	6,3	5,2	10,3
- $V = \frac{S}{T}$ %	102,6	100,0	100,0	101,9
- Na/T %	10,0	31,0	41,0	23,0
- pH 1/2,5	8,6	8,6	8,7	8,4
- % saturation	35	45	40	55
- C.E. mmhos/cm	0,4	3,0	3,9	4,1

Tableau n° 25 - Sels solubles dans le profil EL 9

Echantillons	EL 91	EL 92	EL 93	EL 94
Profondeur cm	0 - 10	35 - 40	60 - 75	115-120
C.E. \otimes mmhos/cm	0,4	3,0	3,9	4,1
HCO ₃ ⁻ méq./l	-	3,0	3,0	2,0
SO ₄ ⁻ méq./l	-	7,0	10,0	2,6
Cl ⁻ méq./l	-	20,0	28,6	35,4
Ca ⁺⁺ méq./l	-	8,5	6,5	5,0
Mg ⁺⁺ méq./l	-	9,5	14,5	19,0
Na ⁺ méq./l	-	13,0	19,0	15,0
K ⁺ méq./l	-	0	0	0,1

FIG 27. Sels Solubles. Profil EL9

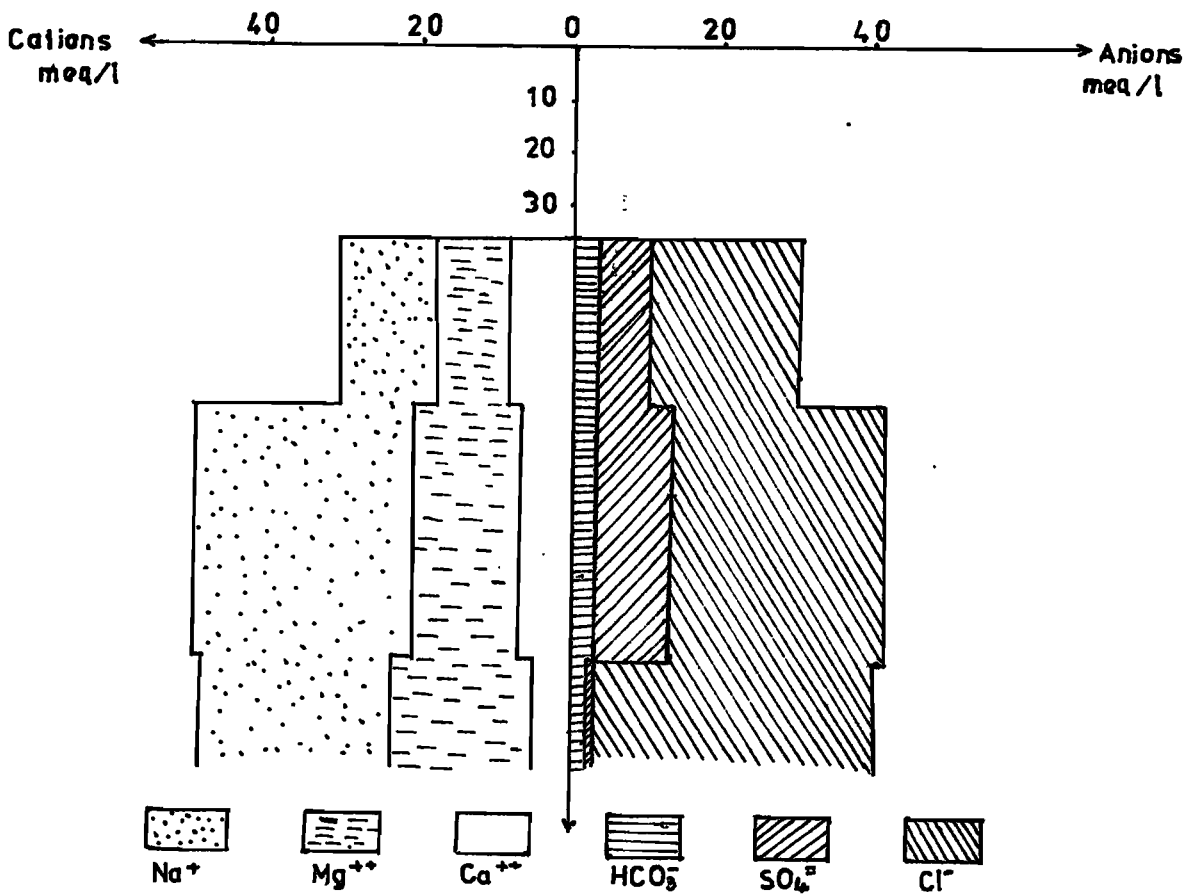
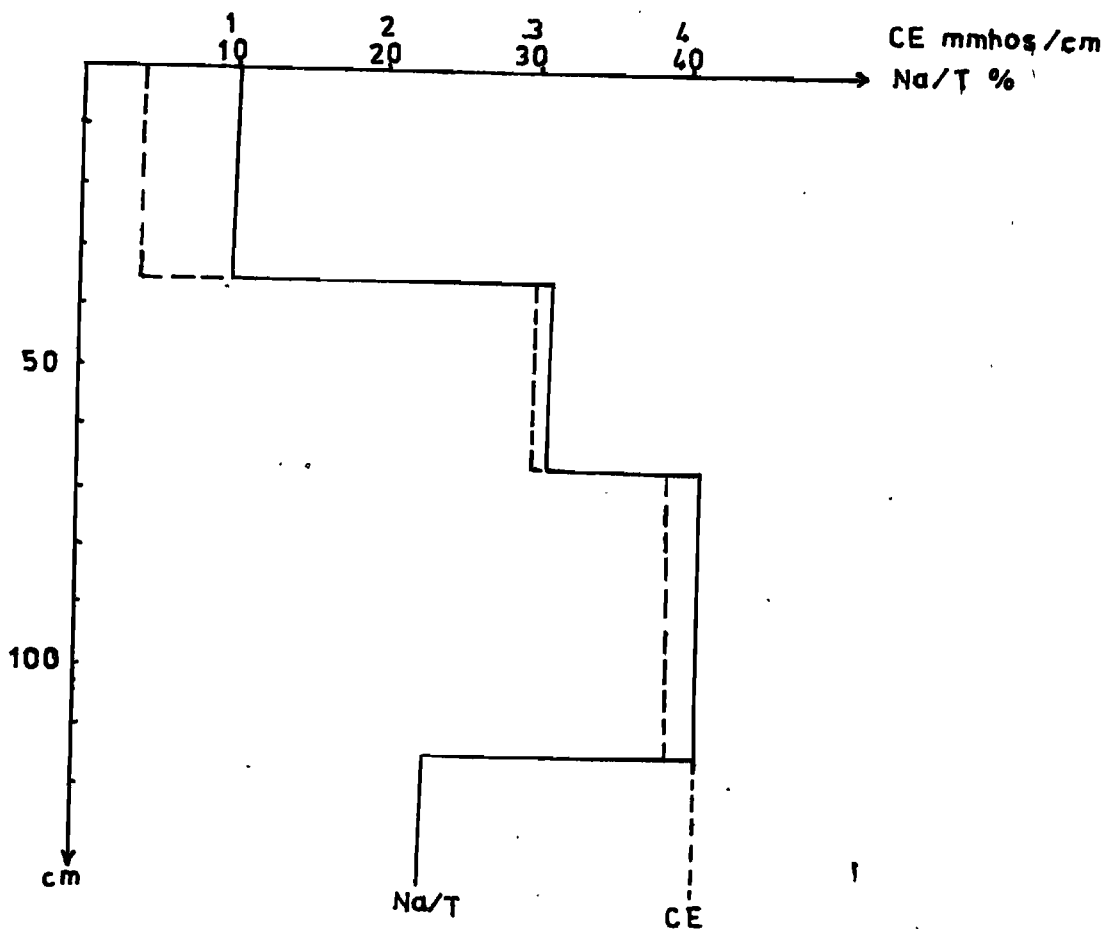


FIG 28. CE et Na/T. Profil EL9



11.2.5.1.6.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Les sols châtaîns salés ou faiblement alcalisés occupent une petite étendue de quelques hectares seulement sur la rive droite de l'Oued Sillana, près du village d'El Aroussa.

La surface est plane, à pente presque nulle ; mais il ne s'agit pas d'une forme endoréique.

Ils sont cultivés en céréales et ne manifestent aucun effet négatif sur la végétation. Les sels qui se trouvent en profondeur constituent un signe défavorable en cas d'aménagement hydro-agricole. L'installation d'un réseau de drainage efficace peut remédier à ces sols et prévenir un accroissement de leur salinité.

11.2.6. - Classe des sols fersiallitiques

11.2.6.1. - Caractères généraux

Les sols fersiallitiques sont caractéristiques de la région méditerranéenne, et des régions du globe présentant un climat du type méditerranéen, c'est-à-dire un climat marqué par la forte opposition entre une saison froide et humide, et une saison chaude et sèche.

L'agressivité du climat en hiver est à l'origine d'une altération poussée des minéraux primaires, et d'une libération du fer par destruction des édifices ferromagnésiens. La saison sèche contribue à la cristallisation du fer libéré. Lorsque la cristallisation est rapide il se forme de l'hématite, des cryptohématites et des oxydes amorphes qui adhèrent aux faces des argiles, ce qui donne une couleur rouge au sol.

La libération du fer survient généralement après une décarbonatation lorsque le matériau contient des carbonates. C'est la fersiallisation qui peut affecter des matériaux variés depuis les plus calcaires jusqu'à des matériaux acides. Sur calcaire dur, la décarbonatation s'effectue rapidement au contact de la roche, et les impuretés minérales qui subissent le processus d'altération et de rubéfaction s'accumulent.

Les sols observés et décrits dans la présente étude dérivent de colluvions triasiques peu carbonatées. Ces colluvions sont rouges lors de leur mise en place, et la rubéfaction serait alors un phénomène antérieur.

Les sols rouges observés diffèrent donc des "terra rossa" sur calcaire dur qui existent sous climat assez humide et que LAMOUROUX (1971) a décrit au Liban.

Les sols fersialitiques, constituent dans la classification française, une sous-classe des sols à sesquioxydes. Dans cette sous-classe on distingue trois groupes fondamentaux dont la différence est liée à l'intensité de la rubéfaction et au degré de lessivage. Seul le groupe des sols rouges méditerranéens nous intéresse dans cette étude.

11.2.6.1.1. - Groupe des sols rouges méditerranéens non lessivés à réserves calcaires

11.2.6.1.1.1. - Caractères morphologiques

Profil type G 62 (Description détaillée en annexe)

C'est sur des colluvions triasiques déposées sur le glacis à l'amont de Gafour, que ces sols ont été observés. Ils forment une large unité qui recouvre l'épaisse croûte conglomératique villafranchienne, substratum de tous les sols du glacis.

Le profil se caractérise par une couleur rouge vive dont l'intensité augmente surtout dans l'horizon (B).

L'horizon A est de faible épaisseur. Il est friable, remanié et meuble du fait des travaux de mise en culture. La matière organique est bien décomposée et humifiée, et la structure est polyédrique arrondie. La texture est limono-argileuse. Quelques éléments grossiers non calcaires de la taille des cailloux et des graviers sont présents. Ils proviennent des grès ferrugineux triasiques, et sont riches en fer, malgré leur couleur claire.

L'horizon (B) est plus épais et sa couleur est plus vive, rouge-sang. ^(5 YR 3/4) La structure est polyédrique fine ; les agrégats présentent sur leurs faces, des revêtements ferromanganésifères de couleur foncée. La texture devient plus fine par enrichissement en argile. La terre fine est complètement décarbonatée puisque l'acide chlorhydrique reste sans réaction apparente à froid.

L'horizon C se distingue par sa couleur blanchâtre, puisque le calcaire s'y accumule en encroûtement. Il perd la structure polyédrique de l'horizon sus-jacent et devient massif à débit anguleux.

Ces caractères morphologiques peuvent nous orienter dans la définition des sols rouges observés, mais ne peuvent suffire comme preuves certaines de la fersiallisation. Le recours aux analyses chimiques est donc nécessaire. Cependant, la littérature a beaucoup parlé des sols rouges formés à partir de matériaux ferrugineux triasiques, ayant les mêmes caractères morphologiques que ceux décrits ci-dessus.

11.2.6.1.1.2. - Caractères analytiques (tableau n° 26)

L'analyse granulométrique prouve que l'horizon (B) est le plus argileux, avec 51 % de la fraction inférieure à 2 microns. Cet enrichissement en argile ne se répercute pas sur la capacité d'échange qui n'augmente que de 4 méq./100 g. par rapport à l'horizon supérieur.

Les valeurs de la capacité d'échange sont très basses pour des teneurs en argile élevées, ce qui indique des minéraux argileux du type kaolinites, illites, chlorites ferrifères ou alumineuses, et interstratifiés illite-chlorite.

J.P. COINTEPAS (1966) signale que G. MILLOT ⁽¹⁹⁶⁴⁾ a découvert dans le Trias d'Europe un minéral, la corrensite, qui est un interstratifié chlorite-montmorillonite. De même, J. LUCAS (1962), dans le Trias du Maroc, a découvert deux zones sédimentaires différentes, l'une à sépiolite et attapulgite, accompagnée de chlorite et de montmorillonite, l'autre à illite et chlorite dominante.

Si le Trias de la Tunisie, et les colluvions qui en descendent contiennent les mêmes minéraux argileux que ceux découverts au Maroc, il serait alors la source de minéraux ferromagnésiens, d'où la rubéfaction observée actuellement sur les sols du glacis.

La matière minérale se trouve complètement décarbonatée dans les deux premiers horizons, le calcaire apparaissant en profondeur sous forme d'une accumulation de type continu (encroûtement).

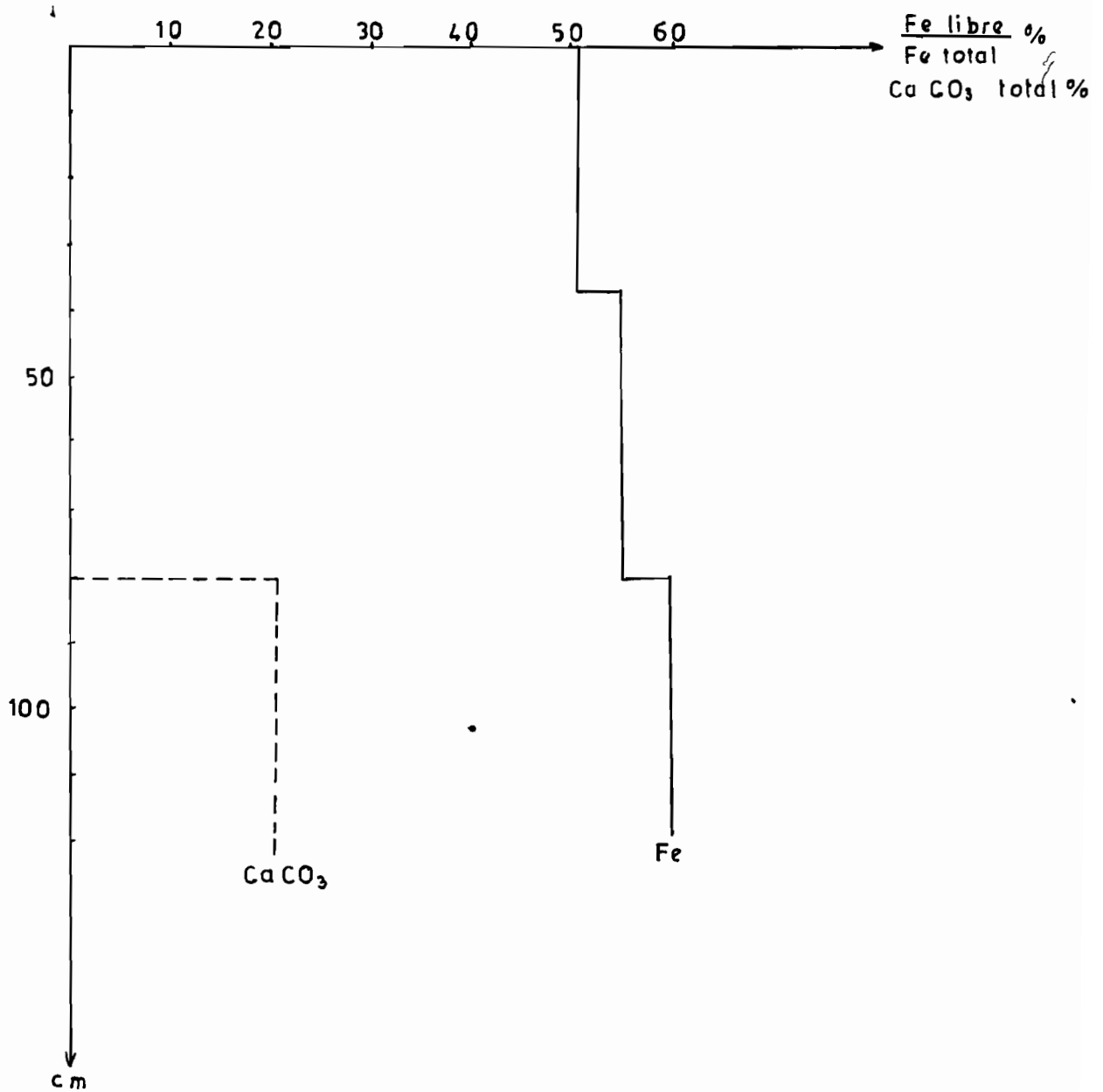
Les réserves potassiques sont élevées (17 %), en liaison avec la présence de minéraux potassiques dans la fraction minérale, ce qui

Tableau n° 26 - Résultats d'analyse du profil G 62

Echantillons	G 621	G 622	G 623
Profondeur cm	0 - 10	35 - 40	75 - 85
<u>Granulométrie %</u>			
- Argile	41,0	53,0	19,5
- Limons fins	17,0	13,5	23,5
- Limons grossiers	14,0	12,5	17,0
- Sables fins	14,0	10,0	23,0
- Sables grossiers	11,0	8,0	15,0
- Matière organique %	1,5	0,7	0,2
- Carbone %	0,9	0,4	0,1
- Azote total %	0,09	0,06	
<u>Réserves minérales</u>			
- CaCO ₃ total %	0	0	21
- CaCO ₃ actif %	-	-	8
- P ₂ O ₅ total ppm	1160	692,5	1180
- K ₂ O total ‰	17,03	14,68	13,51
- Fer libre ‰	35,0	41,0	30,0
- Fer total ‰	68,0	71,5	50,0
- $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ ‰	51,4	55,9	60,0
<u>Complexe absorbant</u>			
- Ca ⁺⁺ méq/100 g.	7,1	7,3	2,7
- Mg ⁺⁺ méq/100 g.	1,9	6,0	1,0
- K ⁺ méq/100 g.	1,0	0,6	0,3
- Na ⁺ méq/100 g.	0,4	0,4	0,4
- P ₂ O ₅ ass. ppm	90,0	7,5	105,0
- S méq/100 g.	10,4	14,3	4,4
- T méq/100 g.	10,2	14,3	4,3
- $v = \frac{S}{T}$ %	101,9	100,0	102,3
- Na/T %	3,0	3,0	9,0
- pH 1/2,5	7,4	7,3	8,2
- % Saturation	45	50	40
- C.E. mmhos/cm	0,5	0,7	1,1

FIG 29 - Rapport $\frac{\text{Fe libre}}{\text{Fe total}}$ et taux de calcaire.

Profil G 62.



semble confirmer l'abondance des illites dans la fraction argileuse.

Le calcium constitue l'ion le plus abondant sur le complexe, malgré l'augmentation du taux de Mg^{++} dans l'horizon (B), le complexe étant saturé.

Le pH dépasse légèrement la neutralité dans les horizons décarbonatés puis remonte à 8,2 dans l'horizon inférieur là où le calcaire s'accumule.

Le rapport $\frac{\text{Fer libre}}{\text{Fer total}}$ s'accroît progressivement avec la profondeur, malgré une diminution du fer total dans l'horizon à accumulation calcaire (Fig. 29). Il y a 7,15 % de fer total et 4,1 % de fer libre dans l'horizon fortement rubéfié (Horizon (B)).

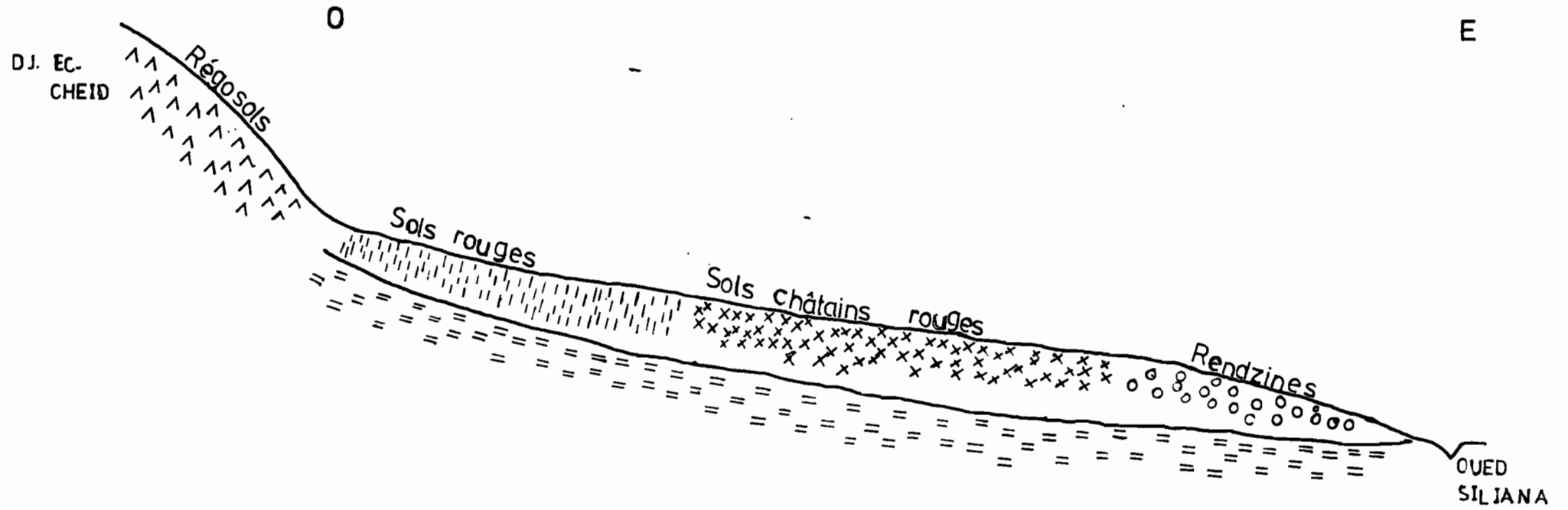
Sur le plan agronomique, nous pouvons signaler que ces sols sont physiologiquement secs et les cultures doivent y souffrir lorsque la pluviométrie de printemps est déficitaire.

11.2.6.1.1.3. - Localisation et distribution géomorphologique

Comme il a été vu précédemment, ces sols se trouvent à la partie supérieure du glacis quaternaire de Gafour, sous le plémont du djebel Ech-Cheïd, et s'étendent entre les Oueds El Melah et Mezaz El Seguar.

Ils viennent à l'amont d'une toposéquence et passent latéralement vers l'aval aux sols châtaîns rouges puis aux rendzines rouges sur encroûtement calcaire.

FIG30. Localisation des sols rouges méditerranéens sur le glacis quaternaire de Gafour.



Trias.



Croûte conglomératique villafranchienne.



Encroûtement calcaire.



Sols rouges méditerranéens sur colluvions.



Sols châtaîns rouges sur colluvions

CHAPITRE III - APTITUDES AGRONOMIQUES DES TERRES

III.1. - ETUDE DE QUELQUES PARAMETRES PHYSIQUES DES SOLS

Pour définir les aptitudes culturales d'un sol donné, ses propriétés doivent être dégagées afin de déterminer les espèces et les spéculations qui répondent le mieux à ses qualités.

L'un des buts de la présente étude est de rechercher les sols susceptibles d'être utilisés pour l'irrigation. Pour cela, la connaissance de certaines propriétés physiques et les relations sol-eau doivent être connues. A cette fin, nous avons mesuré les perméabilités des différentes unités pédologiques, et déterminé les densités apparentes des horizons de profils représentatifs.

III.1.1. - La perméabilité

Elle correspond à la vitesse d'infiltration de l'eau de gravité dans le sol, et elle est d'autant plus élevée que la porosité de drainage du sol est plus forte. D'une manière générale, un sol à structure stable et aérée est perméable, tandis qu'un sol sans structure, battant et massif est peu perméable.

Les méthodes de mesure de perméabilité adoptées et réalisées in situ sont celles de Porchet et de Müntz.

III.1.1.1. - Méthode de Porchet

III.1.1.1.1. - Principe : Elle consiste à creuser verticalement à la tarière dans l'unité à étudier, un trou de diamètre et de profondeur connus que l'on remplit d'eau. La mesure consiste à suivre l'abaissement du niveau de l'eau en fonction du temps. Cet abaissement du niveau de l'eau est mesuré à l'aide d'un flotteur relié à un ruban métallique gradué qui se déplace par rapport à un repère fixe.

A partir de la loi de Darcy (DUBREUIL, 1967), on détermine le coefficient K (conductivité hydraulique) d'après la relation suivante :

$$\log (ht + r/2) = \frac{-2K}{r} t + Cte$$

ht = hauteur d'eau dans le trou

r = rayon du trou

Sur un papier semi-logarithmique, on trace la courbe $\log (ht + r/2) = f(\text{temps})$ qui est une droite de la forme $-ax + b$, et les valeurs de K sont calculées à l'aide d'un abaque (DUBREUIL, 1967).

Le coefficient K exprime la perméabilité du sol, et les ordres de grandeur sont les suivants (BOULAINÉ, 1976) :

$K < 10^{-6}$ m/s	sols Imperméables
$10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$ m/s	sols peu perméables
$5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5}$ m/s	sols perméables
$K > 5 \cdot 10^{-5}$ m/s	sols très perméables

III.1.1.1.2. - Choix des sites d'emplacement des mesures

Tous les sols profonds de la zone étudiée ont été testés de la manière ci-dessus. Le secteur de Gafour a été couvert par 15 sites avec trois répétitions pour chaque profil, correspondant à 15 unités pédologiques ; le secteur d'El Aroussa a été couvert par 9 sites avec deux répétitions pour chaque profil.

Les fentes de retrait dans les sols argileux sont abondantes et certains essais ont dû être refaits plusieurs fois à cause de l'infiltration trop rapide de l'eau qui fausse les mesures.

III.1.1.1.3. - Résultats

Ils sont présentés sur les tableaux n° 27 et 28 et sur les figures de l'annexe, n° 2 jusqu'à 25.

Tableau n° 27 - Valeurs de K à la méthode de Porchet
Secteur d'El Aroussa

Site de mesure	Profil	K en m/s	Observations
n° 1	EL 46	24×10^{-6}	Sol perméable
n° 2	EL 96	$16,3 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 3	EL 94	$13,5 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 4	EL 5	$13,8 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 5	EL 4	$14,9 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 6	EL 35	$11,2 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 7	EL 82	$7,25 \times 10^{-6}$	Sol peu perméable
n° 8	EL 26	$30,25 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 9	E 83	10×10^{-6}	Sol perméable

Tableau n° 28 - Valeurs de K à la méthode de Porchet
Secteur de Gafour

Site de mesure	Profil	K en m/s	Observations
n° 1	G 24	$19,8 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 2	G 23	$4,7 \times 10^{-6}$	Sol peu perméable
n° 3	G 31	$6,5 \times 10^{-6}$	Sol peu perméable
n° 4	G 38	$4,8 \times 10^{-6}$	Sol peu perméable
n° 5	G 39	$6,7 \times 10^{-6}$	Sol peu perméable
n° 6	G 53	$16,5 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 7	G 57	$3,6 \times 10^{-6}$	Sol peu perméable
n° 8	G 46	$16,4 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 9	G 35	$19,3 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 10	G 37	$16,4 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 11	G 65	$11,9 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 12	G 5	$11,6 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 13	G 67	$10,5 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 14	G 62	$13,2 \times 10^{-6}$	Sol perméable
n° 15	G 10	$19,2 \times 10^{-6}$	Sol perméable

Les sols peu perméables de la région sont ceux qui se forment sur des marnes ou sur des matériaux à texture très argileuse, et se localisent, pour la plupart, dans le secteur de Gafour à la rive droite de l'Oued Silliana (tableau n° 28). Ils constituent des unités où l'eau trouve des difficultés à être évacuée. Ce caractère les décline du point de vue aptitude à l'irrigation.

Les sols du secteur d'El Aroussa sont, en majorité perméables. Les valeurs de K, déterminées dans ce secteur, sont comprises entre 7×10^{-6} et 30×10^{-6} m/s (tableau n° 27).

La méthode de Porchet n'a été appliquée qu'aux sols profonds. Les sols peu profonds sur croûte calcaire qui prédominent dans la région ont été testés par la méthode de Müntz au double anneau.

III.1.1.2. - La méthode de Müntz au double anneau

III.1.1.2.1. - Principe :

Elle consiste à enfoncer dans le sol, d'une dizaine de centimètres, deux cylindres concentriques. Le cylindre central sert à la mesure de l'infiltration verticale, sous une charge d'eau constante de 3 cm maintenue grâce à un flacon de Mariotte gradué. Le cylindre extérieur sert d'anneau de garde qui permet d'éliminer l'infiltration latérale.

Pour déterminer la perméabilité K, deux méthodes de calcul peuvent être appliquées :

- Soit la loi de Darcy : $Q = K \cdot \frac{H}{L} \cdot S$

Q, étant la quantité d'eau en cm écoulée pendant un temps connu

H : charge d'eau en cm

L : Hauteur de la colonne de terre, en cm

S : Section du cylindre central, en cm^2

- Soit en se basant sur le calcul de l'infiltration déterminé par l'"International Institute of land reclamation and improvement" au Pays-Bas (1974), méthode qui permet de calculer K en fonction du système d'irrigation adopté (submersion ou aspersion). Comme le projet d'aménagement de la vallée de l'Oued Silliana envisage d'équiper la région d'un réseau d'irrigation par aspersion, l'application de cette méthode s'impose.

L'infiltration cumulée (I cum.) est le volume total d'eau infiltrée à travers une unité de surface horizontale du sol, pendant un temps donné. Elle est définie par l'équation : $I \text{ cum.} = at^n$ (1), et correspond à la perméabilité K du sol pour une irrigation par submersion. a et n sont des constantes pour un sol et une humidité donnés.

La vitesse d'infiltration instantanée (I inst.) est le volume d'eau infiltrée à travers une unité de surface horizontale du sol à n'importe quel instant (très courte période de temps). Elle correspond à la dérivée de l'infiltration cumulée :

$$\begin{aligned} I \text{ inst.} &= \frac{d I \text{ cum.}}{dt} \\ &= a \cdot n t^{n-1} \end{aligned} \quad (2)$$

La vitesse d'infiltration instantanée est la perméabilité K du sol, pour une irrigation par aspersion, qui ne devient "relativement constante" qu'après trois ou quatre heures d'irrigation. Le terme "relativement constante" suppose une variation de la perméabilité, d'une heure à l'autre, inférieure à 10 % = $(I_t - I_{t+1}) < 0,1 I_t$. Cette variation correspond à la vitesse d'infiltration "basique" qui est la dérivée de I inst. et qui est égale à $-0,1 I \text{ inst.}$. On met le signe -, car I inst. montre un lent déclin avec le temps.

$$I_{\text{bas.}} = \frac{d I \text{ inst.}}{dt} = -0,1 I \text{ inst.} \quad (3)$$

$$(2) \quad \frac{d I \text{ inst.}}{dt} = (n - 1) a n t^{n-2}$$

$$(3) \text{ et } (4) \quad -0,1 a n t^{n-1} = (n - 1) a n t^{n-2}$$

$t = 10 (1 - n) \text{ en heures}$

Le temps t, calculé de cette manière, exprime la période au cours de laquelle la vitesse d'infiltration devient relativement constante. Sur un papier logarithmique, on reporte l'équation $I \text{ cum.} = at^n$, transformée en une équation logarithmique :

$$\log I \text{ cum.} = \log a + n \log t$$

On trouve une droite de la forme $ax + b$

Les deux constantes n et a sont déterminées directement sur la droite. En connaissant n , on arrive à déterminer t qui permet, à son tour, de calculer $I_{inst.}$, ou K pour une irrigation par aspersion.

Les ordres de grandeur de $I_{inst.}$, exprimés en mm/heure, sont les suivants (RICKARD et COSSENS, 1965 - In "Revue de l'International Institute of land reclamation and improvement"), :

$K < 2,5$ mm/heure		Infiltration très lente
$2,5 < K < 5$	"	" lente
$5 < K < 28$	"	" moyenne
$28 < K < 53$	"	" rapide
$K > 53$	"	" très rapide

III.1.1.2.2. - Résultats, commentaires :

C'est sur des sols peu profonds, du type rendzines que nous avons utilisé la méthode de Müntz. Les résultats sont présentés sur le tableau n° 29 et la figure n°

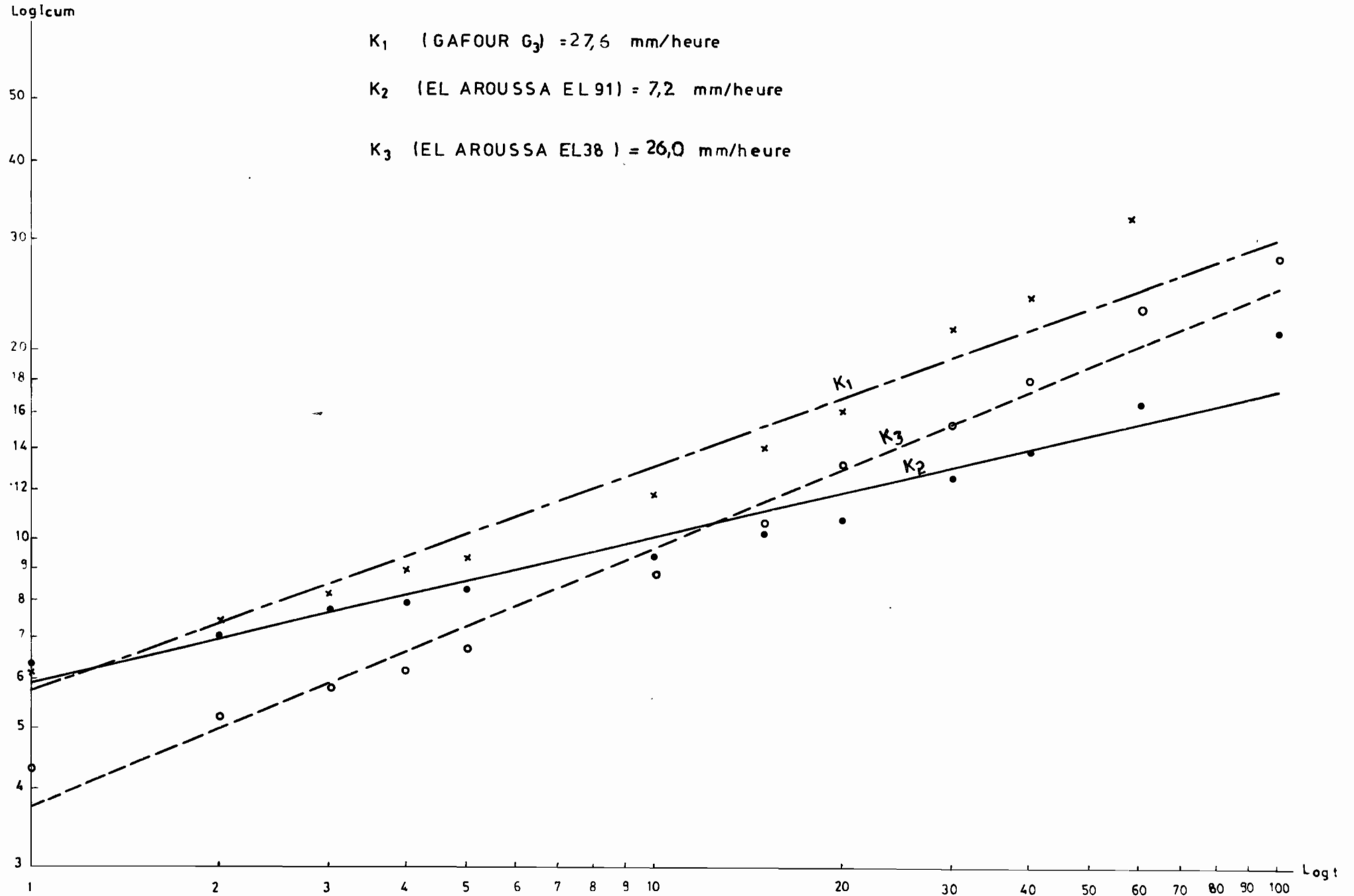
Tableau n° 29 - Valeurs de K à la méthode de Müntz

Site de mesure	Profil	K en mm/heure	Observations
n° 1 (Gafour)	G 3	27,6	Infiltration moyenne
n° 2 (El Aroussa)	EL 91	7,2	Infiltration lente
n° 3 (El Aroussa)	EL 38	26	Infiltration moyenne

Les valeurs de K trouvées sont moyennes à faibles, et expriment le caractère des rendzines vis-à-vis de l'infiltration de l'eau. La croûte peu profonde joue le rôle d'un obstacle pour le drainage, et c'est là l'un des facteurs qui déclassent les terres pour leur aptitude à l'irrigation.

Les croûtes, dans la région, sont généralement très superficielles et sont par conséquent démantelées et fissurées par l'action des instruments de travail du sol. Elles ne sont pas donc totalement imperméables et l'eau arrive à filtrer par les fissures.

FIG 33: Test d'infiltration Mûntz_ Méthode au double anneau



La mesure n° 1 se trouve localisée dans une zone où la surface du sol n'est pas horizontale. La faible pente qui existe a favorisé le drainage oblique, et la valeur de K trouvée est à la limite du seuil "Infiltration rapide".

Pour conclure sur le facteur perméabilité, on doit noter la présence de sols peu perméables dans la région. Ils correspondent surtout aux sols très argileux et aux rendzines sur croûte calcaire. Les sols sur croûte calcaire sont plus abondants dans le secteur d'El Aroussa. Les sols à texture fine sont, au contraire, plus fréquents dans le secteur de Gafour.

III.1.2. - La densité apparente

La densité apparente d'un horizon de sol correspond au rapport entre le poids d'un échantillon de sol en place, et son volume correspondant.

Cette densité apparente tient compte ainsi de la porosité du sol, et la mesure doit être effectuée sur un échantillon non perturbé, ce qui pose des problèmes de réalisation pratique.

Les mesures des densités apparentes ont servi principalement à la détermination de l'humidité volumique des sols (H_v) aux différents pF, qui permet le calcul des réserves en eau que chaque unité de sol est susceptible de contenir. De cette façon, les doses d'eau nécessaires à une croissance optimale des végétaux peuvent être connues.

De nombreuses méthodes ont été proposées pour ces mesures et dans notre étude, nous avons retenu la méthode du cylindre, réalisée "in situ" et la méthode de détermination de la densité apparente sur mottes réalisée au laboratoire.

III.1.2.1. - La méthode du cylindre

Cette méthode consiste à enfoncer dans l'horizon à étudier, un cylindre de volume connu exactement (100 cm³ dans notre cas), dont on arase chacune des deux extrémités. Par pesée, on obtient le poids d'échantillon prélevé après séchage à l'étuve (105°C) ce qui permet de calculer la densité apparente.

Nous avons choisi cette méthode, car elle est d'une réalisation simple et facile, et son exécution rapide nous a permis de traiter un nombre important de profils. Pour chaque horizon de sol à étudier, nous avons réalisé trois répétitions, ce qui, pour les sols des secteurs étudiés qui ne présentent pas beaucoup d'éléments grossiers, s'est avéré suffisant. Les différences entre les répétitions étant faibles en valeur relative (quelques % en général).

La difficulté principale de cette méthode est d'obtenir un prélèvement qui correspond bien au sol en place et ne soit pas tassé artificiellement lors de l'enfoncement du cylindre. De plus, dans les sols sableux, non structurés, il est très difficile d'avoir un prélèvement correct surtout lorsque le sol est sec car, en général, le prélèvement est incomplet, ce qui sous-estime la densité apparente.

III.1.2.2. - Détermination de la densité apparente sur mottes, au laboratoire

Pour les profils de sols présentant des horizons très cohérents et compacts (vertisols par exemple), nous avons déterminé la densité apparente au laboratoire sur des mottes de sol prélevées sur le terrain.

Après avoir déterminé le poids de la motte, celle-ci est immergée dans une solution de polystyrène dissous dans le trichloréthylène, qui enrobe la motte d'une mince pellicule imperméable. La motte de terre ainsi protégée est pesée dans l'air, puis dans l'eau, en la suspendant par un fil de fer très fin à une potence fixée sur un trébuchet. La différence de poids donne la poussée d'Archimède qui correspond au volume apparent de la motte.

D'une manière générale, avec cette méthode, la densité apparente est toujours sur-estimée, car :

- le prélèvement lui-même, ne tient pas compte de la macro-porosité (fentes par exemple) qui peut exister
- l'enveloppe de polystyrène ne protège pas efficacement la motte car nous avons pu constater qu'au bout de 1 mn environ, d'immersion dans l'eau, celle-ci commençait à s'infiltrer dans la motte. En conséquence, le poids augmente, ce qui revient à surestimer la densité apparente.

111.1.3. - Le calcul des réserves en eau du sol

Sur les échantillons prélevés après chaque description de profil, on détermine, en plus des analyses physico-chimiques classiques, l'humidité pondérale (Hs) aux pF = 4,2 et 2,8 qui correspondent, respectivement, au point de flétrissement permanent et à la capacité de rétention ou capacité au champ.

La méthode analytique consiste à disposer les échantillons de terre dans des anneaux plastiques de petites dimensions placés sur une plaque poreuse, perméable à l'eau et imperméable à l'air, puis les soumettre, pendant 48 heures, aux pressions équivalentes aux pF = 2,8 et 4,2, c'est-à-dire des pressions de 1/3 atmosphère et de 16 atmosphères. Le séchage à l'étuve de 105°C permet d'avoir l'humidité pondérale Hs.

La différence entre les deux valeurs de l'humidité aux pF = 2,8 et 4,2 constitue la réserve d'eau utile (R.U.), qui est la partie de l'eau du sol servant à l'alimentation des végétaux.

La hauteur d'eau dans le profil ϱ est déterminée en calculant l'humidité volumique Hv pour chaque échantillon, à l'aide de la densité apparente : $Hv = Hs \times d.a.$, et en multipliant ensuite ces valeurs par l'épaisseur de l'horizon.

$$Q_{mm} = Hv \times Z \quad \text{Epaisseur de l'horizon en mm}$$

Pour les sols profonds, les calculs sont faits sur 1 m à 1,20 m de profondeur, alors que pour les sols peu profonds, ces calculs sont faits sur la partie qui surmonte l'obstacle.

Les tableaux n° 30, 31 et 32 présentent les réserves en eau utile (en millimètres) pour les profils représentatifs des unités cartographiées, ce qui donne un ordre de grandeur des quantités d'eau que chaque unité de sol est susceptible d'emmagasiner.

Les quantités d'eau ainsi calculées sont variables d'une unité pédologique à l'autre. Dans les vertisols, on constate que les quantités d'eau retenues sont importantes. Un hectare de vertisol (Profil EL 28), contient 5704 m³ d'eau lorsqu'il est à la capacité au champ, et 3724 m³ lorsqu'il est au point de flétrissement permanent, ce qui fait une réserve utile de 1980 m³/ha. La réserve facilement utilisable estimée aux 2/3 de la réserve utile est alors de 1320 m³/ha.

Cette forte rétention en eau existe dans tous les sols où la texture est argileuse. En effet, dans des sols bruns calcaires sur marnes (G 31), la R.U. est de 2218 m³/ha, et dans des vertisols peu accentués (EL 4), elle est de 1541 m³/ha.

Au contraire, dans les sols à texture légère, les quantités d'eau nécessaires pour ramener le sol à la capacité au champ sont faibles et la réserve utile est également peu élevée. Par exemple, pour le profil EL 5 qui est un sol peu évolué, il ne faut que 468 m³/ha comme réserve d'eau utile pouvant ramener le front d'humectation jusqu'à 115 cm de profondeur. De tels sols ont une porosité capillaire très faible par rapport à la porosité totale. Les pores sont suffisamment larges (macro-porosité) pour que les forces de gravité l'emportent sur le potentiel capillaire, et l'eau arrive à s'infiltrer jusqu'en profondeur.

La quantité d'eau à fournir à un sol en vue de l'irrigation dépend donc étroitement de la nature de ce sol.

Les sols dominants dans la région sont les sols à texture fine et les besoins en eau nécessaires à la saturation de la micro-porosité sur une profondeur suffisante seront donc élevés.

Les sols à texture légère qui demandent peu d'eau pour la saturation de la porosité capillaire se localisent généralement sur les terrasses des oueds et occupent de petites surfaces. Ces unités nécessitent une fréquence d'irrigations plus élevée par rapport aux sols argileux, car ils n'enmagasinent pas les mêmes réserves que ces derniers.

Tableau n°30 - Réserves en eau (mm) des profils types.

Profil	Epaisseur de l'horizon Z (en cm)	d.a	Hs ₁ pF = 2,8	Hv ₁ = Hs ₁ x d.a	Q ₁ (mm) = Hv ₁ x Z (mm)	Hs ₂ pF = 2,4	Hv ₂ Hs ₂ x d.a	Q ₂ (mm) = Hv ₂ x Z (mm)	R.U. (mm) = Q ₁ - Q ₂
EL 4 vertisol peu accentué sur alluvions	0 - 20	1,4	0,281	0,393	78,6	0,179	0,250	50,1	28,5
	20 - 80	1,7	0,281	0,476	285,2	0,180	0,306	183,6	101,6
	80 - 100	1,4	0,191	0,267	53,4	0,106	0,148	29,4	24,0
	TOTAL				417,2			236,1	154,1
EL 5 Sol peu évolué modal sur alluvions	0 - 20	1,5	0,097	0,146	29,1	0,046	0,069	13,8	15,3
	20 - 40	1,5	0,091	0,137	27,3	0,047	0,071	14,1	13,2
	40 - 75	1,4	0,060	0,084	29,4	0,033	0,049	17,3	12,1
	75 - 115	1,4	0,028	0,039	15,7	0,017	0,024	9,5	6,2
TOTAL				101,5			54,7	46,8	
EL 9 Sol châtain faiblement salé sur alluvions	0 - 30	1,3	0,143	0,186	55,8	0,070	0,091	27,3	28,5
	30 - 60	1,6	0,186	0,298	89,4	0,083	0,133	39,9	49,5
	60 - 80	1,6	0,130	0,228	45,6	0,071	0,114	22,8	22,8
	80 - 100	1,7	0,210	0,357	71,4	0,135	0,230	46,0	25,4
TOTAL				262,2			136,0	126,2	
EL 10 Sol châtain vertique sur alluvions	0 - 20	1,45	0,116	0,168	33,6	0,065	0,094	18,8	14,8
	20 - 60	1,5	0,078	0,117	46,8	0,043	0,065	26,0	20,8
	60 - 100	1,7	0,228	0,388	153,2	0,115	0,196	78,4	74,8
	TOTAL				233,6			123,2	110,4
EL 24 Rendzine sur croûte calcaire	0 - 20	1,2	0,166	0,199	39,8	0,091	0,109	21,8	18

Tableau n°31 - Réserves en eau utiles (mm) des profils types (suite).

Profil	Epaisseur de l'horizon Z (en cm)	d.a	Hs ₁ pF = 2,8	Hv ₁ = Hs ₁ x d.a	Q ₁ (mm) = Hv ₁ x Z (mm)	Hs ₂ pF = 4,2	Hv ₂ = Hs ₂ x d.a	Q ₂ (mm) = Hv ₂ x Z (mm)	R.U(mm) Q ₁ - Q ₂
EL 26 sol châtain sur croûte calcaire	0 - 30	1,2	0,210	0,252	75,6	0,140	0,168	50,4	25,2
	30 - 60	1,4	0,193	0,270	81,0	0,116	0,163	48,8	32,2
	60 - 100	1,5	0,191	0,287	114,6	0,110	0,165	66,0	48,6
	TOTAL				271,2			165,2	106,0
EL 27 Sol peu évolué verti- que sur alluvions	0 - 20	1,2	0,227	0,272	54,4	0,162	0,194	38,8	15,6
	20 - 100	1,8	0,240	0,432	345,6	0,170	0,306	244,8	100,8
	TOTAL				400,0			283,6	116,4
EL 28 vertisol typique sur alluvions	0 - 20	1,2	0,300	0,420	84,0	0,190	0,266	53,2	30,8
	20 - 100	1,9	0,320	0,608	486,4	0,210	0,399	319,2	167,2
	TOTAL				570,4			372,4	198,0
EL 58 Sol brun calcaire vertique sur alluvions	0 - 20	1,3	0,220	0,286	57,2	0,133	0,173	34,6	22,6
	20 - 60	1,5	0,212	0,318	127,2	0,125	0,188	75,2	52,0
	60 - 100	1,5	0,193	0,289	115,8	0,112	0,168	67,2	48,6
	TOTAL				300,2			177,0	123,2
EL 73 Sol brun calcaire modal sur alluvions	0 - 30	1,2	0,214	0,257	77,0	0,132	0,158	47,5	29,5
	30 - 70	1,6	0,234	0,374	150,0	0,141	0,226	90,0	60,0
	70 - 100	1,5	0,215	0,323	96,9	0,125	0,188	56,3	40,6
	TOTAL				323,9			193,8	130,1
EL 94 Sol brun calcaire à encroûtement calcaire	0 - 30	1,25	0,195	0,244	73,2	0,105	0,131	39,3	33,9
	30 - 60	1,3	0,255	0,332	99,6	0,140	0,182	54,6	45,0
	TOTAL				172,8			93,9	78,9

Tableau n°32 - Réserves en eau utile (en mm) des profils types (suite).

Profil	Epaisseur de l'horizon Z (en cm)	d.a	Hs ₁ pF = 2,8	Hv ₁ = Hs ₁ x d.a	Q ₁ (mm) =Hv ₁ x Z (mm)	Hs ₂ pF = 4,2	Hv ₂ = Hs ₂ x d.a	Q ₂ (mm) = Hv ₂ x Z (mm)	R. U. (mm) =Q ₁ - Q ₂
G 10 sol châtain rouge sur collu- vions	0 - 20	1,4	0,192	0,269	53,8	0,116	0,162	32,4	21,4
	20 - 100	1,6	0,274	0,438	350,4	0,197	0,315	252,0	98,4
	TOTAL				404,2			284,4	119,8
G 31 sol brun calcaire sur marne	0 - 30	1,2	0,290	0,248	104,4	0,160	0,192	57,6	46,8
	30 - 60	1,6	0,300	0,480	144,0	0,160	0,256	76,8	67,2
	60 - 100	1,7	0,335	0,570	228,0	0,190	0,323	129,2	98,8
TOTAL				476,4			263,6	212,8	
G 53 sol peu évolué faiblement salé sur colluvions	0 - 40	1,4	0,230	0,322	128,8	0,150	0,210	84,0	44,8
	40 - 100	1,4	0,290	0,406	243,6	0,210	0,294	176,4	67,2
	TOTAL				372,4			260,4	112,0
G 62 sol rouge méditerranéen sur colluvions	0 - 20	1,3	0,220	0,286	57,2	0,135	0,176	35,2	22,0
	20 - 70	1,6	0,255	0,408	204,0	0,165	0,264	132,0	72,0
	70 - 100	1,4	0,183	0,256	76,8	0,096	0,134	40,2	36,6
TOTAL				338,0			207,4	130,6	

Fig:34 Reserves en eaux utiles des profils types (en mm d'eau)

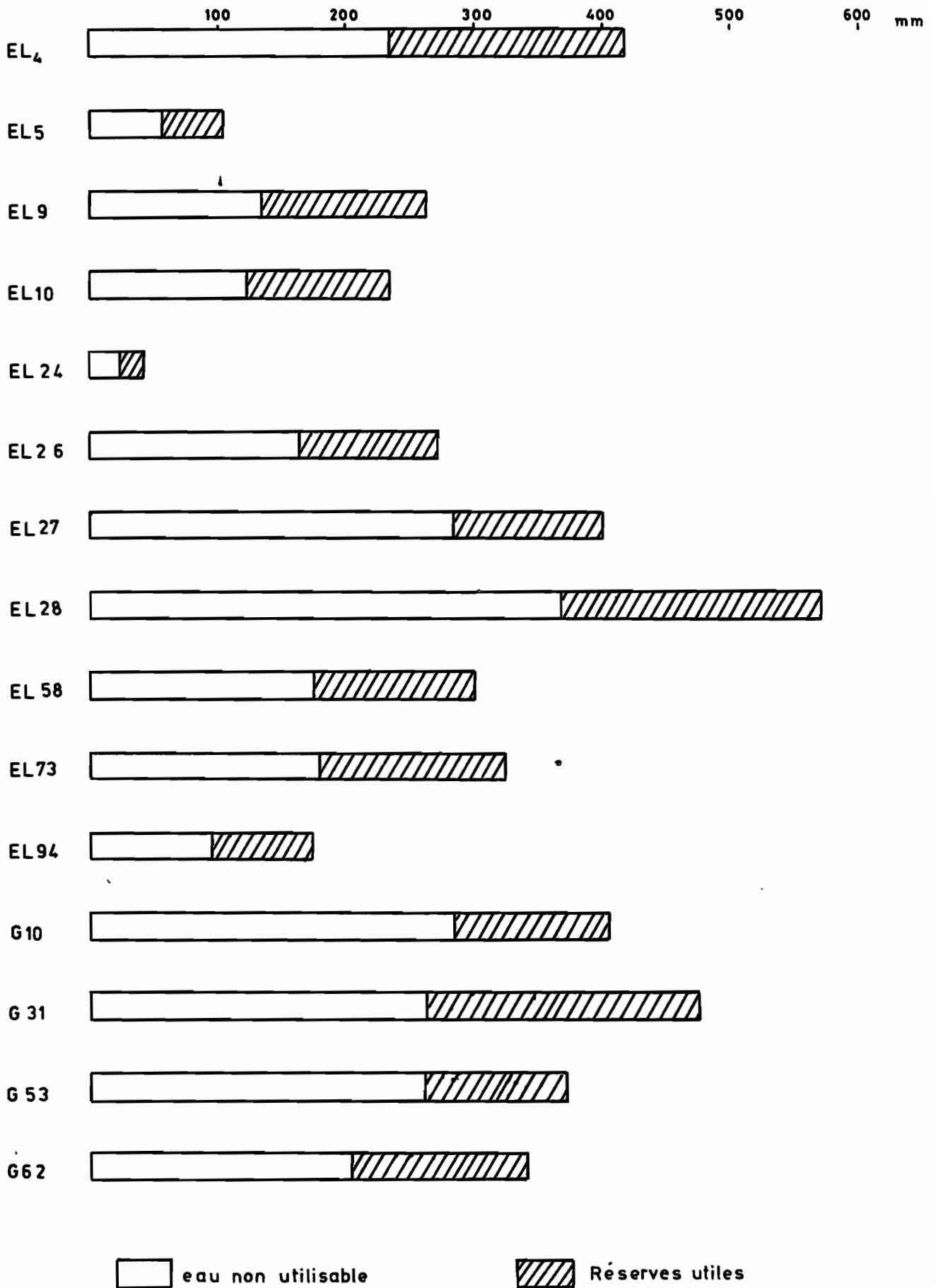


Fig: 35 Réserves en eau utiles dans un vertisol (EL4)

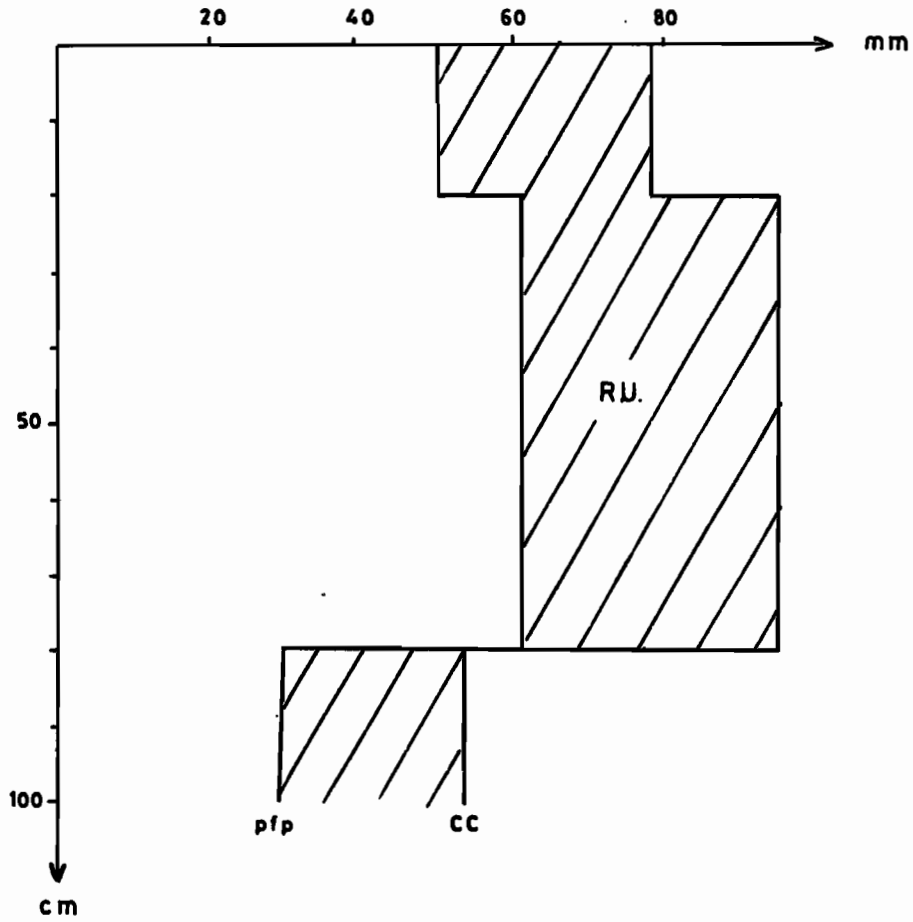
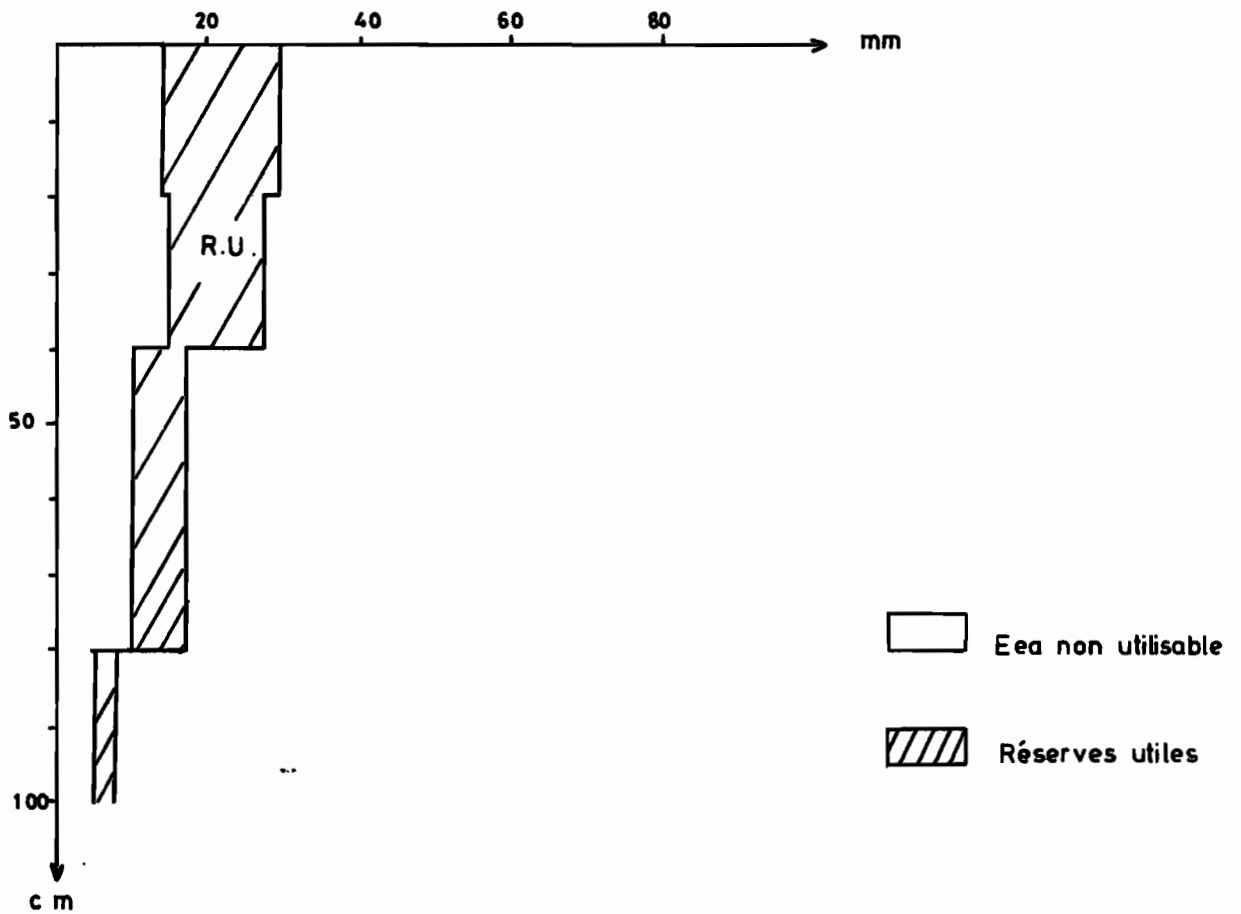


Fig: 36 Réserves en eau utiles dans un sol peu évolué sableux (EL5)



III.2. - LE CLASSEMENT DES TERRES A L'IRRIGATION, TYPE U.S.B.R.

III.2.1. - Généralités

Les méthodes usuelles généralement appliquées pour la sélection des terres arables dans la planification des projets d'irrigation, sont basées sur des études pédologiques traitant du facteur sol uniquement. Mais ce facteur n'est pas le seul qui intervient dans la sélection et le choix des terres susceptibles d'être utilisées pour l'irrigation, et des facteurs comme le drainage, la topographie et les conditions économiques interviennent dans ce choix. L'exemple de la présence d'une couche imperméable dans le sous-sol, favorisant la formation d'une nappe perchée lors de l'introduction de l'irrigation, montre que c'est le drainage, et non le sol, qui pose un problème au développement agricole, et la terre se trouve alors déclassée.

Un autre exemple est donné par celui d'une terre pédologiquement apte à l'irrigation mais du fait de son isolement par rapport au reste du périmètre, elle nécessite un coût supplémentaire de transfert d'eau. Cette terre sera déclassée à cause du facteur économique.

Aux U.S.A., le "Bureau of Reclamation" a établi dans ce sens, un système de classement qui permet d'établir une hiérarchie entre les terres, à partir de l'interaction entre facteurs physiques (sol, topographie et drainage) et les facteurs économiques.

A la demande du service promoteur de la présente étude, et de l'organisme qui finance l'aménagement hydro-agricole de la vallée de l'Oued Sillana, nous avons utilisé cette méthode U.S.B.R. afin d'établir les cartes de classement des terres dans les deux secteurs de Gafour et d'El Aroussa.

III.2.2. - Principes et méthodes de la classification U.S.B.R.

III.2.2.1. - Notions d'arabilité et d'irrigabilité

Une terre est dite arable, lorsque, soumise à une irrigation soutenue, elle est susceptible de présenter une capacité de production suffisante pour couvrir les coûts de production et pour assurer à l'exploitation un niveau de vie satisfaisant.

Les terres irrigables sont choisies parmi les terres arables lorsque le facteur eau est disponible et lorsque leur distribution géographique par rapport à la source d'eau ne constitue en aucun cas, un obstacle pour leur mise en valeur.

III.2.2.2. - Nature des études

Les spécifications des facteurs physiques, en l'occurrence, le drainage, la topographie et le sol changent suivant qu'il s'agit d'un système d'irrigation par gravité ou par aspersion. Ainsi, pour l'irrigation par gravité, la topographie est le facteur primordial, alors que cette contrainte est de moindre importance dans le cas de l'irrigation par aspersion.

Lorsque le système d'irrigation est connu à l'avance, le pédologue pourra alors orienter le choix et le classement des terres.

Les échelles adoptées pour la cartographie U.S.B.R. sont de trois types, et varient du 1/25 000° au 1/5 000° suivant l'objectif de l'étude. Pour notre étude qui est une reconnaissance, l'échelle adoptée est le 1/25 000°.

III.2.2.3. - Les relations entre facteurs physiques et facteurs économiques

La hiérarchie établie entre les terres en fonction de leur aptitude à l'irrigation est le résultat d'une combinaison entre les facteurs physiques susceptibles d'influencer la production et les facteurs économiques. La capacité de production d'une terre est, en fait, l'expression de certains caractères tels que les facteurs, sol, topographie et drainage.

Le facteur sol englobe tous les paramètres pouvant influencer sur la productivité de la terre à court ou à long terme : texture, structure, capacité de rétention en eau, perméabilité, salure ...

Pour la topographie, les zones irrigables ne doivent pas se localiser dans les positions en pente forte ni avoir une surface ondulée nécessitant des coûts élevés de nivellement ou coût de développement des terres.

Le facteur drainage intervient lorsque l'eau trouve des difficultés à être évacuée, et sera par conséquent gênante pour les cultures, ce qui se produit dans les sols à faible perméabilité ou à obstacle proche de la surface. Dans ce cas, des drains doivent être installés afin de

permettre l'évacuation des excès d'eau, et faciliter l'élimination des sels solubles qui ont tendance à s'accumuler.

De ces trois facteurs sol, topographie et drainage, dépendent étroitement les facteurs économiques, car si l'un d'eux est défectueux, la productivité baissera, et les coûts de production et de développement des terres enregistreront une augmentation importante.

La capacité de palement se trouve donc liée à ces trois facteurs et elle s'exprime par leur interaction suivant l'équation (SQUISSI, 1978) :

$$Y = -a + bX_1 - cX_2 - dX_3$$

Y = capacité de palement

X₁ = indice de productivité du sol

X₂ = coût de développement des terres

X₃ = coût de drainage

Le coefficient a est déterminé en remplaçant les autres paramètres par leurs valeurs, pour une classe donnée. Pour la classe 1, X₁ est égal à 100 %, X₂ et X₃ sont nuls. Il suffit d'avoir la capacité de palement Y pour déterminer a.

b est le coefficient de l'indice de productivité, calculé par le rapport $\frac{\Delta P}{\Delta S}$

ΔP = Différence entre les capacités de palement des classes 1 et 3s

ΔS = Différence entre les indices de productivité des classes 1 et 3s.

c et d représentent respectivement les coefficients du coût de développement des terres et du coût de drainage et prennent les valeurs des taux d'intérêt des crédits accordés par les banques aux agriculteurs.

Cette équation n'est qu'un modèle qui lie capacité de palement et facteurs physiques et elle exprime le principe du classement économique des terres.

111.2.3. - Les classes de terres

Le système U.S.B.R. distingue 6 catégories de terres classées de 1 à 6 par ordre décroissant d'aptitude à l'irrigation.

Les meilleures terres se rangent dans la classe 1, et les terres les plus défectueuses ou non irrigables se situent dans la classe 6.

- La classe 1 : Elle regroupe les terres à grande aptitude ne présentant aucun défaut, ni en sol, ni en topographie, ni en drainage. Ces terres lorsqu'elles sont soumises à une irrigation soutenue assurent les meilleures capacités de paiement.
Cette classe est représentée par le chiffre 1.
- La classe 2 : Elle regroupe les terres arables présentant de légères déficiences soit en sol, soit en topographie, soit en drainage, et elle est représentée par les formules : 2s, 2d, 2t, 2st ... La lettre minuscule indique le facteur déficient (s = sol, d = drainage, t = topographie).
- La classe 3 : Elle concerne les terres arables présentant un peu plus de défauts que la classe 2, et elle est représentée par le chiffre 3 suivi d'une, deux ou trois des lettres indiquant les facteurs de déficience : 3s, 3t, 3d, 3sd ...

Seules les trois premières classes sont utilisables pour l'irrigation.

- La classe 4 : Elle groupe les terres arables qui présentent certaines contraintes dont la correction est coûteuse, et les terres ne pouvant convenir que pour une seule spéculation.
Exemple : Une zone inondée n'est valable que pour la riziculture sous certaines conditions.
- La classe 5 : On range dans cette classe les terres pour lesquelles certaines données font défaut. Elle concerne tous les sols cultivables qui nécessitent des études complémentaires pour pouvoir les mettre en oeuvre.
- La classe 6 : Elle renferme les terres non arables et d'une façon générale les terrains non cultivables. Les sols peu profonds sur croûte calcaire, même s'ils conviennent pour certaines spéculations sont rangés dans cette classe.

111.3. - APPLICATION DE LA METHODE U.S.B.R. POUR L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE LA VALLEE DE L'OUED SILIANA

111.3.1. - Type de l'étude

L'objectif de l'étude est de classer les sols en deux catégories : ceux qui ne peuvent être irrigués et ceux qui peuvent l'être avec ou sans aménagement. Les terres non irrigables de la région ont été groupées dans la classe 6. Les terres arables se répartissent dans les trois premières classes dont les différences résident dans l'intensité et le type de déficience.

Certains de ces défauts varient en fonction du système d'irrigation adopté. La submersion exige, comme il a été signalé des unités de sol à pente faible voire nulle, alors que l'aspersion peut convenir sur des pentes moyennes et des terrains légèrement ondulants.

Pour la région étudiée, le système d'irrigation retenu par le projet de mise en valeur est l'aspersion.

111.3.2. - Les classes de terres des secteurs d'El Aroussa et Gafour

Pour les deux secteurs étudiés nous avons distingué 4 classes de terres : Les classes 1 à 3 (terres arables susceptibles d'être irriguées) et la classe 6 (tous les sols non irrigables).

Chaque classe de terre est représentée sur la carte par une formule. Au numérateur est placé le chiffre indiquant la classe et les lettres s, t ou d expliquant le défaut qui décline la terre.

Exemple : 2s : classe 2 avec déficience en sol

Au dénominateur sont placés les renseignements suivants :

- Type d'occupation des terres, suivi par deux chiffres représentant les niveaux de productivité et de développement des terres.

Exemple : L 2 2

L = culture en sec

1er chiffre 2 = 2ème niveau de productivité

2ème chiffre 2 = 2ème niveau du coût de développement

- Besoins en eau - Exemple : A = Besoin en eau faible

- Possibilités de drainage - Exemple : Y = Drainage possible sans difficulté.

Des lettres minuscules se trouvent à la fin de la formule et indiquent le phénomène essentiel qui décline la terre dans un facteur donné.

Exemple : m = texture trop fine.

III.3.2.1. - La classe 1 - Ex : $\frac{1}{L11 AX}$

Elle comporte toutes les terres ne présentant aucune déficience ni en sol, ni en topographie, ni en drainage.

Les terres de cette classe occupent la rive droite de l'Oued Silliana dans le secteur d'El Aroussa et comprennent des sols isohumiques châtaîns ainsi que des sols bruns calcaires développés sur des alluvions profondes. Dans le secteur de Gafour, elles sont inexistantes à cause du relief accidenté ou de la déficience en sol.

III.3.2.2. - La classe 2 - Ex : $\frac{2s}{L22 AY} w2$

Elle groupe toutes les terres présentant une déficience modérée de l'un des trois facteurs physiques : sol, topographie et drainage.

Pour la région, c'est surtout le facteur sol qui est le plus déficient, soit en propriétés chimiques soit en propriétés physiques.

Ces unités se rencontrent un peu partout dans les deux secteurs. Elles peuvent être utilisées, mais avec prudence, et nécessitent certains coûts de développement comme l'installation d'un réseau de drainage pour l'évacuation des sels.

III.3.2.3. - La classe 3 - Ex : $\frac{3std}{L 33 AY} m3w3$

Elle englobe les terres arables où les déficiences sont plus accentuées. La topographie devient gênante pour l'irrigation même s'il s'agit d'une aspersion. Le sol présente des défauts nombreux et importants. La profondeur du sol reste, cependant acceptable. Des coûts de développement sont nécessaires avant l'aménagement.

On trouve ces terres dans les deux secteurs. A El Aroussa, c'est le facteur sol qui les décline. A Gafour, ce sont à la fois, le sol, la topographie et le drainage qui se regroupent pour dévaloriser ces terres.

III.3.2.4. - La classe 6 - Ex : $\frac{6 \text{ sd}}{L \text{ 66 AZ}} \text{ k6w6}$

Tous les sols peu profonds de type rendzines sur croûte calcaire, et les sols minéraux bruts lithiques sont rangés dans cette classe.

Les lits d'oueds qui sont des terres non arables font partie de cette classe, et sont représentés par la formule $\frac{6 \text{ sd}}{W \text{ 66 Z}}$.

CONCLUSION GENERALE

L'étude pédologique de la vallée de l'Oued Sillana a abouti à l'élaboration de deux cartes pédologiques et de deux cartes d'aptitude des sols à l'irrigation selon le système USBR.

Plusieurs types de sols des différentes classes pédologiques ont été étudiés dans les deux secteurs. La plupart sont profonds et se développent à partir de matériaux alluviaux du quaternaire récent. Les sols peu profonds existent, cependant, et sont localisés surtout dans les glacis et les plémonts.

L'ion calcium est abondant, partout, que ce soit fixé sur le complexe ou associé à d'autres éléments chimiques dans des édifices cristallins ou amorphes. Lorsqu'il est présent, il oriente la pédogenèse, sous nos climats peu agressifs, vers une gamme de sols peu variée.

L'existence d'un puissant massif triasique à roches variées et meubles dominant la zone étudiée du côté nord-ouest, influence beaucoup sur la nature et la formation des sols.

Un phénomène de rubéfaction ancien existe dans la région. En effet des matériaux très rouges et complètement décarbonatés occupent l'amont des glacis au bas du djebel. Ils ne sont probablement pas le résultat d'une pédogenèse récente, car le climat actuel ne peut favoriser la fersiallitisation.

Certains problèmes de salure doivent être notés. Les eaux sont saumâtres et la plupart des sols des terrasses de l'Oued Sillana se caractérisent par une légère salure en profondeur, gênante en cas d'utilisation pour l'irrigation.

L'aménagement de la région nécessite certains travaux préliminaires de protection. En effet, le couvert végétal manque dans la région,

et il en résulte une érosion importante, surtout en bordure des oueds. Une reforestation doit donc protéger les zones non utilisables pour l'agriculture ainsi que les nombreux ravins qui coupent les profonds dépôts quaternaires.

La conservation des eaux et des sols est donc une condition et une nécessité avant les travaux d'installation du réseau d'irrigation dans le secteur d'El Aroussa et de Gafour.

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

- AUBERT (G.) et BOULAIN (J.), 1972. - La pédologie.
P.U.F., Collection "Que sais-je ?", 126 pages.
- BELKHODJA (K.), 1972. - Origine, évolution et caractères de la salinité dans les sols de la plaine de Kairouan (Tunisie).
Thèse, Univ. Toulouse. Bull. Division des Sols de Tunisie, 105 pages.
- BELKHODJA (K.), BORTOLI (L.), COINTEPAS (J.P.), DIMANCHE (P.), FOURNET (A.), JACQUINET (J.C.) et MORI (A.), 1973. - Les sols de la Tunisie Septentrionale.
Bull. Division des Sols de Tunisie, 185 pages.
- BEN AYED (N.), 1975. - Etude géologique des cuvettes de Silliana et du Sers (Atlas Tunisien Central). Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Paris VI, 82 pages.
- BEN YACOB (J.), 1978. - Etude géologique de la région de Bou Arada (Atlas Tunisien). Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Paris VI, 85 pages.
- BONVALLOT (J.) et DELHOUME (J.P.), 1978. - Etude de différentes accumulations carbonatées d'une toposéquence du Centre tunisien (Djebel Semmana). Communication présentée au 103^e Congrès National des Sociétés Savantes, Nancy-Metz.
- BORTOLI (L.) et al., 1969. - Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. Annales de l'INRAT, Vol. 42, Fasc. 1, 235 pages.
- BOULAIN (J.), 1971. - L'agrologie. P.U.F., Coll. "Que sais-je ?", 125 pages.
- BOULAIN (J.), 1975. - Géographie des sols. P.U.F., 199 pages.
- BOULAIN (J.), 1976. - Cours d'hydropédologie, I.N.A. Paris-Grignon, E.N.G.R.E.F., 150 pages.

- BOULAIN (J.), 1976. - Cours de pédologie générale. Document offset, Laboratoire de Géologie - Pédologie, I.N.A. Paris-Grignon, Centre de Grignon, 238 pages.
- CASTANY (G.), 1948. - Les fossés d'effondrement de Tunisie, Géologie et Hydrologie. Premier fascicule : Plaine de Grombaila et cuvettes de la Tunisie Orientale. Ann. Mines et Géologie, Tunis, n° 3.
- CASTANY (G.), 1953. - Notice explicative de la carte géologique de la Tunisie au 1/500 000 (2ème édition). SEFAN, Tunis, 143 pages.
- COINTEPAS (J.P.), 1965. - Irrigation à l'eau salée et drainage en Tunisie. Cahiers O.R.S.T.O.M., série Pédologie, Vol. III, Fasc. 4, 1965.
- C.P.C.S., 1967. - Classification des sols, I.N.A. Grignon, 87 pages.
- DERRUAU (M.), 1972. - Précis de Géomorphologie. Masson et Cie, Paris, 415 pages.
- DUBREUIL (P.), 1967. - Détermination des paramètres du sol influant sur le cycle hydrologique dans les bassins représentatifs et expérimentaux (Protocoles de mesure). Cahiers O.R.S.T.O.M., série Hydrologie, Vol. IV, n° 3, 1967.
- DUCHAUFOR (P.), 1965. - Précis de pédologie (2ème édition), Masson et Cie, Paris, 481 pages.
- DUCHAUFOR (P.), 1976. - Atlas écologique des sols du monde. Masson et Cie, Paris, 192 pages.
- DUCHAUFOR (P.), 1977. - Pédologie - 1. Pédogénèse et classification. Masson et Cie, Paris, 477 pages.
- ERHART (H.), 1967. - La génèse des sols en tant que phénomène géologique. Masson et Cie, Paris, 174 pages.
- FOURNET (A.), 1971. - Etude pédologique de l'U.R.D. de Gafour, Notice explicative et deux cartes. ES 449, Division des Sols de Tunisie.
- GRIM (R.E.), 1968. - Clay Mineralogy. Mac Graw Book Company, 596 pages.

- GROS (A.), 1967. - Engrais - Guide pratique de la fertilisation.
La Maison Rustique, Paris, 433 pages.
- HENIN (S.), 1976. - Cours de physique du sol, tome I. ORSTOM Editest,
159 pages.
- HENIN (S.), 1977. - Cours de physique du sol, tome II. ORSTOM Editest,
221 pages.
- HILLEL (D.), 1974. - L'eau et le sol. Vander Editeur, Louvain (Belgique),
288 pages.
- I.N.R.A.T. (Annales de l'), 1967. - Notice de la carte phyto-écologique de
la Tunisie Septentrionale. Vol. 42, Fasc. 5, 426 pages.
- International Institute of Land Reclamation and Improvement, 1974. -
Drainage principles and applications. III - Surveys
and Investigations, Wageningen, The Netherlands.
- JAMAGNE (G.), 1967. - Bases et techniques d'une cartographie des sols,
Ann. Agro., Vol. 18, n° hors série, 125 pages.
- JAUZEIN (A.), 1967. - Contribution à l'étude géologique des confins de la
dorsale tunisienne, Ann. Mines et Géologie, Tunis, n° 22,
475 pages.
- LE HOUEROU (H.N.), 1969. - La végétation de la Tunisie steppique.
Ann. INRAT, Vol. 42, Fasc. 5, 617 pages.
- MARGULIS (H.) et REVON (A.), 1973. - Pédologie descriptive. Privat Editeur,
Toulouse, 245 pages.
- POMEROL (Ch.) et BLONDEAU (A.), 1968. - Initiation à la géologie pratique.
Editions N. Boubée et Cie, 211 pages.
- PRUNIER (J.), 1961. - Etude pédologique du périmètre de Gafour (Oued El Toub).
H.E.R., Subdivision d'études pédologiques, n° 195,
49 pages et 2 cartes.

RUELLAN (A.), 1971. - L'histoire des sols : Quelques problèmes de définitions et d'interprétation. Cahiers ORSTOM, Série Pédologie, Vol. IX, n° 3, 1971.

SOLIGNAC (M.), 1927. - Etude géologique de la Tunisie septentrionale. Thèse Doc. d'Etat, Univ. Lyon.

SOUISSI (A.), 1977. - Le classement des terres. Un exemple de classement des terres à l'irrigation (Type U.S.B.R.). ES 134, Division des Sols de Tunisie, 38 pages et 2 cartes.

TERMIER (H. et G.), 1960. - Erosion et sédimentation. Masson et Cie, Paris, 412 pages.

Mémoires de fin d'études de 3ème cycle de l'INAT

ALOUÏ (T.), 1974. - Contribution à l'étude du milieu naturel des Mogods.

CHATTAOUI (T.), 1974. - Etude agro-pédologique du henné dans la région de Gabès. Bull. Division des Sols de Tunisie, Année 1975.

EL AMAMI (M.), 1975. - Etude pédologique des Henchirs Fidh El Khezine et Chaabet El Hout (U.R.D. Sedjenane).

GHARBI (A.), 1975. - Etude pédologique de la Basse Vallée de la Medjerdah : Région de Sidi Thabet - Mabtouha.

ANNEXES

Annexe 1

Descriptions des profils-types. Chaque profil est localisé en longitude et en latitude par rapport aux coordonnées Lambert.

Annexe 2

Tableaux d'analyse et commentaires, des prélèvements d'eau dans les principaux oueds de la zone étudiée.

Annexe 3

Graphiques des mesures de perméabilité à la méthode de Porchet.

PROFIL EL 4

Localisation : Plaine d'El Aroussa - Rive gauche de l'Oued Sillana -
Surface plane - Glacis à faible pente : 2 à 3 %, orientée
vers l'Est.

Coordonnées : x = 459,575
y = 344,60
z = 173 m.

Classification : Vertisols lithomorphes, à drainage externe possible. Non
grumosolliques, vertiques, sur alluvions argileuses.

Végétation : Herbacée très claire - Jachère à chaumes non labourée.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Frais - Meuble - Peu résistant - Vides nombreux - Beaucoup de
racines, fines, pénétrant les agrégats, obliques, avec une
répartition généralisée - Traces d'activités biologiques peu
nombreuses - Vive effervescence - Matière organique humifiée -
Structure polyédrique anguleuse moyenne à fine - Brun : 10 YR
4/4 - Argilo-limoneux - Limite régulière - Transition de 2 cm -
Horizon A.
- 20 - 80 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Vides nombreux : Fentes verticales,
de 10 mm de largeur, écartées de 20 cm environ, et traversant
l'horizon - Activités biologiques peu nombreuses - Vive effe-
vescence - Faible pourcentage d'éléments grossiers : Gravier
calcaires, arrondis, non altérés - Matière organique humifiée -
Structure colonnaire à sous-structure polyédrique grossière -
Faces de glissement - Faces luisantes - Brun gris : 10 YR 5/4 -
Argileux - Limite régulière - Transition de 3 cm - Horizon (B).
- > 80 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Pas de
racines - Très vive effervescence - Amas et pseudomycélium
calcaires - Structure massive à débit anguleux - Gris jaunâtre :
10 YR 7/3 - Texture équilibrée - Horizon C_{ca}.

PROFIL EL 5

Localisation : Plaine d'El Aroussa - Rive gauche de l'Oued Sillana - Surface plane - Glacis à faible pente : 3 ‰ - Zone légèrement basse.

Coordonnées x = 459,725

y = 344,900

z = 170 m.

Classification : Sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial modaux sur matériau alluvial.

Végétation : Herbacée annuelle très claire - Jachère à chaumes non travaillée.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Frais - Meuble - Peu résistant - Vides nombreux - Racines fines et moyennes, d'orientation oblique - Peu de traces d'activités biologiques - Effervescence moyenne généralisée - Faible pourcentage d'éléments grossiers - Gravier et cailloux, irréguliers émoussés non altérés - Matière organique humifiée - Structure particulière - Brun 10 YR 4/4 - Sablo-limoneux - A sables quartzeux - Limite régulière - Transition de 3 cm - Horizon A₁₁.
- 20 - 40 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Racines fines et moyennes d'orientation oblique - Peu de traces d'activités biologiques - Effervescence moyenne généralisée - Peu d'éléments grossiers : Gravier calcaires, irréguliers émoussés, non altérés - Matière organique humifiée - Structure particulière - Brun : 10 YR 4/6 - Sablo-limoneux - A sables quartzeux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon A₁₂.
- 40 - 75 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Peu de racines - Effervescence généralisée - Quelques éléments grossiers : Gravier calcaires, irréguliers émoussés, non altérés - Structure particulière - Gris jaunâtre : 10 YR 7/3 - Sableux - A sables quartzeux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon C₁.
- 75 - 115 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Peu de racines fines et obliques - Effervescence généralisée - Présence d'éléments grossiers : Gravier et cailloux calcaires de formes irrégulières à angles émoussés, non altérés - Structure particulière - Gris jaunâtre : 10 YR 7/3 - Sableux - A sables quartzeux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon C₂.
- 115 cm : Sec - Cohérent - Peu résistant - Peu de vides - Pas de racines - Effervescence généralisée - Amas calcaires de taille 5 mm - Structure polyédrique anguleuse moyenne - Brun gris : 7,5 YR 5/4 - Argileux - Horizon II_C.

PROFIL EL 9

Localisation : Plaine d'El Aroussa - Rive droite de l'Oued Sillana.

Surface plane - Pente nulle.

Coordonnées : x = 459,725

y = 342,750

z = 176 m.

Classification : Soils isohumiques à complexe saturé évoluant sous pédoclimat frais pendant la saison humide, châtaîns, à caractère de salure, sur matériau alluvial.

Végétation : Herbacée annuelle très claire - Jachère travaillée.

DESCRIPTION

- 0 - 30 cm : Frais - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Racines fines et moyennes, verticales, avec une répartition généralisée dans la masse - Effervescence moyenne généralisée - Peu d'éléments grossiers : cailloux et graviers émoussés non altérés - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse fine - Brun foncé : 10 YR 3/4 - A texture équilibrée - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon A_p .
- 30 - 55 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Peu de racines fines et moyennes, verticales - Forte effervescence généralisée - Pas d'éléments grossiers - Accumulation calcaire en pseudomycélium - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse moyenne - Brun foncé : 10 YR 3/4 - Limono-argileux - Limite régulière - Transition de 3 cm - Horizon $(B)_1$.
- 55 - 80 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Quelques racines fines et verticales - Forte effervescence généralisée - Accumulation calcaire en amas - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse - Couleur : Brun Gris jaunâtre : 10 YR 5/3 - Sablo-argileux - Limite régulière - Transition de 3 cm - Horizon $(B)_2Ca$.
- >80 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Pas de racines - Vive effervescence - Accumulation calcaire en amas - Structure polyédrique anguleuse moyenne - Gris jaunâtre : 10 YR 7/4 - Limono-argileux - Horizon Cca .

PROFIL EL 10

Localisation : Plaine d'El Aroussa - Rive gauche de l'Oued Silliana. Surface plane - Pente faible : 2 %.

Coordonnées : x = 460,350
y = 345,875
z = 158 m.

Classification : Sols isohumiques à complexe saturé évoluant sous pédoclimat frais pendant la saison humide, châtaîns vertiques sur matériau alluvial.

Végétation : Herbacée annuelle - Culture de blé.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Frais - Meuble - Peu résistant - Vides nombreux - Beaucoup de racines fines, pénétrant dans la masse, et obliques - Activités biologiques peu nombreuses - Effervescence moyenne généralisée - Quelques éléments grossiers : Cailloux irréguliers émoussés non altérés - Matière organique humifiée - Structure massive à débit émoussé - Brun 10 YR 4/4 - Sablo-argileux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon A_p.
- 20 - 55 cm : Sec - Peu cohérent - Résistant - Vides nombreux - Racines très fines - Traces d'activités biologiques peu nombreuses - Effervescence moyenne généralisée - Matière organique humifiée - Structure massive à débit émoussé - Gris jaunâtre : 10 YR 6/3 - Sablo-illimoneux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon A₁₂.
- 55 - 80 cm : Sec - Peu cohérent - Résistant - Vides nombreux - Quelques racines très fines - Traces d'activités biologiques peu nombreuses - Vive effervescence - Matière organique humifiée - Structure prismatique grossière - Brun gris jaunâtre : 10 YR 4/3 - Argillo-illimoneux - Limite régulière - Transition de 1 cm - Horizon (B)₁.
- 80 - 130 cm : Sec - Cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Peu de racines très fines - Vive effervescence - Pseudomycélium calcaire - Structure polyédrique anguleuse moyenne - Brun : 10 YR 4/4 - Argillo-sableux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon (B)₂.
- >130 cm : Sec - Cohérent - Peu résistant - Vides peu nombreux - Pas de racines - Vive effervescence généralisée - Accumulation calcaire en pseudomycélium - Structure polyédrique anguleuse moyenne - Gris jaunâtre : 10 YR 6/4 - A texture équilibrée - Horizon C_{ca}.

PROFIL EL 24

Localisation : Secteur d'El Aroussa - Rive droite de l'Oued Silliana -
Surface plane - Pente très faible.

Coordonnées : x = 460,562
y = 341,325
z = 196 m.

Classification : Sols calcimagnésiques carbonatés, rendzines modales sur
croûte calcaire.

Végétation : Herbacée annuelle - Cultures céréalières.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Racines fines, pénétrant les agrégats, avec une répartition généralisée - Effervescence moyenne - Quelques éléments grossiers : Cailloux et graviers calcaires de formes diverses - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse fine - Brun : 10 YR 4/4 - Argillo-limoneux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon A.
- 20 - 90 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Croûte calcaire, dure, démantelée en surface - Passe progressivement, en profondeur à un encroûtement pulvérulent tendre et friable - Couleur blanche : 7,5 YR 8/1 - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon C₁.
- 90 - >110 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Pas de racines - Effervescence forte généralisée - Pas d'éléments grossiers - Accumulation calcaire en nodules - Structure polyédrique anguleuse de taille moyenne - Brun jaune : 7,5 YR 7/3 - Argillo-limoneux - Matériau alluvial ayant subi l'accumulation calcaire - Horizon C₂.

PROFIL EL 26

Localisation : Plaine d'El Aroussa. Rive gauche de l'Oued Lahmar, à quelques mètres de l'Oued. Surface plane. Pente nulle.

Coordonnées : x = 461,275
y = 341,775
z = 187 m.

Classification : Sols isohumiques à complexe saturé évoluant sous un pédoclimat frais pendant la saison humide, châtaîns modaux sur croûte calcaire.

Végétation : herbacée annuelle. Cultures céréalières.

DESCRIPTION

- 0 - 15 cm : Frais - Meuble - Peu résistant - Beaucoup de racines fines, verticales, pénétrant les agrégats - Effervescence moyenne généralisée - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse fine - Brun : 7,5 YR 7/3 - Limoneux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon A.
- 15 - 30 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Quelques racines fines et moyennes, verticales, pénétrant les agrégats - Effervescence moyenne généralisée - Accumulation calcaire en pseudomycélium - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse moyenne - Brun : 10 YR 4/4 - A texture équilibrée - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon (B)₁.
- 30 - 55 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Peu de racines fines, verticales - Vive effervescence généralisée - Quelques éléments grossiers de la taille des cailloux, arrondis non altérés, de nature calcaire - Accumulation calcaire en pseudomycélium - Matière organique humifiée - Structure prismatique moyenne - Revêtements calcaires sur les faces verticales des unités structurales - Gris jaunâtre : 10 YR 6/4 - A texture équilibrée - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon (B)₂.

- 55 - 105 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Peu de racines, très fines, pénétrant les agrégats et verticales - Vive effervescence - Accumulation calcaire en pseudomycélium - Structure polyédrique subanguleuse moyenne - Brun orangé : 7,5 YR 6/6 - A texture équilibrée - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon C₁.
- > 105 cm : Croûte calcaire démantelée - Devient de plus en plus tendre en profondeur, et se transforme en encroûtement pulvérulent.

PROFIL EL 27

Localisation : Plaine d'El Aroussa - Rive gauche de l'Oued Silliana -

Surface plane - Glacis à faible pente : 3 %.

Coordonnées : x = 458,450

y = 345,855

z = 200 m.

Classification : Sols peu évolués, non climatiques, d'apport alluvial, vertiques sur alluvions fines.

Végétation : Herbacée - Cultures fourragères - Vesce avoine.

DESCRIPTION

0 - 20 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Vides nombreux - Racines fines, pénétrant les agrégats et obliques - Vive effervescence - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse moyenne - Gris jaunâtre : 10 YR 6/4 - Argillo-Ilmoneux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon A_p.

20 - >110 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Peu de vides - Peu de racines - Vive effervescence - Quelques éléments grossiers : cailloux et graviers calcaires irréguliers émoussés non altérés - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse grossière - Gris Jaunâtre : 10 YR 6/4 - Argilleux - Horizon C.

PROFIL EL 28

Localisation : Plaine d'El Aroussa - Rive gauche de l'Oued Sillana - Glacis à faible pente : 2 à 3 % - Zone légèrement basse.

Coordonnées : x = 459,875
y = 346,550
z = 163 m.

Classification : Vertisols lithomorphes, à drainage externe possible - Non grumosoliques, modaux, sur alluvions argileuses.

Végétation : Herbacée annuelle - Cultures céréalières.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Fentes de 10 mm, écartées de 20 cm environ traversant l'horizon - Pas de traces d'activités biologiques - Forte effervescence - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse moyenne - Brun clair : 7,5 YR 5/6 - Argilo-limoneux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon A_p -
- 20 - 110 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Vides nombreux - Fentes verticales de 20 mm de largeur écartées de 20 cm environ - Peu de racines - Forte effervescence - Matière organique humifiée - Structure en colonnes à sous-structure polyédrique grossière - Faces de glissement - Faces luisantes - Brun gris : 7,5 YR 5/4 - Argileux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon (B).
- >110 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Vides nombreux - Pas de racines - Forte effervescence - Structure polyédrique anguleuse grossière - Faces de glissement - Faces luisantes - Brun gris : 7,5 YR 5/4 - Argileux - Horizon C.

PROFIL EL 35

Localisation : Plaine d'El Aroussa. Rive gauche de l'Oued Sillana. Surface plane légèrement orientée vers le sud-est. Pente = 4 %.

Coordonnées : x = 459,975
y = 344,225
z = 164 m.

Classification : Sols isohumiques à complexe saturé évoluant sous un pédoclimat frais pendant la saison humide, châtaîns à faible hydromorphie en profondeur sur matériau alluvial.

Végétation : Sol nu - Jachère non travaillée.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Frais - Meuble - Peu résistant - Peu de racines fines et très fines, pénétrant les agrégats et verticales - Nombreuses traces d'activités biologiques : coquilles et turricules - Effervescence moyenne - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse moyenne - Brun : 10 YR 4/4 - Limono-argileux - Limite régulière - Transition nette : 1 cm - Horizon A.
- 20 - 75 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Peu de racines, moyennes et fines, réparties dans la masse - Verticales - Nombreuses traces d'activités biologiques : Coquilles et turricules - Vive effervescence Accumulation calcaire en amas - Matière organique humifiée - Structure massive à débit anguleux - Gris jaunâtre : 7,5 YR 6/4 - Limono-argileux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon (B).
- 75 - 95 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Pas de racines - Vive effervescence - Taches de couleur rouille, de formes irrégulières, réparties au hasard : oxydo-réduction de fer - Structure massive à débit anguleux - Brun orangé : 10 YR 6/6 - Argillo-limoneux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon C_{1g}.
- 95 - >120 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Pas de racines - Vive effervescence Pas d'éléments secondaires - Structure polyédrique subanguleuse moyenne - Brun gris jaunâtre : 10 YR 5/4 - Argillo-limoneux - Horizon C₂ - Matériau alluvial.

PROFIL EL 58

Localisation : Plaine d'El Aroussa. Rive droite de l'Oued Sillana. Limite nord-est du secteur. Surface plane. Pente faible : 2 %.

Coordonnées : x = 461,375
y = 346,700
z = 158 m.

Classification : Sols calcimagnésiques, carbonatés, bruns calcaires vertiques, sur matériau alluvial.

Végétation : Herbacée annuelle - Cultures céréalières.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Humide - Meuble - Peu résistant - Peu de racines - Traces d'activités biologiques peu nombreuses - Vive effervescence - Pas d'éléments grossiers - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse légèrement grossière - Brun : 10 YR 4/4 - Limono-argileux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon A_p.
- 20 - 55 cm : Sec - Peu cohérent - Résistant - Très peu de racines - Traces d'activités biologiques peu nombreuses - Vive effervescence - Pas d'éléments grossiers - Accumulation calcaire en amas et nodules de formes diffuses - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse moyenne - Gris orangé : 10 YR 7/3 - Argilo-limoneux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon (B).
- 55 - > 120 cm : Sec - Peu cohérent - Résistant - Très peu de racines - Vive effervescence - Pas d'éléments grossiers - Accumulation calcaire en amas - Structure polyédrique anguleuse grossière avec faces de glissement et faces luisantes - Brun gris jaunâtre - Argilo-limoneux - Horizon C.

PROFIL EL 73

Localisation : Plaine d'El Aroussa - Rive gauche de l'Oued Rmil. Surface plane - Pente nulle.

Coordonnées : x = 463,175

y = 343,00

z = 169 m.

Classification : Sols calcimagnésiques carbonatés, bruns calcaires modaux, sur matériau alluvial.

Végétation : Herbacée annuelle - Cultures céréalières

DESCRIPTION

0 - 30 cm : Frais - Meuble - Peu résistant - Racines fines, pénétrant les agrégats, verticales, avec une répartition généralisée - Vive effervescence - Pas d'éléments grossiers - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse fine - Brun : 10 YR 4/4 - Argilo-Ilmoneux - Limite régulière - Transition de 3 cm.

30 - 70 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Peu de racines fines, verticales, pénétrant les agrégats - Vive effervescence - Accumulation calcaire en amas et en pseudomycélium - Matière organique humifiée - Structure polyédrique grossière - Brun : 10 YR 4/4 - Argilo-Ilmoneux - Limite régulière - Transition de 7 cm - Horizon (B).

70 - >130 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Pas de racines - Vive effervescence - Faible accumulation calcaire en pseudomycélium - Structure polyédrique anguleuse moyenne - Brun Jaune : 10 YR 6/4 - Argileux - Horizon C.

PROFIL EL 78

Localisation : Plaine d'El Aroussa - Rive droite de l'Oued Sillana - Surface plane orientée vers l'ouest - Pente : 4 %.

Coordonnées : x = 461,175
y = 344,700
z = 155 m.

Classification : Soils peu évolués d'origine non climatique, d'apport alluvial, hydromorphes à pseudogley, sur alluvions.

Végétation : Herbacée annuelle - Cultures céréalières.

DESCRIPTION

0 - 15 cm : Frais - Meuble - Peu résistant - Peu de racines, de taille fine, verticales - Peu de traces d'activités biologiques - Forte effervescence - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse moyenne à fine - Brun : 10 YR 4/4 - Limono-argileux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon A_p ou A₁₁.

15 - 50 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Peu de racines - Peu de traces d'activités biologiques - Forte effervescence - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse très grossière - Brun : 10 YR 4/3 - Argillo-limoneux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon A₁₂.

50 - >120 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Très peu de racines - Pas de traces d'activités biologiques - Forte effervescence - Pas d'éléments grossiers - Taches d'oxydo-réduction du fer : Pseudogley - Amas calcaires en profondeur - Structure prismatique très grossière avec faces de glissement - Brun orangé : 10 YR 5/4 - Argillo-limoneux - Horizon C_g.

PROFIL EL 96

Localisation : Plaine d'El Aroussa. Rive droite de l'Oued Sillana. Surface plane. Pente nulle.

Coordonnées : x = 460,100
y = 342,925
z = 172 m.

Classification : Soils isohumiques à complexe saturé, évoluant sous pédoclimat frais pendant la saison humide, châtaîns, typiques sur matériau alluvial.

Végétation : Ligneuse basse claire. Oliverale.

DESCRIPTION

- 0 - 25 cm : Frais - Meuble - Peu résistant - Racines fines, pénétrant les agrégats, verticales - Traces d'activités biologiques peu nombreuses : coquilles et turricules - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse fine - Brun gris : 7,5 YR 4/4 - A texture équilibrée - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon A.
- 5 - 45 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Peu de racines, fines et verticales - Traces d'activités biologiques peu nombreuses : coquilles - Effervescence forte généralisée - Pas d'éléments grossiers - Accumulation calcaire en pseudomycélium - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse grossière - Gris-jaunâtre : 10 YR 6/4 - Limono-argileux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon (B)₁.
- 15 - 70 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Quelques racines fines et verticales - Nombreuses traces d'activités biologiques : coquilles - Effervescence forte généralisée - Pas d'éléments grossiers - Amas calcaires abondants - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse moyenne à fine - Brun gris jaunâtre : 10 YR 5/4 - Limono-argileux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon (B)_{2ca}.
- 20 - >150 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Pas de racines - Pas d'éléments grossiers - Effervescence ^{généralisée} - Eléments figurés moyennement abondants - Nodules et amas calcaires - Structure massive à débit émoussé - Gris jaunâtre : 7,5 YR 7/4 - Limono-argileux - Horizon C_{ca}.

PROFIL G 10

Localisation : Secteur de Gafour - Glacis à faible pente : 23 %, situé à l'ouest du village, entre l'Oued Namouss et l'Oued Mezaz El Beguar. Altitude : 305 m.

Classification : Sols Isohumiques à complexe saturé évoluant sous pédoclimat frais pendant la saison pluvieuse, châtaîns rouges sur colluvions.

Végétation : Jachère à chaumes non travaillée.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Peu de racines, fines, pénétrant les agrégats - Pas de traces d'activités biologiques - Effervescence faible - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse moyenne - Brun gris jaunâtre : 10 YR 5/4 - Argillo-limoneux - Limite régulière - Transition de 3 cm - Horizon A.
- 20 - 100 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Très peu de racines - Pas de traces d'activités biologiques - Effervescence faible - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse nette, légèrement grossière - Brun orangé : 7,5 YR 4/6 - Argillo-limoneux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon (B).
- 100 - >120 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Pas de racines - Effervescence vive - Accumulation calcaire et amas et nodules - Structure polyédrique anguleuse fine - Brun rouge : 5 YR 4/4 - Limono-argilleux - Horizon C_{ca}.

PROFIL G 31

Localisation : Périmètre de Gafour - Rive droite de l'Oued Silliana -
Pente moyenne : 5 %, orientée vers le sud-ouest. Altitude :
300 m.

Classification : Sols calcimagnésiques carbonatés, bruns calcaires, salés
et alcalisés, sur marnes grises du Santonien.

Végétation : Herbacée annuelle - Céréales.

DESCRIPTION

- 0 - 25 cm : Frais - Meuble - Peu résistant - Peu de racines, fines et
verticales, pénétrant les agrégats - Pas de traces d'activité
biologiques - Effervescence généralisée - Matière organique
humifiée - Structure polyédrique subanguleuse fine - Poreux -
Brun jaune - Argilo-limoneux - Limite régulière - Transition
de 3 cm - Horizon A.
- 25 - 60 cm : Frais - Cohérent - Résistant - Peu de racines - Pas de traces
d'activités biologiques - Effervescence forte généralisée -
Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse
grossière - Pas d'éléments figurés - Gris jaune - Argileux -
Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon (B)₁.
- 60 - 100 cm : Frais - Cohérent - Résistant - Pas de racines - Pas de traces
d'activités biologiques - Effervescence forte généralisée -
Structure polyédrique anguleuse grossière - Taches d'oxydo-
réduction du fer, grises et rouille. Macrocristaux de gypse
secondaire - Gris orangé - Argilo-limoneux - Limite régulière -
Transition de 5 cm - Horizon (B)₂.
- 100 - >120 cm : Marne grise santonienne altérée - Horizon C Imperméable
cause de l'hydromorphie.

PROFIL G 53

Localisation : Périmètre de Gafour - Plaine d'Oum Zeïde - Pente nulle -
Surface plane - Altitude : 295 m.

Classification : Sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial faiblement salés ou alcalisés.

Végétation : Maraîchage - Cultures Irriguées.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Frais - Cohérent - Peu résistant - Peu de racines de taille très fine, verticales, pénétrant la masse - Pas de traces d'activités biologiques - Effervescence généralisée - Matière organique humifiée - Structure massive à débit émoussé - Brun : 10 YR 4/3 - Limono-argileux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon A₁₁.
- 20 - 40 cm : Frais - Cohérent - Peu résistant - Très peu de racines, fines, verticales pénétrant la masse - Pas de traces d'activités biologiques - Effervescence généralisée - Matière organique humifiée - Structure massive à débit émoussé - Brun orangé 7,5 YR 6/3 - Argilo-limoneux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon A₁₂.
- 40 - >100 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Pas de racines - Pas de traces d'activités biologiques - Effervescence généralisée - Pas d'éléments figurés - Structure polyédrique anguleuse moyenne à grossière - Brun jaune clair 10 YR 7/2 - Argilo-limoneux - Horizon C.

PROFIL G 62

Localisation : Secteur de Gafour - Glacis quaternaire au pléomont du djebel Ech-Cheïd - Surface plane - Pente moyenne : 3 à 4 % -
Altitude : 305 m.

Classification : Sols à sesquioxydes, fersiallitiques, non lessivés, sur colluvions triasiques.

Végétation : Herbacée annuelle - Céréales.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm : Sec - Peu cohérent - Peu résistant - Peu de racines fines, verticales, pénétrant les agrégats - Pas de traces d'activités biologiques - Pas d'effervescence - Quelques cailloux gréseux, de formes diverses, non altérés - Matière organique humifiée - Structure polyédrique subanguleuse fine à moyenne - Brun orangé : 7,5 YR 6/4 - Argillo-limoneux - Limite régulière - Transition de 5 cm - Horizon A_p.
- 20 - 70 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Très peu de racines fines, verticales - Pas de traces d'activités biologiques - Pas d'effervescence - Quelques cailloux gréseux de formes diverses non altérés - Matière organique humifiée - Structure polyédrique anguleuse fine - Brun rouge : 5 YR 3/4 - Argilleux - Limite régulière - Transition de 2 cm - Horizon (B).
- 70 - >100 cm : Sec - Cohérent - Résistant - Pas de racines - Pas de traces d'activités biologiques - Effervescence vive généralisée - Accumulation calcaire diffuse - Encroûtement - Structure massive à débit anguleux - Brun orangé clair : 7,5 YR 7/4 - Limoneux - Horizon d'accumulation calcaire Cca.

ETUDE ANALYTIQUE DES FAUX DES PRINCIPAUX OUEDS
DES SECTEURS ETUDIÉS

Au cours de l'année, et à partir du mois de Décembre 1978, des prélèvements d'eau à la bouteille ont été effectués régulièrement dans les principaux oueds de la région. Ces échantillons sont fournis au laboratoire de chimie des sols de l'Ariana pour analyse chimique. Les résultats figurent sur les tableaux n° 1, 2 et 3.

On constate sur ces résultats que les sites situés à l'aval (secteur d'El Aroussa) sont plus chargés en sels solubles que ceux situés à l'amont (secteur de Gafour).

Les principaux agents de la salinisation sont les affluents de l'Oued Sillana qui transportent les eaux salées des nappes triasiques.

L'Oued El Melah (site 8) est l'un de ces cours d'eau salés ; la conductivité électrique de ses eaux est supérieure à 100 millimhos/cm (prélèvement effectué le 3/5/1979). Il descend du djebel Ech-Cheïd au nord-ouest de Gafour où il reçoit les eaux salées d'une nappe triasique permanente, et rejoint en aval la vallée de l'Oued Sillana.

Le deuxième Oued El Melah, affluent du Rmil dans la plaine d'El Aroussa, transporte lui aussi des eaux chargées, car il draine une zone de sols salés et communique avec une source à eaux saumâtres, appelée ATn Bou Slem, dans la région de Bou Arada.

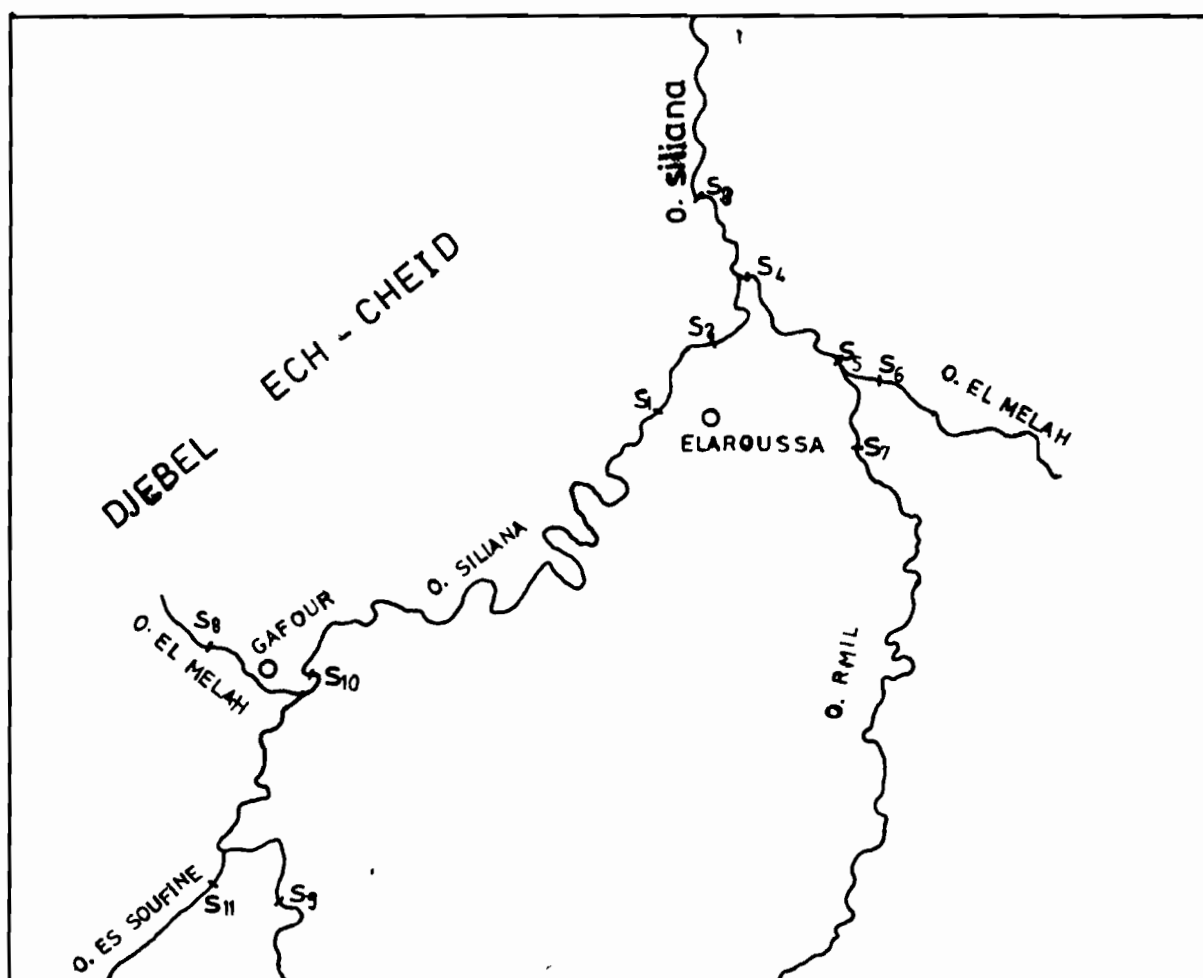
En dehors de ces périmètres salés peu abondants, il ressort que la principale cause de salinisation dans la région est la présence du Trias dans une position haute. En effet, en bas de Lakhouat, au sud de Gafour, où le Trias n'affleure plus, on constate que les eaux de l'Oued Sillana sont presque douces (site 9, Fig. 1) : La conductivité électrique est de 2 mmhos/cm et le SAR ne remonte pas au-dessus de 2,25. De telles eaux ont un pouvoir alcalisant faible. Mais les faibles quantités de sels solubles qu'elles contiennent peuvent s'accumuler progressivement dans le sol en cas d'irrigation.

Au niveau d'El Aroussa, l'Oued Sillana véhicule des eaux saumâtres dont la C.E. est généralement supérieure à 5, et le SAR dépasse parfois 10. De telles eaux ne pourraient servir à l'irrigation. Les quantités de sels qu'elles communiqueront aux sols seront élevées, et les fortes teneurs en Na, par rapport au Ca et au Mg, (SAR), qu'elles contiennent, risquent d'alcaliser le complexe absorbant même à court terme.

Pour l'Oued Rmil, les eaux sont légèrement saumâtres avec un SAR peu élevé (site 7), avant la confluence avec l'Oued El Melah. Ce n'est qu'au delà de ce point de confluence (sites 4 et 5) que la C.E. et le SAR remontent à des seuils dangereux pour l'irrigation.

Pour conclure, on signale que les eaux de surface, sont présentes en quantités importantes aux environs des deux secteurs. Leur utilisation n'est malheureusement possible que sur l'Oued Sillana à l'amont de Gafour, et probablement sur l'Oued Rmil, un peu plus au sud de la plaine d'El Aroussa, près du djebel Rmil.

FIG 1: CROQUIS DES SITES DE PRELEVEMENT
DES EAUX



ECHELLE 1:20 0000

Tableau n° 1 - Résultats d'analyses des prélèvements d'eau dans les principaux oueds de la région de GAAPOUR-EL AROUSSA

Sites de prélèvement	Dates de prélèvement	pH	C.E. mmhos/cm	R.S. mg/l	Cations méq/l				Anions méq/l			S.A.R.
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	
Site 1 (Fig. 1) Oued Siliana	28.12.78	7,4	5,28	4180	8,2	14,8	45,0	0,46	22,6	42,5	4,0	9,38
	12.1.79	8,0	8,53	5740	13,6	17,4	63,0	0,66	19,4	78,0	4,0	11,32
	16.1.79	8,1	5,85	3780	11,7	12,4	38,5	0,42	16,6	40,5	4,0	7,84
	14.2.79	8,1	7,95	5100	12,8	16,2	48,0	0,56	25,2	50,0	4,0	8,91
	27.2.79	7,9	2,75	1840	8,3	9,7	11,8	0,17	15,6	9,0	3,0	2,78
	23.3.79	7,2	2,44	1580	9,0	7,0	11,2	0,19	11,4	12,5	3,0	2,80
	13.4.79	7,6	2,08	1512	5,5	7,5	10,0	0,12	12,8	6,3	4,0	2,77
Site 2 (Fig. 1) Oued Siliana	28.12.78	8,1	5,28	4160	8,0	16,0	43,0	0,46	20,0	42,5	4,0	8,77
	12.1.79	8,0	8,53	5880	13,6	14,4	65,5	0,66	22,0	70,5	4,0	12,38
	14.2.79	8,0	7,38	4920	12,8	16,2	40,5	0,53	28,4	35,75	5,0	7,52
	27.2.79	7,9	3,06	2000	9,1	10,9	11,3	0,18	17,4	9,5	3,0	2,53
Site 3 (Fig. 1) Oued Siliana	28.12.78	8,0	5,55	4560	8,5	16,5	47,0	0,49	25,2	46,0	4,0	9,40
	13.1.79	8,0	7,92	5300	14,0	15,9	56,5	0,56	21,0	65,0	5,0	10,33
	15.2.79	8,1	7,38	5020	13,0	15,0	41,5	0,52	27,0	37,5	5,0	7,84
	23.3.79	7,4	2,56	1560	8,7	5,3	10,55	0,19	10,8	12,0	2,0	2,82

Tableau 2 - Résultats d'analyses des prélèvements d'eau dans les principaux oueds de la région de GAAFOUR-EL AROUSSA (suite)

Sites de prélèvement	Dates de prélèvement	pH	C.E. mmhos/cm	R.S. mg/l	Cations méq/l				Anions méq./l			S.A.R.
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	
Site 4 (Fig. 1) Oued Rmil	12.1.79	8,1	6,82	4520	12,8	19,2	45,0	0,28	21,5	49,0	6,0	7,95
	16.1.79	7,9	6,09	4080	12,8	16,2	38,5	0,26	20,0	40,5	6,0	7,15
	14.2.79	7,8	6,25	4280	11,7	17,3	31,0	0,26	22,8	32,0	7,0	5,75
	27.2.79	7,9	2,30	1420	5,9	8,1	9,7	0,17	9,65	9,5	3,0	2,59
	23.3.79	7,7	4,87	3240	11,2	18,8	30,0	0,23	24,4	29,4	4,0	5,48
	13.4.79	7,7	3,57	2540	9,7	10,3	18,7	0,19	18,2	17,6	4,0	4,18
Site 5 (Fig. 1) Oued Rmil	12.2.79	7,5	10,79	7460	14,15	25,85	75,0	0,58	39,0	70,0	6,0	11,86
	23.3.79	7,9	5,48	4300	12,4	21,6	34,0	0,29	30,7	33,0	4,0	5,83
Site 6 (Fig. 1) Oued El Melah El Aroussa	12.2.79	7,9	13,06	9180	15,5	29,5	88,0	0,58	39,0	84,0	7,0	13,12
	23.3.79	7,8	11,57	8160	14,25	30,75	90,0	0,47	44,0	90,0	5,0	13,42
Site 7 (Fig. 1) Oued Rmil	12.2.79	8,0	5,11	3620	14,15	16,85	22,5	0,24	34,2	17,0	3,0	4,04
	27.2.79	8,0	2,81	1920	9,1	10,9	11,65	0,12	21,0	7,6	3,0	2,60
	23.3.79	8,0	3,9	2740	12,1	17,9	17,6	0,19	28,8	16,0	3,0	3,21
Site 8 (Fig. 1) Oued El Melah Gafour	3.5.79		197,7									
	11.5.79	7,1	132,9									

Tableau 3 Résultats d'analyses des prélèvements d'eau dans les principaux oueds de la région de GAAFOUR-EL AROUSSA (suite)

Sites de prélèvement	Dates de prélèvement	pH	C.E. mmhos/cm	R.S. mg/l	Cations méq./l				Anions méq.l			S.A.R.
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	
Site 9 (Fig.1) Oued Siliana	3.5.79	8,3	2,44	1640	7,5	8,5	9,0	0,11	10,0	8,	4,0	2,25
	11.5.79	7,6	1,25	836	4,8	3,0	4,25	0,07	6,8	3,85	2,2	1,52
	18.5.79	7,8	2,13	1520	7,5	12,5	4,4	0,1	13,5	6,0	4,0	0,98
Site 10 (Fig.1) Oued Siliana	3.5.79	8,2	2,44	1800	7,7	10,3	9,4	0,11	10,5	9,4	3,0	2,10
	11.5.79	7,7	1,48	932	5,0	4,6	5,0	0,07	7,5	4,55	2,2	1,61
	18.5.79	8,0	2,34	1731	7,7	14,3	6,15	0,1	13,5	6,6	6,0	1,31
Site 11 (Fig. 1) Oued Soufine	18.5.79	7,8	13,3	9350	26,4	49,6	82,0	0,21	50,0	100,0	4,0	9,41

C.E. = Conductivité électrique, en mmhos/cm

R.S. = Résidu sec, en mg/l

$$S.A.R. = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

= Sodium absorption ratio ou coefficient d'absorption du Na

FIG 2: PORCHET - EL-AROUSSA - Site 1 (Profil EL 46)

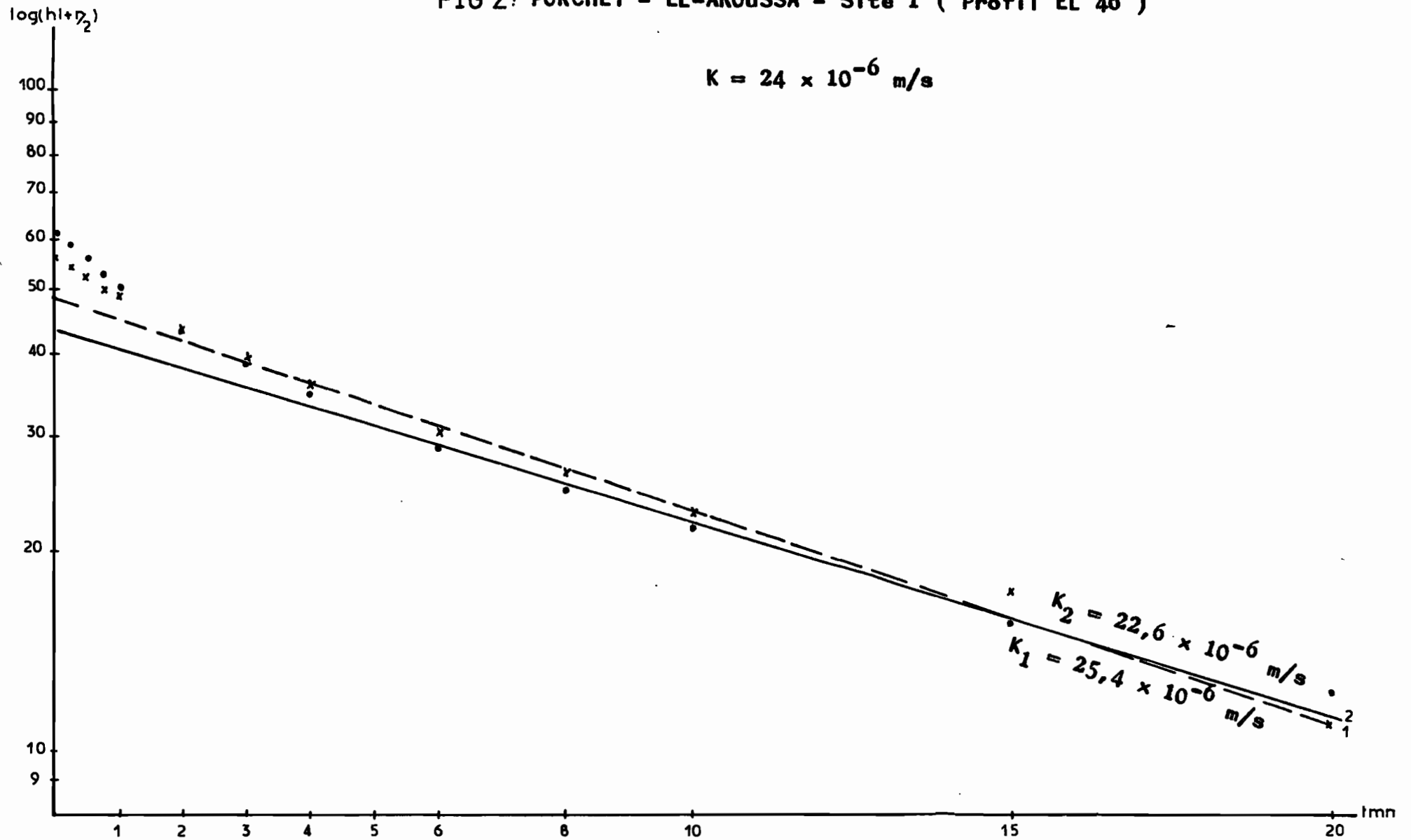
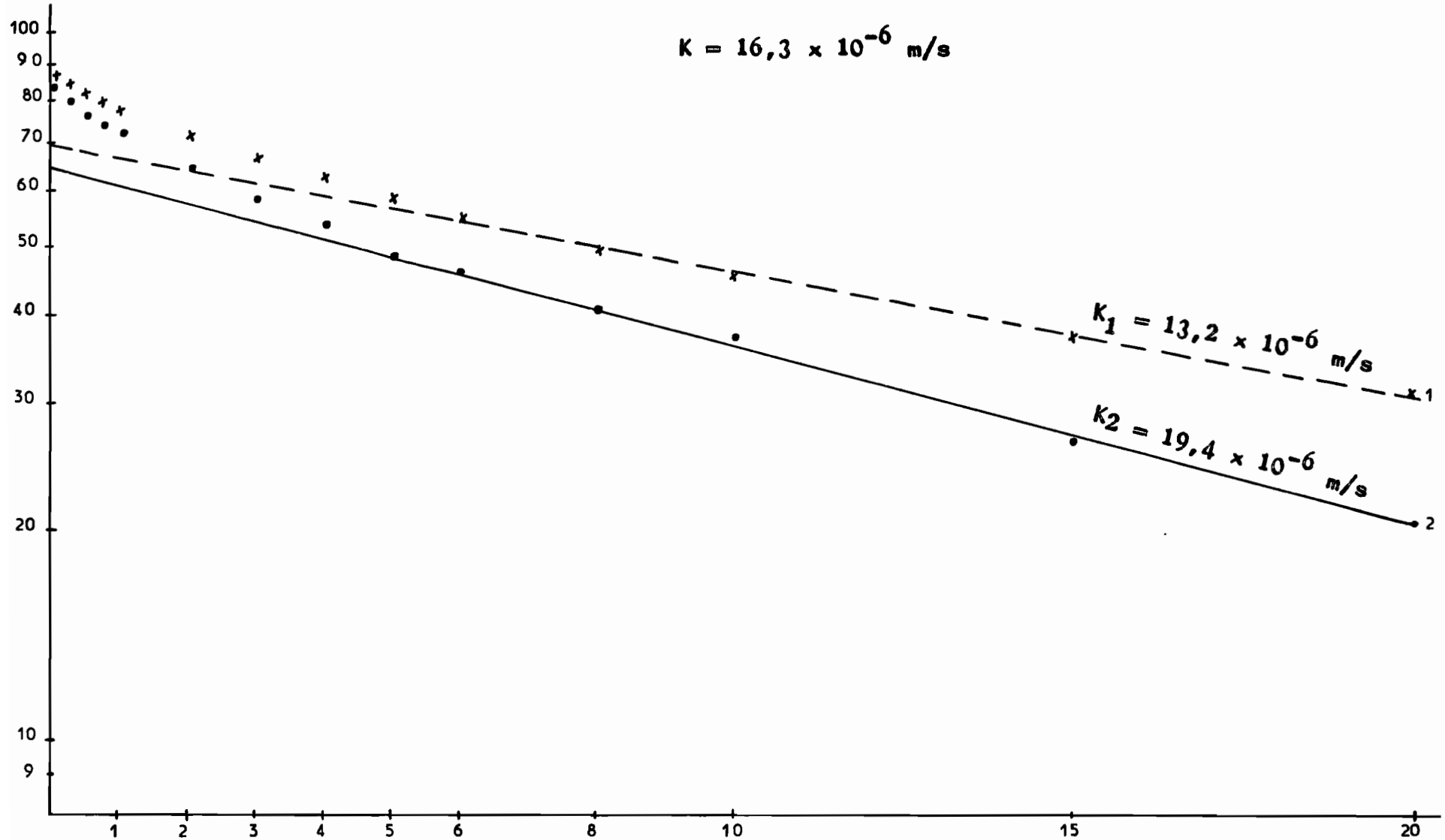


FIG 3: - PORCHET EL-AROUSSA - Site 2 (Profil EL 96)



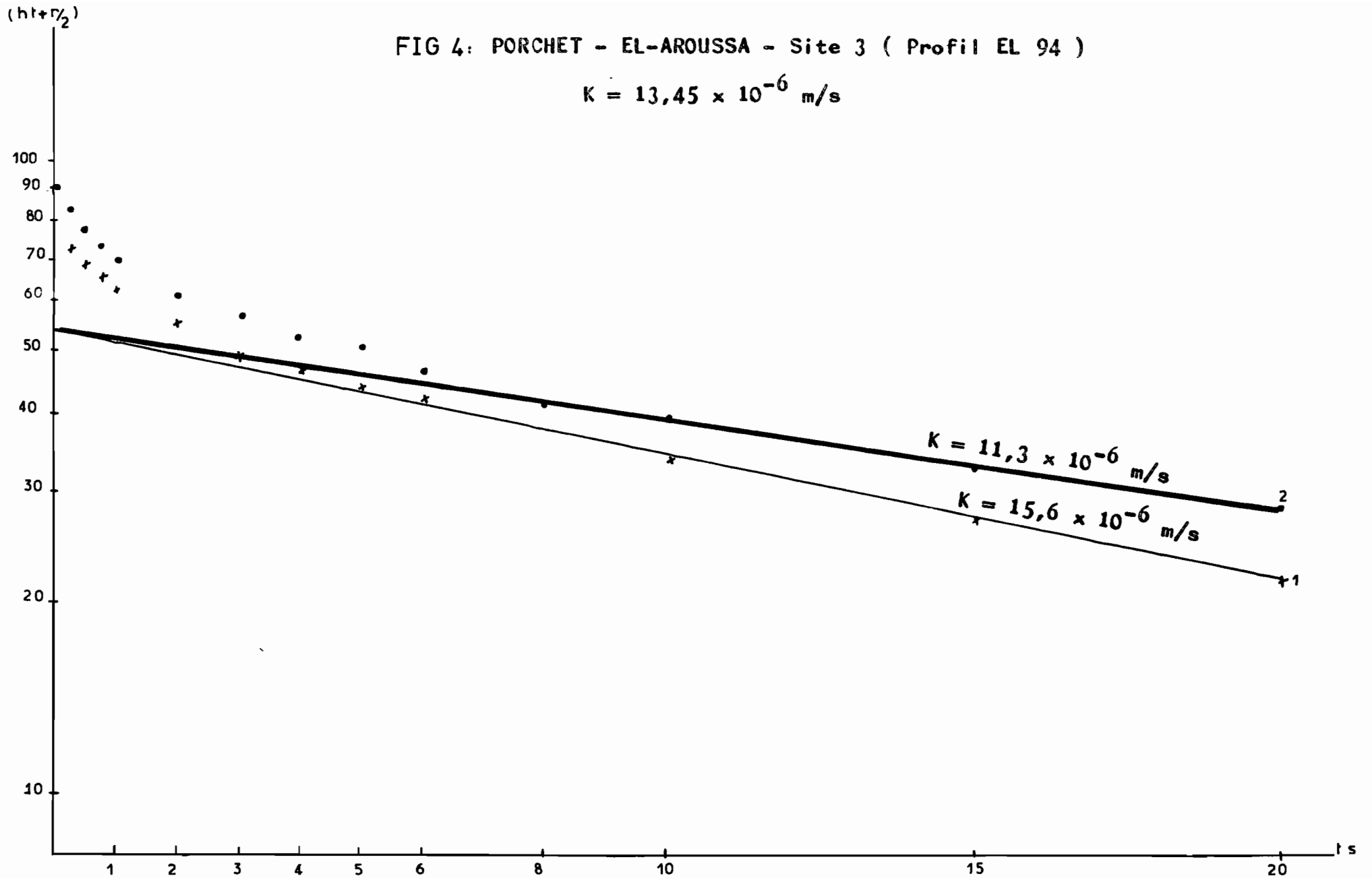


FIG 5: - PORCHET - EL-AROUSSA - Site 4 (Profil EL 5)

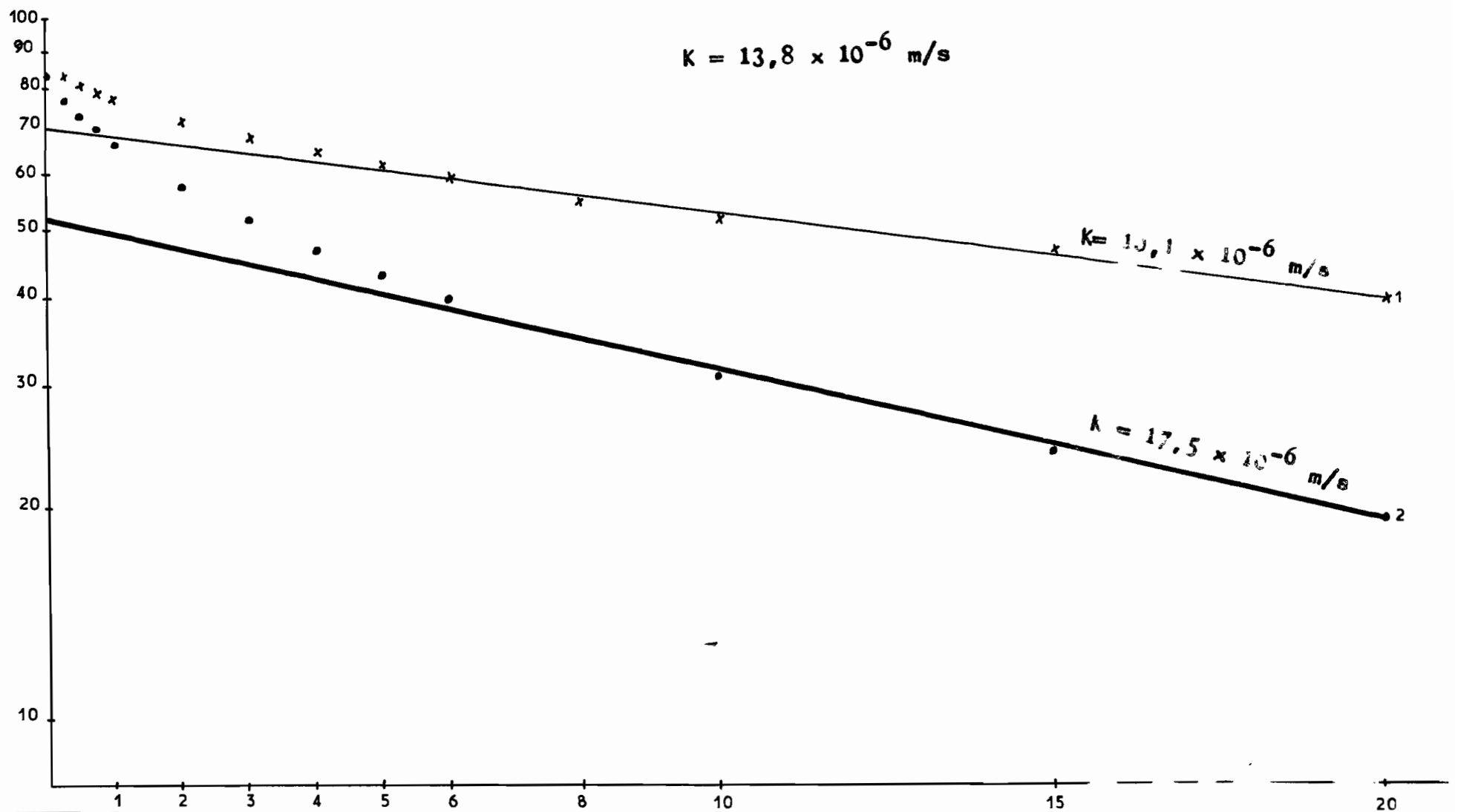


FIG 6: PORCIET - EL-AROUSSA - SITE 5 (Profil EL 4)

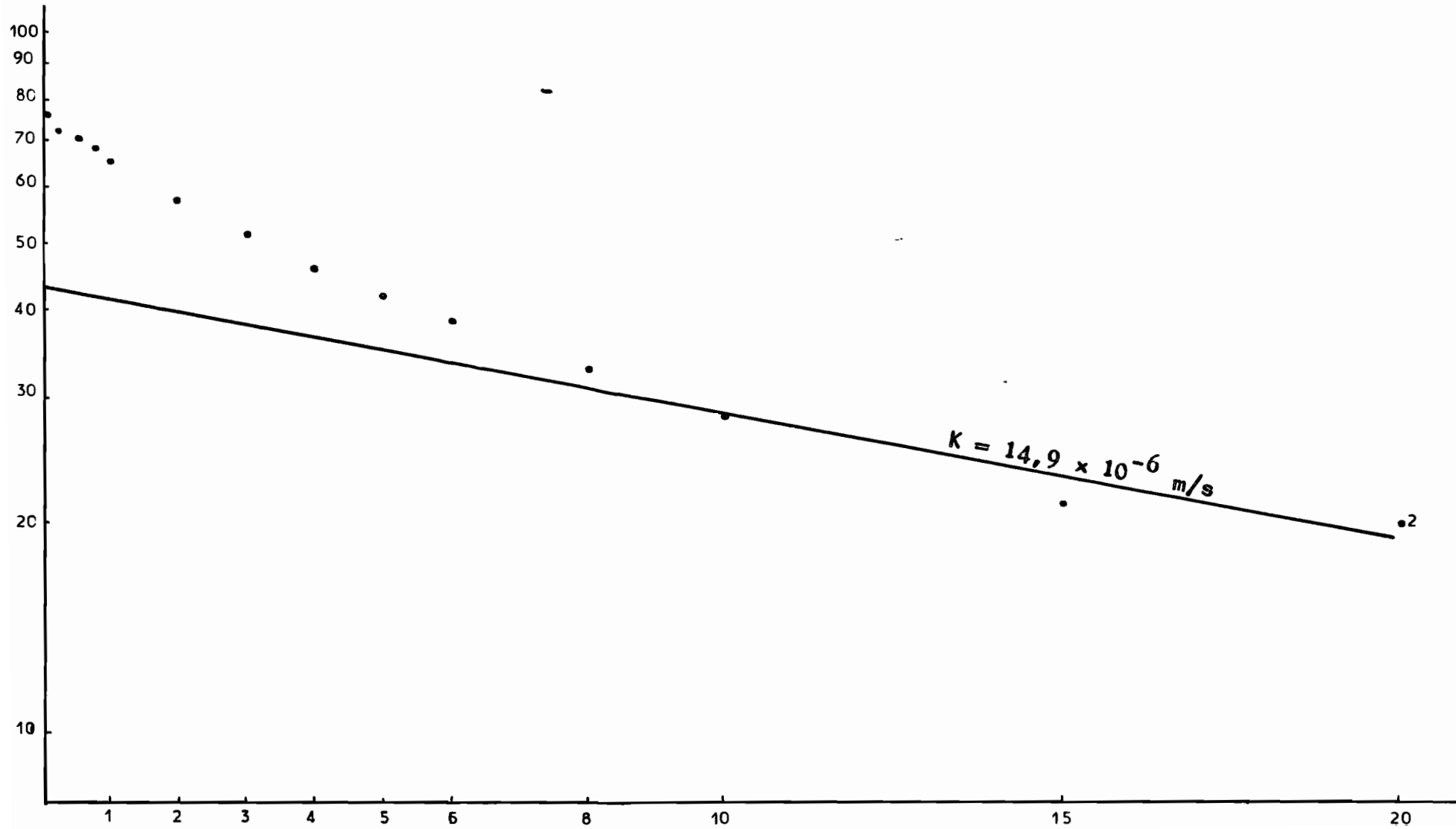


FIG 7: - PORCHET EL-AROUSSA SITE 6 (Profil EL 35)

$$K = 11,15 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

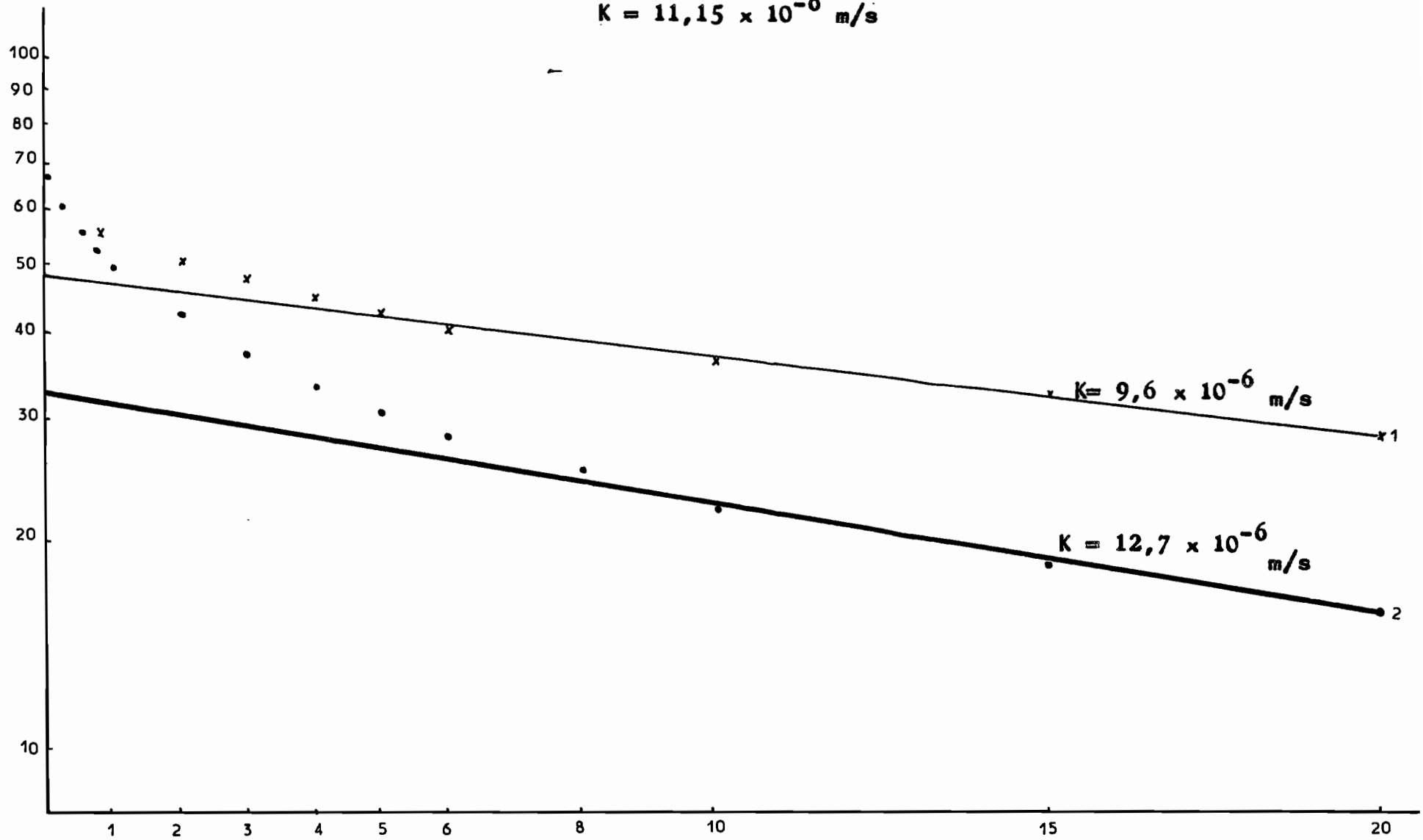


FIG 8: - PORCHET EL-AROUSSA - SITE 7 (Profil EL 82)

$$K = 7,25 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

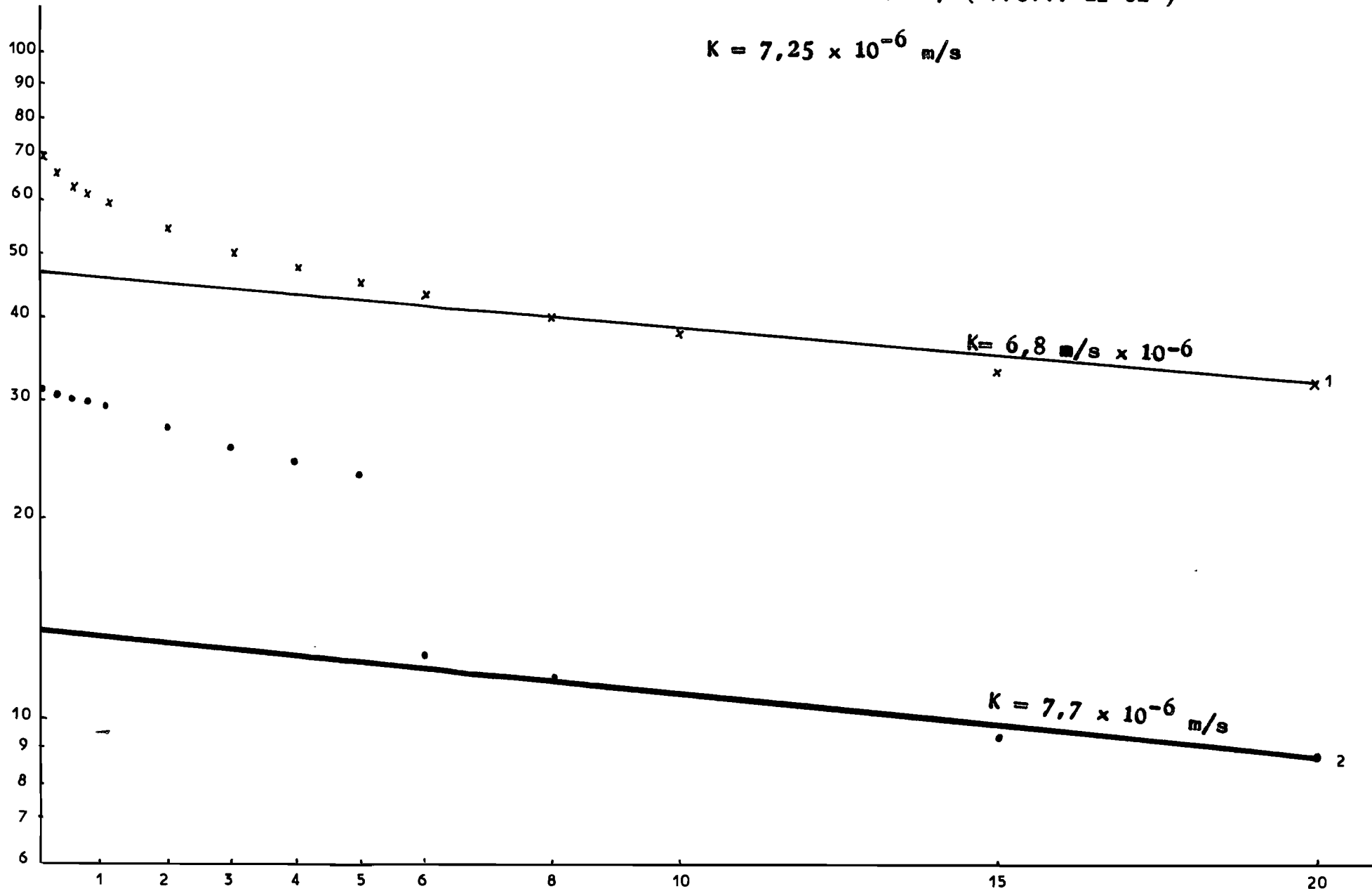


FIG 9- PORCHET - EL-AROUSSA - Site 8 (Profil EL- 26)

$K = 30,25 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

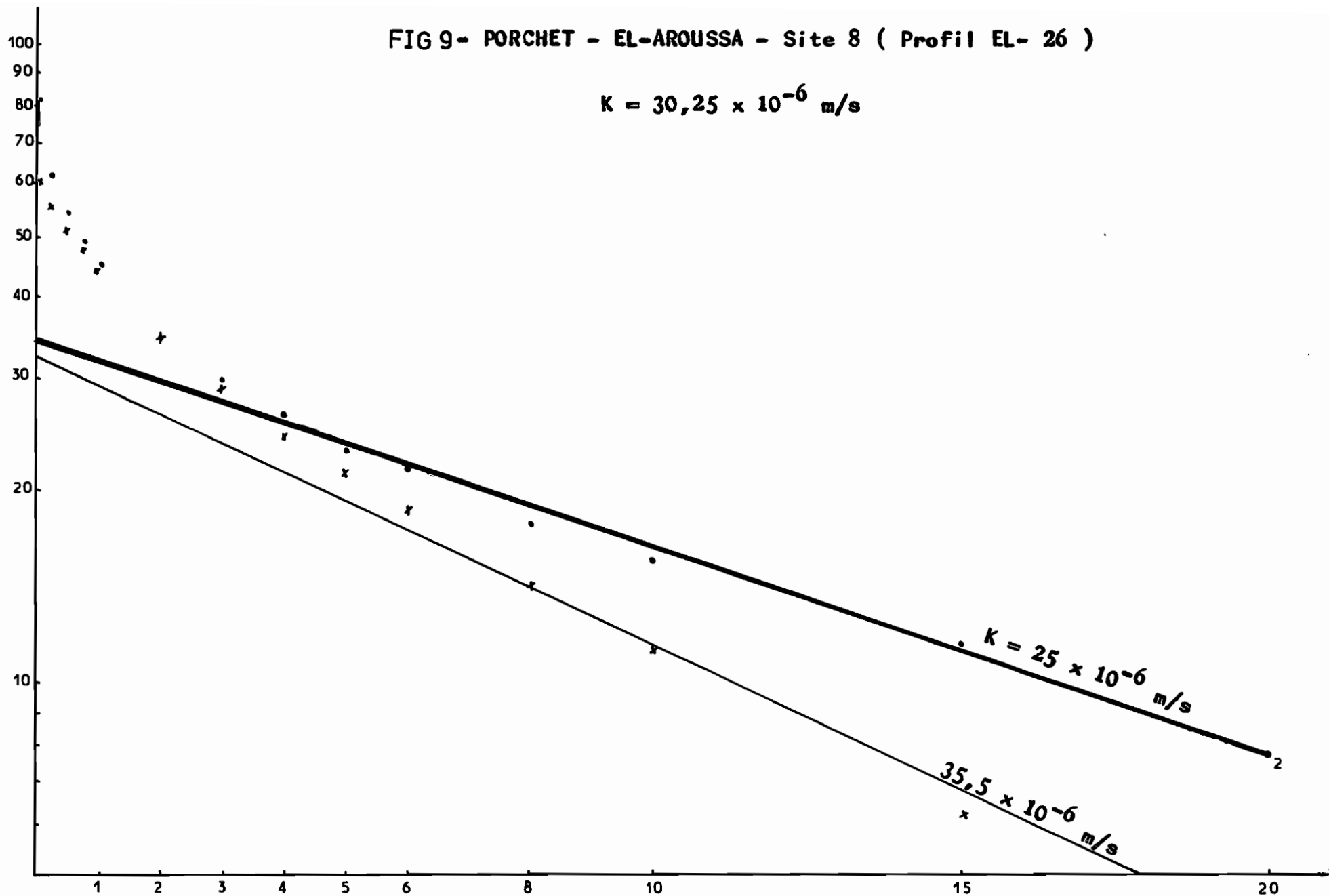


FIG10- PORCHET - EL-AROUSSA - Site 9 (Profil EL 83) -

$$K = 9,95 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

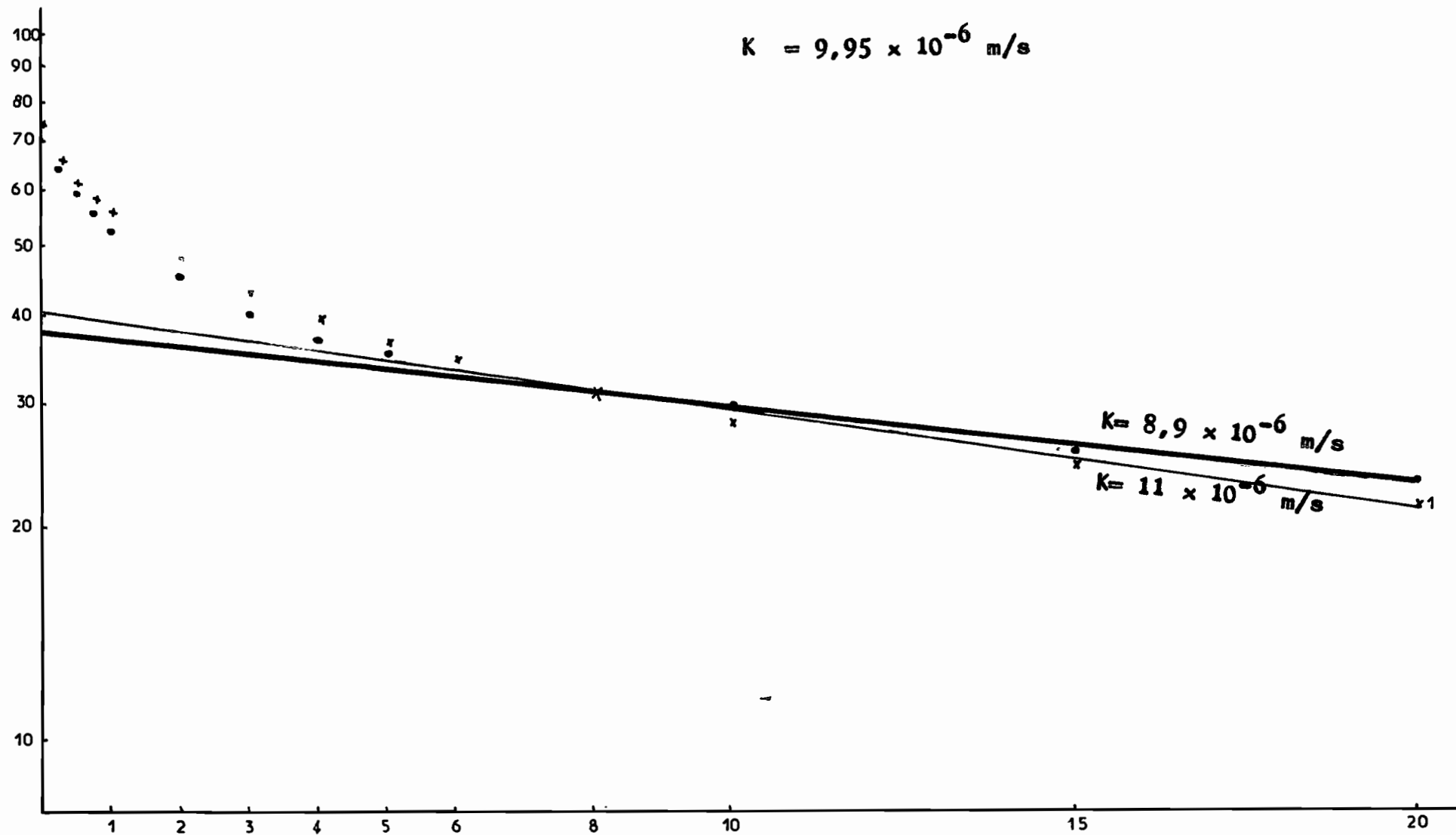


FIG 12- PORCHET - GAFOUR - Site 1 (Profil G-24)

$$K = 19,8 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

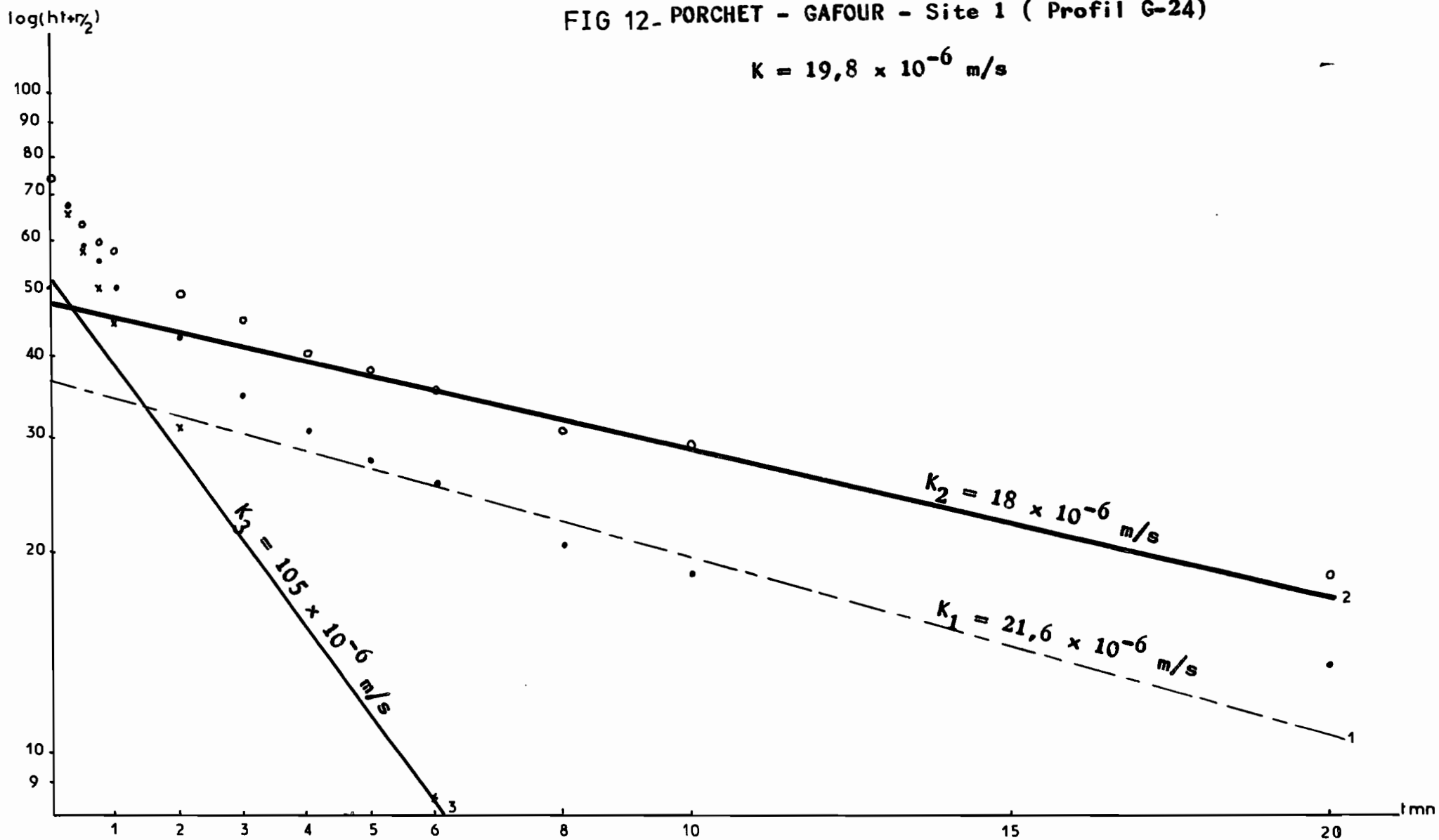


FIG 11. PORCHET - GAFOUR - Site 2 (Profil G 23)

$$K = 4,7 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

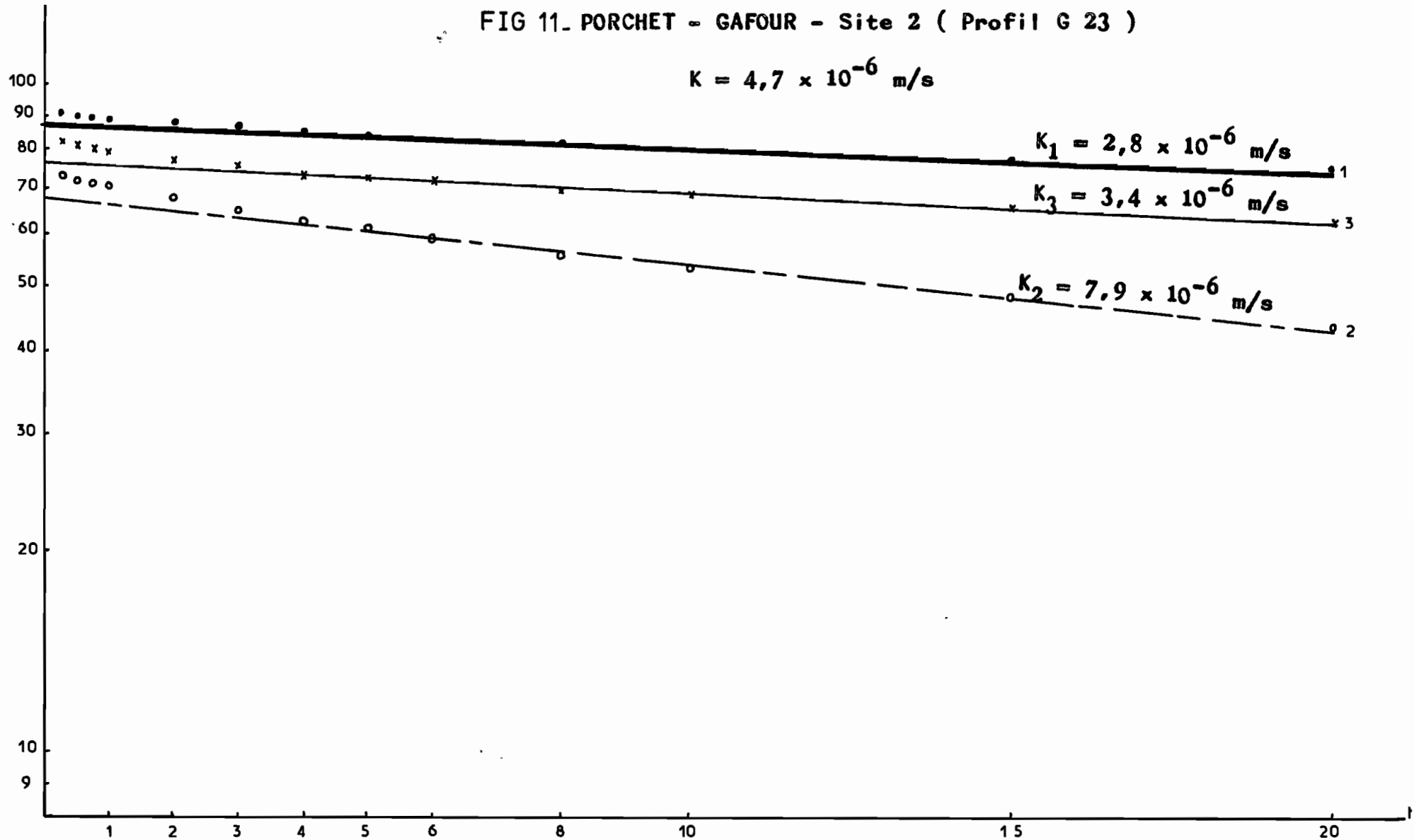


FIG 13 - PORCHET - GAFOUR - SITE 3 (Profil G 31)

$$K = 6,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

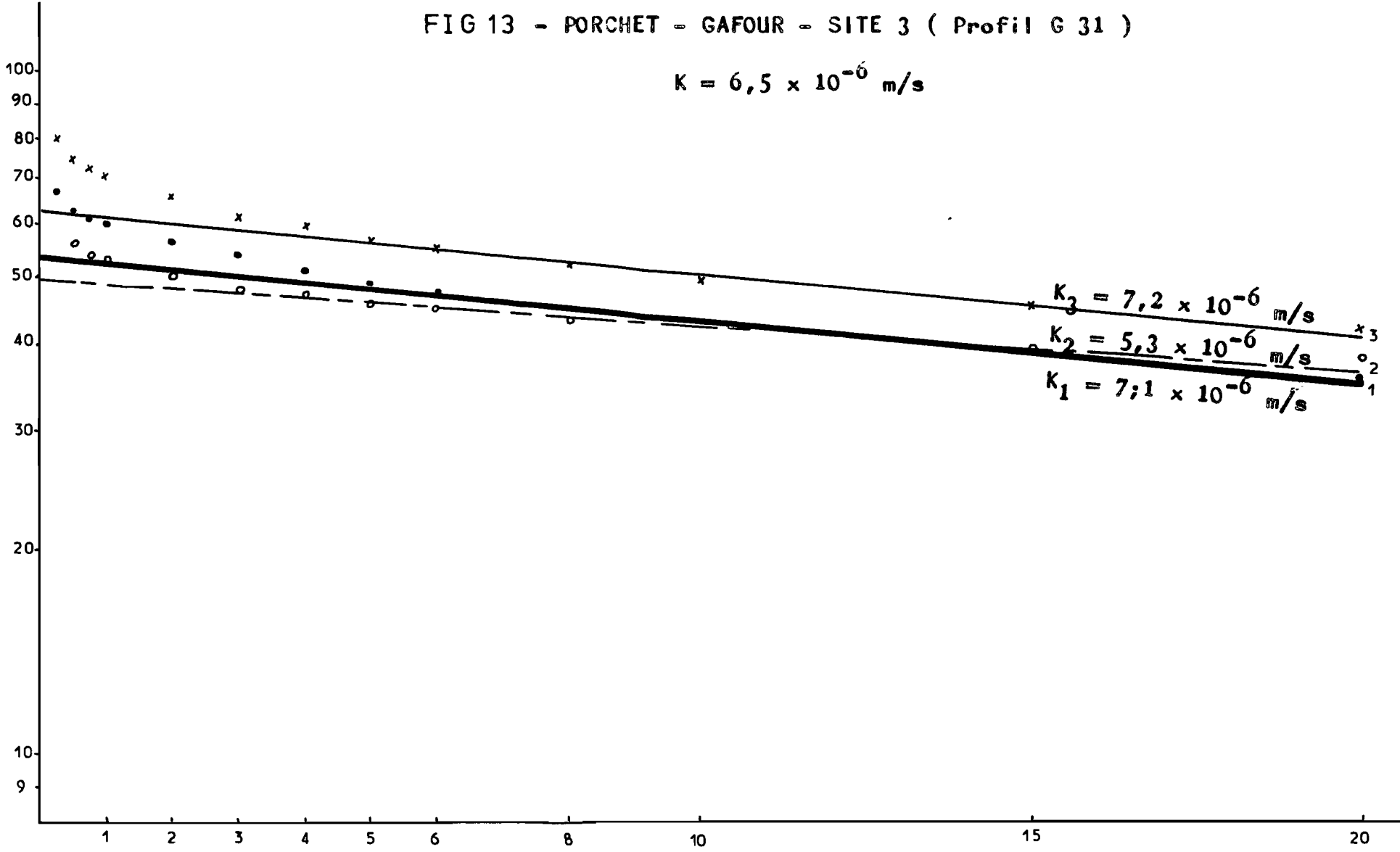


FIG 14 - PORCHET - GAFOUR - Site 4 (Profil G 38)

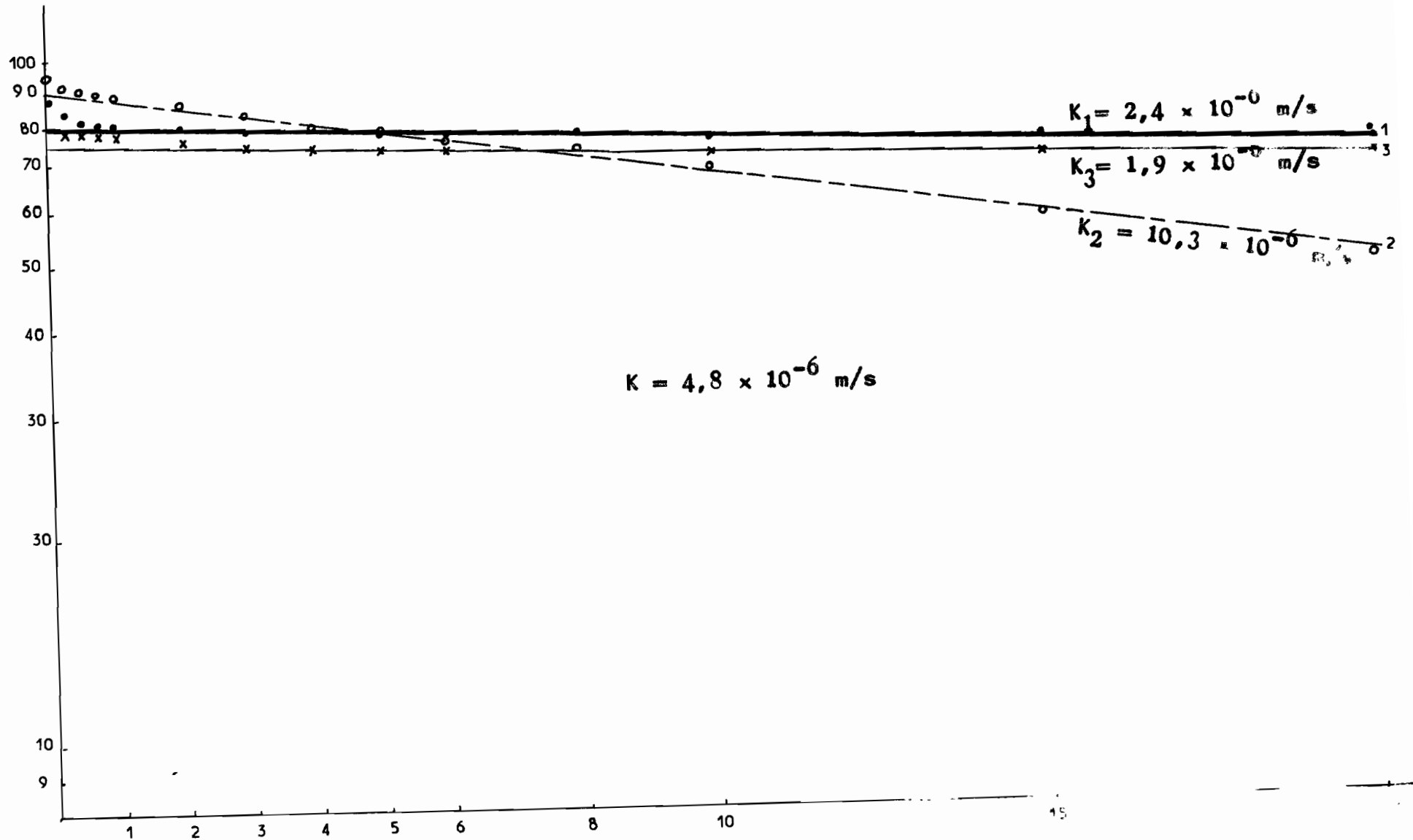


FIG 15 .PORCHET - GAFOUR - Site 5 (Profil G 39)

$$K = 6,7 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

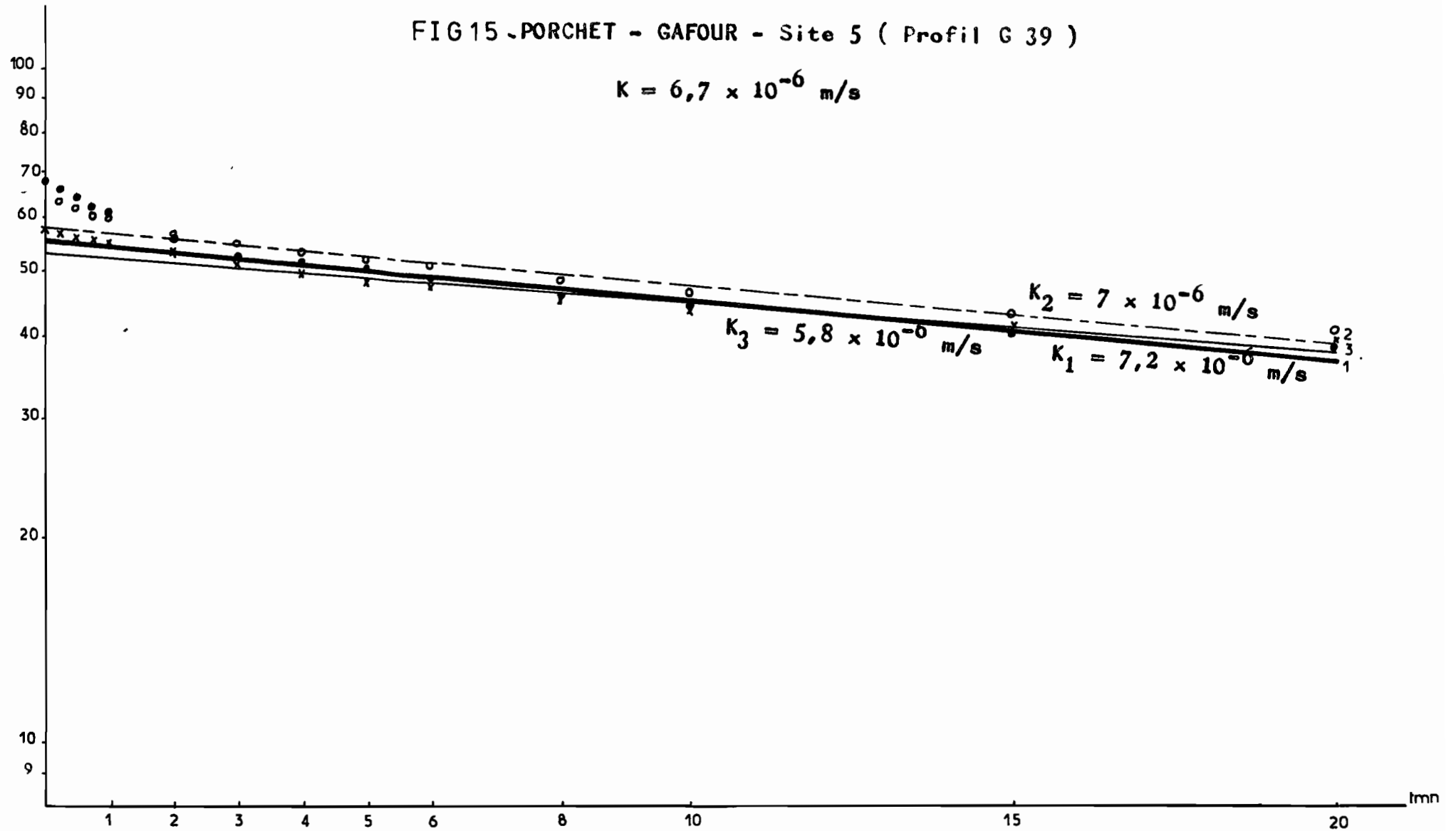


FIG 16 : - PORCHET - GAFOUR - Site 6 (Profil G 53)

$K = 16,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

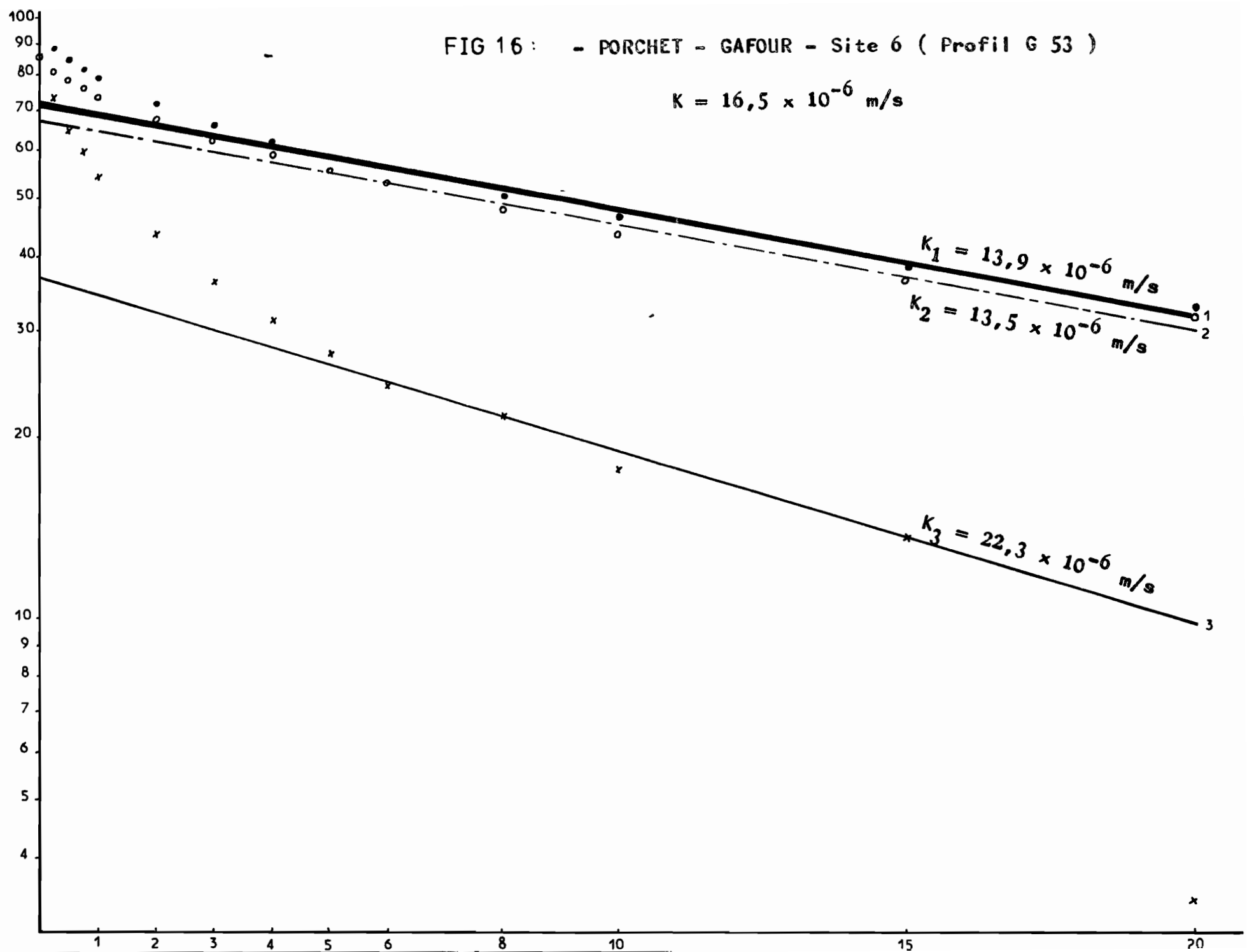


FIG 17 - PORCHET - GAFOUR - Site 7 (Profil G 57) -

$$K = 3,6 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

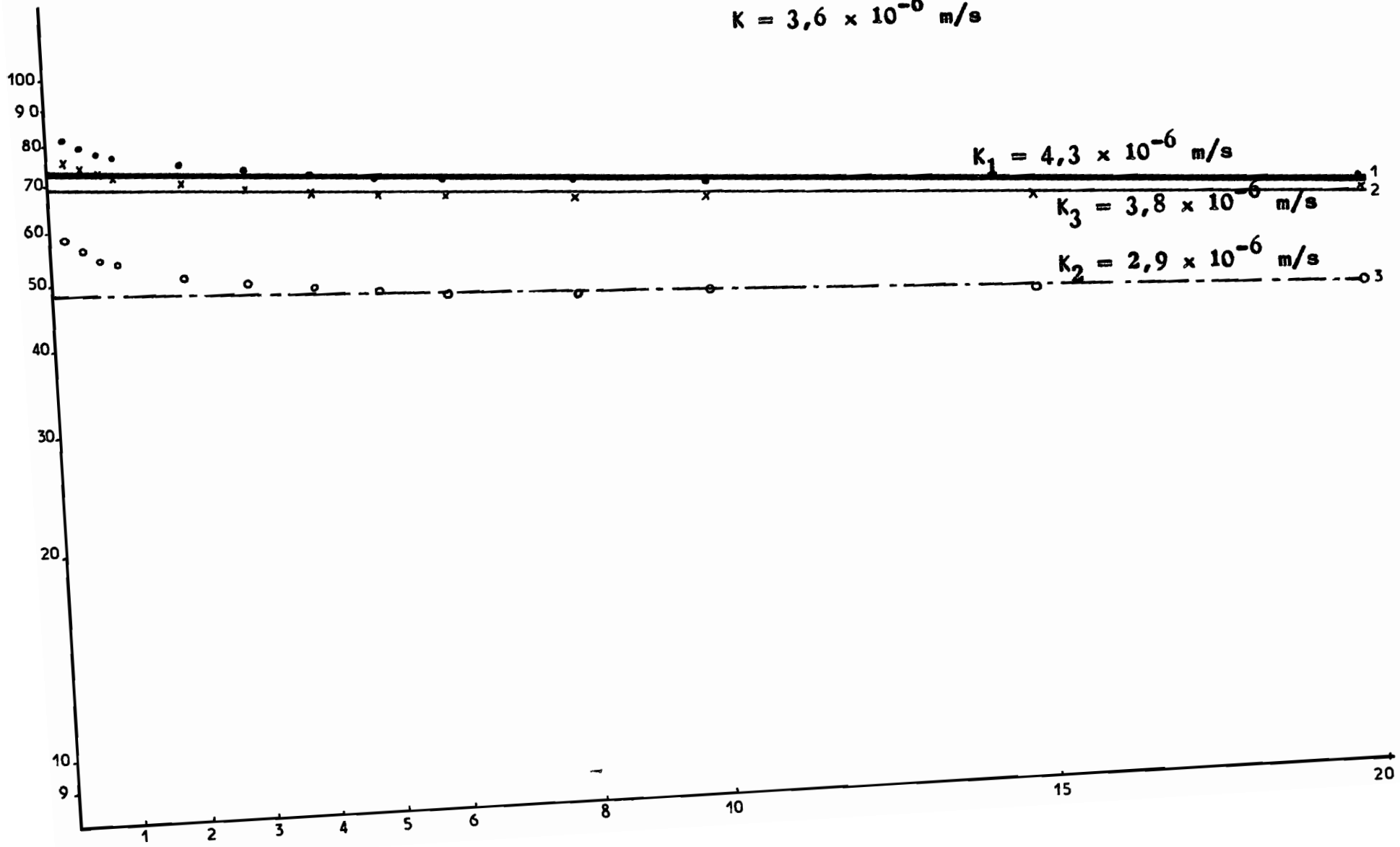


FIG 18 - PORCHET - GAFOUR - Site 8 (Profil G 46) -

$$K = 16,4 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

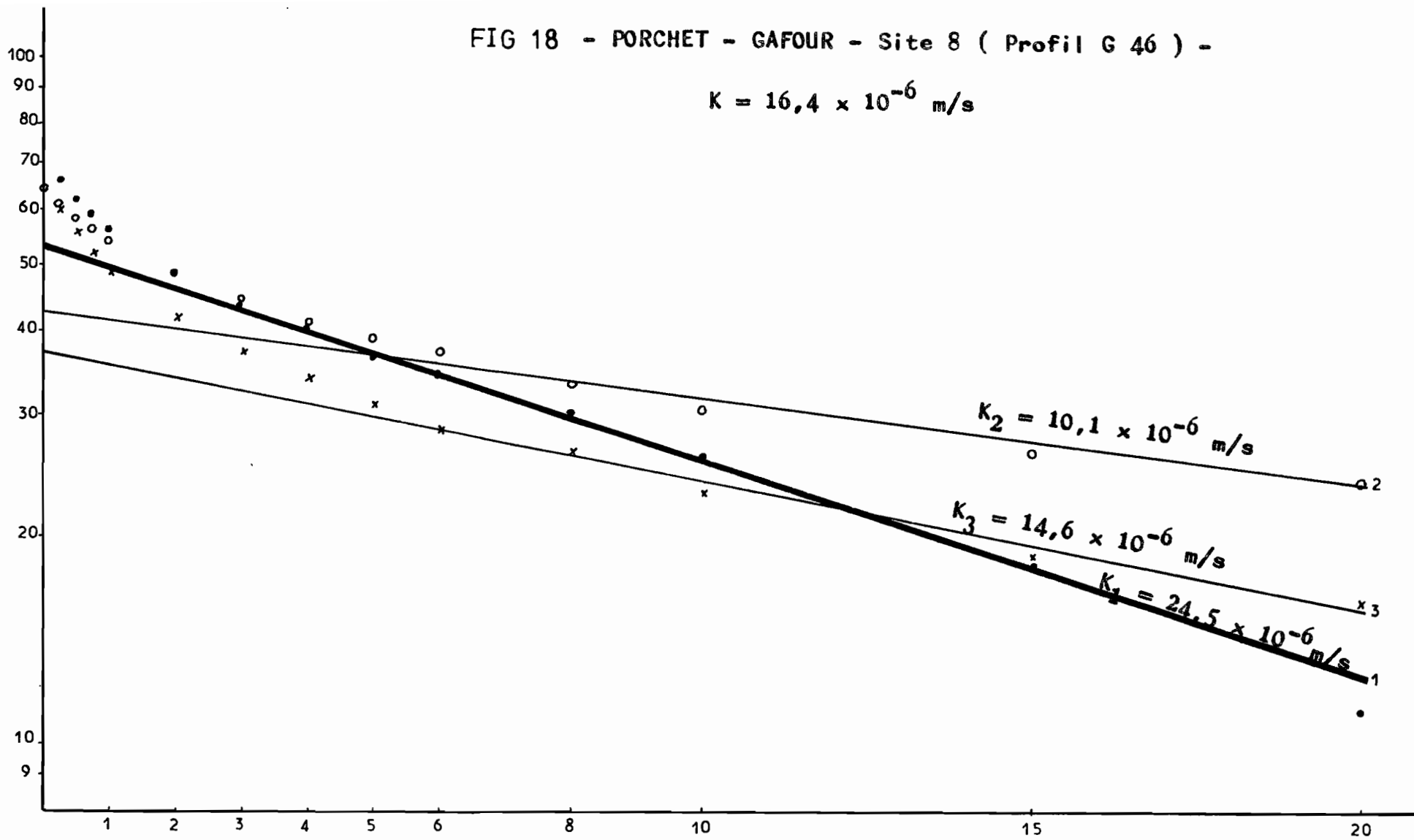


FIG 19: PORCHET - GAFOUR - SITE 9 (Profil G - 37)

$$K = 19,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

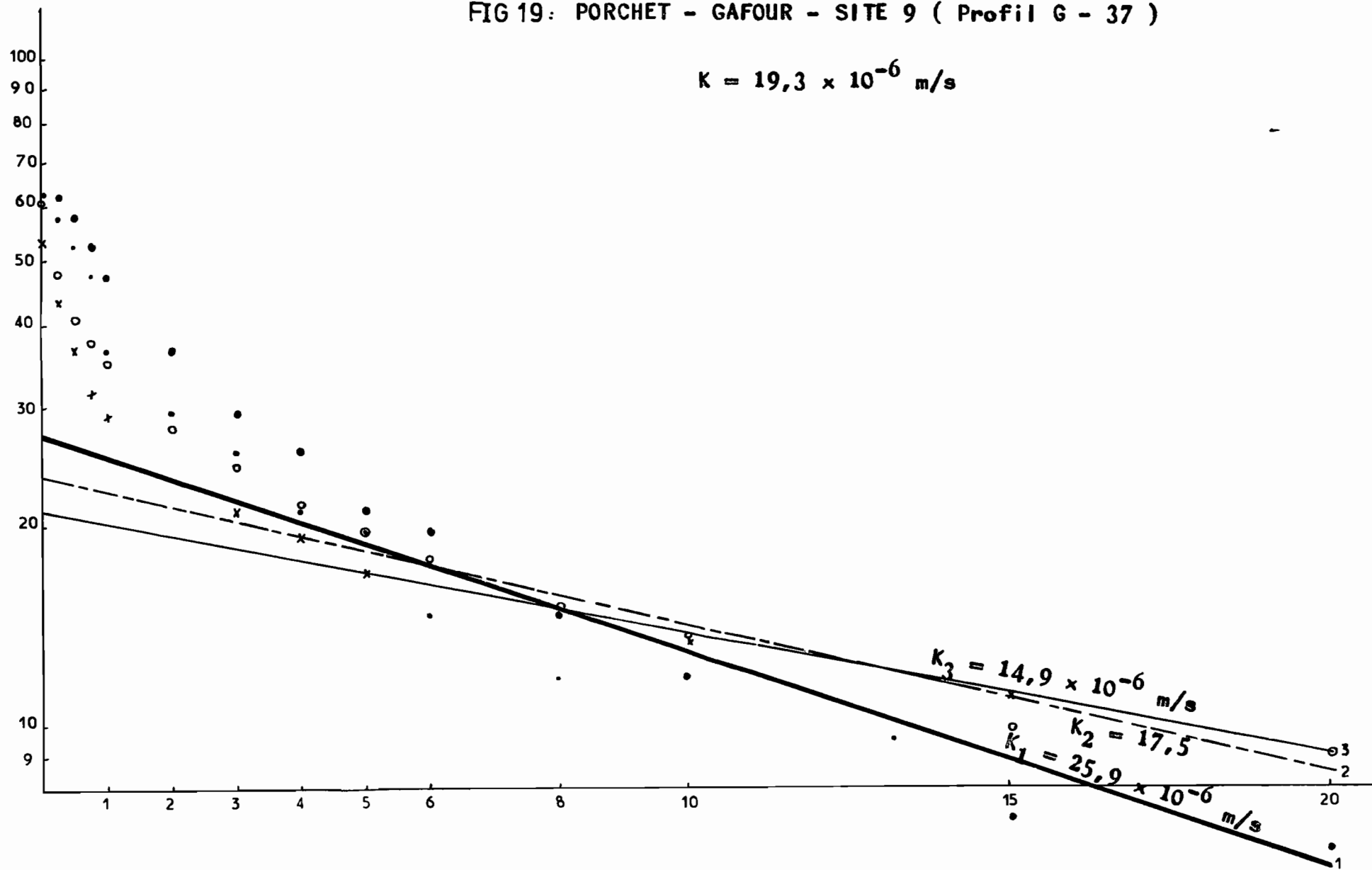


FIG 20: PORCHET - GAFOUR - Site 10 (Profil G 37)

$$K = 16,4 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

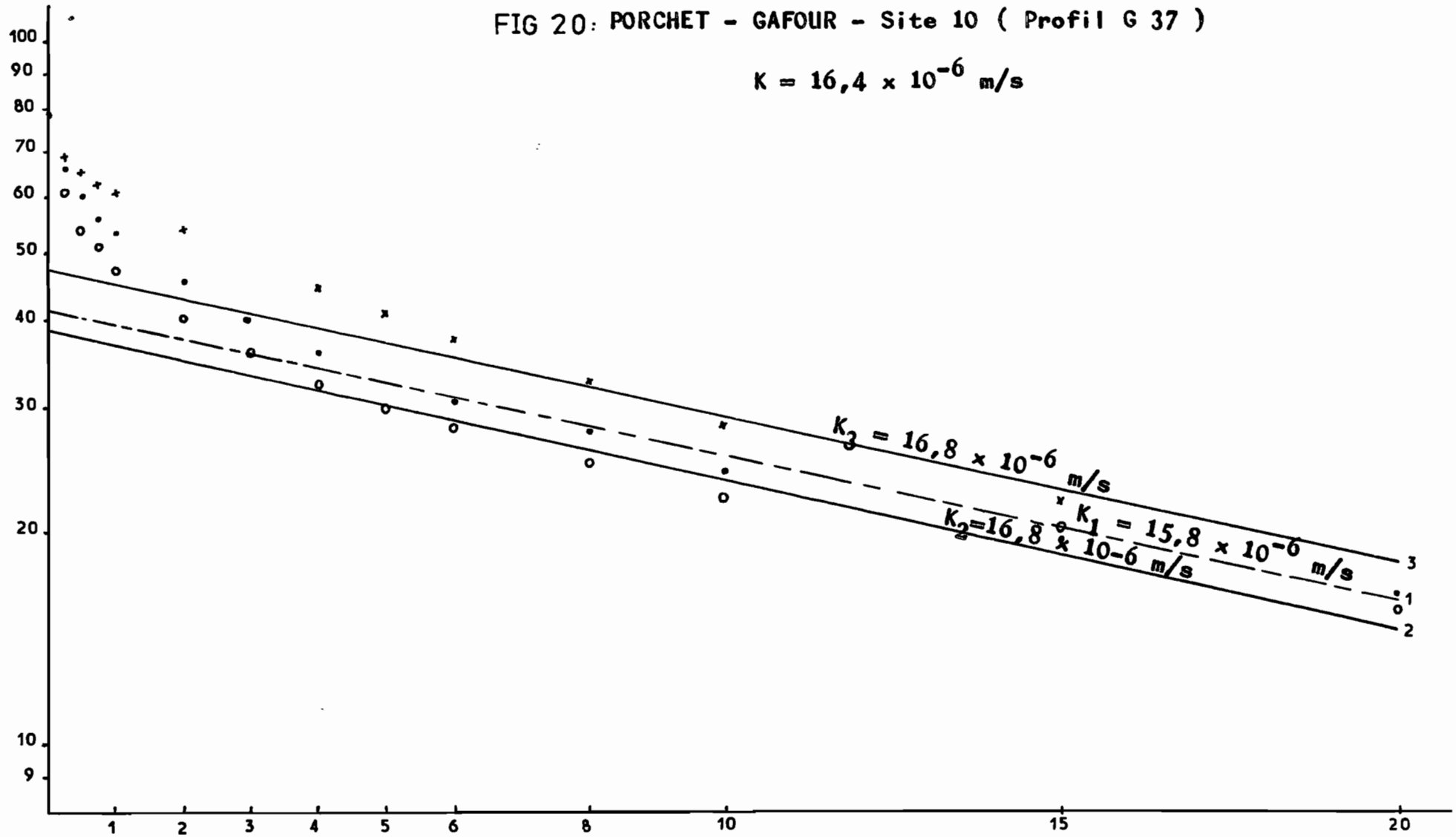


FIG 21: - PORCHET - GAFOUR - Site 11 (Profil G 65)

$$K = 11,9 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

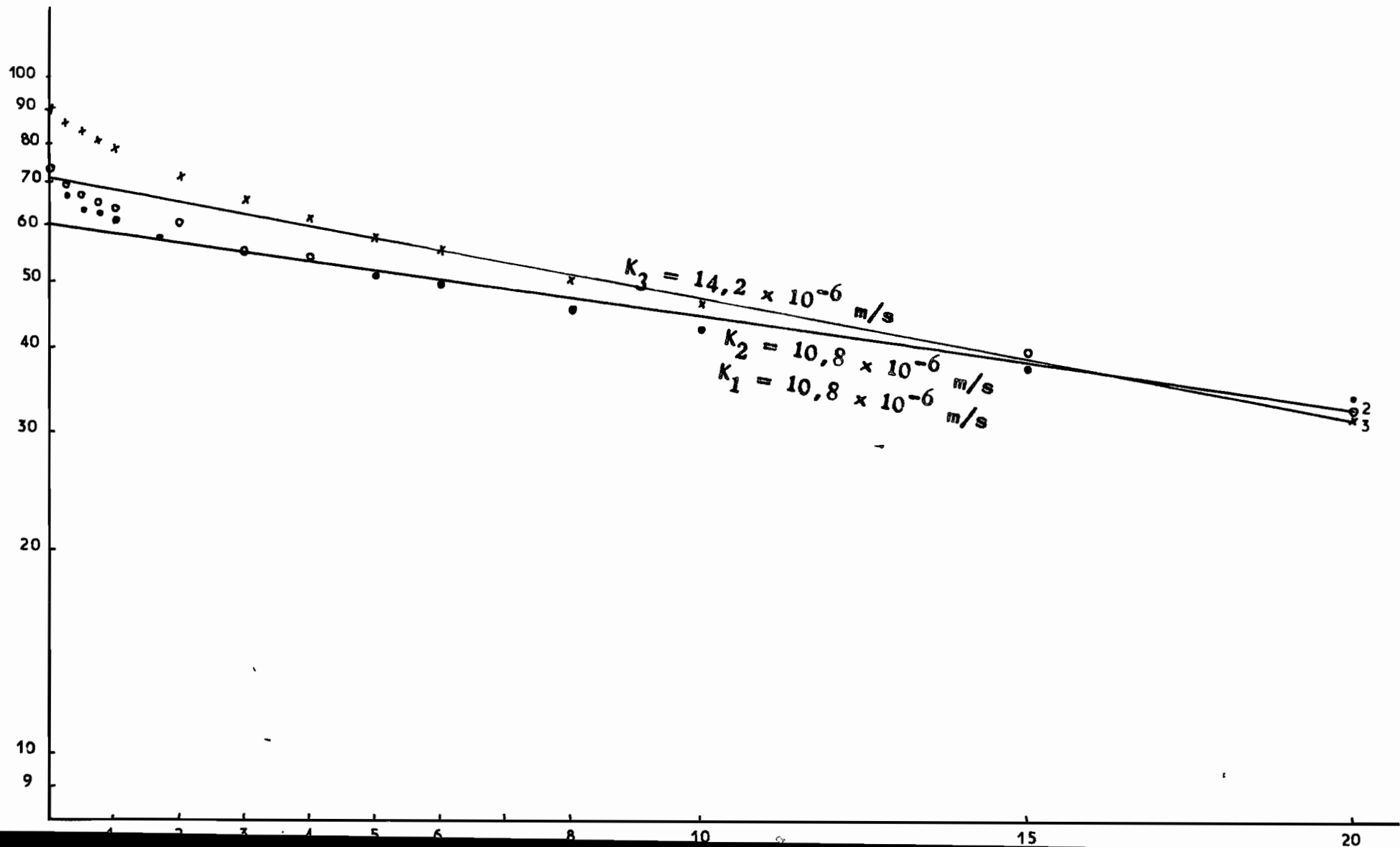


FIG 22. PORCHET - GAFOUR - Site 12 (Profil G 5)

$K = 11,6 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

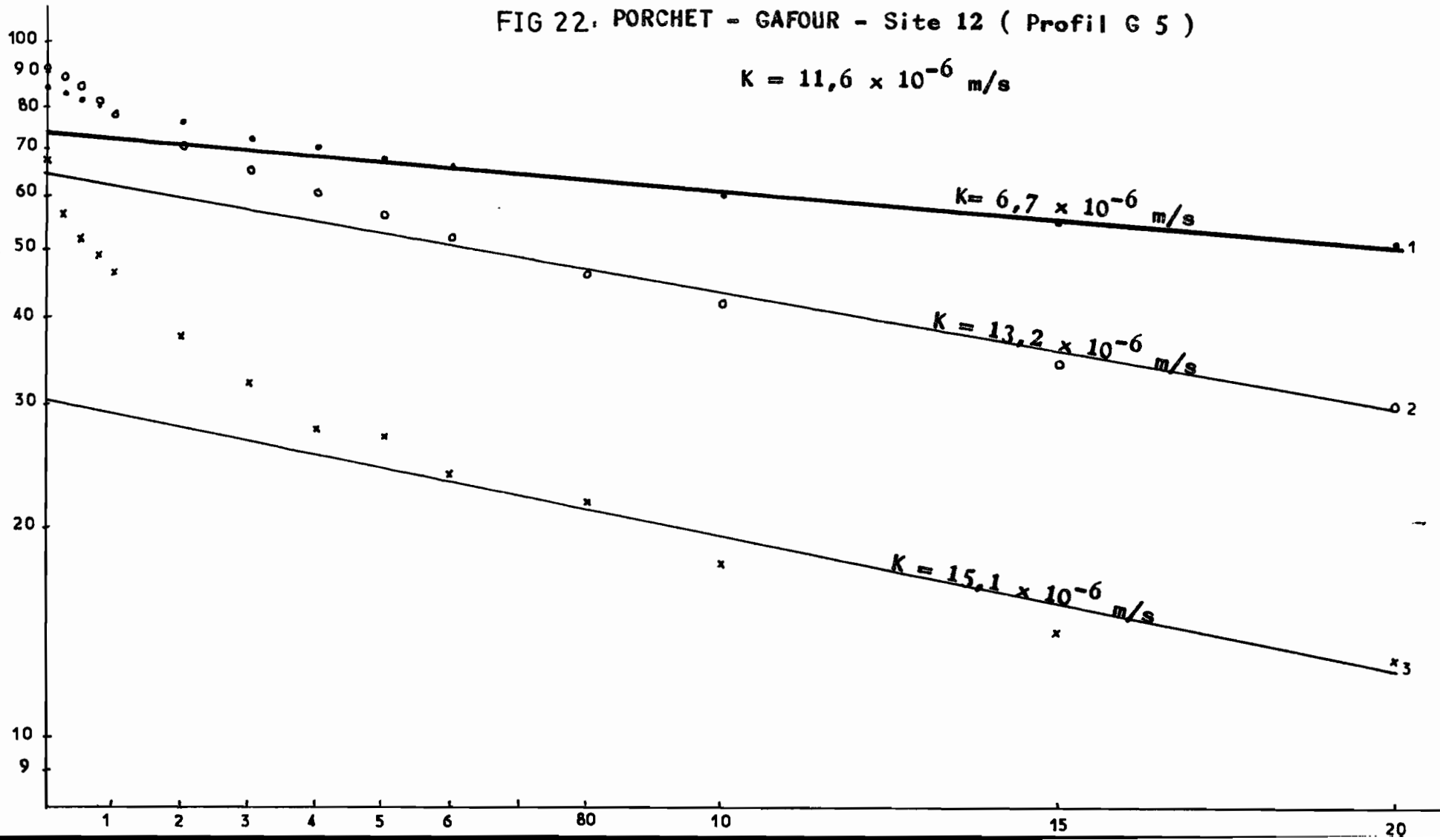


FIG 23: PORCHET - GAFOUR - Site 13 (Profil G 67)

$K = 10,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

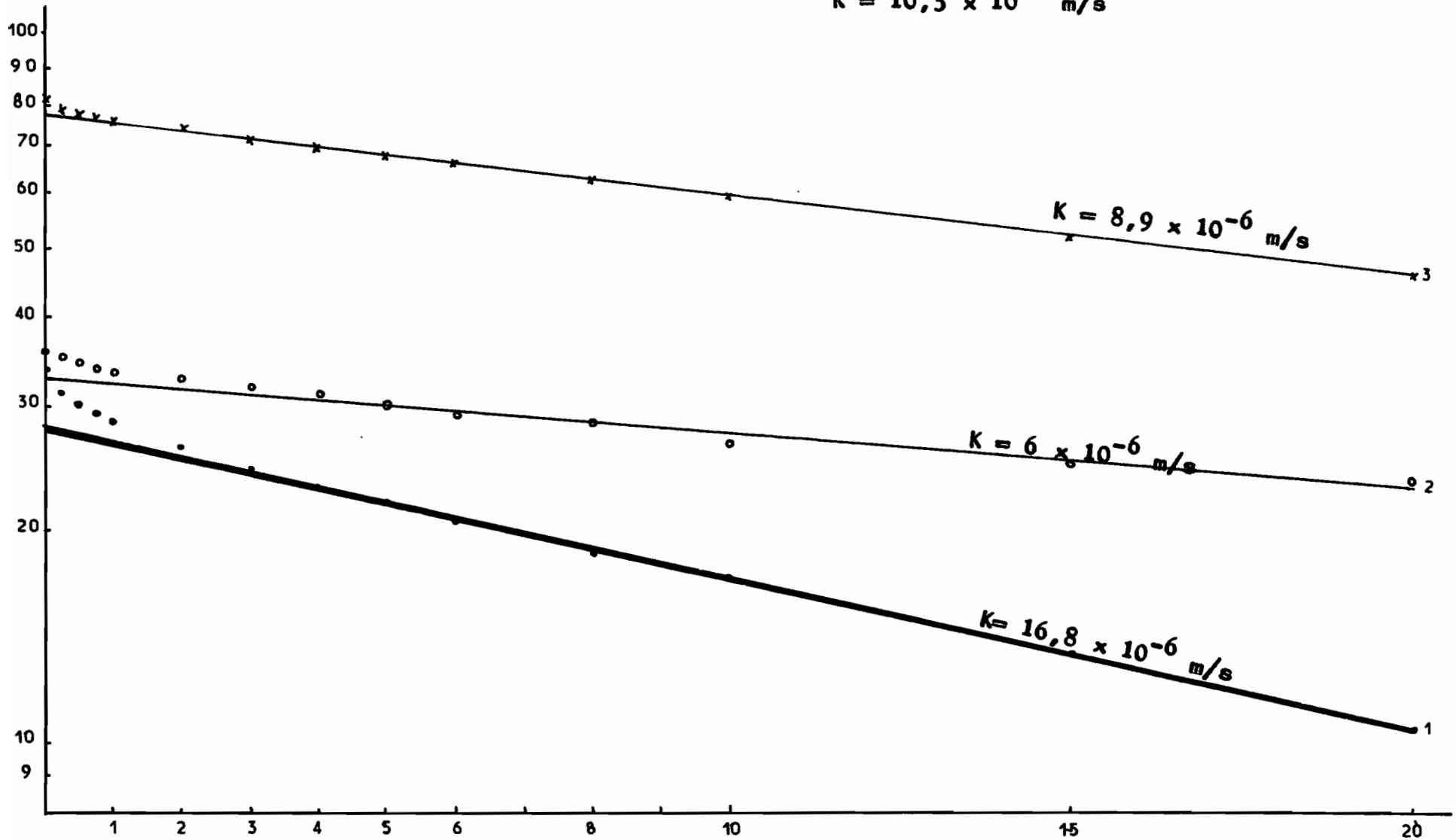


FIG 24 - PORCHET - GAFOUR - SITE 14 (Profil G 62)

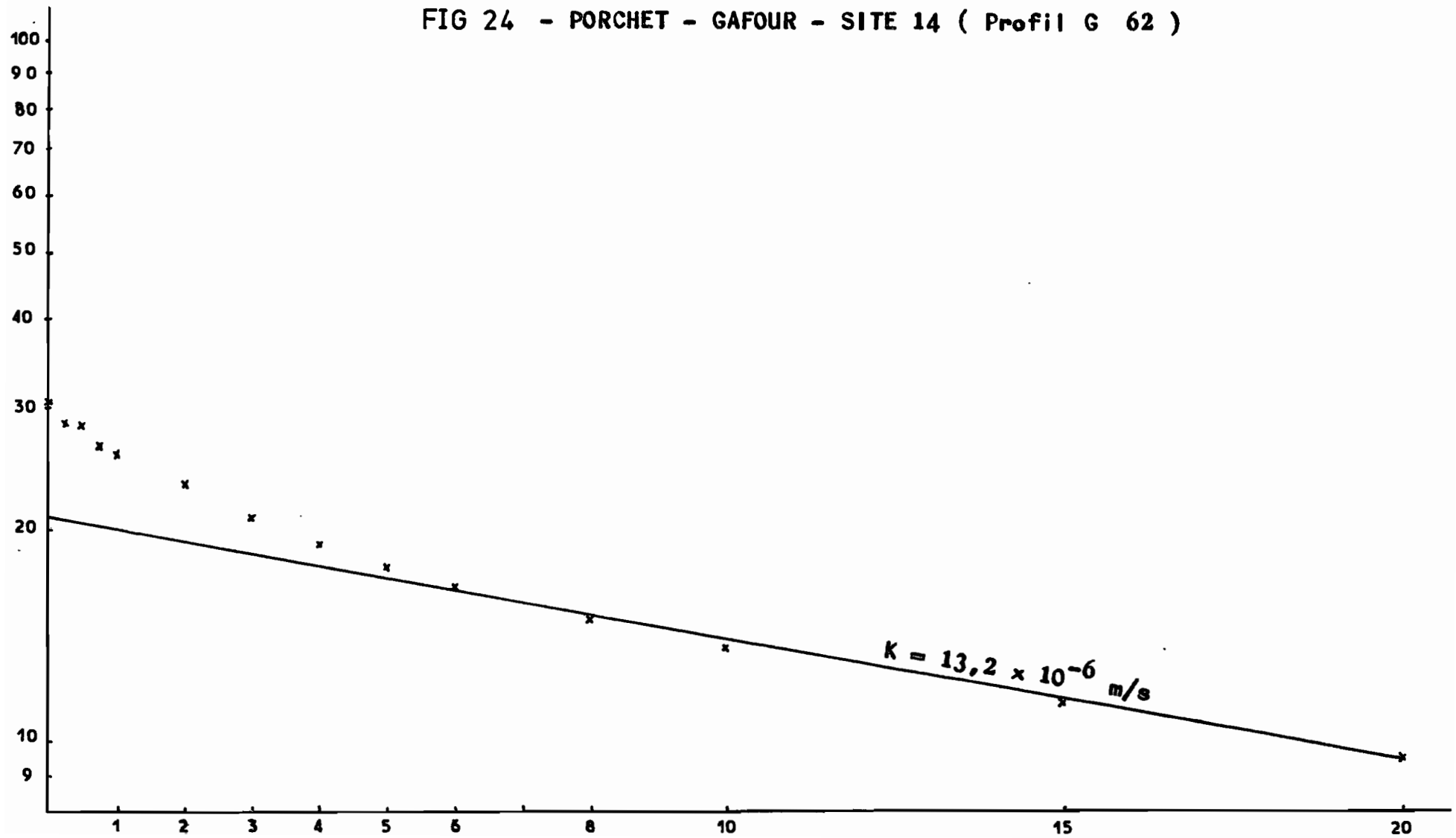
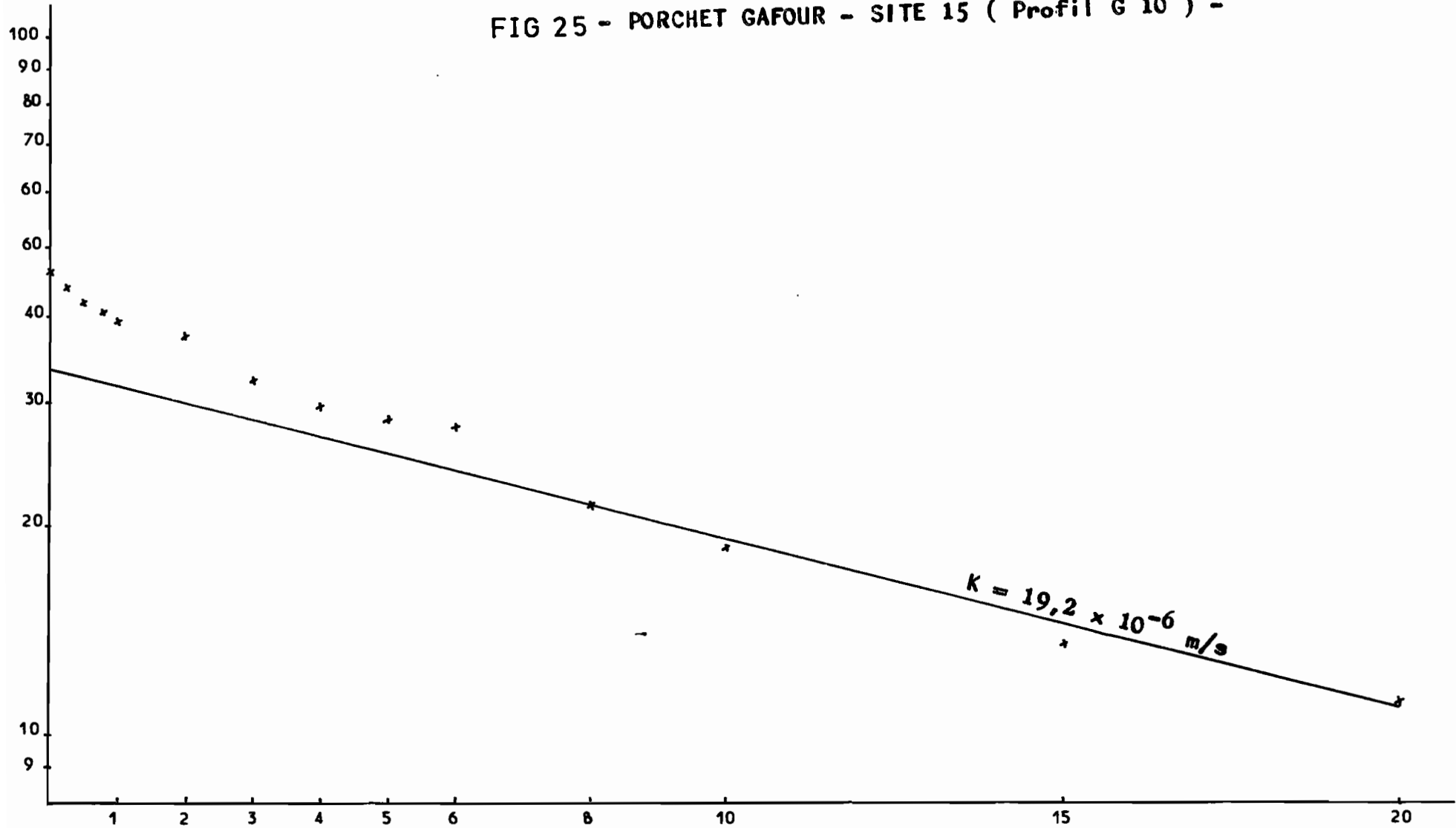


FIG 25 - PORCHET GAFOUR - SITE 15 (Profil G 10) -



DESCRIPTION DES HORIZONS

1	2	3	4	5	6	
10	1	2	3	4	5	6
20	1	2	3	4	5	6
30	1	2	3	4	5	6
40	1	2	3	4	5	6
50	1	2	3	4	5	6
60	1	2	3	4	5	6
70	1	2	3	4	5	6
80	1	2	3	4	5	6
90	1	2	3	4	5	6
100	1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6	
10	1	2	3	4	5	6
20	1	2	3	4	5	6
30	1	2	3	4	5	6
40	1	2	3	4	5	6
50	1	2	3	4	5	6
60	1	2	3	4	5	6
70	1	2	3	4	5	6
80	1	2	3	4	5	6
90	1	2	3	4	5	6
100	1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6	
10	1	2	3	4	5	6
20	1	2	3	4	5	6
30	1	2	3	4	5	6
40	1	2	3	4	5	6
50	1	2	3	4	5	6
60	1	2	3	4	5	6
70	1	2	3	4	5	6
80	1	2	3	4	5	6
90	1	2	3	4	5	6
100	1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6	
10	1	2	3	4	5	6
20	1	2	3	4	5	6
30	1	2	3	4	5	6
40	1	2	3	4	5	6
50	1	2	3	4	5	6
60	1	2	3	4	5	6
70	1	2	3	4	5	6
80	1	2	3	4	5	6
90	1	2	3	4	5	6
100	1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6	
10	1	2	3	4	5	6
20	1	2	3	4	5	6
30	1	2	3	4	5	6
40	1	2	3	4	5	6
50	1	2	3	4	5	6
60	1	2	3	4	5	6
70	1	2	3	4	5	6
80	1	2	3	4	5	6
90	1	2	3	4	5	6
100	1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6	
10	1	2	3	4	5	6
20	1	2	3	4	5	6
30	1	2	3	4	5	6
40	1	2	3	4	5	6
50	1	2	3	4	5	6
60	1	2	3	4	5	6
70	1	2	3	4	5	6
80	1	2	3	4	5	6
90	1	2	3	4	5	6
100	1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6	
10	1	2	3	4	5	6
20	1	2	3	4	5	6
30	1	2	3	4	5	6
40	1	2	3	4	5	6
50	1	2	3	4	5	6
60	1	2	3	4	5	6
70	1	2	3	4	5	6
80	1	2	3	4	5	6
90	1	2	3	4	5	6
100	1	2	3	4	5	6

Désignation de l'horizon

1 *
2 *
3 *
4 *
5 *
6 *

Profondeur

1 Cm
2 Cm
3 Cm
4 Cm
5 Cm
6 Cm

Limite/régulière
Limite ondulée
Limite irrégulière
Limite interrompue

Transition de

1 2 3 4 5 6 Cm

Horizon sec
Horizon frais
Horizon humide
Horizon très humide

Fluant
Bouillant
Meuble
Peu cohérent
Cohérent
Très cohérent

Peu résistant
Résistant
Très résistant

Porosité

Sans vide
Très peu de vides
Peu de vides
Vides nombreux
Vides très nombreux
Porosité non identifiée

Fentes de

1 2 3 4 5 6 mm

Ecartés de

1 2 3 4 5 6 Cm

Débutant dans l'horizon
Traversant l'horizon
Se terminant dans l'hor.

Racines

Pas de racines
Très peu de racines
Peu de racines
Racines
Beaucoup de racines

Très fines
Fines
Moyennes
Grosses
Très grosses XO

Entre les agrégats
Pénétrant les agrégats
Revêtant les faces
Dans la masse

Verticales
Horizontales
Obliques
Quelconques
Orientation non identif.

Avec une répartition

Généralisée
Localisée

Activités biologiques

Pas de traces
Traces peu nombreuses
Traces nombreuses
Traces très nombreuses

Coquilles
Turricules
Galeriers vers de terre
Mycélium
Débris de poterie
Charbon de bois
Fumier enfoui
Cendres
Semelle de labour
Anciennes racines
Silex

Ossements XO

Effervescence

Pas d'effervescence
Faible effervescence
Effervescence
Forte effervescence XO
Généralisée

Localisée à :

Matrice XO
Squelette XO
Éléments figurés

% Éléments grossiers

1 2 3 4 5 6 %

Dimensions G/C/P/B

mm

Conglomérat
Calcaire
Calcaire marneux
Calcaire colomitique
Marne
Shale
Gres
Gres calcaire
Roches gypseuses
Croûtes calcaires XO.
Croûtes gypseuses XO.

Arrondis
Allongés anguleux
Allongés émoussés
Aplatés anguleux
Aplatés émoussés
Irréguliers anguleux
Irréguliers émoussés
De formes diverses XO.

Non altérés
Peu altérés
Altérés
Très altérés
Altération non identifiée
Localement
Dans la masse

Éléments figures

Abondance

1 2 3 4 5 6 %

D'éléments diffus
De taches
De pseudomycélium
De dendrites
D'efflorescences
De macrocristaux
D'amas
De nodules
De concrétions
D'encroûtements
D'encroût. pulvérulents
D'encroût. nodulaires
D'encroût. à feuillettes
De croûtes continues
De croûtes démantelées
Croûtes conglomératiques
De croûtes salines
De dalles
De pellicules
De carapaces
De cuirasse XO

De calcaire
De gypse
De gypso-calcaire
De sesquioxides %
De fer
De manganèse
De sels solubles
De sulfures XO.
Nature non identifiée

Taille du 1ER type (X)
 mm

Taille du 2ND type (O)
 mm

Généralisée
Localisée
Revetant les faces
Sur paroi du profil
Autour des racines
Autour des élém. gros.
Le long des fentes
Sans distri. particul. XO.

Couleur type 1 (X)

%

Couleur type 2 (O)

%

Matière organique

Débris
Résidus
Humus
Non organique XO

Liaison aux éléments minéraux

En juxtaposition
En revêtements
Liaison vraie
Forte liaison

Structure

Massive à débit anguleux
Massive à débit émoussé
Particulaire
Lamellaire
Squameuse
Prismatique
En colonnes
Polyédrique anguleuse
Polyédrique subanguleuse
Cubique
En plaquettes obliques
Grenue
Grumelleuse
Fibreuse
Feuilletée
Coprogréne
Lithique XO
Peu nette
Nette
Très nette XO

Taille 1ère structure (X)
 mm

Taille 2ème structure (O)
 mm

Intégrée à une
Juxtaposée à une

Faces

Pas de faces de glissem.
Faces de glissement
Pas de faces luisantes
Faces luisantes

Revêtements

Pas de revêtements
Peu de revêtements
Revêtements
Beaucoup de revêtements

Nature organique
Nature argileuse
Nature sesquioxydique
Nature manganésifère
Sels solubles
Nature calcaire
Nature gypseuse
Nature sableuse
Nature non identifiée

Minces
Épais
Très épais

Associés aux

Vides
Squelette
Agrégats
Faces horizontales
Faces verticales
Faces inférieures
Faces supérieures

Porosité d'agrégat

Pas de pores
Pores peu nombreux
Pores nombreux
Pores très nombreux

Très fins
Fins
Moyens
Larges

Porosité tubulaire
Porosité vésiculaire
Porosité intergranulaire

Couleur du fond

%

Taches

Pas de taches
Un type de taches
Deux types de taches
Horizon bariolé
Taches polychromes

Abondance 1er type (x)

1 2 3 4 5 6 %

Couleur du 1er type (x)

%

Abondance 2ème type (O)

1 2 3 4 5 6 %

Couleur du 2ème type (O)

%

Taille du 1er type (x)

mm

Taille du 2ème type (O)

mm

Formes/ Irrégulières

Arrondies
Trainées horizontales
Trainées verticales
Trainées orthogonales
Trainées obliques
Trainées quelconques
Raies
Bandes
Formes complexes
Forme non identifiée XO

Peu nette
Nette

Associés aux

Faces des agrégats
Racines
Éléments grossiers
Sans relations XO

Nature des taches

Matière organique
Oxydation
Réduction
Oxydo-réduction
Dégradation
Altération XO
Nature non identifiée

Couleur humidifiée

%

Texture

%

A sable ferrugineux
A sable quartzeux
A sable calcaire
A sable gypseux

Consistance

Non fragile
Peu fragile
Fragile
Très fragile

Non friable
Peu friable
Friable
Très friable

Non plastique
Peu plastique
Plastique
Très plastique

Roche

Litage horizontal
Litage vertical
Litage oblique

Matériau isogranulaire
Hétérogra. sans coupure
Hétérogra. avec coupure

Avec ciment carbonaté
Avec ciment siliceux
Avec ciment d'oxyde
Avec ciment gypseux
Non désagrégée
Désagrégée

Non altérée
Peu altérée
Altérée
Très altérée
Altération non identifiée

Minéraux

Avec carbonates
Avec quartz
Avec olivine
Avec mica
Avec oxydes
Avec argiles
Avec gypse XO

SE C

F R A T S

H M D E

ENVIRONNEMENT

PROFIL SYNTHÉTIQUE

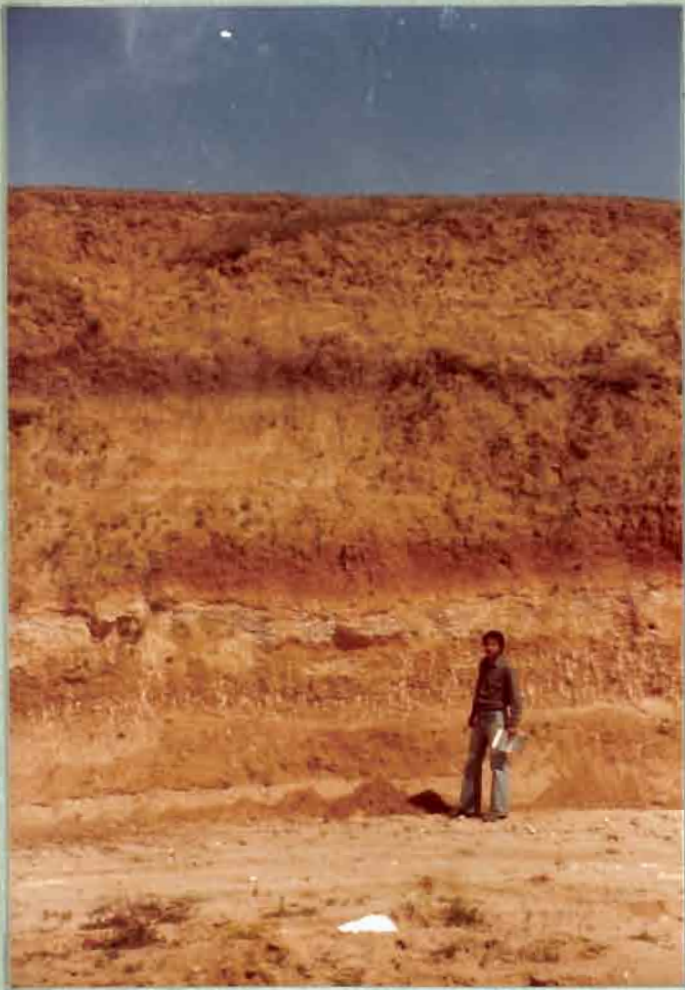
Echantillons

CLIMAT	Ni érosion, ni apport	Echantillon non prélevé	Concave	Profil
Station de référence	Erosion en nappe	Echantillon prélevé XO	Convexe	Exposé au N
Nature des antécédents	Erosion en rigoles	Eau incolore	A replats	Exposé au NE
Sécheresse	Erosion en ravines	Eau colorée XO	A chicots rocheux	Exposé à L'E
Temps sec	Erosion éolienne	Limpide	A corniches rocheuses	Exposé au SE
Temps variable	Apport éoliens	Trouble XO	Dominé par une corniche	Exposé au S
Pluie	Apports fluviatiles	Inodore	Irrégulière	Exposé au SW
Pluie faible	Apports par ruissellem.	Odorante XO	A rentrants arrondis	Exposé à L'W
Pluie moyenne	Apports par submer.	Douce	A rentrants anguleux	Exposé au NW
Pluie forte	Généralisé	Peu salée	A saillants arrondis	
Végétation	Localisé	Salée XO	A saillants anguleux	
Utilisation pastorale	D'intensité faible	Sans gaz	Recoupant les couch.géo.	Surface du sol
Utilisation agricole	D'intensité moyenne	Avec gaz XO	Conforme aux couch.géo.	Pente à l'emplacement %
Utilisation forestière	D'intensité forte	Premier pH (X)	Longueur de la pente	
Utilisation mixte	Pas d'assainissement	Deuxième pH (0)	Pente %	
Zone de mise en défens	Assainissement	1ère conductivité (X)	Dimension principale de la forme	
Zone non utilisée	Souterrain par drains	2ème conductivité (X)		
Extensive	Par fossés			
Intensive	Par fossés bien entretenus			
Récente	Fossés mal entretenus			
Ancienne et continue	Drains ou fossés			
Ancienne et discontinu	Ecartes de M			
Ancien. non identifiée	A la profondeur de Cm			
Formation végétale	Profil à du drain M			
Sol nu XO	Pas d'irrigation			
Végétation très claire	Irrigation			
Herbacée	Par ruissellement			
Ligneuse basse	Par submersion			
Ligneuse haute claire	Par aspersion			
Ligneuse haute	Par conduits souterrain			
Ligneuse haute dense	Localisée			
Recouvrement de %	Hydrologie			
Ni couvert ni tapis végét.	Exorisme			
Couvert sans tapis végét.	Endorisme			
Tapis végét. sans couvert	Régime de sécheresse			
Tapis végét. et couvert	Régime de séch.relative			
Nom de la formation	Régime d'engorgement			
Action de l'homme	Régime de submersion			
Friches	Régime artificiel			
Déboisement	Temporaire			
Dessouchage	Semi-permanent			
Brulis	Permanent			
Reboisement	Cause de submersion			
Brise-vent	Pluies			
Parcours	Exhaussement de n			
Parcours organisé	Débordement			
Parcours non organisé	Cause d'engorgement			
Surpâturage	Ruissellement hypoderm.			
Pas de mise en valeur	Nappe à éclipses			
Nivellement	Nappe phréatique			
Fossés et ados	Inféoflux			
Billons	Venues profondes			
Planches	Cause non identifiée			
Banquettes	Niveau de la nappe à Cm			
Terrasses	Avec un battement <1M			
Labour attelé	Avec un battement >1M			
Labour mécanique	Observation de l'eau			
Défoncement	Du sol			
Sous-solage	D'assainissement			
Epierrage	D'irrigation XO			
Décroûtage localisé	Eau de nappe			
Décroûtage généralisé	Eau de source			
Jéssour, meskhat	Eau de ruissellement			
Travaux de mise en valeur	Eau fluviatile			
	Eau la cature			
	Eau de submersion			
	Eau résiduaire			

N° d'étude	Couverture pédologique	Séquence d'horizon	Profondeur exploitable	Echantillonnage
N° de profil	Continue		Par les racines	Nombre d'échantillons
Identification	Discontinue	*	Profil observé jusqu'à	1ère profondeur d'échantillonnage
Gouvernorat	Très discontinue		Cm	entre
Délégation	Mince	*	Profil non différencié	et Cm
Secteur	Peu épaisse		Profil peu différencié	N° sac :
Carte topographique	Épaisse	*	Profil différencié par	2ème profondeur d'échantillonnage
Echelle : 1:000	Variable		La couleur	entre
Numéro	D'origine éolienne	*	La texture	et Cm
Longitude E	D'origine fluviatile		La nature du matériau	N° sac :
Latitude N	D'origine colluviale	*	La structure	3ème profondeur d'échantillonnage
Altitude M	D'origine marine		La consistance	entre
Auteur	D'origine biologique	*	Le drainage	et Cm
Date J M A	D'origine anthropique		Les racines XO	N° sac :
Promoteur	Altération sans transport	*	Des phén.d'accumulation	4ème profondeur d'échantillonnage
Classification	Altération avec transport		Couleur Rouge	entre
Représentatif de	Origine complexe	*	Brun-rouge	et Cm
La forme morphologique	Origine non identifiée		Brun	N° sac :
Type de description	Dynamique		Brun-jaune	5ème profondeur d'échantillonnage
Description détaillée	En équilibre		Jaune	entre
Description sommaire	En voie de formation		Jaune-vert	et Cm
But de la description	En voie de dégradation		Vert	N° sac :
Cartographie >1/50.000	En voie d'érosion		Noir	6ème profondeur d'échantillonnage
Cartographie = 1/50.000	Non identifiée		Blanc	entre
Cartographie = 1/100.000	Sols minéraux bruts		Gris XO.	et Cm
Cartographie = 1/200.000	Sols peu évolués		Clair	N° sac :
Cartographie <1/200.000	Vertisols		Moyen	7ème profondeur d'échantillonnage
Périmètre irrigué	Sols tirsifiés		Sombre XO.	entre
Étude particulière	Sols calcimorphes		Texture argileuse	et Cm
Analyse de terre	Sols calcimorphe gyp.		Texture limoneuse	N° sac :
Description pour recherche	Sols isohumiques		Texture franche	8ème profondeur d'échantillonnage
	Sols brunifiés		Texture sableuse XO.	entre
	Sols lessivés		Sans charge	et Cm
	Sols podzolisés		A charge grossière	N° sac :
	Sols ferralsitiques		A charge très grossière	7ème profondeur d'échantillonnage
	Sols hydromorphes		A charge g. et très g.	entre
	Sols halomorphes		Pas de structure	et Cm
	Pédogénèse non identifiée		Structure peu nette	N° sac :
	Région naturelle		Structure nette XO.	8ème profondeur d'échantillonnage
	Occupation des terres		Structure très nette	entre
	Horticulture		Structure fine	et Cm
	Arboriculture		Structure moyenne	N° sac :
	Viticulture		Structure grossière XO.	9ème profondeur d'échantillonnage
	Agriculture		Meuble	entre
	Culture en rotation		Peu compacte	et Cm
	Cult.à jachère prolongée		Compacte	N° sac :
	Praticulture		Très compacte XO.	10ème profondeur d'échantillonnage
	Parcours		Vase	entre
	Cactus		Alluvions	et Cm
	Alfa		Colluvions	N° sac :
	Formations naturelles		Croûte calcaire	9ème profondeur d'échantillonnage
	Forêt		Croûte gypseuse	entre
	Broussailles		Substrat indéterminé	et Cm
	Terrains humides		Nature de l'obstacle	N° sac :
	Terrains salés		Pas de racine XO.	entre
	Sable brut		Peu de racines	et Cm
	Roches XO		Nombreuses racines	N° sac :
	Types de profil		Très nombreuses racines	10ème profondeur d'échantillonnage
	Profil peu évolué		Distribution verticale	entre
	Profil calcimorphe		Régulière	et Cm
	P. calcimorphe gypseux		Irrégulière	N° sac :
	Profil ferralsitique		Nodules	entre
	Profil halomorphe		Concrétions	et Cm
	Profil hydromorphe		Encroûtements	N° sac :
	Profil isohumique		Croûte	entre
	Profil organique		Carapace	et Cm
	Profil squelettique		Cuirasse	N° sac :
	Profil verticale		nH acide	entre
	Profil tronqué XO		pH neutre	et Cm
			pH basique	N° sac :
			pH très basique	entre
			Nom local du profil	

PHOTOS DE QUELQUES PROFILS PEDOLOGIQUES

CARACTERISTIQUES DU SECTEUR D'EL AROUSSA (TUNISIE)



Vue générale de la coupe de l'Oued
El M'rir - Secteur d'El Aroussa



Détail du sol rouge méditerranéen
surmontant la croûte tensiftienne.
Au-dessous, accumulation calcaire
en nodules.



Sol châtain reposant sur une croûte et un encroûtement
d'âge tensiftien



Rendzine blanche sur
croûte calcaire
-
Partie Ouest du Secteur
d'El Aroussa



Rendzine modale sur
croûte tensifitienne
Profil EL 91



Sol isohumique châtain modal
sur alluvions
-
Profil EL 96



Vertisol, lithomorphe, non
grumosolique, modal,
sur alluvions,
avec fentes de retrait.

Profil EL 28.

ETUDE PEDOLOGIQUE DU PERIMETRE DE GAFOUR

CARTE PEDOLOGIQUE

Dressée par H. BEN HASSINE

Elève ORSTOM 1979

LEGENDE

I. CLASSE DES SOLS MINERAUX BRUTS

I.1. SOUS-CLASSE DES SOLS MINERAUX BRUTS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE

I.11. GROUPE DES SOLS MINERAUX BRUTS D'EROSION

I.111. Sous-groupe des lithosols

Sur calcaire dur : campanien

I.112. Sous-groupe des régosols

Sur croûte et encroûtement calcaire

I.12. GROUPE DES SOLS MINERAUX BRUTS D'APPORT ALLUVIAL

I.121. Sous-groupe modal

Sur alluvions

II. CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES

II.1. SOUS-CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES D'ORIGINE NON CLIMATIQUE

II.11. GROUPE DES SOLS PEU EVOLUES D'APPORT ALLUVIAL

II.111. Sous-groupe modal

Sur alluvions

II.112. Sous-groupe faiblement salé ou alcalisé

Sur alluvions

II.12. GROUPE DES SOLS PEU EVOLUES D'APPORT COLLUVIAL

II.121. Sous-groupe modal

Sur colluvions

III. CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES

III.1. SOUS-CLASSE DES SOLS CARBONATES

III.11. GROUPE DES RENDZINES

III.111. Sous-groupe modal

Sur croûte calcaire

Sur croûte conglomératique

Sur encroûtement calcaire

Sur calcaire dur

III.12. GROUPE DES SOLS BRUNS CALCAIRES

III.121. Sous-groupe modal

Sur alluvions

Sur colluvions

III.122. Sous-groupe à encroûtement calcaire

Sur encroûtement calcaire

III.123. Sous-groupe à pseudo gley

Sur alluvions

III.124. Sous-groupe halomorphe

Sur marnes

Sur alluvions

Sur colluvions

IV. CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES

IV.1. SOUS-CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES A COMPLEXE SATURE EVOLUANT SOUS UN PEDOCMAT A HIVER FRAIS

IV.11. GROUPE DES SOLS CHATAINS

IV.111. Sous-groupe des sols châtaîns modaux

Sur alluvions

IV.112. Sous-groupe des sols châtaîns rouges

Sur alluvions

Sur colluvions

V. CLASSE DES SOLS A SESQUIOXYDES

V.1. SOUS-CLASSE DES SOLS FERRIALITTIQUES

V.11. GROUPE DES SOLS ROUGES MEDITERRANEENS NON LESSIVES

V.111. Sous-groupe modal

Sur colluvions

SIGNES COMPLEMENTAIRES

I. MATERIAUX

A Alluvions

C Colluvions

Crôte calcaire

Encroûtement calcaire

Marnes

Calcaire dur

Crôte conglomératique superficielle

Crôte conglomératique en profondeur

II. PROFONDEUR

1 0 - 40 cm

2 40 - 80 cm

3 80 - 120 cm

4 > 120 cm

III. SALURE

2 < C.E. < 4 mmhos/cm

4 < C.E. < 10 mmhos/cm

Alcalisations

IV. AUTRES SIGNES

Pseudo gley

Cailloux en surface

Cailloux en profondeur

Amas calcaires

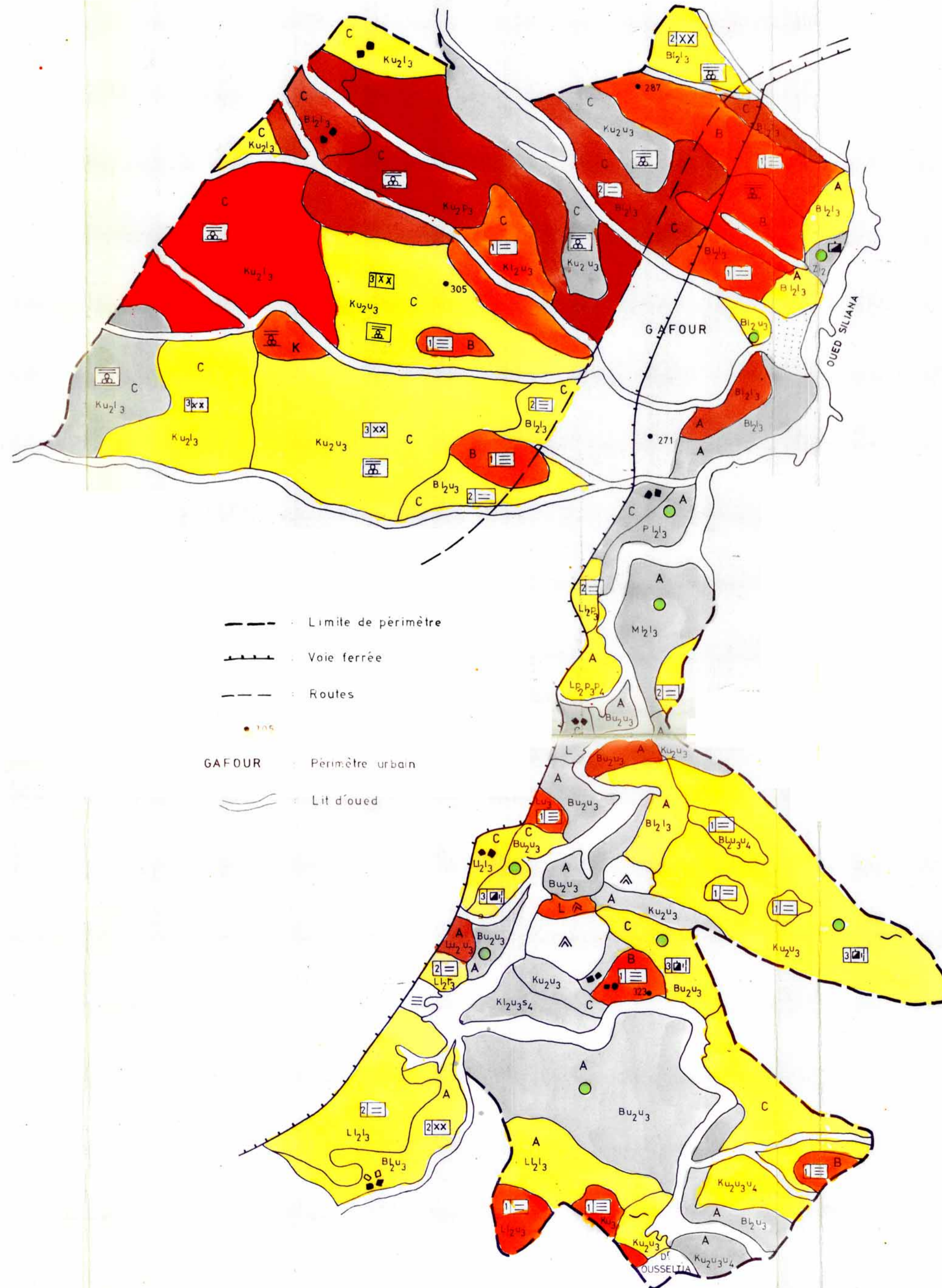
Nodules calcaires

V. TEXTURE

	SURFACE	PROFONDEUR
Sableux	S	s
Sablo limoneux	Z	z
Limono sableux	P	P
Sablo argileux	N	N
Limoneux	L	L
Texture équilibrée	M	M
Limono argileux	B	B
Argilo sableux	E	E
Argilo limoneux	K	K
Argileux	U	U

La texture est indiquée par une formule:

0 à 40 cm Lettre majuscule, ex: Z
 40 à 80 cm Lettre minuscule avec indice 2, ex: z₂
 80 à 120 cm Lettre minuscule avec indice 3, ex: z₃
 120 cm Lettre minuscule avec indice 4, ex: z₄
 Formule Z s₂ s₃ u₄



0 250 500 750 1000 1250 1500

ECHELLE 1/25 000

ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA PLAINE D'EL AROUSSA

CARTE PEDOLOGIQUE

Dressée par H. BEN HASSINE
 Elève ORSTOM 1979

LEGENDE

I CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES

I.1. SOUS-CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES

D'ORIGINE NON CLIMATIQUE

I.11. GROUPE DES SOLS PEU EVOLUES

D'APPORT ALLUVIAL

I.111. Sous groupe modal

A Sur alluvions

I.112. Sous groupe hydromorphe à pseudo gley

A Sur alluvions

I.113. Sous-groupe vertique

A Sur alluvions

I.114. Sous-groupe faiblement salé ou alcalisé

A Sur alluvions

II CLASSE DES VERTISOLS

II.1. SOUS-CLASSE DES VERTISOLS LITHOMORPHES

(DRAINAGE EXTERNE POSSIBLE)

II.11. GROUPE NON GRUMOSOLIQUE

II.111. Sous-groupe modal

A Sur alluvions

II.112. Sous-groupe vertique

A Sur alluvions

III CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES

III.1. SOUS-CLASSE DES SOLS CARBONATES

III.11. GROUPE DES RENDZINES

III.111. Sous-groupe modal

1 Sur croûte calcaire

1 Sur encroûtement calcaire

III.12. GROUPE DES SOLS BRUNS CALCAIRES

III.121. Sous-groupe modal

A Sur alluvions

C Sur colluvions

III.122. Sous-groupe à encroûtement calcaire

2 Sur encroûtement calcaire

III.123. Sous-groupe vertique

A Sur alluvions

III.124. Sous-groupe halomorphe

A Sur alluvions

IV CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES

IV.1 SOUS-CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES A COMPLEXE SATURE

EVOLUANT SOUS UN PEDOCLIMAT A HIVER FRAIS

IV.11. GROUPE DES SOLS CHATAINS

IV.111. Sous-groupe des sols châtains modaux

A Sur alluvions

3 Sur croûte calcaire

3 Sur encroûtement calcaire

IV.112. Sous-groupe des sols châtains vertiques

A Sur alluvions

IV.113. Sous-groupe des sols châtains à pseudogley

A Sur alluvions

IV.114. Sous-groupe des sols châtains salés ou alcalisés

A Sur alluvions

SIGNES COMPLEMENTAIRES

I MATERIAUX

A Alluvions

C Colluvions

≡ Croûte calcaire

≡≡ Encroûtement calcaire

II PROFONDEUR

1 0-40 cm

2 40-80 cm

3 80-120 cm

4 >120 cm

III SALURE

□ 2 < CE < 4 mmhos/cm

■ 4 < C.E < 10 mmhos/cm

□ } Alcalisations

■ }

IV AUTRES SIGNES

|| Pseudo gley

♦♦ Cailloux en surface

oo Cailloux en profondeur

xx Amas calcaires

xx Nodules calcaires

V TEXTURE

SURFACE PROFONDEUR

Sableux S

Sablo.limoneux Z

Limono.sableux P

Sablo.argileux N

Limoneux L

Texture équilibrée M

Limono.argileux B

Argilo.sableux E

Argilo.limoneux K

Argileux U

La texture est indiquée par une formule :

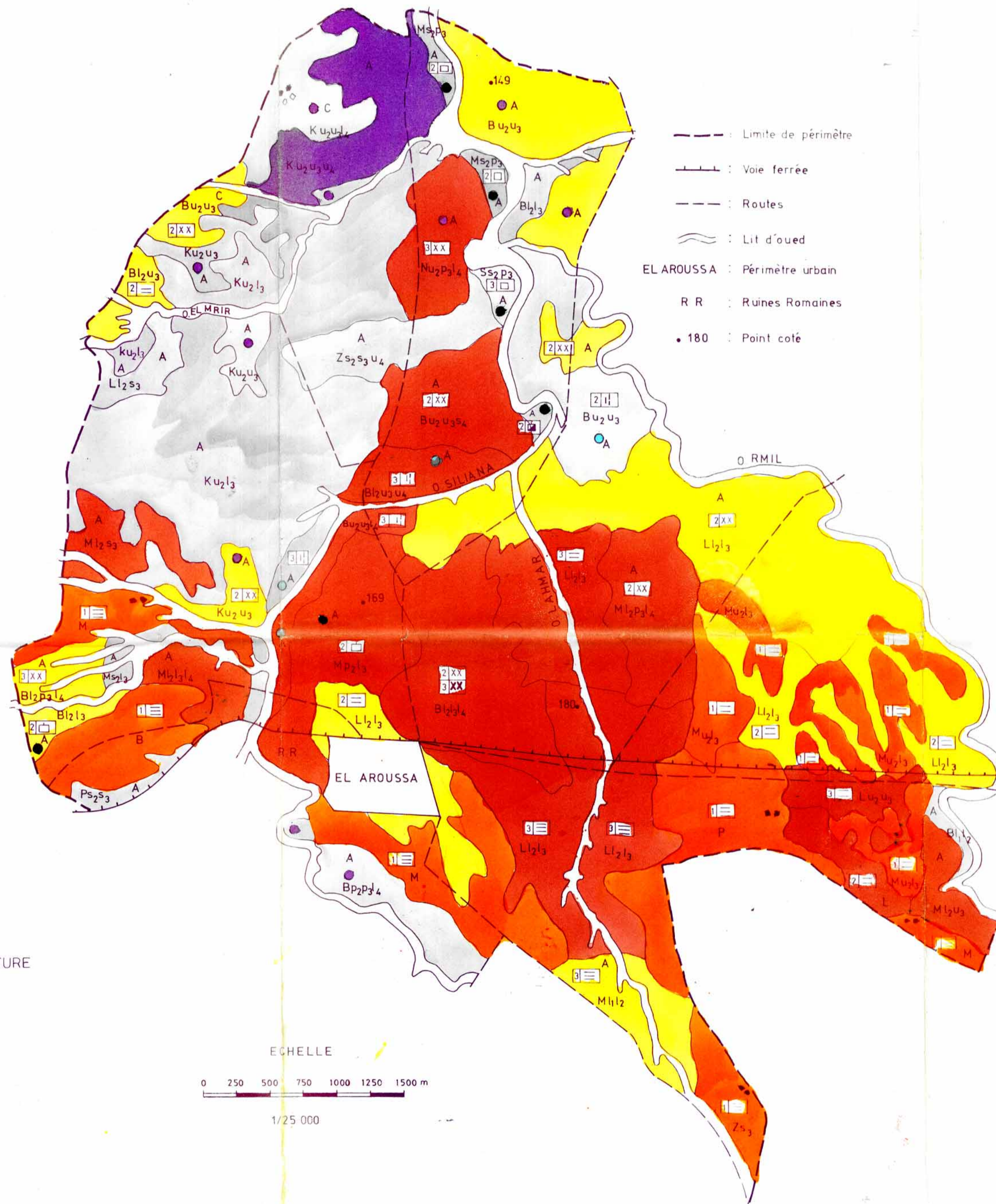
- 0 à 40 cm : Lettre majuscule, ex Z

- 40 à 80 cm : Lettre minuscule avec indice 2 ex: s₂

- 80 à 120 cm : Lettre minuscule avec indice 3 ex: s₃

- >120 cm : Lettre minuscule avec indice 4 ex: u₄

Formule : Z s₂ s₃ u₄



ECHELLE

0 250 500 750 1000 1250 1500 m

1/25 000

ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA PLAINE D'EL AROUSSA

CARTE DE CLASSEMENT DES TERRES A L'IRRIGATION PAR ASPERSION

(TYPE U.S.B.R.)

Par H. BEN HASSINE, elevé O.R.S.T.O.M 1979

ECHELLE 1 : 25 000

LEGENDE

CLASSES DES TERRES

Indiquées par le premier chiffre au numérateur

- CLASSE 1 : terres arables de première qualité
- CLASSE 2 : terres arables de qualité moyenne
- CLASSE 3 : terres arables de qualité inférieure
- CLASSE 6 : terres non arables

OCCUPATION DES TERRES

- L : Cultures en sec
- W : Terres non cultivées
- H : Zone urbaine

PRODUCTIVITE ET DEVELOPPEMENT DES TERRES

Les chiffres 1 - 2 - 3 et 6 représentent les échelles de productivité des terres, et les coûts de développement qu'elles demandent.

Ex. : «2-1» - 2 = productivité moyenne de la classe 2

1 = Coût de développement des terres faibles.

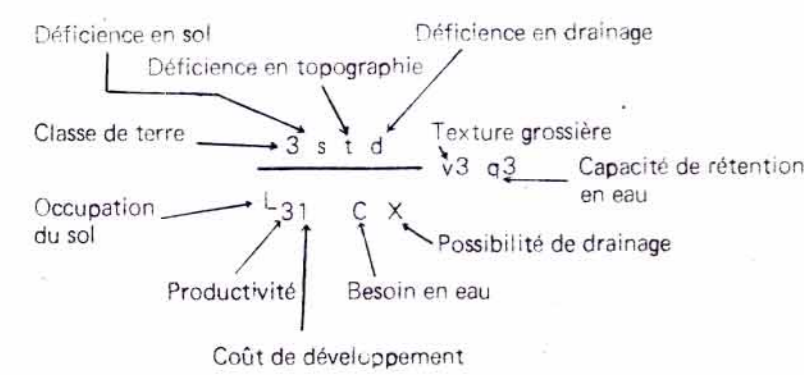
BESOIN EN EAU

- A : Faible
- B : Moyen
- C : Elevé

POSSIBILITE DE DRAINAGE

- X : Facile
- Y : Présentant certaines difficultés
- Z : Difficile

SYMBLES REPRESENTES SUR LA CARTE



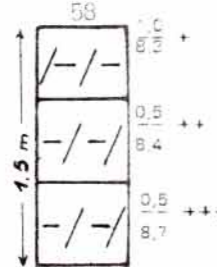
SIGNES COMPLEMENTAIRES

- a : Salure
- k : Profondeur du sol
- m : Texture fine
- q : Capacité de rétention en eau
- v : Texture grossière
- w : Drainage

SYMBLES UTILISES POUR LES PROFILS

- Sableux
- Sablo-limoneux
- Limono-sableux
- Limoneux
- Argileux
- Limono-argileux
- Argilo-limoneux
- Argilo-sableux
- Sablo-argileux
- Texture équilibrée
- Encroûtement calcaire
- Limon à nodules
- Croûte calcaire

PROFIL TYPE

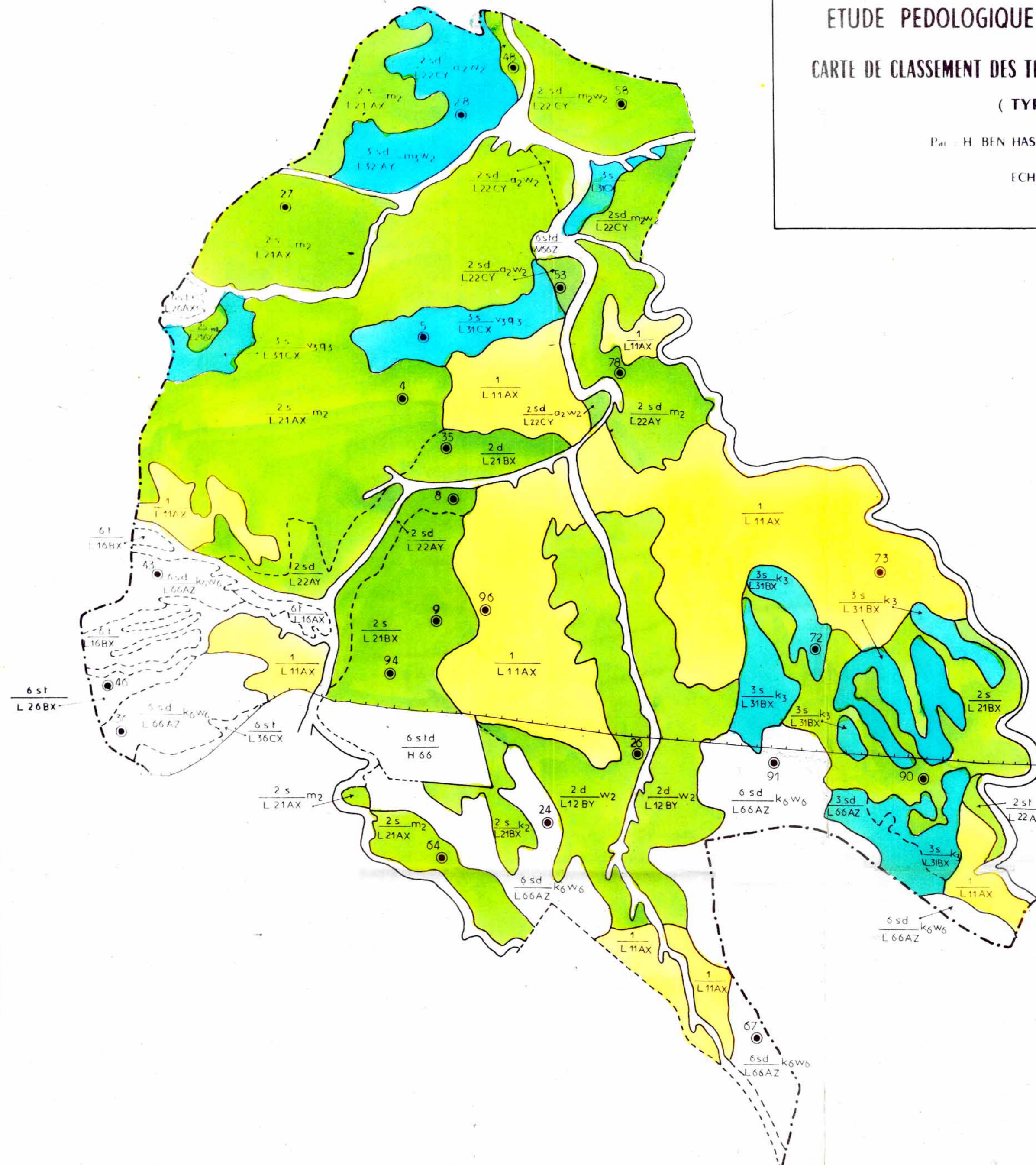
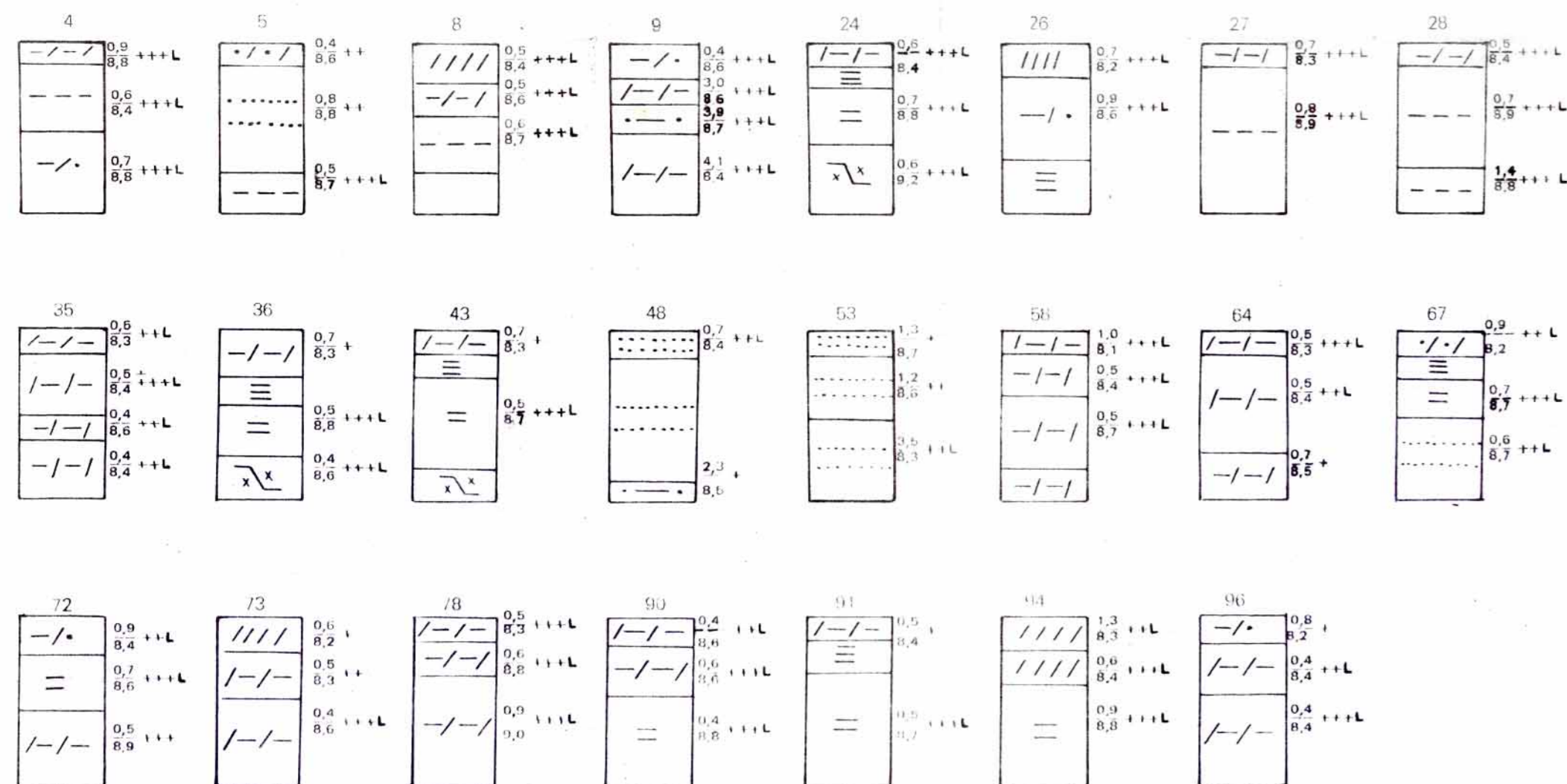


- 58 : Numéro du profil
- Reaction avec Hcl dilué
- + : faible
- ++ : modéré
- +++ : forte
- L : Calcaire actif >10%
- 1,0 - 0,5 - 0,6 représentant les C.E. e des horizons correspondants en mmhos/cm
- 8,3 - 8,4 - 8,7 représentent les pH des horizons correspondants

SIGNE DIVERS

- Profil décrit et analysé

PROFILS CARACTERISTIQUES



ETUDE PEDOLOGIQUE DU PERIMETRE DE GAFOUR
 CARTE DE CLASSEMENT DES TERRES A L'IRRIGATION PAR ASPERSION
 (TYPE U.S.B.R.)

Par : H. BEN HASSINE, élève O.R.S.T.O.M. 1979
 ECHELLE 1 : 25.000

LEGENDE

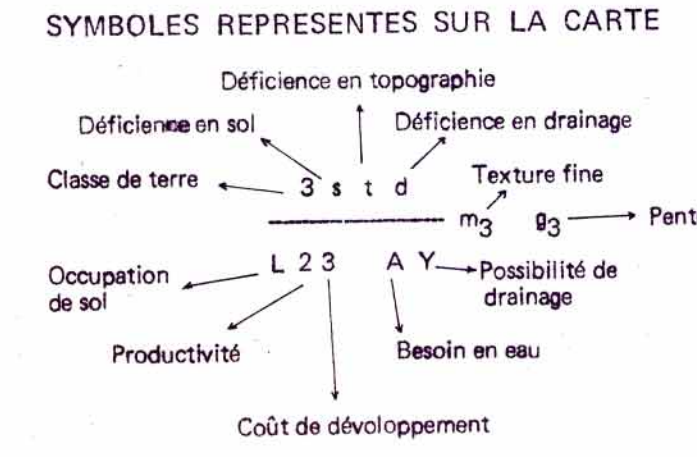
- CLASSES DES TERRES**
 Indiquées par le premier chiffre au numérateur
- Classe 1 : Terres arables de première qualité
 - Classe 2 : Terres arables de qualité moyenne
 - Classe 3 : Terres arables de qualité inférieure
 - Classe 6 : Terres non arables

- OCCUPATION DES TERRES**
- C : Cultures en irrigué
 - L : Cultures en sec
 - W : Terres non cultivées
 - H : Zone urbaine

- PRODUCTIVITE ET DEVELOPPEMENT DES TERRES**
 Les chiffres 1 - 2 - 3 et 6 représentent les échelles de productivité des terres, et les coûts de développement qu'elles demandent.
 Ex. : «31» - 3 : productivité faible de la classe 3
 1 : coût de développement des terres faible

- BESOIN EN EAU**
- A : Faible
 - B : Moyen
 - C : Elevé

- POSSIBILITE DE DRAINAGE**
- X : Facile
 - Y : Présentant certaines difficultés
 - Z : Difficile



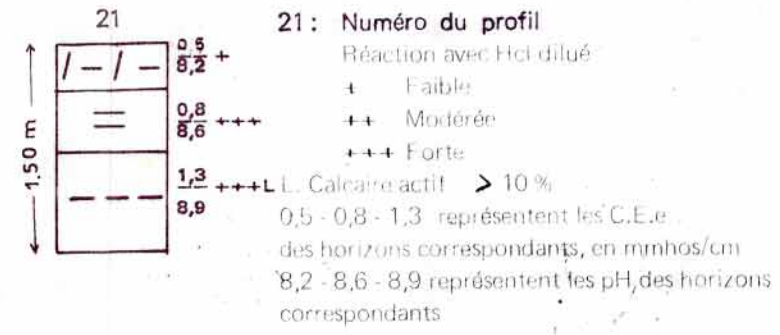
SIGNES COMPLEMENTAIRES

- a : Salure
- g : Pente
- k : Profondeur du sol
- m : Texture fine
- v : Texture grossière
- w : Drainage

SYMBLES UTILISES POUR LES PROFILS

- Sableux
- Sablo-limoneux
- Limono-sableux
- Limoneux
- Argileux
- Limono-argileux
- Argilo-limoneux
- Argilo-sableux
- Sablo-argileux
- Equilibré
- Encroûtement
- Croûte
- Marne

PROFIL TYPE



SIGNES DIVERS

- Profil décrit et non analysé
- ⊙ Profil décrit et analysé

PROFILS CARACTERISTIQUES

