



ÉTUDE DE DIFFÉRENTES ACCUMULATIONS CARBONATÉES D'UNE TOPOSÉQUENCE DU CENTRE TUNISIEN (DJEBEL SEMMAMA)

par Jacques BONVALLOT et Jean-Pierre DELHOUME

Mission ORSTOM en Tunisie

RESUME

Les auteurs décrivent une toposéquence recoupant des niveaux quaternaires, étudient les relations matériaux - types d'accumulations carbonatées et retracent l'évolution du paysage. Les dynamiques passée et actuelle du carbonate de calcium sont définies.

I - LE MILIEU

I.1. - CADRE GEOGRAPHIQUE

Le relief de la Tunisie centrale (Hautes steppes) est constitué par un ensemble de chaînons montagneux, dominant un vaste système de glacis quaternaires. L'étude d'une topochronoséquence y a été entreprise dans le piedmont sud-est du djebel Semmama (fig. 1).

I.2. - CLIMAT - BIOCLIMAT - VEGETATION

La région est caractérisée par un climat à été chaud et sec et hivers frais, les pluies se répartissent en septembre-octobre et de février à avril. Elle appartient à l'étage bioclimatique méditerranéen aride supérieur, groupement végétal à Pinus halepensis et Genista microcephala [1] qui a pratiquement disparu, sous l'effet d'une déforestation ancienne et a été remplacé par Stipa tenacissima. L'alfa tend à disparaître sous l'effet des défrichements et de la mise en cultures, au profit de groupements variés à Artemisia herba alba ou Artemisia campestris.

I.3. - GEOLOGIE - GEOMORPHOLOGIE - 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. Elles ont subi des phases de carbonatation ayant donné diverses formes d'accumulation calcaires, soit continues

(dalles, croûtes, encroûtements), soit discontinues (nodules, taches, amas). Le raccordement des différents niveaux se fait par des versants d'érosion tapissés de colluvions d'âges divers.

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 et sur les bordures d'oueds, par des sols peu évolués d'apport alluvial.

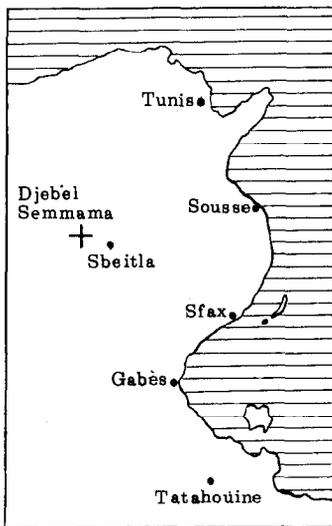


Fig.1 - SITUATION -

II - DESCRIPTION DE LA TOPOSEQUENCE (FIG. 2)

Elle recoupe un glacis du Quaternaire moyen et son versant de raccordement avec le niveau quaternaire récent. La topographie du glacis présente dans le détail quelques faibles dénivelées. 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-horizontale.

II.1. - LES MATERIAUX

La coupe transversale montre trois types 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 et atteignent une épaisseur de trois mètres au milieu du glacis. Les secondes, 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.

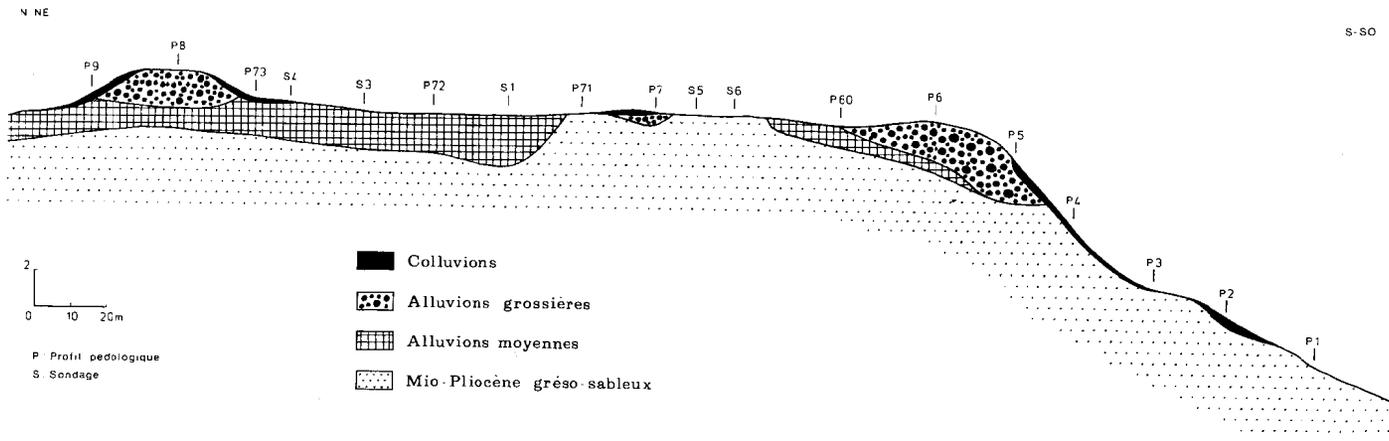


Fig.2 - TOPOSEQUENCE ET MATERIAUX -

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

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

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

Granulométrie	Fraction fine	Sables fins	Sables grossiers	Graviers	Cailloux	Blocs
Taille	0 à 0,05 mm	0,05 à 0,2 mm	0,2 à 2 mm	2 mm à 2 cm	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	-	-

II.2. - LES SOLS ET LES ACCUMULATIONS CARBONATÉES

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

A la surface du glaciaire, les profils dans les alluvions moyennes (P 60 - fig. 3A) présentent, sous un horizon colluvial peu épais, un ensemble croûte - encroûtement tuffeux, peu compact, développé dans les zones les plus riches en éléments grossiers. Lorsque la granulométrie devient 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, la teneur en carbonate passe progressivement de 76 à 15 %.

Les sols sur alluvions grossières (P 5 - fig. 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 = 86 à 8 % dans le grès vers 3 m.

Sur le versant (P 4 - fig. 3C et P 3 - fig. 3D), le substrat apparaît à faible profondeur sous les colluvions, et les accumulations calcaires qui s'y développent sont du type diffus, avec quelques taches et amas en lignes verticales. La teneur en calcaire ne dépasse pas 20 %.

Plus bas sur le versant (P 2 - fig. 4A), les colluvions sont plus épaisses et fortement cimentées par un ensemble croûte-encroûtement tuffeux, contenant de 60 à 30 % de calcaire. Une pellicule rubanée de 2 cm d'épaisseur (96 % de CO_3Ca) recouvre l'ensemble ci-dessus.

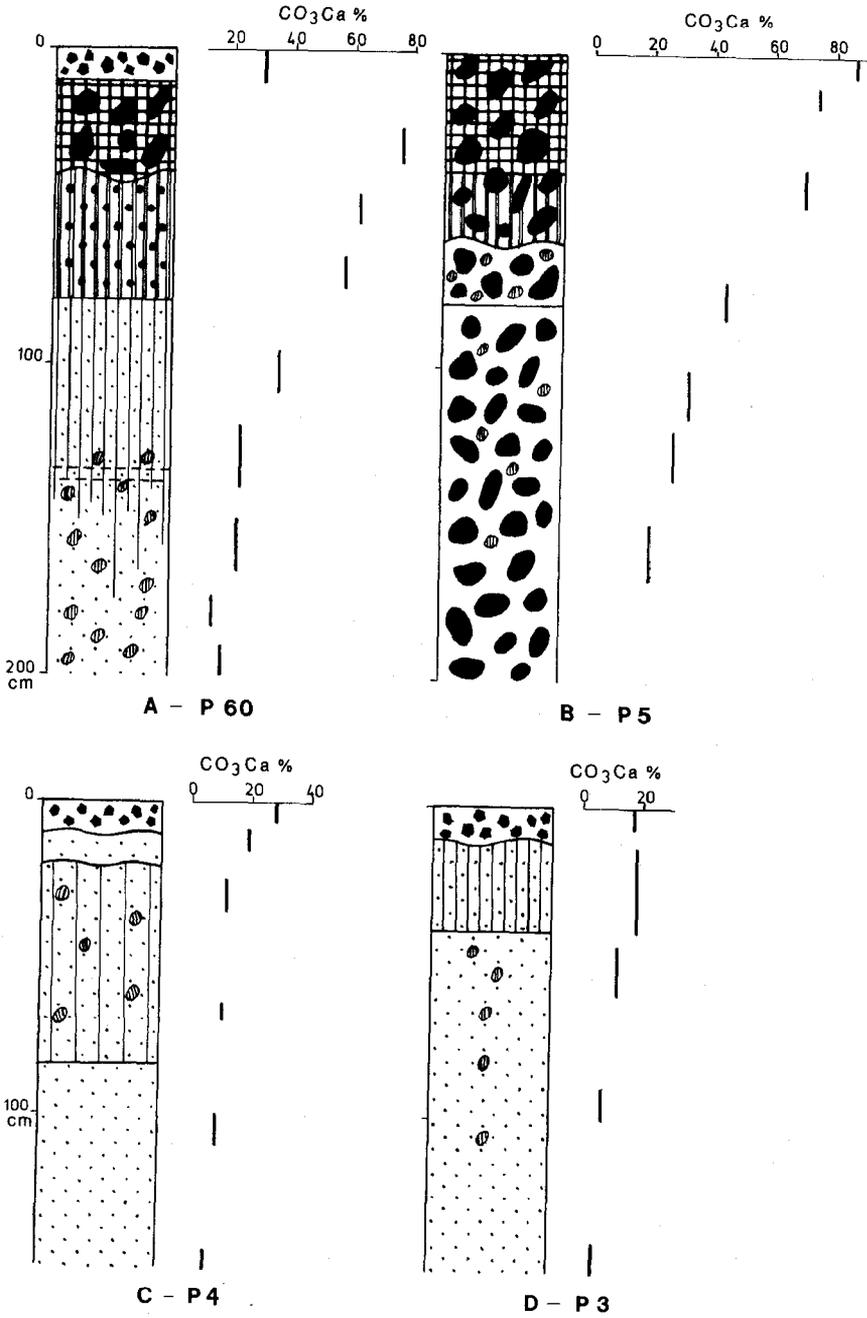


Fig. 3 - LES SOLS (même légende que la fig. 4)

Au delà de 65 cm de profondeur, dans le matériau géologique, le carbonate se présente en amas et sous forme diffuse avec une teneur qui décroît de 25 jusqu'à 5 % à 150 cm.

Au bas du versant (P 1 - fig. 4B), le sol se développe uniquement dans le grès sableux. Sous une pellicule rubannée de surface, semblable à celle de P2, le calcaire forme un encroûtement tuffeux, passant progressivement à une accumulation de type diffus. La teneur décroît de 60 à 12 %. De 100 à 160 cm, des amas et nodules s'individualisent dans un lit argileux.

La comparaison des sols 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 [2], [3], [4], [5], [6], [7]. 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.

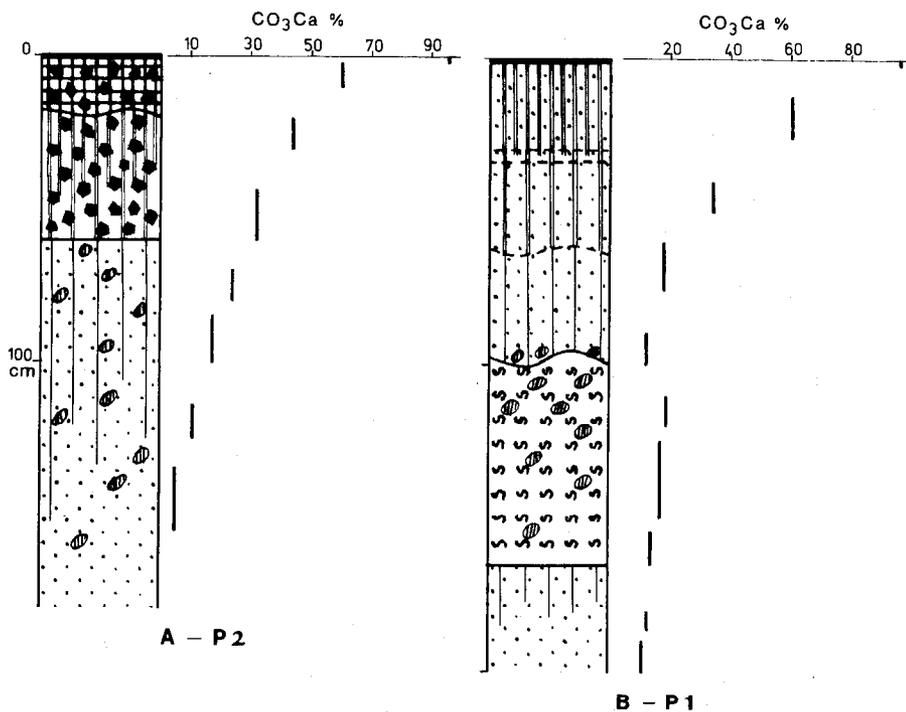
III.1. - MISE EN PLACE DES MATERIAUX (FIG. 5A)

Durant le pluvial du Quaternaire moyen, les cours d'eau ont transporté de grandes quantités de matériaux arrachés aux zones montagneuses, et les ont étalées 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 épanchées 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. - PREMIERE PHASE DE CARBONATATION (FIG. 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 monta-



FORMES D'ACCUMULATIONS DU CALCAIRE SECONDAIRE

- | | | |
|---------------------------|-----------------|------------------------------|
| — pellicule rubannée | } accumulations | |
| crôte | | |
| encroûtement | | } continues |
| diffuse - pseudo-mycélium | | |
| amas - taches | | } accumulations discontinues |

MATERIAUX

- | |
|----------------------|
| colluvions |
| alluvions grossières |
| alluvions moyennes |
| grès mio-pliocène |
| argile |

- | | | |
|-------------------|----------------|------------|
| — nette | } et régulière | et ondulée |
| - - - distincte | | |
| - · - · graduelle | | |

Fig. 4 - LES SOLS

gneux 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.

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. - PREMIERE PHASE EROSIVE

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 (Fig. 5B).

A cette phase d'érosion linéaire ont succédé progressivement des phénomènes de planation latérale au cours d'un nouveau pluvial (Fig. 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. - DEUXIEME PHASE DE CARBONATATION (FIG. 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 par une dynamique transversale est venu se redéposer à l'aval des versants, 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.

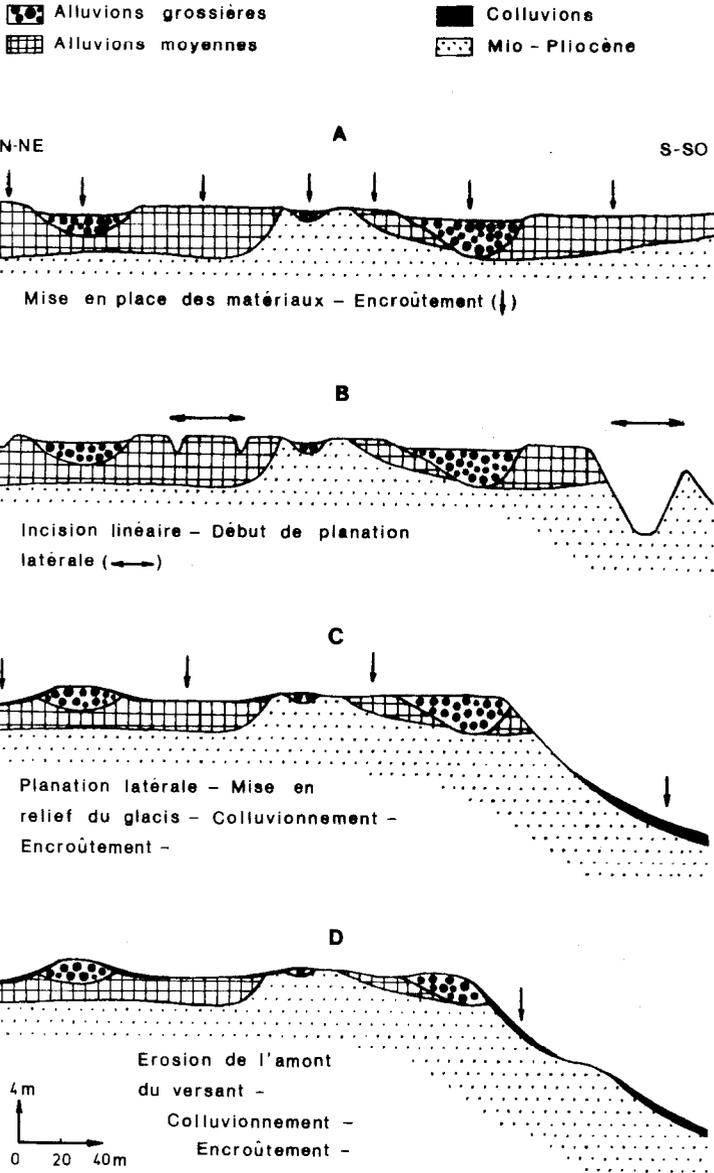


Fig. 5 - EVOLUTION DU RELIEF -

III.5. - DEUXIEME PHASE EROSIVE (FIG. 5D)

Au cours de l'interpluvial qui succède, se produit le long des versants, 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 glacis, 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 glacis.

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 micromorphologique a permis 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 a montré 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, avec substitution par les microcristaux 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).

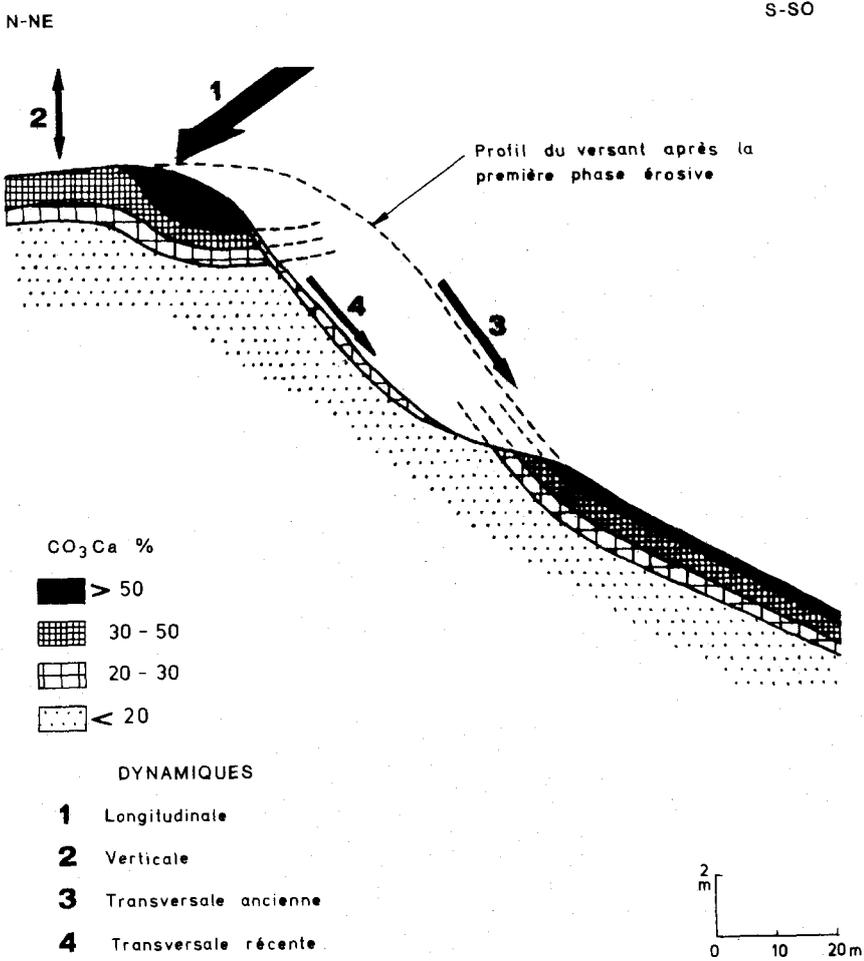


Fig. 6 - DYNAMIQUE DU CALCAIRE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CARTE PHYTO-ÉCOLOGIQUE DE LA TUNISIE SEPTENTRIONALE - 1967 .- Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, vol. 40, fasc. 2, 426 p.
- [2] BEAUDET (G.), MAURER (G.), RUELLAN (A.) - 1967.- Le Quaternaire marocain. Observations et hypothèses nouvelles, Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn., IX, 4, 269-309.
- [3] COQUE (R.) - 1962. - La Tunisie présaharienne. Etude géomorphologique, A. Colin, 1 vol. 476 p.
- [4] COQUE (R.), JAUZEIN (A.) - 1966. - Le Quaternaire de Tunisie, Quaternaria, VIII, 139-153.
- [5] 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 - Documentations Techniques, n° 26, ORSTOM, 1 vol, 170 p.
- [6] 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.
- [7] RAYNAL (R.) - 1961. - Plaines et piedmont du bassin de la Moulouya (Maroc oriental). Etude géomorphologique. Fac. des Lettres, Rabat, 1 vol, 618 p.