

OFFICE NATIONAL DES IRRIGATIONS

MISSION REGIONALE DE LA

BASSE MOULOUYA

RAPPORT SUR L'AMENAGEMENT

DE LA RIVE GAUCHE DE LA BASSE - MOULOUYA

-:-:-

DEUXIEME PARTIE

Chapitre 3

G E O M O R P H O L O G I E

Decembre 1962

La morphologie du Quaternaire marocain est commandée par la succession des "pluviaux" et "interpluviaux" correspondants aux glaciations et interglaciations européennes.

Une période pluviale est caractérisée par un refroidissement du climat accompagné d'une pluviométrie forte. Il s'ensuit un ruissellement en nappe important avec, d'une part, dépôts de pente et formation de glacis d'accumulation, d'autre part, engorgement des oueds. Ce sont ces dépôts qui forment les roches mères des sols développés ultérieurement sous l'influence du climat.

Au cours des périodes pluviales, on note également une régression marine, ce qui entraîne, dans les régions côtières, un creusement des oueds et la formation de terrasses (terrasses "eustatiques").

Ces pluviaux sont connus sous les noms suivants, du plus ancien au plus récent : Villafranchien, Salétien, Amirien, Tensiftien, Soltanien et Rharbien. Signalons que les conditions de climat de deux de ces pluviaux ont permis le développement de "croûtes", c'est-à-dire de formations extrêmement riches en calcaires, souvent durcies ; on distingue :

- la croûte moulouyenne qui coiffe les dépôts villafranchiens, très épaisse, surmontée d'une dalle puissante, très dure, compacte.

- la croûte tensiftienne beaucoup plus mince et plus tendre.

E 10  
O NI

./...

Un interpluvial est caractérisé par une élévation des températures et une faible pluviométrie. Le ruissellement devient linéaire et ravine les dépôts de pente ; dans les régions continentales, les oueds recreusent leurs lits et donnent naissance aux terrasses dites "climatiques".

Les matériaux ainsi arrachés vont s'accumuler dans la zone côtière où une transgression provoque un engorgement des lits.

On voit donc que nombre des caractéristiques du milieu actuel (roches mères des sols, présence de croûte, topographie), sont les conséquences de phénomènes survenus tout au long du Quaternaire ; nous allons donc retracer brièvement l'histoire quaternaire de chacune des plaines du périmètre en indiquant les principales caractéristiques des dépôts et, éventuellement, la façon dont ils ont marqué le paysage actuel.

### LA PLAINE DU ZEBRA

#### A.- HISTORIQUE DU QUATERNAIRE

Les dépôts villafranchiens ont formé de vastes glacis adossés aux chaînes bordant la plaine et venant se rejoindre en son centre. Notons de suite que le rôle de ces dépôts en tant que roche mère est pratiquement négligeable : en effet, ils sont presque toujours recouverts soit par des limons plus récents, soit par la croûte moulouyenne. Cette croûte est par contre extrêmement importante car elle rend des plus difficiles la mise en valeur de vastes surfaces de la plaine.

La fin du Villafranchien fut marquée par des mouvements tectoniques qui ont donné naissance aux grandes lignes du relief actuel :

- formation d'un synclinal effondré orienté Est-Ouest, au Centre Nord de la plaine, avec disparition de la croûte moulouyenne dans ce secteur sauf en bordure des Kibdana ;

- formation ou accentuation de deux synclinaux dans le secteur Ouest, orientés l'un Nord-Ouest Sud Est, l'autre Est Ouest ;

- plissements très serrés dans le centre Sud et Ouest (donnant actuellement une topographie très heurtée dans ces secteurs) ou très larges ondulations à l'Est, au Sud et au Sud-Est. Dans ces dernières zones, les glacis ont également été faillés dans l'axe des anticlinaux, avec effondrement des bords. Les principaux oueds, et le Zebra en particulier utilisent ces failles.

La croûte moulouyenne s'est cependant largement maintenue dans la plaine du Zebra (Est, Sud et Sud-Est) sous forme de plateaux légèrement ondulés, descendant assez faiblement vers le centre de la plaine, à bords plus ou moins profondément échancrés par l'érosion.

Les dépôts du pluvial salétien ne jouent pratiquement aucun rôle ni comme roche mère, ni comme élément du relief ; ils existent cependant, en bordure immédiate des collines cernant la plaine, sous forme de cônes très caillouteux, profondément enterrés.

Les apports amiriens ont dû avoir une forte épaisseur ; ils ont, semble-t-il, comblé toutes les dépressions ouvertes à la fin du Moulouyen encore que l'érosion en ait fort probablement enlevé une grande partie ; en particulier, on ne trouve pas de terrasses amiriennes le long des oueds.

Par contre, les terrasses tensiftiennes apparaissent nettement, bien que l'épaisseur des limons déposés n'ait généralement pas été très forte ; en effet, il s'est formé, en fin de pluvial, une croûte qui, bien que moins puissante que la croûte moulouyenne, a efficacement préservé les formations sous-jacentes ; notons d'ailleurs que cette croûte s'est parfois développée directement sur les limons amiriens, voire même sur la dalle moulouyenne, ce qui indique que les dépôts tensiftiens sont loin d'avoir recouvert l'ensemble de la plaine ; ils ont surtout constitué des glacis appuyés aux collines tout comme les dépôts villafranchiens mais sur une échelle plus modeste ; la

présence de la croûte tensiftienne a permis une bonne conservation de ces glaciais qui constituent un élément important du relief actuel de la plaine.

Ces dépôts du Quaternaire moyen (Amirien + Tensiftien) sont les roches mères d'une grande partie des sols dits "profonds" de la plaine ; leurs caractéristiques physico-chimiques ont donc leur importance. Les limons amiriens se caractérisent, outre leur couleur rouge, par une texture riche en argile et limons (50 % d'argile et 80 % d'argile + limons), presque dépourvue de graviers et pratiquement non caillouteuse, et par une structure polyédrique à cubique, fine, particulièrement instable ; ajoutons qu'ils sont par eux-mêmes, c'est-à-dire dans les zones non affectées par la pédogénèse, relativement peu calcaires (20 à 30 %), généralement fortement salés et fortement alcalisés.

Les limons tensiftiens sont de texture assez variable en fonction de leur lieu de dépôt : ils sont généralement plus fins au centre de la plaine que sur la périphérie ; la teneur en calcaire varie de 20 à 40 % ; ils sont également fréquemment salés (moins en bordure des Kibdana) et alcalisés ; la structure, le plus souvent polyédrique, se rapproche parfois de celle des limons amiriens, en restant toutefois un peu plus stable.

Le pluvial soltanien est le dernier à avoir donné lieu à des dépôts généralisés bien que sous une faible épaisseur (2 m sur les terrasses soltaniennes le long du Zebra, 20 à 50 cm ailleurs, mis à part certains fonds de vallons où l'épaisseur du dépôt est un peu plus forte). La jeunesse relative de ces limons et le fait qu'ils aient été dans la très grande majorité des cas entièrement affectés par la pédogénèse (vu leur faible épaisseur) entraîne une très grande variété dans leur texture ; on peut cependant signaler qu'ils ne sont que moyennement riches en argile, mis à part ceux provenant de la décomposition des schistes et quartzites vert-olive de la nappe qui en sont au contraire largement pourvus.

Comme autre caractère, signalons que ces limons ont une teneur en calcaire très variable (0 à 30 %), ne sont que rarement salés (quelques terrasses le long du Zebra) mais fréquemment alcalisés (ce caractère est cependant loin d'être général).

Le pluvial soltanien n'a que peu marqué la topographie générale de la plaine : on lui doit quelques terrasses le long du Zebra et de ses principaux affluents, mais le plus souvent les dépôts n'ont fait que tapisser des reliefs pré-existants.

Enfin, les dépôts rharbiens sont des plus restreints à la fois en épaisseur et en superficie : ils forment quelques cônes au pied des chaînes qui ceignent la plaine, tapissent quelques fonds de vallée ou forment les basses terrasses du Zebra. Ces dépôts, généralement très caillouteux, sont de texture passablement riche en sables et limons ; leur teneur en calcaire varie de 10 à 30 % ; ils ne sont que très faiblement salés et très rarement alcalisés.

#### B.- TOPOGRAPHIE DE LA PLAINE

Les secteurs Est et Sud-Est de la plaine sont constitués essentiellement de vastes plateaux (correspondant à l'affleurement de la dalle moulouyenne), le plus souvent très disséqués sur les bords par de nombreux petits oueds ; ces plateaux, légèrement ondulés ont une pente générale très faible.

La partie de la plaine située au Nord et au Nord-Ouest de l'Oued Zebra est constituée essentiellement d'un vaste glacis encroûté au Tensiftien. Ce glacis, adossé aux Kibdana, vient buter sur les restes de la dalle moulouyenne le long du Zebra. L'ensemble, de pente moyenne, est sillonné de petits lits d'oueds qui ont dessiné des bombements d'abord assez amples, puis de plus en plus serrés vers le centre de la plaine (particulièrement dans le secteur Centre Ouest).

Enfin, le secteur Sud est constitué d'une alternance de glacis villafranchiens et de glacis tensiftiens (qui remplissent les vides laissés par l'effondrement des premiers). Ces glacis tensiftiens sont généralement plus courts et de pente plus forte que ceux du Quaternaire ancien ; là encore l'érosion a joué, donnant une topographie "en lanières", nette surtout vers le centre de la plaine.

La topographie de la plaine du Zebra est donc dans l'ensemble assez tourmentée ; cela constituera une forte gêne pour la mise en valeur de la plupart des secteurs.

#### LA PLAINE DU BOU AREG

On retrouve dans le Bou Areg la succession des apports des différents pluviaux. Toutefois les phénomènes d'érosion et, dans une certaine mesure, de subsidence, ont eu pour résultat de masquer leur étagement, particulièrement à l'Ouest de la plaine.

Dans la périphérie de la plaine, on peut, cependant, déceler trois terrasses correspondant :

- Au Quaternaire ancien : c'est la terrasse supérieure ; elle est constituée par la dalle moulouyenne passant vers le bas à un limon rubéfié, le tout reposant sur une dalle de calcaire lacustre.

- Au Quaternaire moyen : c'est la terrasse moyenne, groupant les apports àmiriens et tensiftiens, encroutés à la fin du Tensiftien. En profondeur, on retrouve les limons du Villafranchien.

- Au Quaternaire récent, Soltanien et Rharbien : le Soltanien a surtout donné naissance à des dépôts de pente peu épais mais généralisés ; on lui doit aussi quelques dépôts de surface très rouges, très argileux (plus de 50 %) peu calcaires, issus des roches dures qui bordent la plaine ;

on rencontre ce type de dépôt particulièrement à l'Ouest de la plaine et sur quelques taches de superficie réduite dans l'Est. Le Rharbien est par contre nettement plus développé à la fois en épaisseur et en superficie. Il formerait la majeure partie des basses surfaces de la plaine. Ces limons sont de texture relativement plus grossière, plus calcaires et plus riches en sels.

La position du Bou Areg, en bordure de mer, fait que l'on y retrouve quelques dépôts eustatiques, mais ils restent relativement peu importants : il s'agit essentiellement des dunes consolidées du cordon littoral et de la côte Est du périmètre, plus quelques témoins des différentes anciennes lignes de rivages. Les mouvements de cette ligne ont eu par contre une très grosse influence sur la salure des dépôts, soit par action directe, soit par l'intermédiaire des variations de la nappe phréatique qui s'ensuivaient.

La topographie du Bou Areg est, dans l'ensemble, beaucoup moins accidentée que celle du Zebra. Des glacis encroûtés, adossés aux collines qui limitent le périmètre, descendent en pente assez forte (1 à 5 %) vers la mer ; ils se prolongent par une vaste surface rharbienne très développée à l'Ouest de la plaine, plus réduite à l'Est où le relief reste plus contrasté jusqu'à proximité de la mer.

Signalons la présence de ravins profonds (jusqu'à 8 m pour certains d'entre eux), dus à l'action de l'érosion, qui découpent les glacis en bandes allongées. Ces ravins disparaissent d'ailleurs bien avant d'atteindre la mer.

#### LA PLAINE DU GAREB

La dépression occupée par la plaine du Gareb a été remblayée essentiellement par des dépôts pliocènes, souvent riches en conglomérats, et se terminant, dans la moitié Est de la plaine, par un calcaire lacustre blanc ou beige clair, très dur et souvent très épais.

Les dépôts villafranchiens ont également participé au remblaiement de manière importante tout particulièrement dans la partie Ouest. Ils se terminent par la croûte moulouyenne dure, rose, compacte, épaisse. A l'Est, cette croûte affleure en surface et repose directement sur le calcaire lacustre ; à l'Ouest, elle disparaît sous plusieurs mètres de limons plus récents mais elle existe toujours, semble-t-il (on la retrouve souvent au fond des puits forés dans cette zone).

Sur ce soubassement, sont venus se développer des glacis du Quaternaire moyen, souvent encroûtés à la fin du Tensiftien. Ils sont particulièrement développés au Sud, au Sud-Ouest et au Nord-Ouest de la plaine. Il est assez difficile de faire le partage entre les apports amiriens et tensiftiens, tous deux étant très argileux, tout particulièrement au centre de la plaine. Ces limons sont généralement assez calcaires (30 %), le plus souvent non salés, mais pratiquement toujours alcalisés et très fortement.

Les dépôts soltaniens se sont étalés sur toute la superficie de la plaine ; ils sont particulièrement épais au débouché des vallées, où se sont formés des cônes plus ou moins importants, au centre de la plaine et dans certaines dépressions localisées. Ces limons sont dans l'ensemble de texture assez fine : forte proportion d'argile et de limons, très faible proportion de sables grossiers ; ce caractère est particulièrement affirmé au centre de la plaine où certains dépôts soltaniens atteignent 40 % d'argile. Leur teneur en calcaire est très variable (0 à 30 %) ; ils ne sont pratiquement pas salés mais ils sont assez souvent fortement alcalisés, comme c'est le cas pour la plupart des limons du Gareb.

Enfin, signalons, au débouché de certaines vallées, la formation de cônes rharbiens d'importance généralement faible ; l'épaisseur du dépôt n'est jamais très forte (1 à 2 m) et diminue très rapidement quand on s'éloigne des collines. La texture de ces apports est essentiellement variable, mais reste le plus souvent assez grossière ; des niveaux caillouteux, plus ou moins épais, plus ou moins grossiers sont assez fréquents dans ces dépôts.

La topographie du Gareb ne semble pas devoir constituer une gêne pour l'irrigation, sauf dans la partie Est où l'érosion a creusé un réseau assez serré de petits thalwegs ; il s'agit cependant là d'une zone que de toutes manières la présence à très faible profondeur de la dalle moulouyenne reposant sur un banc de calcaire lacustre aurait suffi à écarter du projet de mise en valeur. Par contre dans la partie Ouest du Gareb, le seul élément venant animer le relief est la présence des grands glacis du Quaternaire moyen qui forment autant de grands bombements, très amples, à pentes moyennes à faibles sauf dans une zone de piedmont qui reste généralement très étroite. Il faut cependant signaler qu'il n'existe dans ce secteur aucune collature naturelle que l'on puisse facilement aménager pour évacuer les eaux de drainage.

### L'ÉROSION

Dans l'ensemble des trois plaines, l'érosion se manifeste sous ces deux formes : par l'eau et par le vent.

L'érosion éolienne est générale mais reste faible : le volume de matériaux transporté est probablement peu élevé et ce transport ne se fait que sur de courtes distances. De plus, il se développe souvent en surface du sol un glaçage qui semble constituer une protection relativement efficace et ce n'est que lorsque cette pellicule protectrice est brisée (labours, et surtout circulation des troupeaux de moutons) que le vent peut intervenir.

L'érosion par l'eau reste cependant de loin la plus importante, d'autant plus que les trois plaines du périmètre, et la plupart des reliefs qui les entourent, ont vu leur végétation naturelle disparaître.

L'érosion ravinante est celle qui marque le plus le terrain ; elle est particulièrement développée dans la partie Nord du Zebra, dans la partie haute du Bou Areg (où un double système de ravins s'est développé : dans les terrasses villafranchiennes et sur le pourtour des cônes de déjection) dans la partie Est du Gareb et sur la pé -

riphérie de la partie Ouest. Certains des ravins et des griffes d'érosion ainsi développés peuvent atteindre quelques mètres de profondeur, mais ils restent tous assez courts et se terminent par une zone d'épandage couverte de matériaux arrachés en amont.

L'érosion en nappe reste assez limitée dans la plaine du Zebra où les pentes, dans l'ensemble assez fortes, font que le ruissellement se concentre rapidement; par contre elle est plus marquée dans le Bou Areg et le Gareb où les zones à pentes faibles sont plus importantes. Le résultat de cette érosion s'observe nettement dans les horizons superficiels des sols : dans les zones de départ, le taux des particules les plus fines (argiles surtout, et limons) diminue, la structure a tendance à s'émietter, à devenir monoparticulaire. Au contraire dans les zones d'apport, les particules fines en excès colmatent l'horizon superficiel dont la structure devient vite massive, compacte, dure.

Tous ces phénomènes obligeront à prendre un certain nombre de mesures : il est fort probable que la mise en culture suffira à combattre efficacement l'érosion éolienne (si ces cultures sont suffisamment denses et sont cloisonnées de brise-vents) et l'érosion en nappe (si les labours et l'irrigation sont effectués en suivant les courbes de niveau). Supprimer les zones d'épandage à l'issue des griffes d'érosion demandera le creusement de fossés destinés à concentrer le ruissellement jusqu'à un exutoire naturel. L'aménagement des profils longitudinal et transversal des ravins nécessitera des travaux importants, mais indispensables.

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

- G E O F F R O Y J . L e t R U E L L A N A . : "La plaine du Zebra, étude du milieu"  
(Octobre 1959)
- M A H L E R P h . : "Périmètre du Bou-Areg : étude pédologique"  
(1960)
- M A S S O N I C h . : "La plaine du Gareb : étude pédologique"  
(à paraître début 1963)
- R U E L L A N A . : "La plaine du Zebra : étude pédologique"  
(en cours de parution).
- R U E L L A N A . : "Utilisation de la géomorphologie pour l'étude  
pédologique au 1/20.000<sup>e</sup> de la plaine du Zebra"  
Communication au colloque marocain de géographie  
appliquée (1er au 5 Juin 1962 ; à paraître début  
1963 dans les "Notes Marocaines" ).

# PLAINE DU ZEBRA GRANULOMETRIE DES LIMONS QUATERNAIRES

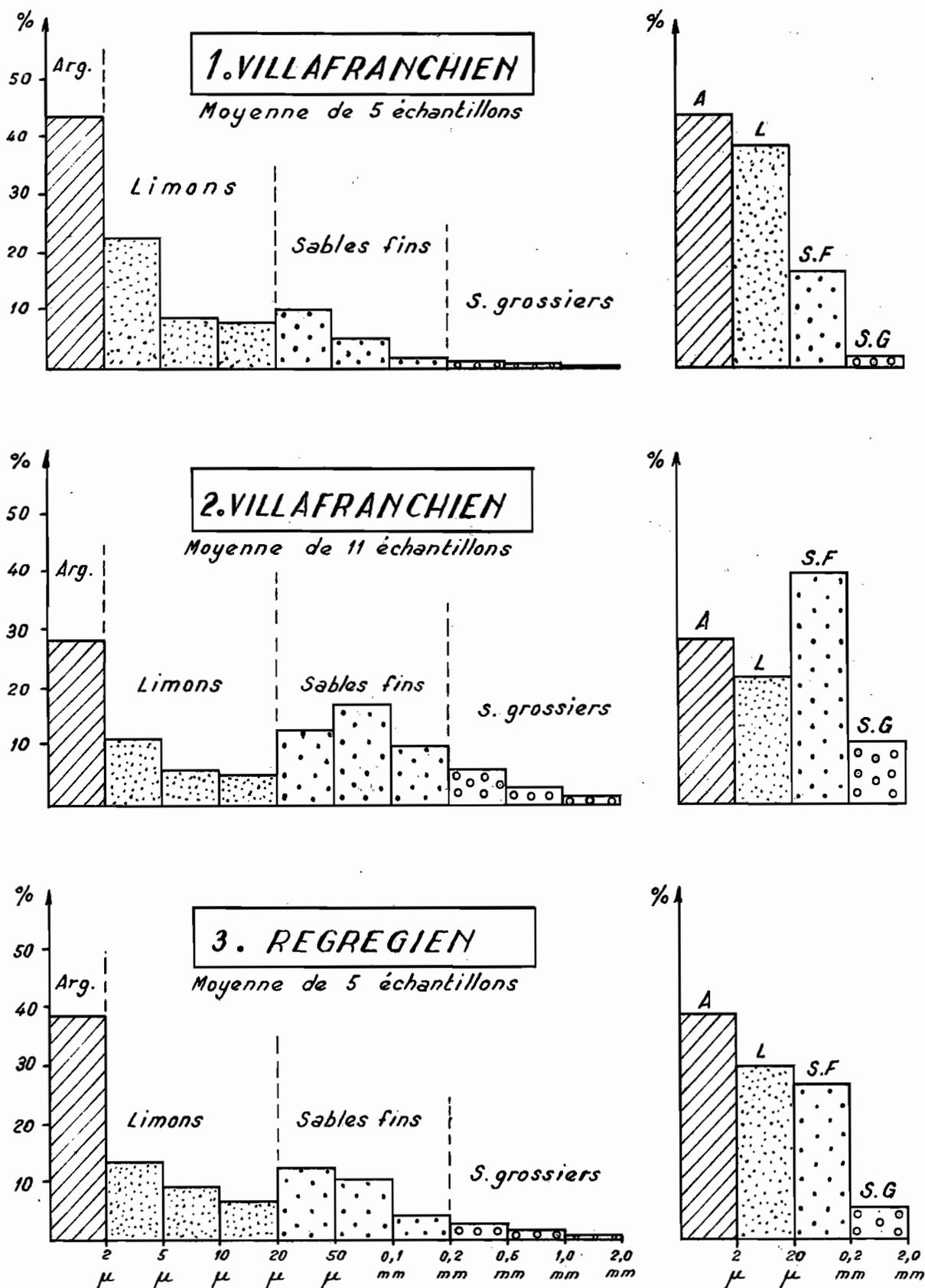


FIGURE N° II-3-1

**PLAINE DU ZEBRA**  
**GRANULOMETRIE**  
**DES LIMONS QUATERNAIRES**

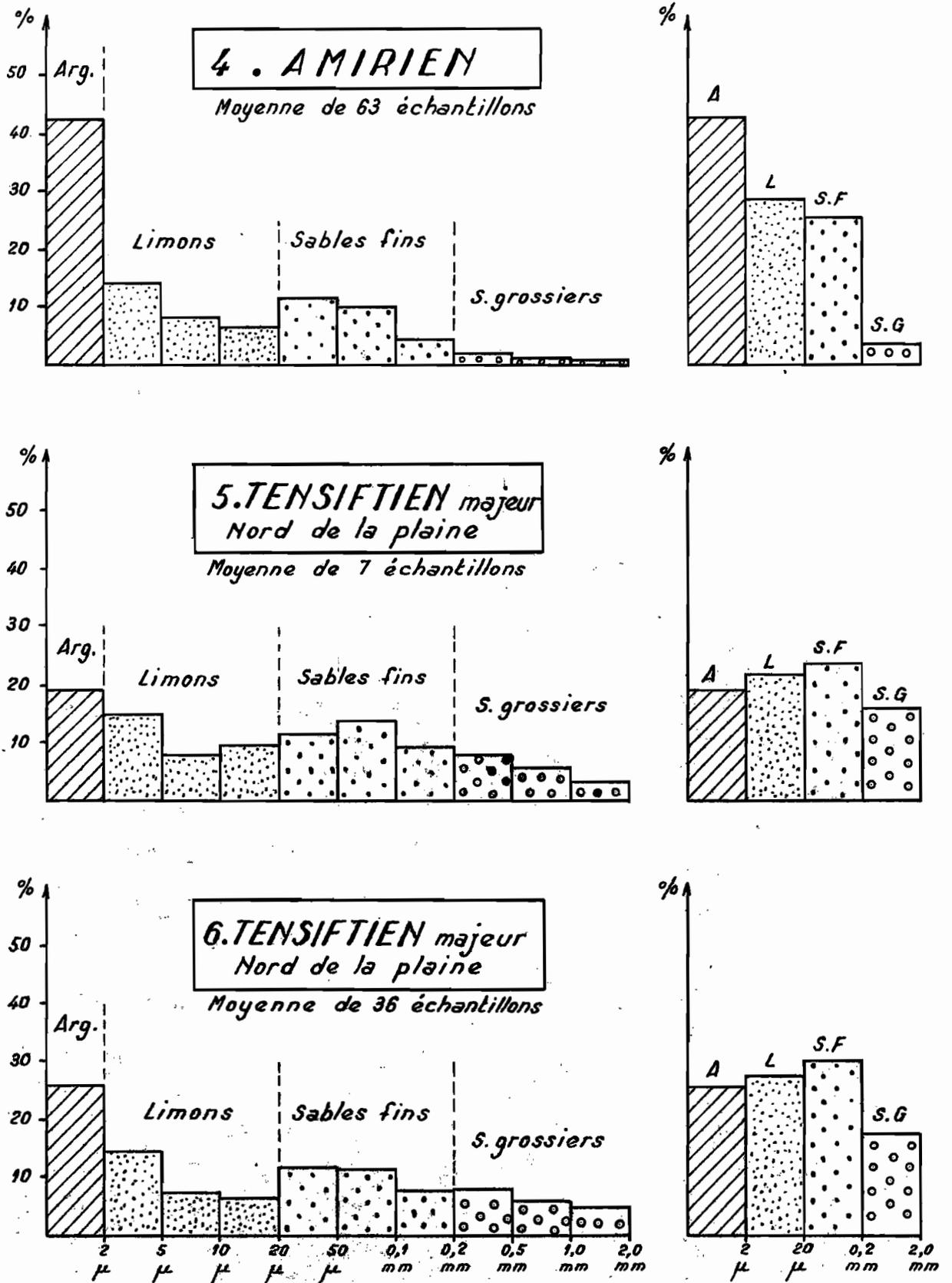


FIGURE N° II-3-2

**PLAINE DU ZEBRA**  
**GRANULOMETRIE**  
**DES LIMONS QUATERNAIRES**

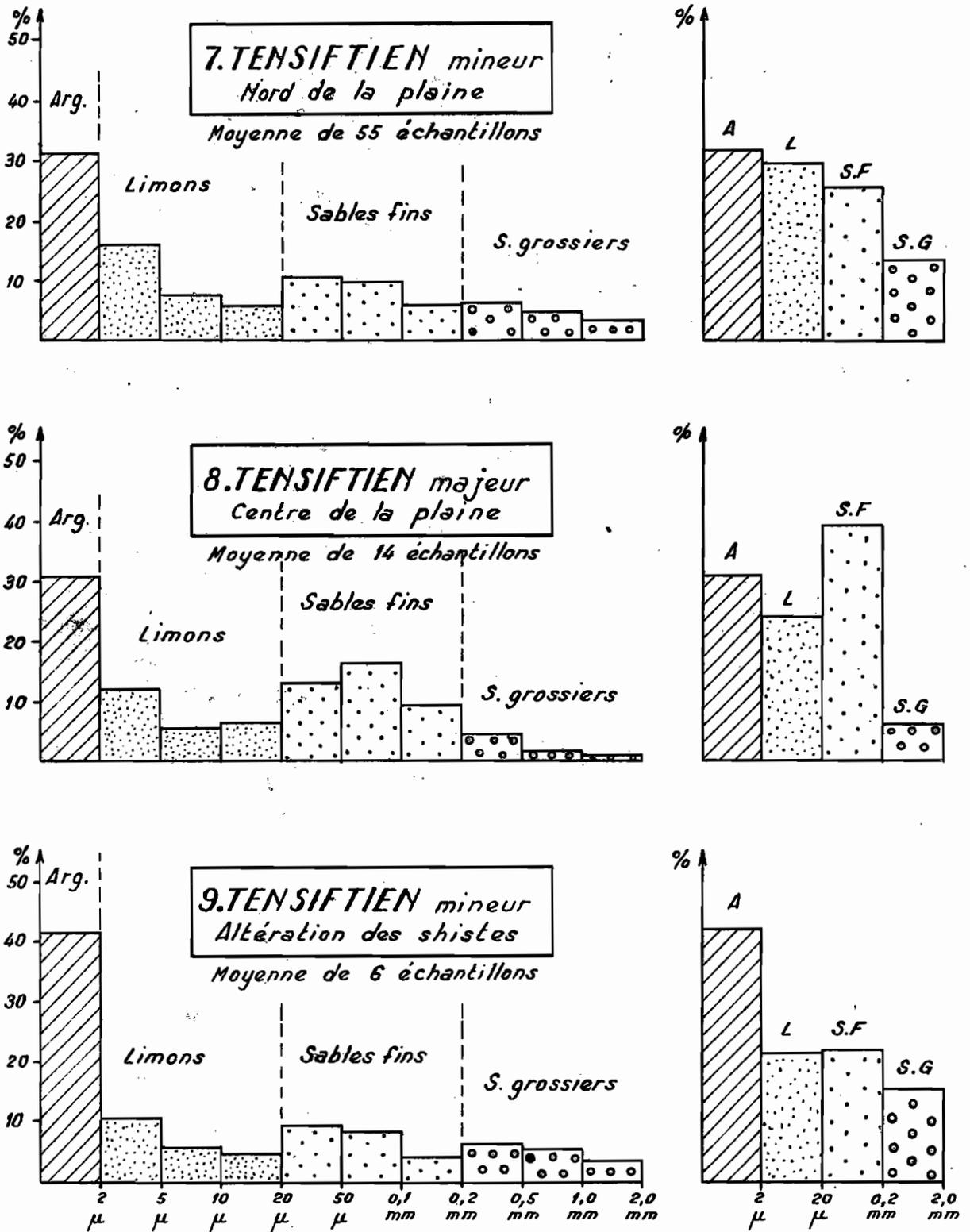


FIGURE N°II-3-3

# PLAINE DU ZEBRA GRANULOMETRIE

## DES LIMONS QUATERNAIRES

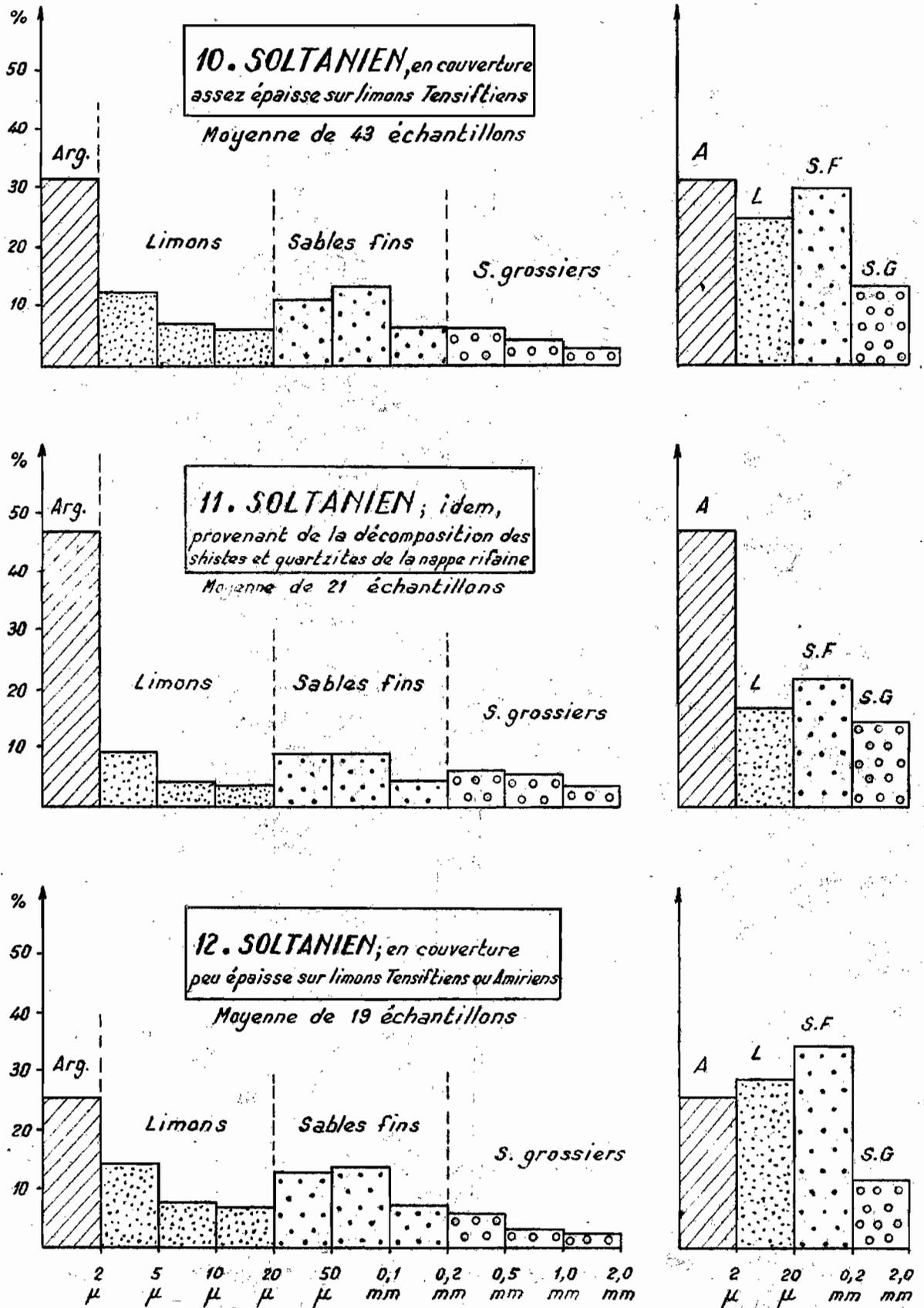


FIGURE N° II-3.4

# PLAINE DU ZEBRA GRANULOMETRIE

## DES LIMONS QUATERNAIRES

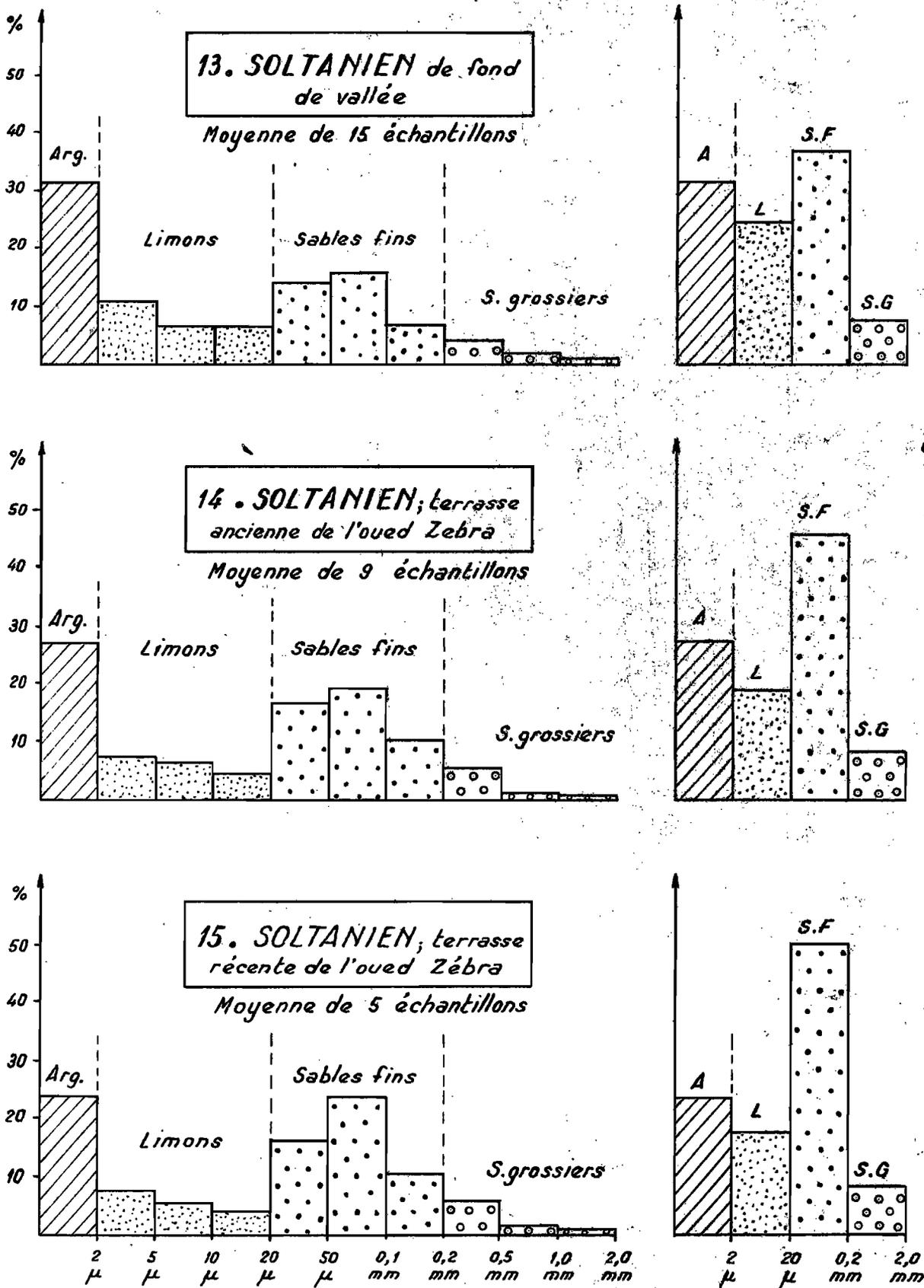


FIGURE N° II-3-5

**PLAINE DU ZEBRA**  
**GRANULOMETRIE**  
**DES LIMONS QUATERNAIRES**

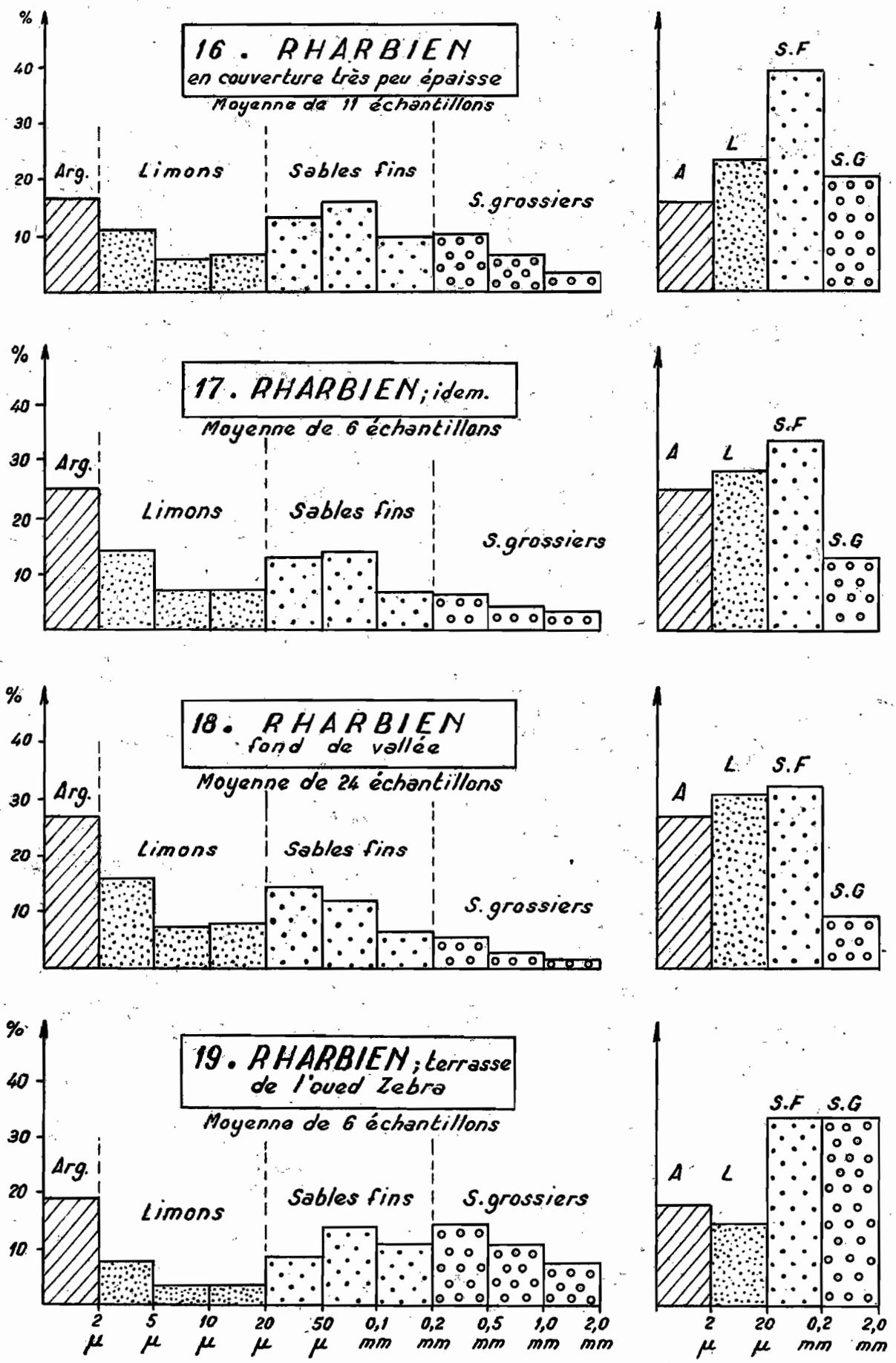


FIGURE N° II-3-6

# PLAINE DU BOU AREG

## Granulometrie des Limons Quaternaires

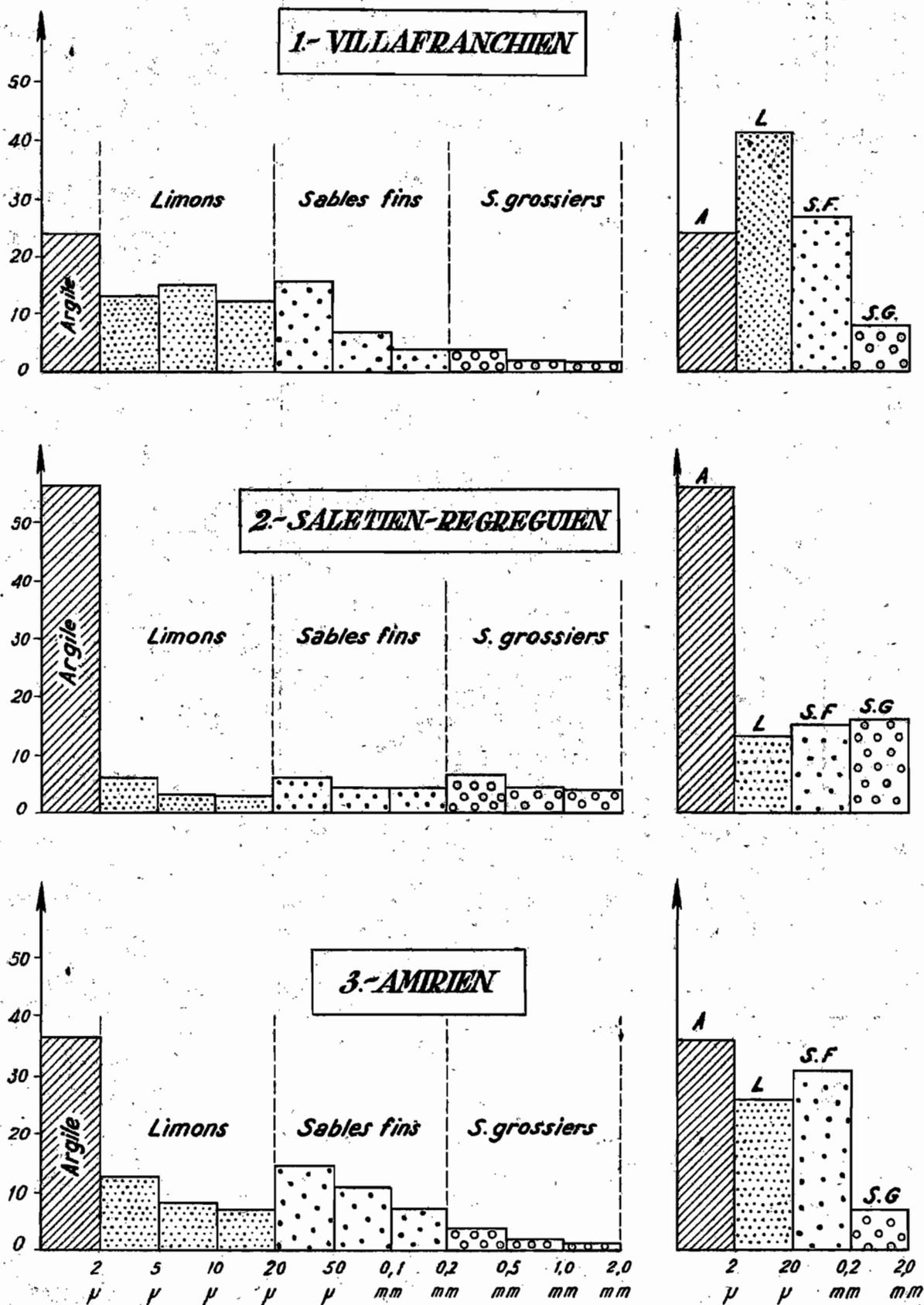


Figure n° II - 3 - 7

# PLAINE DU BOU AREG

## Granulometrie des Limons Quaternaires

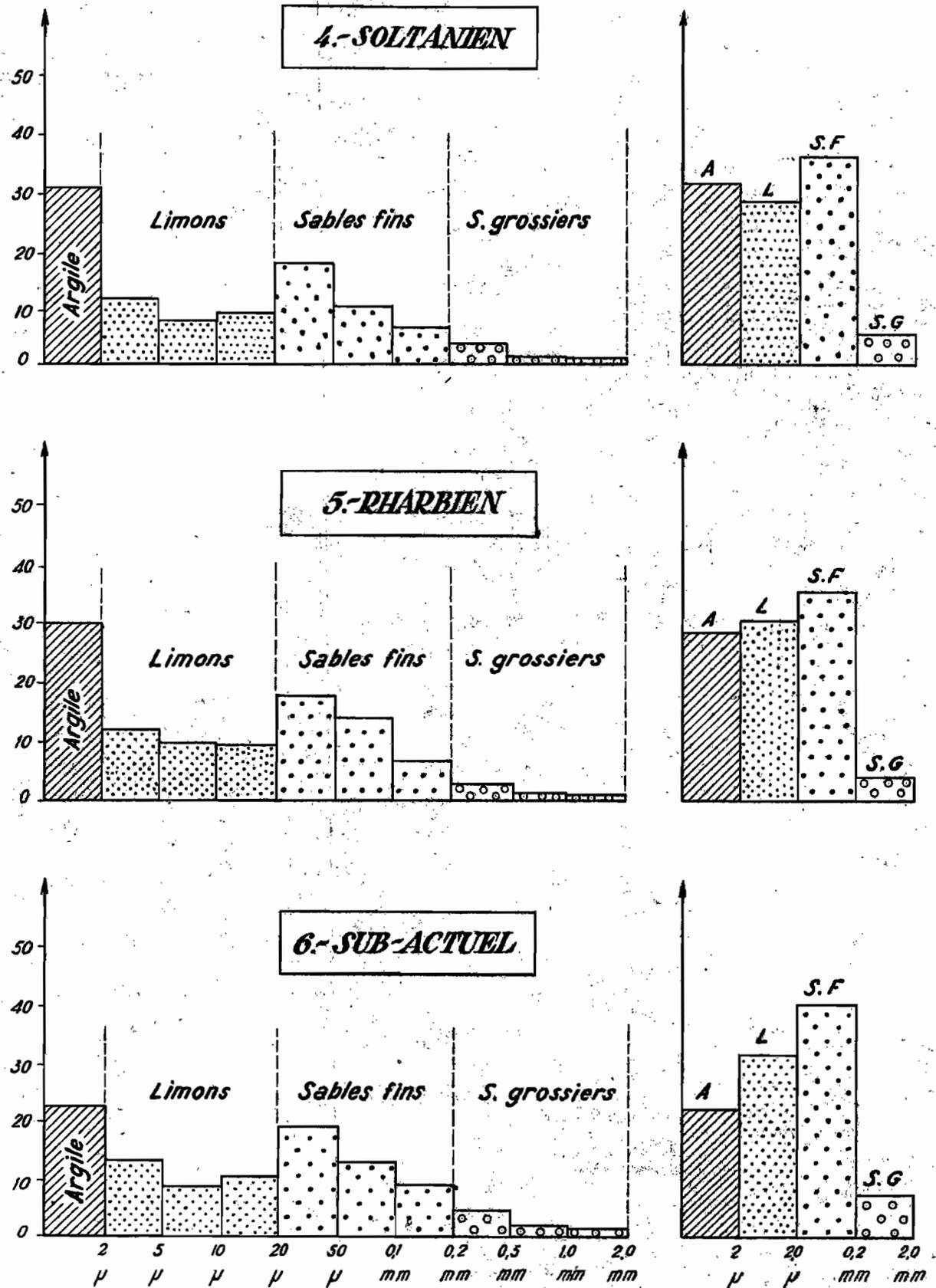
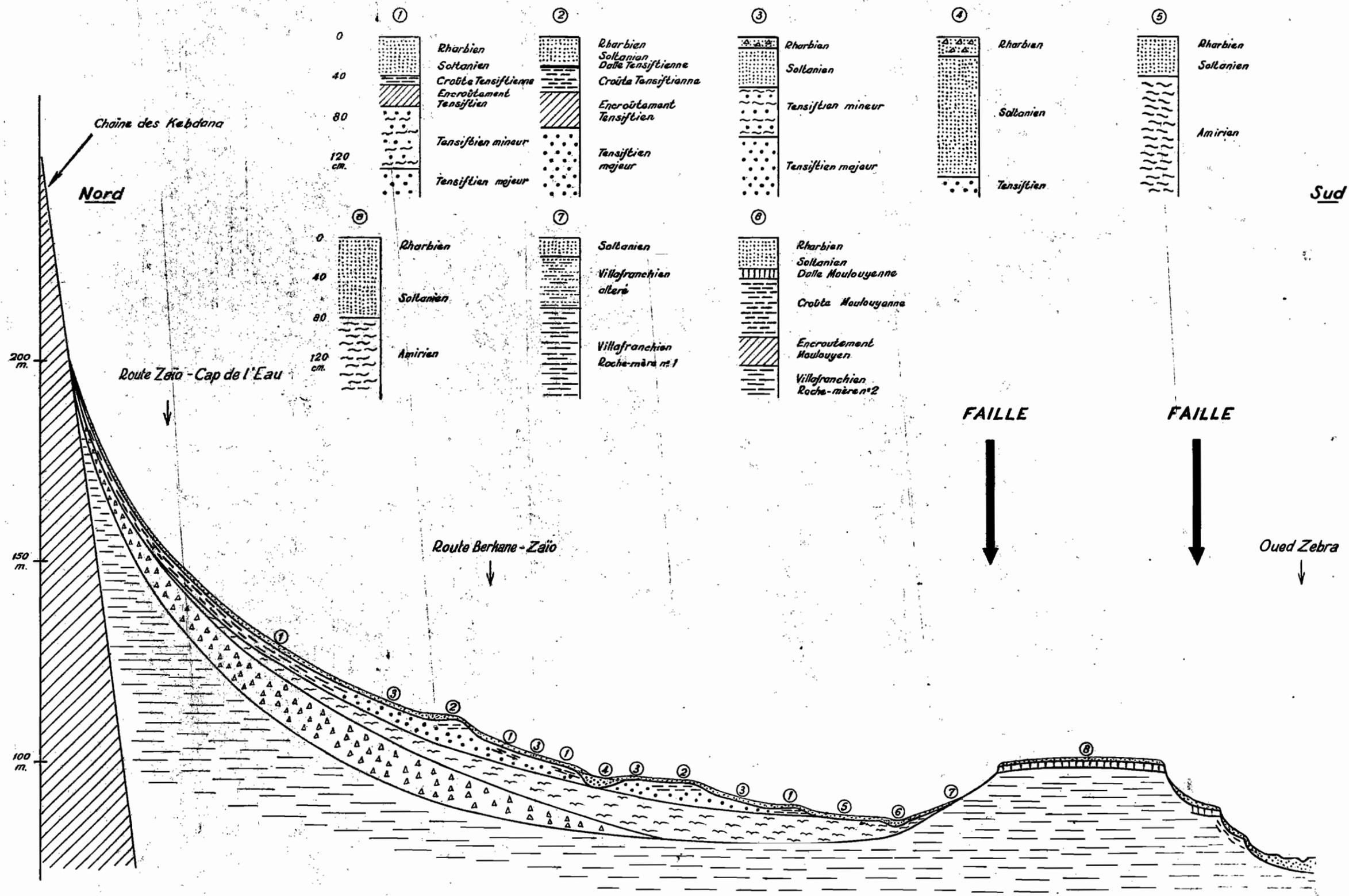


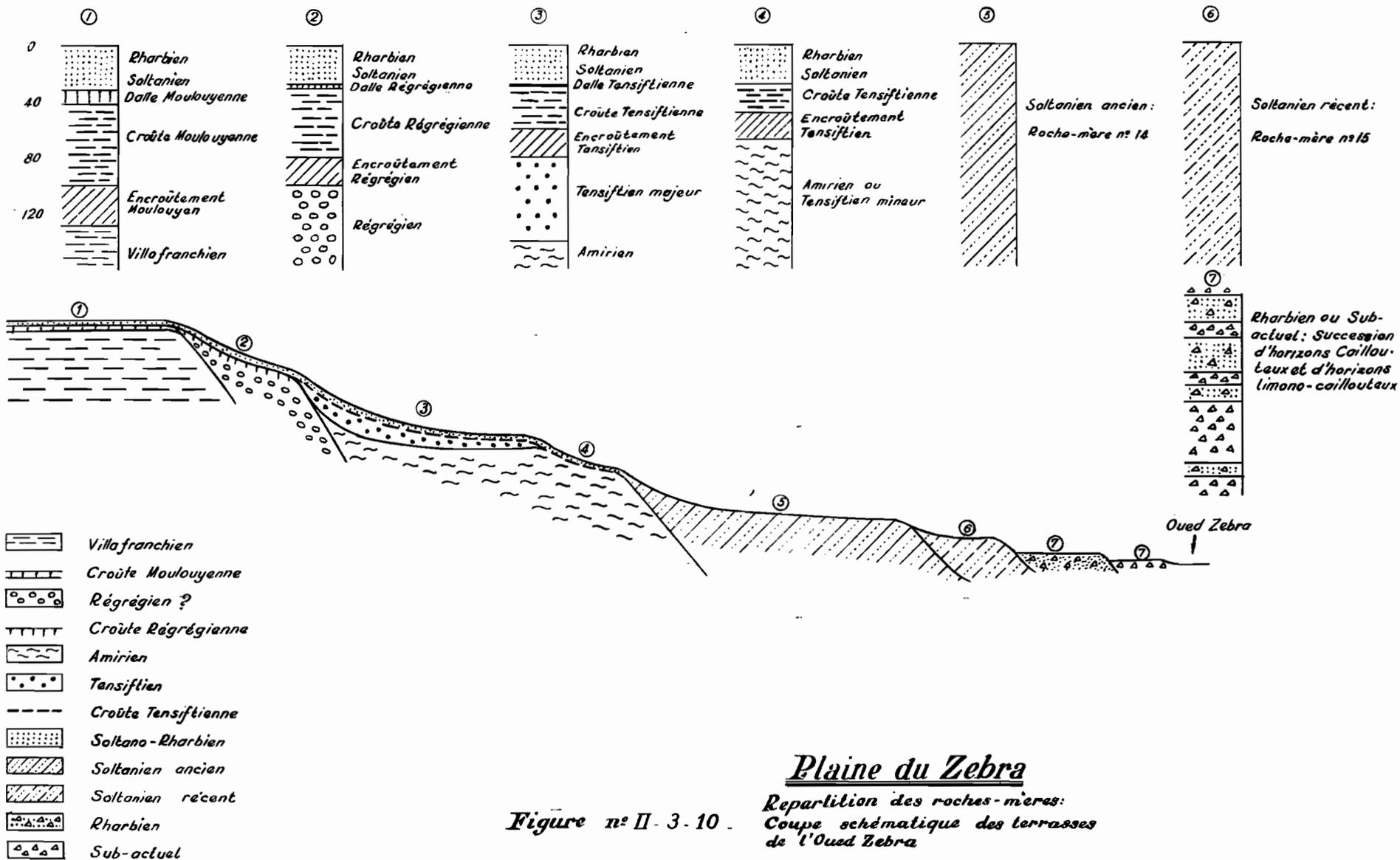
Figure n° II-3-8



- |  |                    |  |                     |
|--|--------------------|--|---------------------|
|  | Villafranchien     |  | Tensiftien          |
|  | Croûte Moulouyenne |  | Croûte Tensiftienne |
|  | Salétien           |  | Soltano-Rharbien    |
|  | Amirien            |  |                     |

**Plaine du Zebra**  
 Répartition des roches-mères:  
 FIGURE n° II-3-9. Coupe schématique dans le Nord de la plaine.

Echelle  $\left\{ \begin{array}{l} H = 1:20.000' \\ V = 1:2.000' \end{array} \right.$



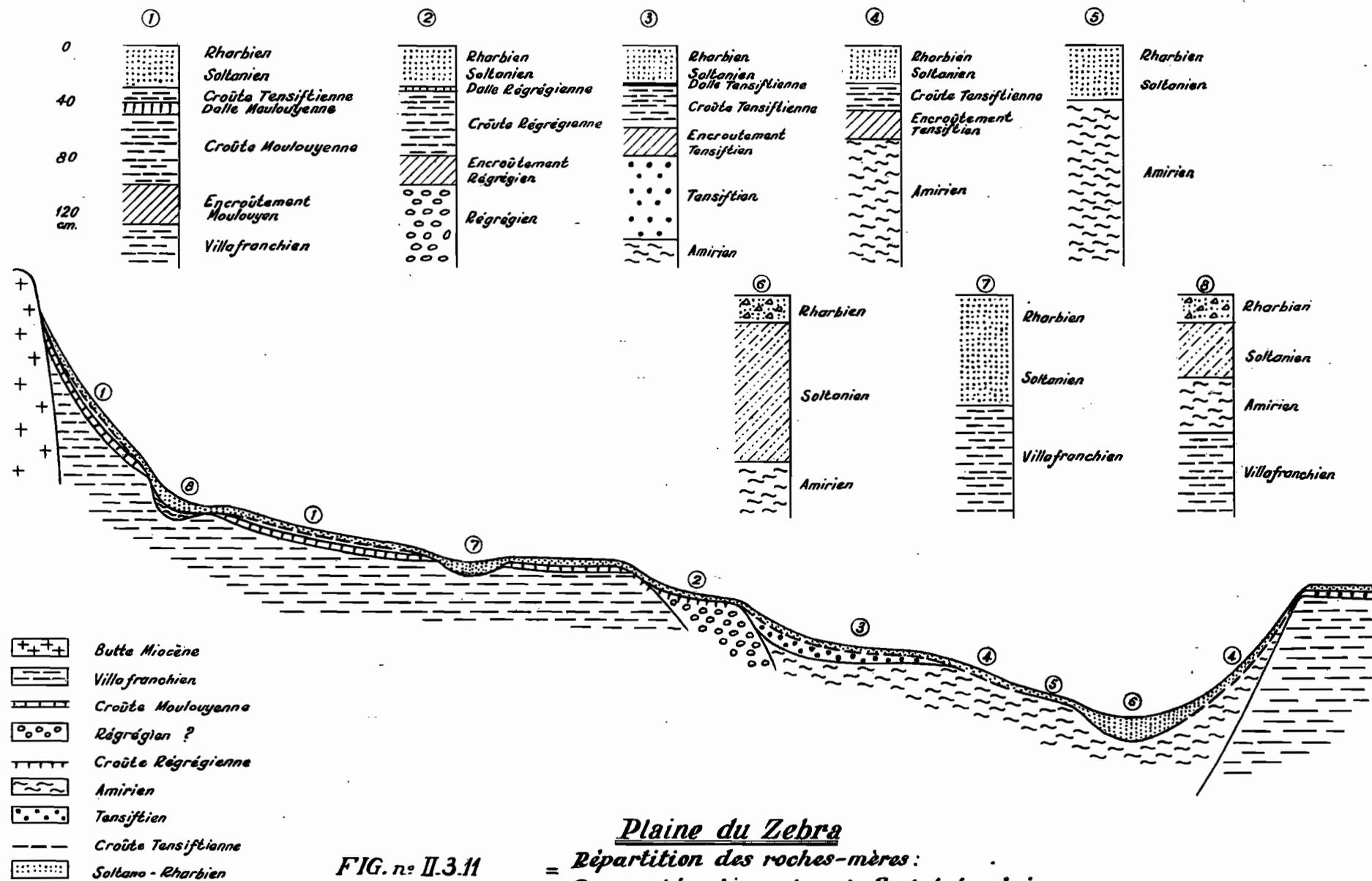
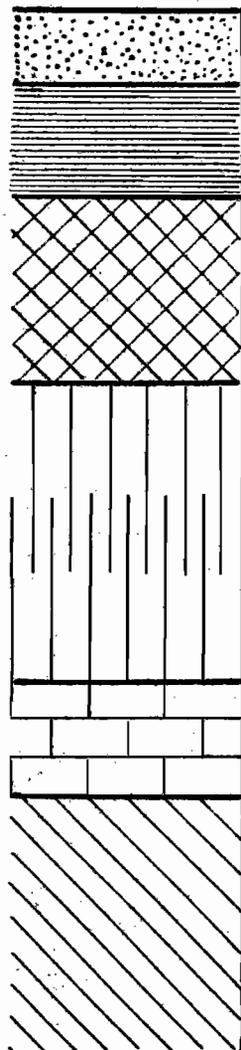


FIG. n° II.3.11

Plaine du Zebra  
 = Répartition des roches-mères:  
 Coupe schématique dans le Sud de la plaine

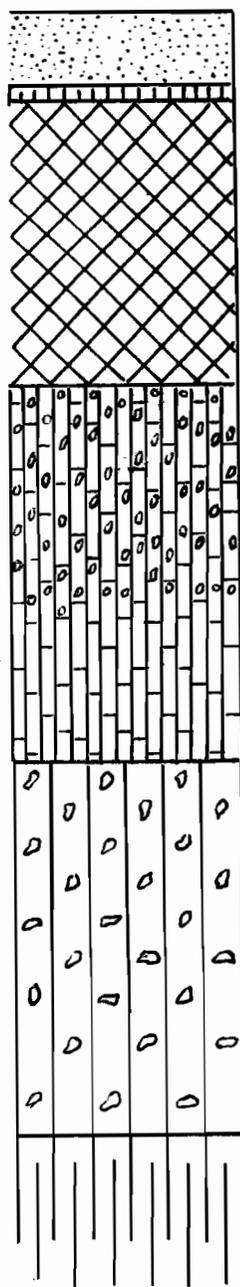


- Dépôt de pente ( Soltanien )
- Dalle calcaire rose à plusieurs feuillets ( Moulouyen )
- Encroûtement tuffeux
- Limon très rubéfié, prismatique, à poupees calcaires friables ( Villafranchien supérieur )
- Dalle calcaire grise à petits graviers ( ou calcaire lacustre )
- Limons roses, marneux, poreux ( Villafranchien inférieur )

FIGURE N° II-3-12

PLAINE DU BOU - AREG

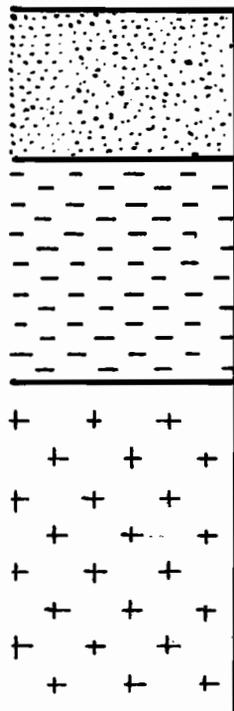
STRATIGRAPHIE DES HAUTES TERRASSES



- Dépôt de penterouge (Soltanien)
- Croûte lamellaire blanche, friable mince
- Encroûtement tuffeux (Tensiftien)
- Limon brun rouge, prismatico-polyédrique à petits amas calcaires (Amirien)
- " " sans amas calcaires
- Limon rubéfié, argileux, polyédrique ou prismatique très dur, à taches calcaires (Salétien ou Régréguien)
- Limon villafranchien

FIGURE N° II-3-13

PLAINE DU BOU-AREG  
STRATIGRAPHIE DE LA MOYENNE TERRASSE



- Limon gris clair, limono-sableux (Sub-actuel)

- Limon gris foncé, argilo-sableux

- Limon beige à pseudomycéliums

(Rharbien  
ancien)

FIGURE N° II-3-14

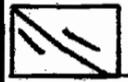
PLAINE DU BOU-AREG

STRATIGRAPHIE DES BASSES TERRASSES

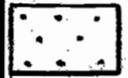
LEGENDE



Formations secondaires



Miocène-Pliocène



Villafranchien et quaternaire

FIGURE N° II-3-15

BLOC DIAGRAMME SCHEMATIQUE

DE LA MORPHOLOGIE DE LA PLAINE DU BOU-AREG

