

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

Direction des Ressources en Eau et en Sol

Division des Sols

**ETUDE DE DIFFERENTES ACCUMULATION
CARBONATEES D'UNE TOPOSEQUENCE DU CENTRE
TUNISIEN (DJEBEL SEMMAMA)**

Convention D. R. E. S. - O. R. S. T. O. M.

Action de type A.

J. BONVALLOT, Géographe ORSTOM

J. P. DELHOUME, Pédologue ORSTOM

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Mission en Tunisie



REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES RESSOURCES
EN EAU ET EN SOLS

DIVISION DES SOLS

REPUBLIQUE FRANÇAISE

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

Mission en Tunisie

ETUDE DE DIFFÉRENTES ACCUMULATIONS CARBONATÉES

D'UNE TOPOSEQUENCE DU CENTRE TUNISIEN

(DJEBEL SEMAMA)

*Communication présentée au 103e Congrès National des
Sociétés Savantes - Nancy-Metz*

J. BONVALLOT - Géographe ORSTOM

J.P. DELHOUME - Pédologue ORSTOM

1978

ETUDE DE DIFFERENTES ACCUMULATIONS CARBONATEES
D'UNE TOPOSEQUENCE DU CENTRE TUNISIEN
- Djebel Semmama -

I - LE MILIEU

I.1. - Cadre géographique

Le relief de la Tunisie centrale (Hautes steppes) est constitué par un ensemble de chaînons montagneux, dominant un vaste système de glacis façonnés au cours du Quaternaire. L'étude d'une topochronoséquence, qui recoupe transversalement les différents niveaux de glacis, du Quaternaire ancien au Quaternaire récent, a été entreprise dans le piedmont sud-est du djebel Semmama (au nord-ouest de Sbaïtla). (fig. 1)

I.2. - Climat - Bioclimat - Végétation

La région est caractérisée par un climat à saisons contrastées : été chaud et sec, hiver frais, les pluies se répartissant en septembre-octobre et de février à avril. Elle appartient à l'étage bioclimatique méditerranéen aride supérieur, caractérisé par le groupement végétal à Pinus halepensis et Genista microcephala (Carte phyto-écologique de Tunisie septentrionale - 1967). Celui-ci a pratiquement disparu, sous l'effet d'une déforestation ancienne et a été remplacé par Stipa tenacissima qui domine largement le paysage végétal. L'alfa tend lui-même à disparaître au profit de groupements variés à Artemisia herba alba ou Artemisia campestris, après défrichements et mise en cultures.

I.3. - Géologie - Géomorphologie - Sols

Le façonnement des glacis étagés s'est effectué au cours des périodes pluviales du Quaternaire, par épandage d'épaisses formations alluviales hétérogènes sur un matériau géologique d'origine continentale d'âge miopliocène. Celles-ci ont subi plusieurs phases de carbonatation, qui ont donné naissance à diverses formes d'accumulation calcaire, soit continues (dalles, croûtes, encroûtements), soit discontinues (nodules, taches, amas).

Dans cette zone de stabilité tectonique au cours du Quaternaire, les formations encroûtées dures, ont permis la conservation des surfaces de glacis et favorisé leur étagement.

Le raccordement entre les différents niveaux se fait par des versants d'érosion, tapissés de colluvions d'âges divers, reposant directement sur le substrat géologique.

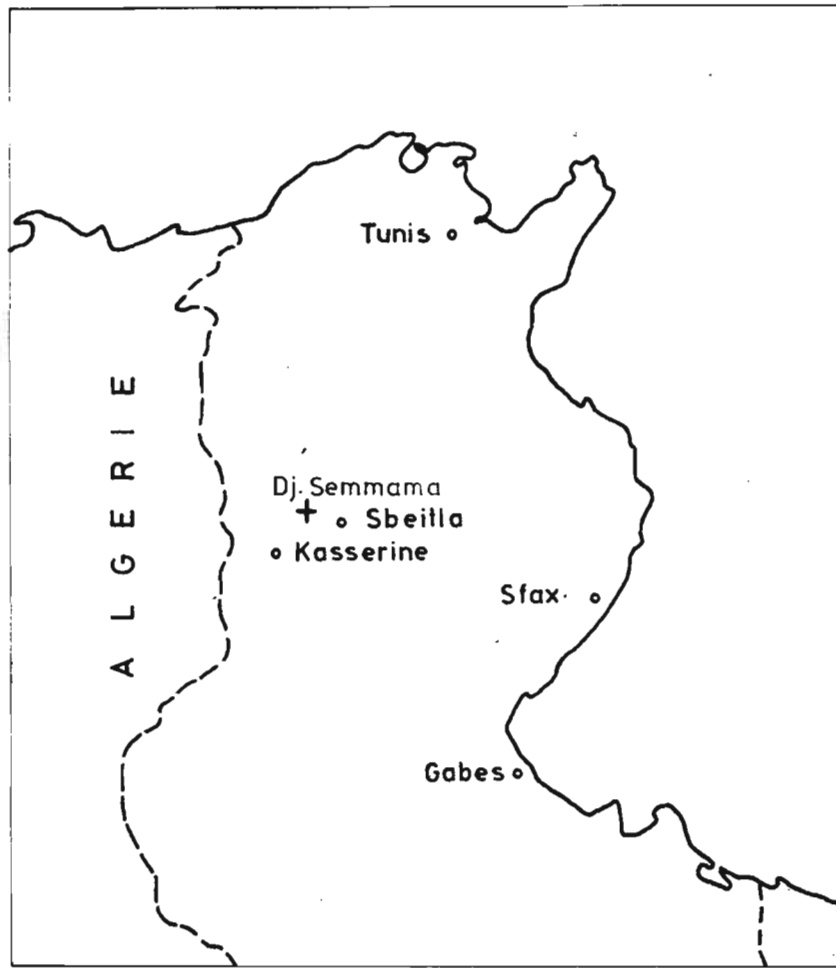


Fig.1 Carte de localisation

Ces versants font la transition avec les plaines que draine le réseau hydrographique actuel.

Outre les sols calci-magnésiques à accumulations calcaires variées situés sur les glacis et leurs versants, les plaines sont occupées par des sols bruns isohumiques, plus ou moins dégradés par les cultures, et sur les bordures d'oueds, par des sols peu évolués d'apport alluvial.

II - DESCRIPTION DE LA TOPOSEQUENCE

La toposéquence étudiée jusqu'à présent recoupe un glacis du Quaternaire moyen et son versant de raccordement avec le niveau quaternaire récent. La topographie du glacis, dominé de deux mètres environ au NNE par une butte aplanie, présente dans le détail quelques faibles dénivelées (de l'ordre de 50 cm). Le versant, à pente moyenne de 11 %, se divise en deux parties, l'amont, de pente forte (27 %), étant séparé de l'aval, de pente plus faible (8 %), par un ressaut sub-horizontal.

II.1. - Les Matériaux

La coupe transversale (figure 2), nous permet d'observer trois catégories de matériaux :

a) un substrat géologique, d'âge mio-pliocène, constitué d'un grès sableux peu compact, entrecoupé de minces passées d'argile.

b) des alluvions moyennes et grossières. Les premières sont essentiellement constituées de sables calcaires et quartzeux et de quelques lits de graviers calcaires. Elles atteignent une épaisseur de trois mètres au milieu du glacis.

Les alluvions grossières, très hétérogènes, sont formées de graviers, cailloux et blocs calcaires. Elles sont localisées en bordure du glacis où elles ont jusqu'à trois mètres d'épaisseur, et forment l'ossature de la butte située au N.NE de la séquence.

c) Les colluvions, de 30 cm d'épaisseur moyenne, tapissent les versants de cailloux, de graviers et de sables calcaires.

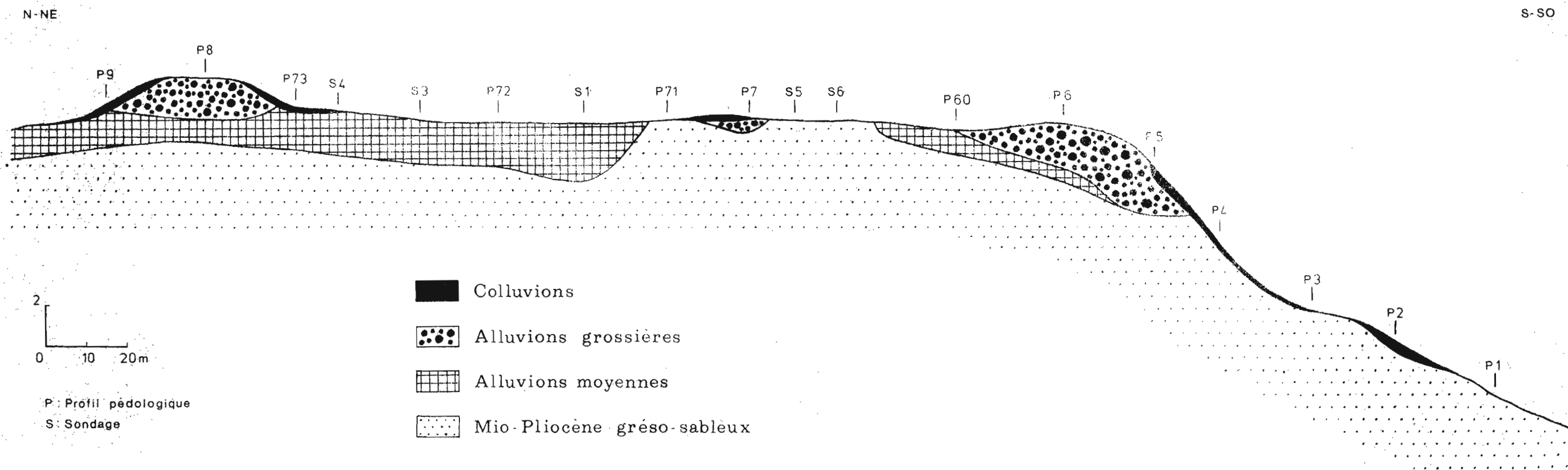


Fig. 2 - TOPOSEQUENCE ET MATERIAUX -

Les caractéristiques granulométriques de ces différents matériaux sont résumées dans le tableau I .

	Fraction fine	Sables fins	Sables grossiers	Graviers	Cailloux	Blocs
	0 à 0,05 mm	0,05 à 0,2 mm	0,2 à 2 mm	2 mm à 2cm	2 à 20 cm	plus de 20 cm
Alluvions grossières	0 - 2	0 - 5	10 - 20	15 - 45	15 - 50	5 - 10
Alluvions moyennes	15 - 25	25 - 30	40 - 45	5 - 10	-	-
Colluvions	5 - 10	5 - 10	15 - 65	10 - 35	15 - 30	-
Grès sableux Mio-pliocène	0 - 5	30 - 50	50 - 70	0 - 2	-	-

Tableau I : Composition granulométrique des différents matériaux (en % de l'échantillon total)

II.2. - Les sols et les accumulations carbonatées

Les sols de la toposéquence présentent une grande variété de formes d'accumulations du calcaire, qui sont en relation avec le type de matériau et la situation topographique.

A la surface du glacis, les profils dans les alluvions moyennes (exemple P 60 - figure 3A), présentent, sous un horizon colluvial peu épais, un ensemble croûte - encroûtement tuffeux, peu compact, développé essentiellement dans les zones les plus riches en éléments grossiers. Lorsque la granulométrie du matériau est plus fine (sableuse), seul l'encroûtement tuffeux subsiste. Sous l'encroûtement, le calcaire s'individualise en amas et pseudo-mycélium, dont l'importance décroît avec la profondeur. De haut en bas du profil, la teneur en carbonate passe progressivement de 76 à 15 %.

Les sols sur alluvions grossières (P5 - figure 3B) sont constitués, sur 60 cm d'épaisseur, par une croûte conglomératique très compacte qui surmonte un encroûtement tuffeux. Au-dessous de 60 cm, le calcaire est redistribué en amas et nodules peu abondants. La teneur en carbonate décroît régulièrement du haut vers le bas = 85 à 8 % dans le matériau géologique sableux.

Sur le versant d'érosion (P4 - figure 3C et P3 - figure 3D), le substrat apparaît à très faible profondeur sous les colluvions, et les accumulations calcaires qui s'y développent sont du type diffus, avec quelques taches et amas

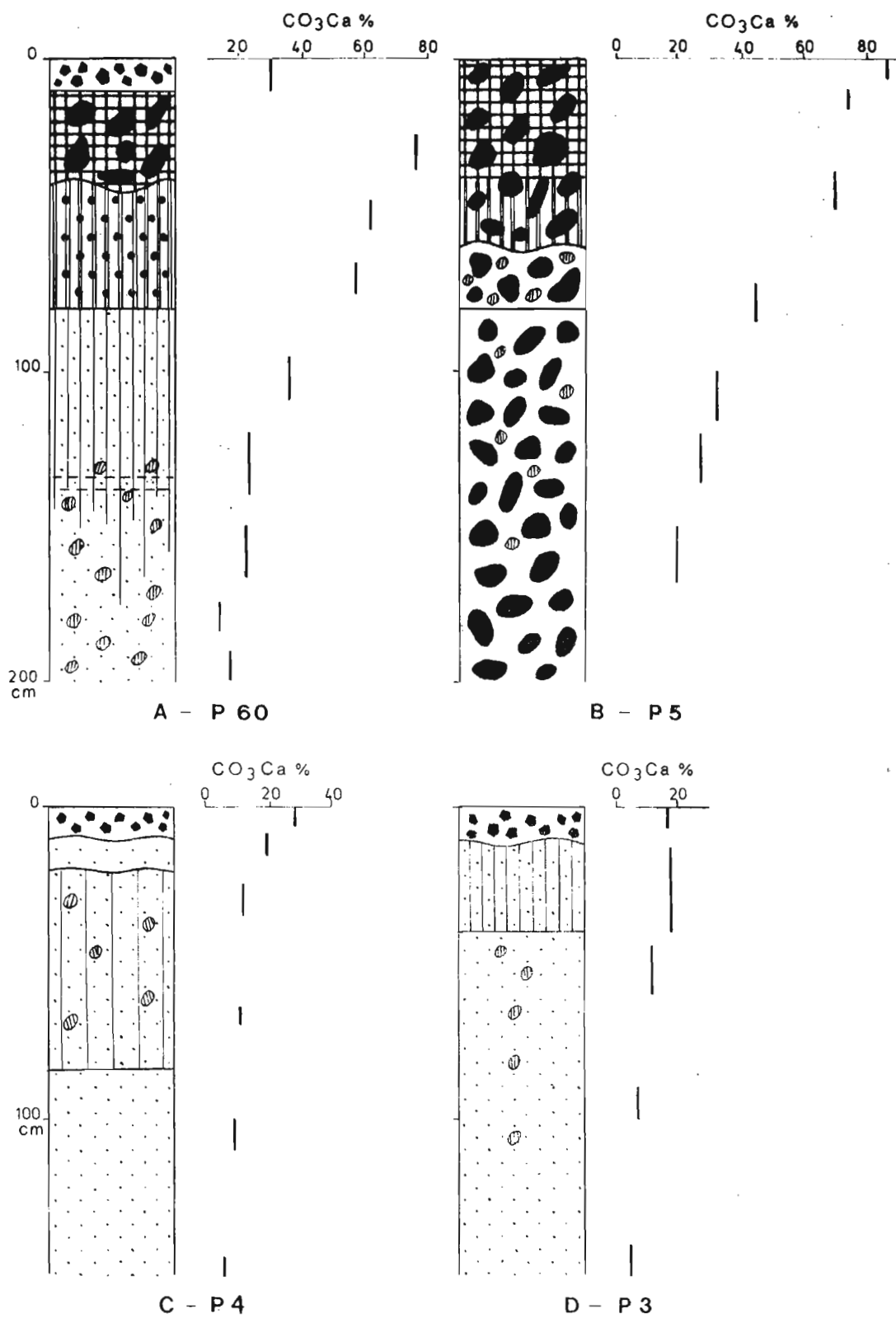
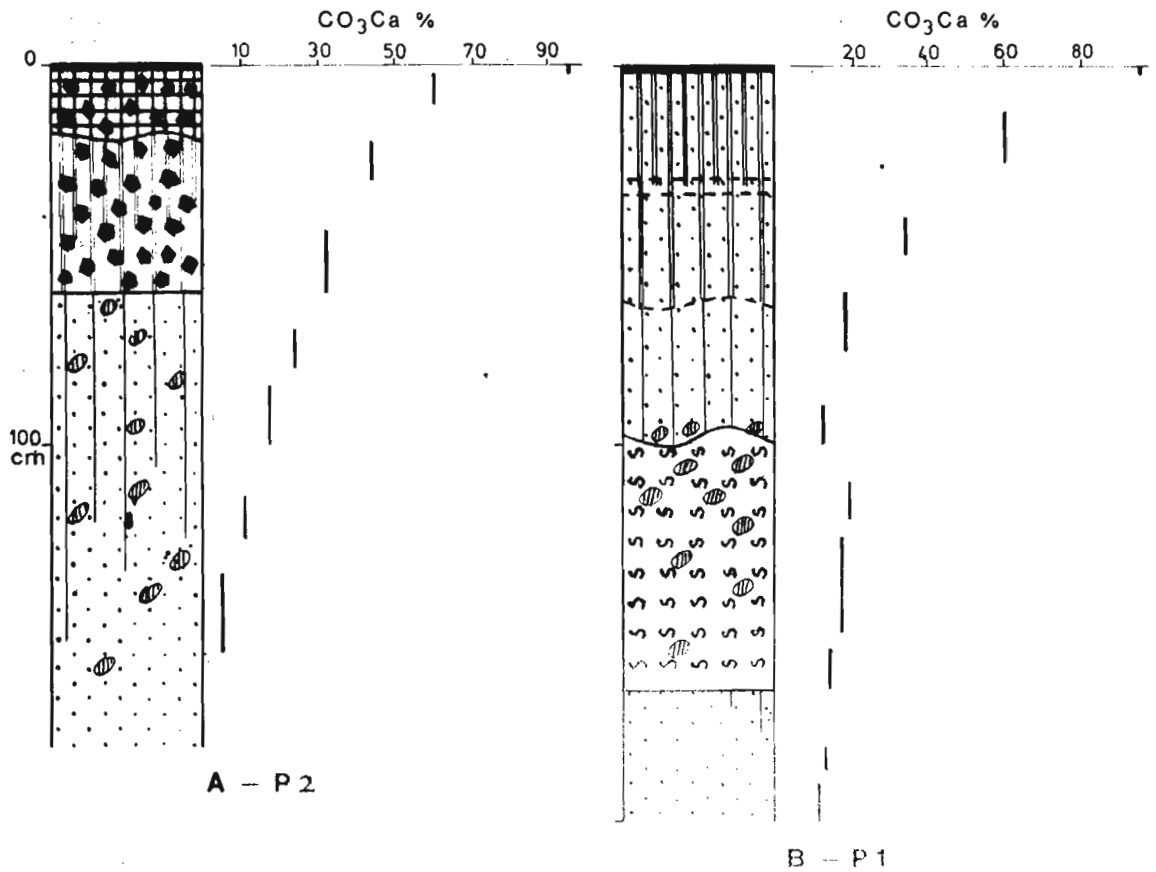


Fig. 3 - LES SOLS (même légende que la fig. 4)



**FORMES D'ACCUMULATIONS DU
CALCAIRE SECONDAIRE**

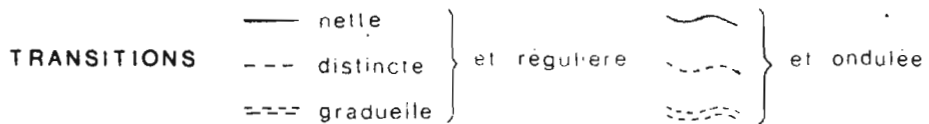
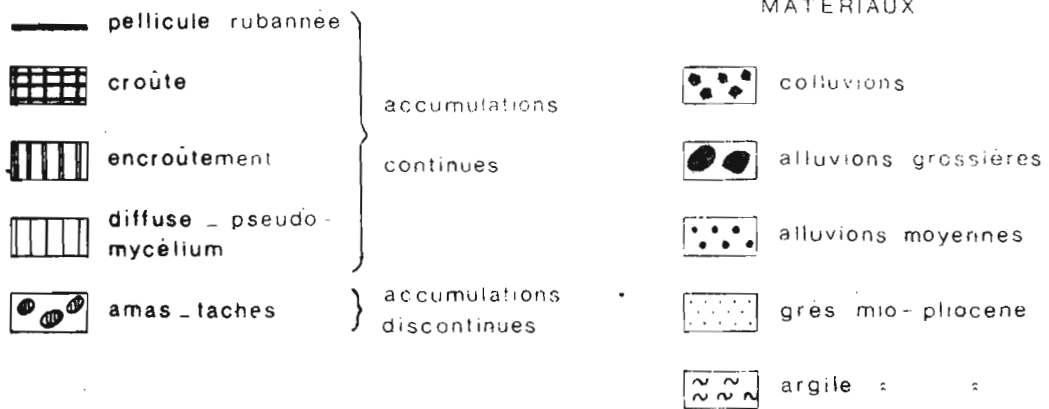


Fig. 4 - LES SOLS

distribués en lignes verticales. La teneur en calcaire total ne dépasse pas 20 %.

Plus bas sur le versant (P 2 - figure 4A), les colluvions sont plus épaisses et sont fortement cimentées par un ensemble croûte-encroûtement tuffeux, contenant de 60 à 30 % de calcaire. Une pellicule rubannée de 2 cm d'épaisseur ayant une teneur de 96 % de CO_3Ca , recouvre l'ensemble ci-dessus. Au delà de 65 cm de profondeur, le carbonate s'individualise dans le matériau géologique sous forme diffuse et en amas, avec une teneur qui décroît de 25 jusqu'à 5 % à 150 cm.

Au bas du versant (P 1 - figure 4B), le profil se développe uniquement dans le grès sableux constituant le substrat géologique. Sous une pellicule rubannée de surface, semblable à celle du profil P2, le calcaire forme un encroûtement tuffeux, passant progressivement à une accumulation de type diffus. Sa teneur décroît de 60 à 12 %. De 100 à 160 cm, des amas et nodules s'individualisent dans un lit argileux, la teneur en calcaire augmentant légèrement au sommet de ce matériau.

La comparaison des sols de la toposéquence, nous permet ainsi de mettre en évidence une relation entre le type d'accumulation calcaire et le matériau dans lequel elle se développe : plus ce dernier est grossier, plus l'accumulation carbonatée est compacte, dure et continue.

III - EVOLUTION DU RELIEF ET GENESE DES ACCUMULATIONS CARBONATEES

Depuis la mise en place des matériaux allochtones au Quaternaire moyen, des alternances climatiques ont façonné le relief et permis le développement des diverses accumulations carbonatées observées, suivant le schéma classique établi en Afrique du Nord (BEAUDET et all., 1967 - COQUE, 1962 - COQUE et JAUZEIN, 1966 - HERVIEU, 1975 - RAYNAL, 1961). Ces alternances forment une succession de cycles climatiques constitués chacun d'un maximum humide ou pluvial, évoluant progressivement vers un maximum sec ou interpluvial, ceux-ci séparés l'un de l'autre par des phases de transition : catapluvial et anapluvial.

III.1. - Mise en place des matériaux (Figure 5A)

Durant le pluvial du Quaternaire moyen, les cours d'eau ont transporté de grandes quantités de matériaux arrachés aux zones montagneuses, et les ont étalés sur les piedmonts. La coupe étudiée montre que les alluvions moyennes se sont déposées en ravinant le substrat géologique sous-jacent, et sont recouvertes localement par des alluvions grossières. Il s'est ainsi formé un vaste glacis d'accumulation.



Mais alors que les alluvions moyennes se sont épandues très largement dans le paysage, les alluvions grossières se sont au contraire mises en place, de façon beaucoup plus restreinte, en ravinant les précédentes par des chenaux longitudinaux, étroits et anastomosés, comme le confirme d'autres coupes examinées à l'aval et à l'amont de la toposéquence.



III.2. - Première phase de carbonatation (Figure 5A)

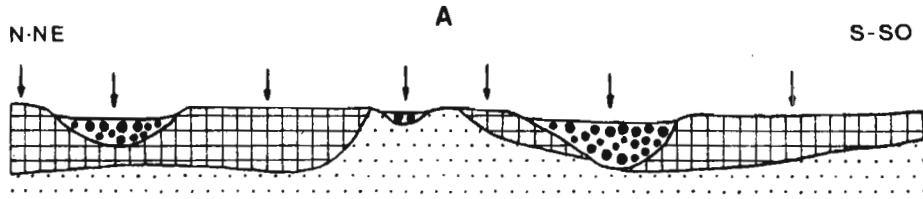
Au cours de la période catapluviale, caractérisée par des précipitations beaucoup moins abondantes et par des alternances sécheresse-humidité fréquentes, les eaux ont été canalisées préférentiellement dans les chenaux ci-dessus, qui correspondaient aux lits "d'oueds" saisonniers. Ceux-ci, dont le profil longitudinal était plus ou moins stabilisé, ne permettaient qu'un faible transport de matériaux solides. Les eaux se chargeaient essentiellement en bicarbonate de calcium, mis en solution à l'amont, dans le massif montagneux de calcaire crétacé.

Selon le volume des pluies, l'écoulement linéaire s'infiltrait plus ou moins loin vers l'aval dans les matériaux grossiers des chenaux. Ces matériaux, très poreux, étaient le siège d'une évaporation intense lors des phases de dessiccation, provoquant les dépôts du carbonate de calcium. Ainsi, la partie supérieure des alluvions grossières est fortement cimentée par une croûte très riche en calcaire et très compacte, qui surmonte un encroûtement.

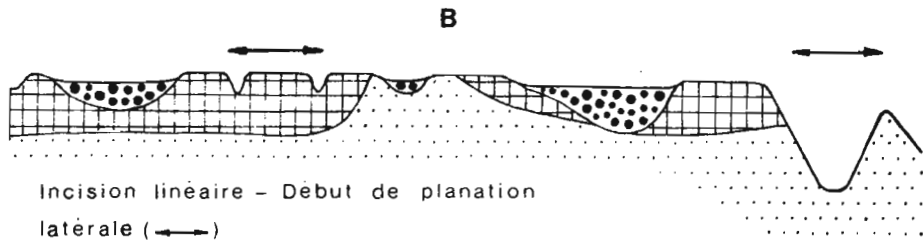
Les différents matériaux situés entre les chenaux, ont subi une pédogenèse calcaire moins importante, car les quantités d'eau les drainant étaient plus faibles. La redistribution du calcaire s'est faite de façon discontinue (amas, taches, nodules) ou continue (encroûtement), ces accumulations étant peu compactes.

 Alluvions grossières
 Alluvions moyennes

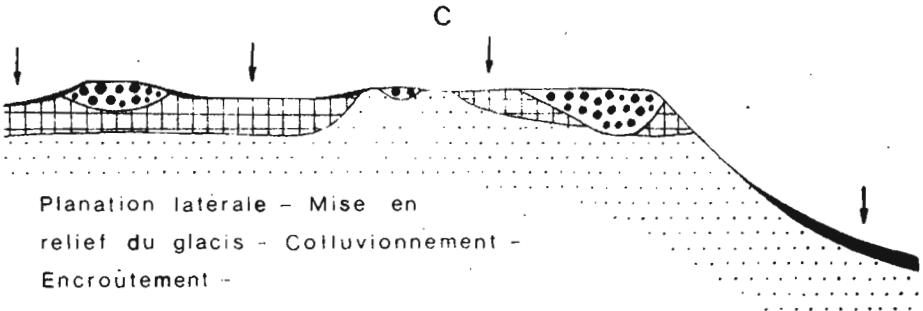
 Colluvions
 Mio - Pliocène



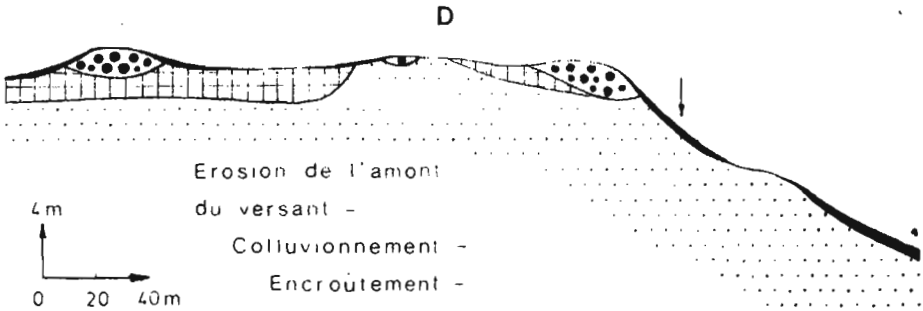
Mise en place des matériaux - Encroûtement (↓)



Incision linéaire - Début de planation latérale (↔)



Planation latérale - Mise en relief du glacis - Colluvionnement - Encroûtement -



Erosion de l'amont
 du versant -
 Colluvionnement -
 Encroûtement -

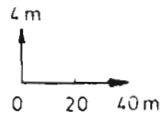


Fig. 5 - EVOLUTION DU RELIEF -

Deux types de dynamique du calcaire ont ainsi contribué à la formation des accumulations carbonatées : une dynamique rapide dans les chenaux et leurs bordures, et entre ceux-ci, une dynamique plus lente.

III.3. - Première phase érosive

A mesure que le climat devenait plus sec (interpluvial), le glacis subissait une phase d'incision linéaire qui a affecté les sols les moins encroûtés (Figure 5B).

A cette phase d'érosion linéaire ont succédé progressivement des phénomènes de planation latérale au cours d'un nouveau pluvial (Figure 5C).

Les croûtes dures des alluvions grossières ont permis la mise en relief de la fraction de glacis située entre elles et le développement de versants d'érosion dans les formations tendres. Il en ^{est} résulté une inversion de relief et la formation de corniches là où affleuraient les alluvions grossières fortement encroûtées.

Les versants ont été tapissés d'un manteau de colluvions, issues des corniches supérieures.

III.4. - Deuxième phase de carbonatation (Figure 5C)

Une nouvelle phase de carbonatation s'est produite au cours du catapluvial suivant. Sur le glacis, elle a accentué les formes de redistribution du calcaire dans les matériaux peu encroûtés jusqu'à présent (alluvions moyennes, sable géologique), par une dynamique essentiellement verticale.

Les croûtes dures des bordures de glacis ont été surtout le siège d'une mise en solution du calcaire, qui est venu se redéposer à l'aval des versants, par une dynamique transversale, pour former de nouvelles accumulations carbonatées.

Celles-ci sont différentes selon le matériau d'accueil. En P2, les colluvions hétérogènes, sont fortement cimentées par une croûte compacte et continue. Par contre, en P1, on n'observe qu'une accumulation de type encroûtement tuffeux peu compact qui se développe dans le matériau sableux géologique.

III.5. - Deuxième phase érosive (Figure 5D)

Au cours de l'interpluvial qui succède, on assiste le long des versants, à une érosion de leur partie amont, qui provoque un faible recul des corniches,

et isole leur partie aval sous forme de chevrons. Les matériaux issus de l'érosion viennent tapisser le haut du versant.

Sur le glaciais, les zones les moins résistantes sont retouchées par l'érosion linéaire.

IV - DYNAMIQUE DU CALCAIRE DANS LE PAYSAGE

La figure 6 représente les variations des teneurs en calcaire de la partie ouest de la toposéquence et illustre les dynamiques successives de cet élément :

- Une dynamique longitudinale a affecté l'ensemble des formations alluviales grossières, le long des chenaux, au cours du Quaternaire moyen.

Durant cette même période, une dynamique verticale, de type pédologique, s'est produite dans les formations plus fines.

- Deux dynamiques transversales successives se sont ensuite produites le long du versant.

L'une plus ancienne, lors du catapluvial qui a succédé à la période précédente, a provoqué la formation d'accumulations carbonatées vers l'aval. L'autre, encore active crée des formes d'individualisation du calcaire en haut du versant. Au cours de ces mêmes épisodes, la dynamique verticale a continué de s'exercer sur les sols du glaciais.

Dans les sols encroûtés du bas du versant (profils P1 et P2), la substitution du quartz par la calcite a pu être mise en évidence de deux façons. L'étude micro-morphologique permet de constater que les grains de quartz sont enrobés d'une pâte microcristalline de calcite, certains présentant même des golfes de dissolution remplis de cristalliplasma.

L'analyse granulométrique des sables des matériaux décarbonatés montre une relation entre la taille des grains quartzeux et la teneur en carbonate du matériau non décarbonaté : plus la teneur en calcaire est élevée, plus on a de fortes proportions de sable très fin. Ceci laisse supposer une réduction de la taille des grains quartzeux par dissolution de ceux-ci, avec substitution par les micro-cristaux de calcite.

Un système de parcelles installé de haut en bas du versant permet de mettre en évidence une dynamique actuelle du calcaire. L'eau se charge en bicarbonate au sommet de la pente (valeurs comprises entre 20 et 50 mg/l de calcium) où débute le ruissellement, et vient s'infiltrer lorsque la pente diminue. Dans le sol, le drainage faible favorise la précipitation du calcaire sous forme d'accumulations discontinues de type amas et taches (profil P3).

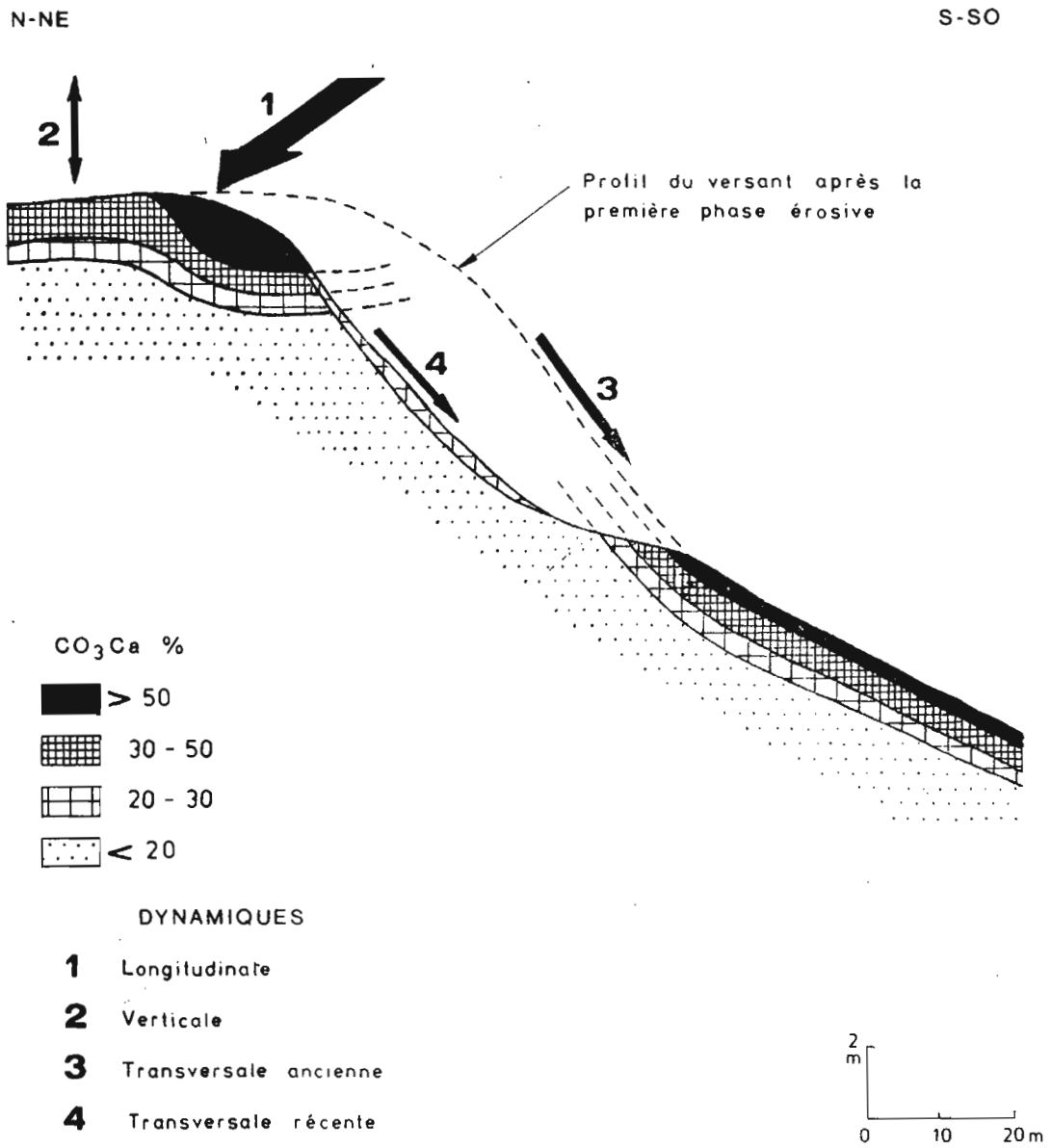


Fig. 6 - DYNAMIQUE DU CALCAIRE

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

- (1) BEAUDET (G.), MAURER (G.), RUELLAN (A.) - 1967. - Le Quaternaire marocain. Observations et hypothèses nouvelles, Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn., IX, 4, 269-309.
- (2) COQUE (R.) - 1962. - La Tunisie présaharienne. Etude géomorphologique, A. Colin, 1 vol. 476 p.
- (3) COQUE (R.), JAUZEIN (A.) - 1966 . - Le Quaternaire de Tunisie, Quaternaria, VIII, 139-153.
- (4) HERVIEU (J.) - 1975. - Evolution du milieu naturel en Afrique et à Madagascar. L'interprétation paléoclimatique du Quaternaire. Essai de synthèse, I, Faits d'observation régionaux, Initiations - Documentation Techniques, n° 26, ORSTOM, 1 vol, 170 p.
- (5) JAUZEIN (A.) - 1967. - Contribution à l'étude géologique des confins de la Dorsale Tunisienne (Tunisie Septentrionale), Annales des Mines et de la Géologie, n° 22, 1 vol, 475 p.
- (6) RAYNAL (R.) - 1961. - Plaines et piedmont du bassin de la Moulcuya (Maroc oriental). Etude géomorphologique, Fac. des Lettres, Rabat, 1 vol, 618 p.