

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER
20, rue Monsieur
PARIS VII^e

COTE DE CLASSEMENT N° 2162

PEDOLOGIE

NOTES SUR LA GEOLOGIE, ET LA MORPHOLOGIE DE LA REGION DES TRIFFA (MAROC)

par

A. de CHEVRON-VILLETTE

NOTES SUR LA GEOLOGIE ET LA MORPHOLOGIE DE LA REGION DES TRIFFA.

-----+-----+-----

A. de CHEVRON-VILLETTE
Génie Rural
Berkane.

En terminant cette introduction je remercie MM. JEANETTE, MONITION et RAYNAL pour tous les renseignements qu'ils ont bien voulu me donner et qui me seront extrêmement précieux pour l'étude pédologique du périmètre des Triffa.

PREMIERE PARTIE :

ETUDE GEOLOGIQUE GENERALE

4

- - -

Au début du Miocène la surrection des BENI SNASSEN est terminée et la mer ne progresse plus que le long d'un couloir où s'effectue la sédimentation des dépôts marins précédents (couloir de la Moulouya en particulier).

- OLIGOCENE

A la fin de l'oligocène (AQUITANIEN) correspondant au maximum de l'orogénie alpine s'effectue la surrection des BENI SNASSEN qui, au début du Miocène, deviennent une île dans la mer CAR-TENNIENNE.

- EOCENE

L'ensemble de la région est émergé.

SECONDAIRE -

- CRETAGE

Émergence correspondant à la phase orogénique ANDINE.

3 Supérieur (Au lusitanien la région se présente
(comme une zone littorale
((calcaires zoogènes).

JURASSIQUE 2 (Au Bathonien et au Bajocien: sédimen-
moyen. (tation régulière.
(

I inférieur (Régime périodique avec émergences lo-
(LIAS) (cales à l'Infra-Lias.

PERMO- TRIAS

Le début du Permo-Trias correspond à une transgression marine sur la pénéplaine hercynienne. Cette période est marquée par 2 phases volcaniques importantes.

PRIMAIRE -

- CARBONIFERE

- DEVONIEN

Plissement hercynien au début de cette période. Puis usure de la chaîne jusqu'à l'état de pénéplaine.

La phase de plissement est accompagnée par le découpage comme à l'emporte pièce, des schistes siluriens par une gigantesque batholite de granit qui sera exhaussée au cours de la phase alpine.

- SILURIEN

Dépôts marins : schistes siluriens.

TABLEAU SCHEMATIQUE DE LA TECTONIQUE REGIONALE

EPOQUES	ETAGES	PHASES OROGENIQUES	PHENOMENES CONTEMPORAINS	REGIME
I QUATERNAIRE RECENT		Attenuation	Phénomènes locaux de subsidence	Continental
ANCIEN		PHASE FINI-VILLAFRANC.	- Soulèvement d'ensemble - Gauchissement des dépôts villafranchiens - Failles - Volcanisme	Continental
II TERTIAIRE		PHASE POST-ASTIENNE	Ondulation à grand rayon de courbure et changement dans la sédimentation	Localement marin (couloirs) Le plus souvent continental
PLIOCENE	ASTIEN PLAISANCIEN			
MIOCENE	3 Sup.	SAHELIEN		Localement marin (couloirs) = SAHELIEN Localement continental = PONTIEN
	2 moy.	TORTONIEN HELVETIEN Sup.	PHASE VINDOBONIENNE	MARIN sauf BENI-SNASSEN
	1 inf. CARTENNIEN	HELVETIEN inf. BURDIGALIEN		Transgression marine
OLIGOCENE	AQUITANIEN STAMPIEN SANNOYIEN	PHASE ALPINE	SURRECTION des BENI-SNASSEN	Continental
III SECONDAIRE		PHASE ANDINE	Emersion	Continental
CRETACE				
S Super.	PORTLANDIEN			Marine
	KIMERIDGIEN			Littoral marin
	LUSITANIEN			Marin
	OXFORDIEN			
	CALLOVIEN			
JURASSIQUE 2 Moyen	BATHONIEN BAJOCIEN			Marin
1 inf = LIAS	AALENIEN TOARCIEN DOMERIEN		Amorce transgression ?	Marin
PERMO-TRIAS		PHENOMENES VOLCANIQUES	Emersions locales coulées de lave Transgression	Littoral marin
IV PRIMAIRE		PHASE HERCYNIENNE	Plissement des schistes hercynien Entaille par batholite granitique	Continental
CARBONIFERE DEVONIEN				
SILURIEN				MARIN

TABLEAU SCHEMATIQUE DE LA STRATIGRAPHIE REGIONALE

EPOQUES	ETAGES	NATURE DES FORMATIONS	PUISSANCE	DIFFERENTS FACIES
<u>IV</u> QUATERNAIRE Voir II° PARTIE		Conglomerats, crâtes, limons		
	PHASE	TECTONIQUE POST - ASTIENNE		
<u>II</u> TERTIAIRE				Le pliocène continental est caractérisé principalement
	PLIOCENE	ASTIEN PLAISANCIEN	Marno-gresex (marin)	1) Par des conglomérats de base à cailloux ovoïdes à pâte calcaire. 2) Par des calcaires lacustres ou des marnes type lacustre.
	PHASE	TECTONIQUE POST - PONTIENNE		
3 Sup.	SAHELIEN	Marno-gresex (marin)		Le facies continental PONTIEN comprend : 1) à la base des marnes roses 2) au sommet des conglomérats de cailloux roulés anguleux à faible diamètre d'échelle
MIOCENE 2 moyen VINDOBONIEN	TORTONIEN HELVETIEN Sup	Marnes vertes souvent gypseuses Formations greseuses (Formation post nappe en discordance sur les formations ANTE Nappe = ante phase Vindobonienne)	très puissantes	
	PHASE	TECTONIQUE VINDOBONIENNE		
1 infer. CARTENNIEN	HELVETIEN inf. BURDIGALIEN	Grès Conglomérat à petits éléments Conglomérat à gros éléments	FAIBLE	
	PHASE	TECTONIQUE ALPINE		
OLIGOCENE	AQUITANIEN		NULLE	
EOCENE			NULLE	
<u>II</u> SECONDAIRE				
CRETACE	PHASE	TECTONIQUE ANDINE	NULLE	

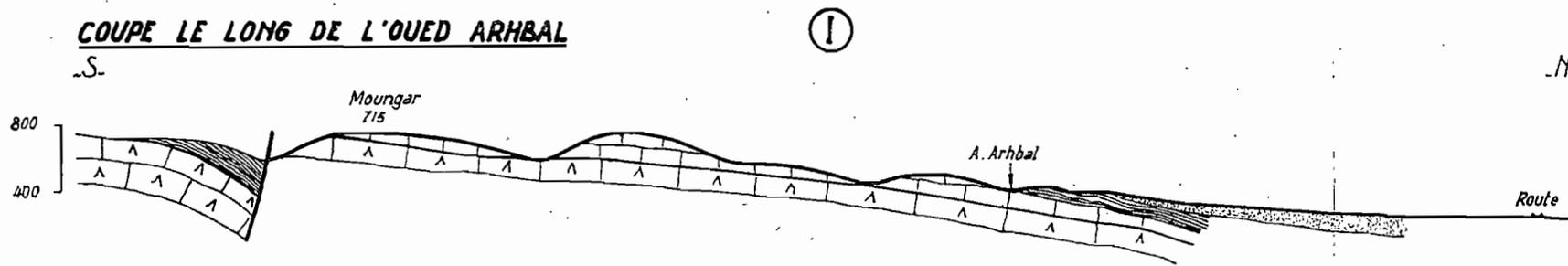
EPOQUES	ETAGES	NATURE DES FORMATIONS	PUISSANCE	DIFFERENTS FACIES
SECONDAIRE (suite)	PORTLANDIEN	Gros bancs calcaires (4) séparés par des nivesaux marneux de faible importance	60 mètres à MECHRA KLILA	
	3 Sup. KIMERIDGIEN	Marno-calcaires Calcaire dolomitique à la base	Marno calcaires ont 220 mètres à Méchra Klila	Les marno-calcaire = bancs calcaires de 1 à 3m, à facies dolomitique à la base de la série, altérant avec des passées marneuses vertes diminuant d'importance au fur et à mesure que l'on monte dans la série.
	2 moyen	Calcaire dolomitique Calcaire gresieux à la base	Calcaire dolom. ont 600 mètres à Mechra Klila	Calcaire dolomitique, noirâtre, fétide.
	1 Inf.	Calcaires gresieux	200 m. à Mechra Klila	La série gresieuse comprend à Méchra Klila Marnes et marno-calcaires gresieux. Sommet Banc gresieux (série gresieuse proprement dite) Banc calcaires - marneux (10) Banc calcaire à Nérinées (5m) Base Banc calcaires gresieux
JURASSIQUE Supérieur	LUSITANIEN	Formations greso-marneuses avec bancs de calcaires dolomitiques roux	Quelques dizaines de mètres à Arhil	FAURE → colline d'Arhil Ain Régada Nord Sommet Banc calcaire dolomitique roux série (25 à 30 m) base (- marnes jaunes séparées par bancs fétideux interstratifiés série (- grés (- calcaires dolomitiques roux (Alternance se répétant plusieurs fois) MONITION → butte à 5 km au N-D de Méchra Klila : Alternance (grés quartzites calcaires dolomitiques
	ARGOVIEN OXFORDIEN (Fin)	Grés bruns et argiles vertes ou barilées	100 mètres env.	
	OXFORDIEN (Début) CALLOVIEN	Marnes à Posidonomies	La totalité des marnes à Posidonomies = 200 à 300m d'épaisseur	Les marnes à Posidonomies sont noires ou grises.

EPOQUES	ETAGES	NATURE DES FORMATIONS	PUISSANCE	DIFFERENTS FACIES
JURASSIQUE Moyen	BATHONIEN	Marnes à posidonomyes		
	BAJOCIEN	Marno-calcaires supérieurs à Ammonites	50 mètres	Banc calcaires-marneux minces séparés par des bancs marneux. (marnes noires ou gris à Posidonomyes) Donc série analogue à série bathonienne avec, en plus, intercalation des bancs calcaires.
JURASSIQUE Inférieurs LIAS	AALENIEN	Calcaires en dalles supérieurs	5 à 20 m	Les calcaires en dalles supérieurs ont une stratification analogue aux calcaires en dalles inférieurs mais ils sont plus foncés et ne contiennent pas de silex.
	TOARCIEN	Marno-calcaires inférieur à Ammonites	50 mètres	On passe de la formation calcaires en dalles inférieurs à la série marno-calcaire inférieure par intercalation entre les bancs calcaires de bancs marneux de plus en plus épais.
	Sup.	Calcaires en dalles inférieurs	200 m	L'apparition dans la série calcaire dolomitique massif du Domerien inférieur d'une stratification en bancs calcaires de 20 à 40 cm d'épaisseur a fait donner le nom de calcaires en dalle à cette formation. Elle n'est qu'un facie de la série sous jacente les épaisseurs relatives des 2 formations pouvant s'inverser.
	DOMERIEN inf.	Calcaire dolomitique massif		Ce calcaire dolomitique est gris bleuâtre sans stratification. Il peut contenir vers le sommet de la série de gros silex noirs.
PERMO-TRIAS		Sommet de la série		
		Banc d'argile rouge (constant)	1 m	
		2° coulée de basaltes doléritiques	50 m max. moins épaisse que la 1°	
		Bancs calcaires interstratifiés	quelques mètres	Les calcaires interstratifiés sont en général formés de calcite très fine.
		1° coulée de basaltes doléritiques	50 m	CES basaltes sont des plagioclases à texture doléritique on y trouve des matériaux phyliteux.
		Banc d'argile rouge (non constant)	1 m	
	Conglomérat de base	quelques dizaines de centimètres	Sur schiste } Ce conglomérat est composé d'éléments fins.	Sur granit Ce conglomérat est composé d'éléments grossiers cimentés par calcaire
PRIMAIRE DEVONIEN		PLISSEMENT HERCYNIEN	BATHOLITHE DE GRANIT	
SILURIEN		Schistes		Ces schistes sont noirs bleutés avec des lits quartziteux parcourus de filons de quartz et de Barytine.

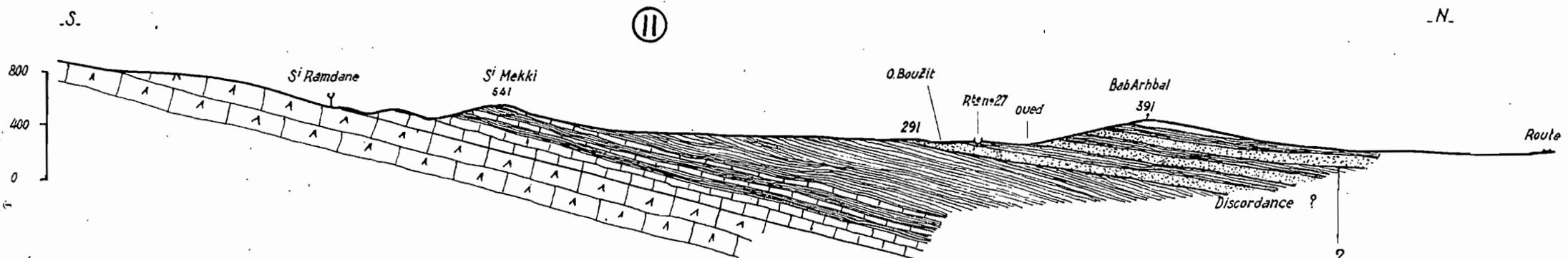
COUPES GEOLOGIQUES

9 COUPES DU FLANC NORD DES BENI SHASSEN

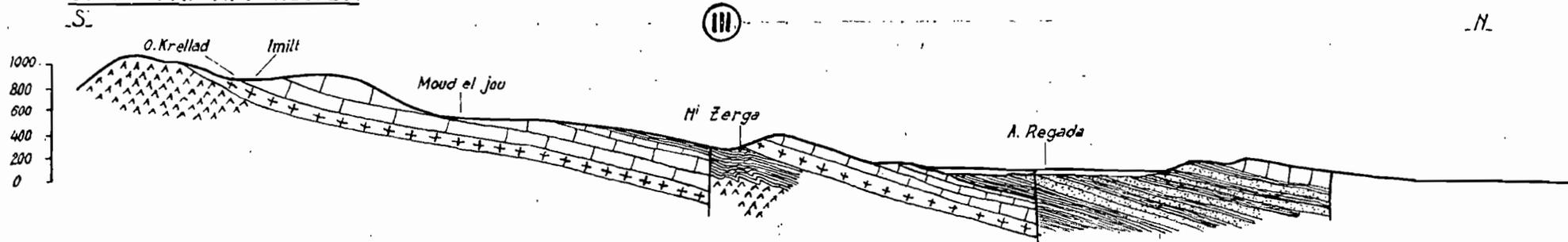
COUPE LE LONG DE L'OUED ARHBAL



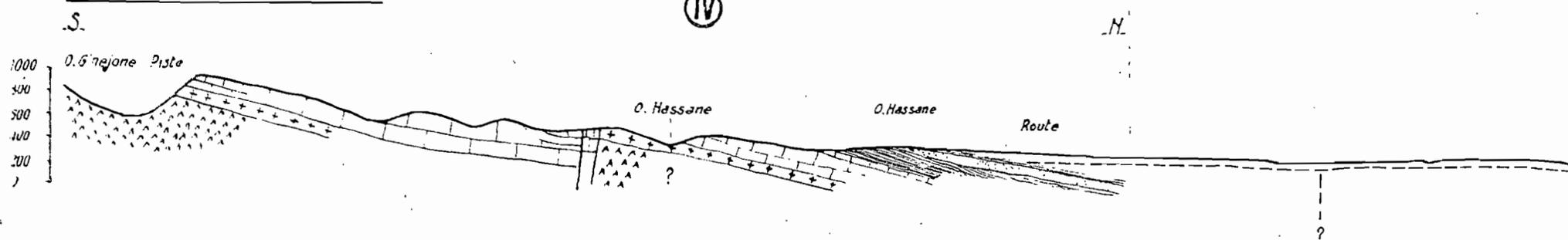
COUPE DES OUED BOURHNEM



COUPE PAR AIN REGADA



COUPE DES BENI ABDELLAH



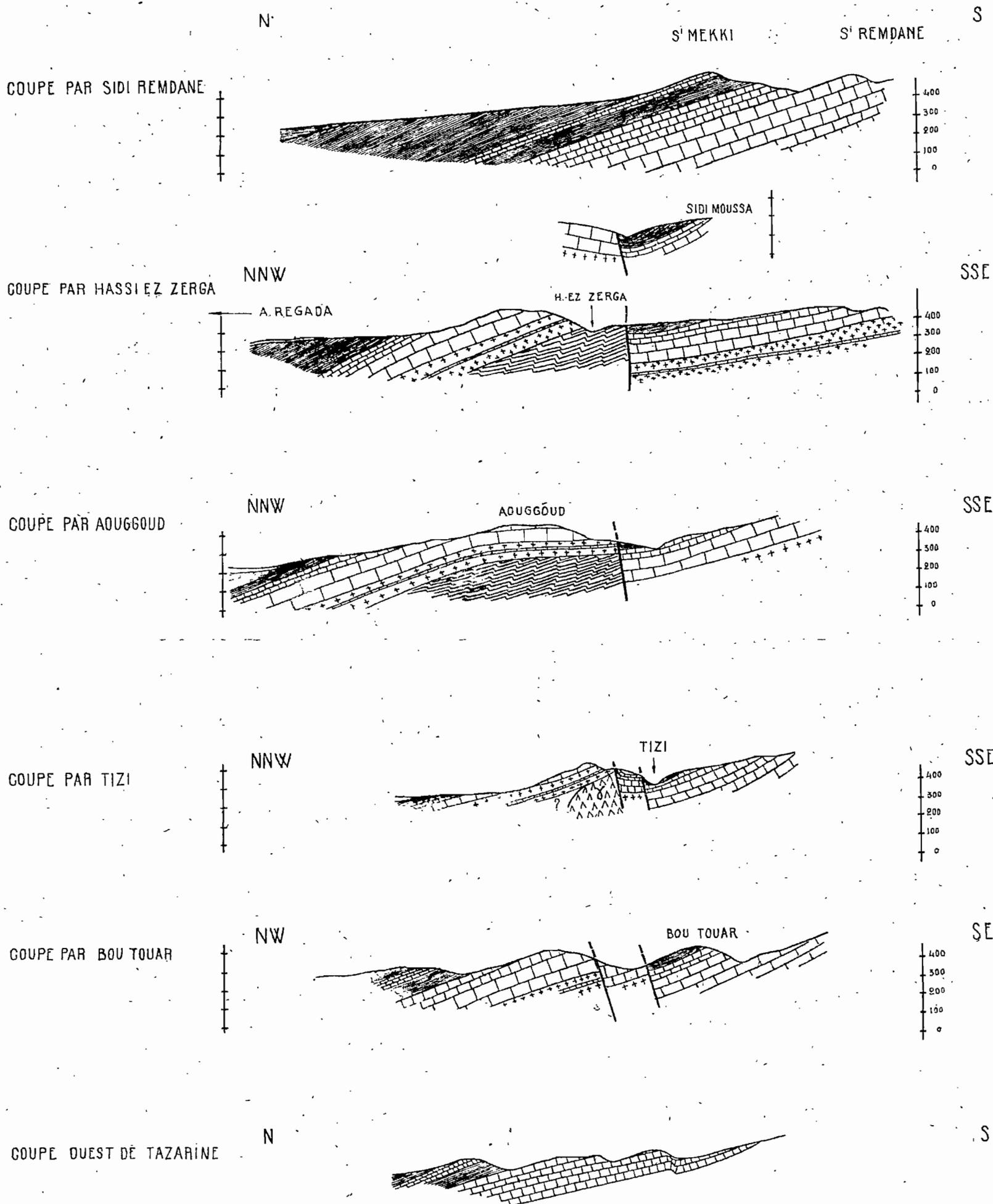
LEGENDE

	Calcaires zoogènes (Jurassique sup) Kimmeridgien.		Calcaires massifs
	Marnes et grès (Lusitanien-Oxfordien).		Dolérites (Permo-trias)
	Marno-calcaire et marnes à posidonomes (Sajocien-Bathonien) Callovien oxfordien.		Schistes primaires
	Marno-calcaire et calcaires en dalles supérieures (Toarcien-Aalénien).		Granit
	Calcaires en dalles (Dumérien supérieur)		

ECHELLE : 1/50.000^e

COUPES EN TRAVERS DU FLANC NORD DES BENI SNASSEN EN AMONT D'AIN REGADA

ECHELLE 1-25.000



LEGENDE

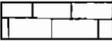
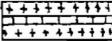
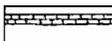
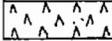
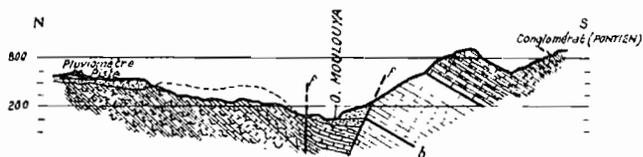
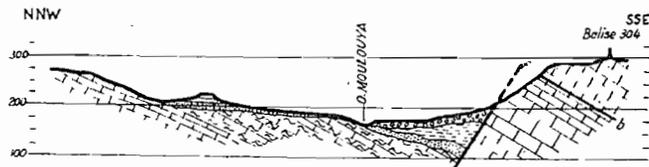
- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Alluvions (quaternaire ancien et recent) |  | Calcaires en dalles inferieur (Domerien Superieur) |
|  | Gres et Marnes (Cretaceo-oxfordien) |  | calcaires Massifs (Domerien) |
|  | Marnes et marno-calcaires a Posidonomes (Bajocien à oxfordien) |  | Dolerites et banc Calcaire intercalé (Permo-Trias) |
|  | Calcaires en dalles. Superieurs (Aalenien) |  | Schistes et Quartzites (Anci Hercynien) |
|  | Marno-calcaires (Toarcien) |  | Granit |

PLANCHE II

COUPES GEOLOGIQUES PERPENDICULAIRES 11
 A LA VALLEE DE LA BASSE MOULOUYA, DANS
 LA REGION DE MECHRA KLILA. par L. MONITION



- | | | | | |
|---|--|---|---|-----------------|
|  | <i>Eboulis</i> |  | <i>Marno-calcaires</i> | } PORTLANDIEN ? |
|  | <i>Basses et hautes terrasses
Alluvions récentes</i> |  | <i>Calcaires (80m)</i> | |
|  | <i>Marnes jaunes et vertes. VINDOBONIEN</i> |  | <i>Marno calcaires à E. Virgula</i> | } 200m |
|  | <i>Grès et conglomérats à éléments
fins - CARTENNIEN</i> |  | <i>Calcaire dolomitique de base à
Pterocères et bancs repères -
KIMERIDIEN.</i> | |

0 100 200 300 400 m

Extrait "des observations tectoniques
 nouvelles dans la région de Mechra Klila (Basse
 Moulouya) par L. MONITION-

LES PHENOMENES TECTONIQUES ET DE SUBSIDENCE RECENTS

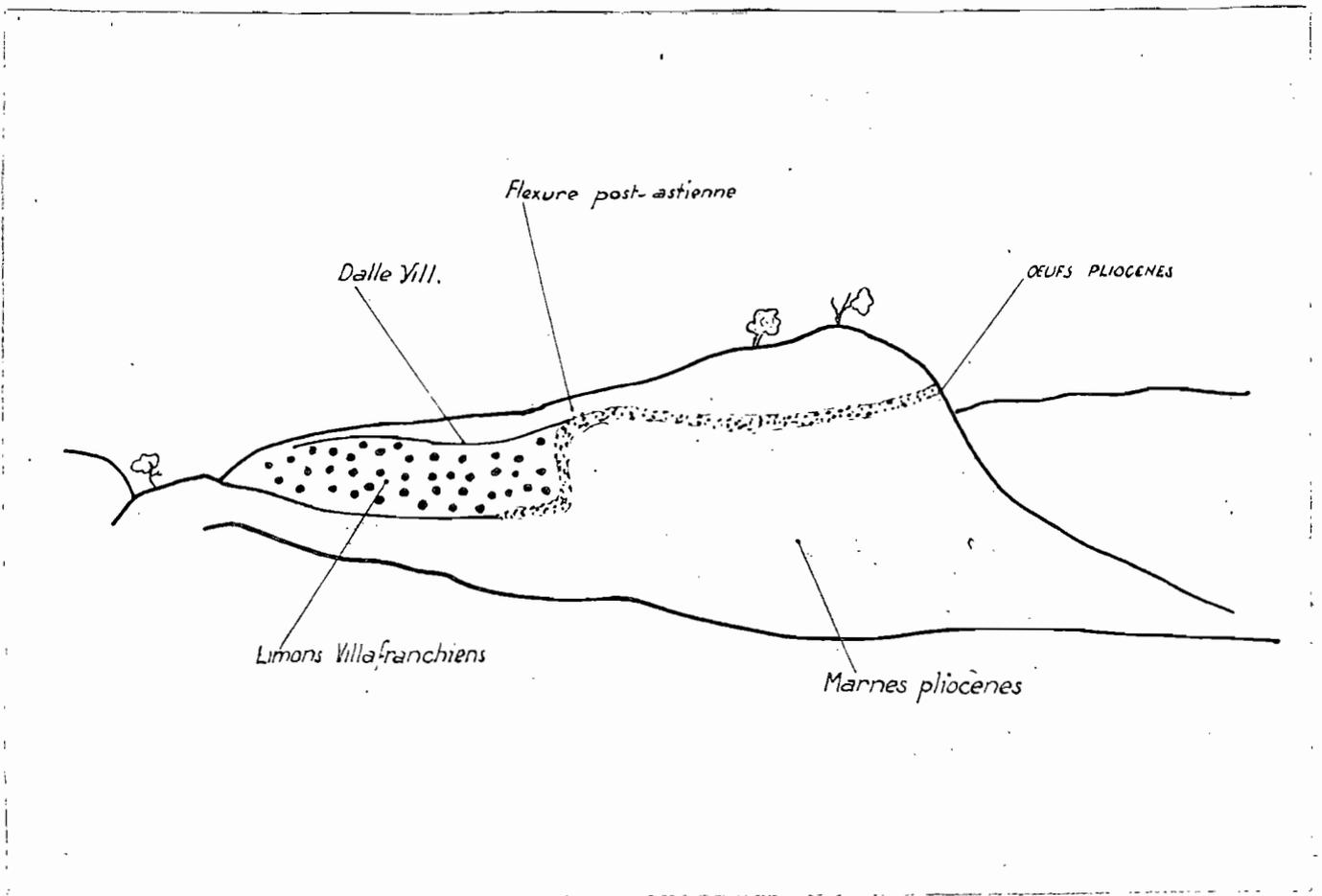
I°- Phase tectonique post-astienne.

La phase tectonique fini-pliocène ou post-astienne semble être maintenant admise par les géologues :

G. CHUBERT en parle comme d'une chose certaine, dans sa note préliminaire sur la présence de deux cycles sédimentaires dont le pliocène marin au Maroc (1953).

RAYNAL en a vu plusieurs exemples au cours de sa tournée aux TRIFFA.

EXEMPLE : Vallée de la Moulouya entre Méchra-zerf et Sidi Bou-Sher :



2°- Phase tectonique post-villafranchienne

Elle correspond à la dernière phase importante du soulèvement atlasique (G. CHOUBERT 1950).

Cette phase tectonique a affecté lors de son paroxysme :

1.- Les formations anciennes : soulèvement des massifs déjà existants et création de fractures.

2.- Les formations villafranchiennes qu'elle a parfois gauchies et ondulées mollement parfois même fracturées

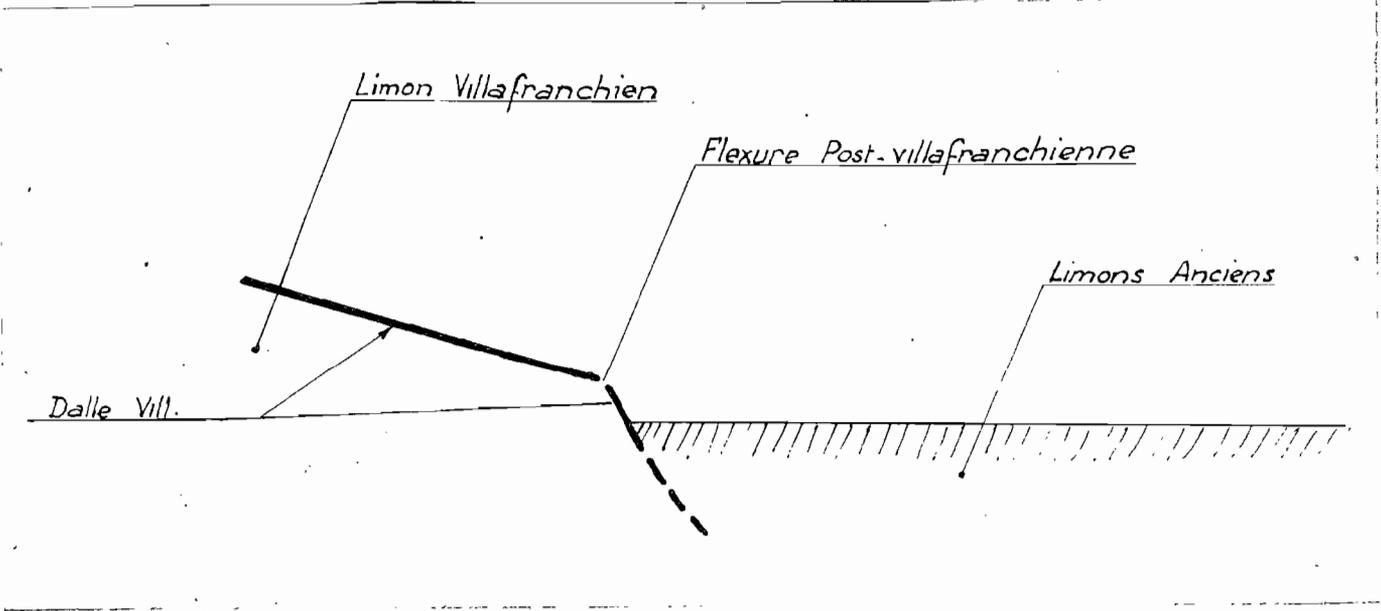
Quoique très atténuée, il semble que son action se soit fait sentir tout au cours du quaternaire se traduisant par la persistance de fosse de subsidence.

Par exemple fosse subsidente de MADAGH- CAFE MAURE.

EXEMPLES :

De nombreux exemples de cette tectonique post-villafranchienne ont été signalés à travers le Maroc. (voir plus haut note de G. CHOUBERT)!

L'exemple le plus frappant aux TRIFFA est celui de la cassure d'Hasi-Smia. Cette cassure correspondant à la limite Nord de la fosse de subsidence de MADAGH-CAFE MAURE.



MORTIER en a trouvé un autre exemple correspondant probablement à la limite Sud de la fosse subsidence au Nord de Sidi-Moussa!

DEUXIEME PARTIE :

MORPHOLOGIE DES FORMATIONS QUATERNAIRES

PREMIER CHAPITRE : DONNEES GENERALES

A PLUVIAUX ET INTERPLUVIAUX

Ils sont à la base de la morphologie du quaternaire. Il convient donc d'en définir les caractères et d'analyser les phénomènes qu'ils provoquent.

1° PLUVIAUX :

Un pluvial correspond à une forte pluviométrie d'où :

- accumulation de l'eau sur le continent, sous différentes formes en fonction de la température.
- diminution des réserves d'eau marines et par conséquent REGRESSION de la mer.

Ceci se traduit :

- dans la zone du climatisme par un rouissement en nappe sur les pentes d'où dépôts de pentes par un engorgement des Oueds qui déposent d'où futurs terrasses climatiques.
- dans la zone de l'eustatisme par un creusement du lit des Oueds, le niveau de base ayant baissé, et les Oueds étant soumis dans cette zone aux variations de ce dernier. Les Oueds entaillent leurs dépôts de l'inter pluvial précédent créant des terrasses dites eustatiques.

A la fin d'un pluvial, le climat tend à évoluer vers une alternance de saisons humides et sèches, condition favorable au processus d'encroûtement.

2°- INTERPLUVIAUX ;

Un inter pluvial correspond à une faible pluviométrie et un réchauffement d'eau :

- fonte des glaciers, évaporation des eaux continentales.
- augmentation des réserves d'eau de la mer et par conséquent TRANSGRESSION de celle-ci.

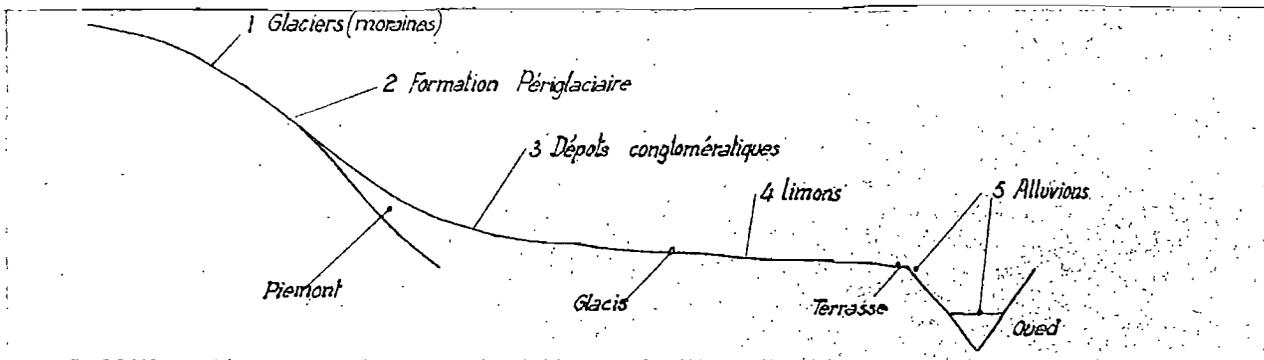
Ceci se traduit :

- dans la zone du climatisme par un rouissement linéaire d'où ravinement des dépôts de pentes par un creusement de leur lit par les Oueds. Ceci entaillent les dépôts accumulés ou pluvial précédent créant des terrasses dites climatiques.
- dans la zone de l'eustatisme par un engorgement du lit des Oueds, le niveau de base ayant monté. Ces dépôts eustatiques proviennent des matériaux arrachés aux pentes et aux dépôts fluviaux de la zone climatique amont.

.../...

B/- MORPHOLOGIE DES FORMATIONS CONTINENTALES QUATERNAIRES -

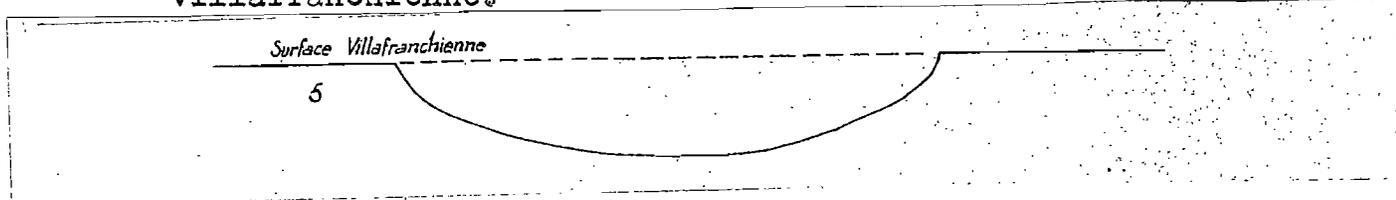
1°- ALLURE GENERALE DES FORMATIONS DE PLUVIAUX :



2°- TERRASSES CLIMATIQUES :

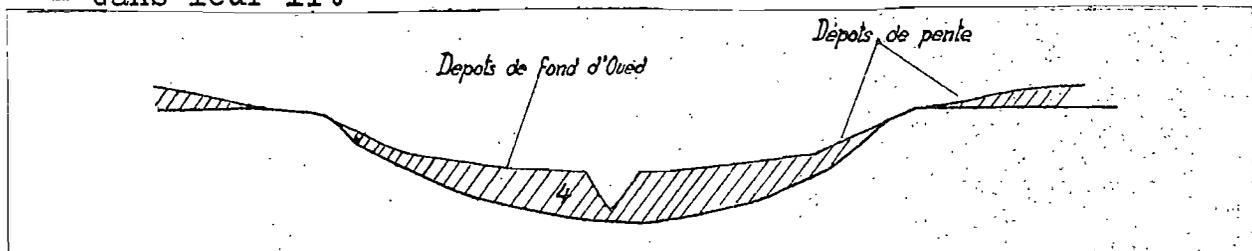
Supposons que nous nous trouvions à la fin de la période villa-françhienne. La topographie de l'ensemble continental est celle d'une pénéplaine. Un mouvement orogénique provoque un exhaussement de l'ensemble qui se trouve soumis de ce fait à une érosion intense. Le réseau hydrographique actuel se crée.

Au cours de l'inter pluvial 5-4 (érosion linéaire dans la zone du climatisme) il y a entaillement de la surface villafranchienne.

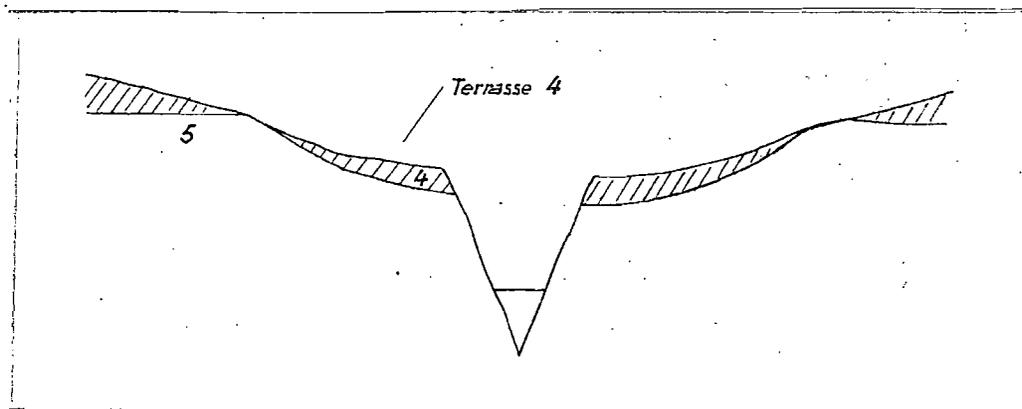


Au pluvial 4, les Oueds accumulent des dépôts :

- sur les pentes.
- dans leur lit

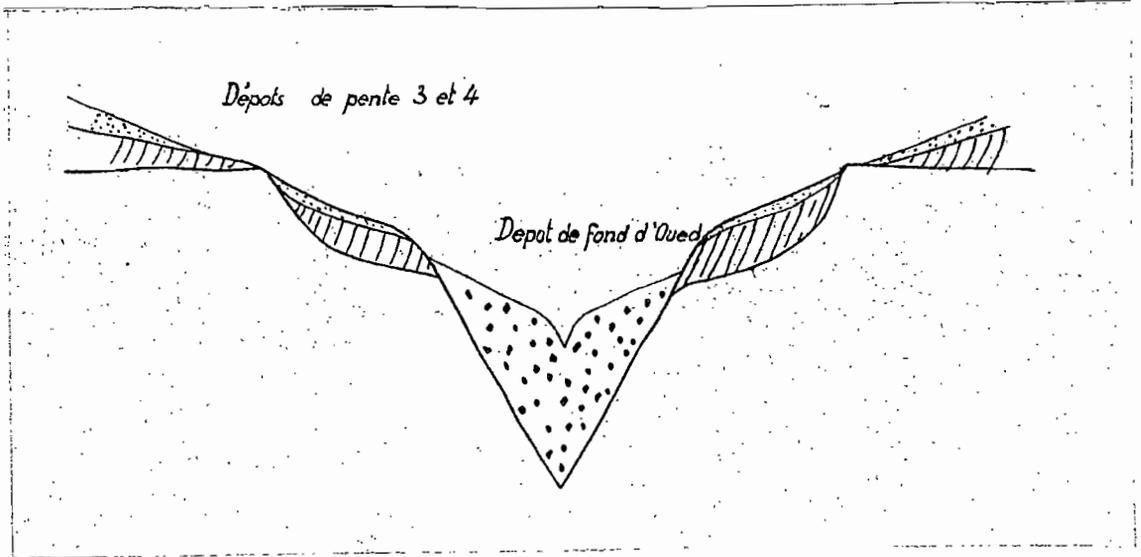


A l'inter pluvial suivant, c'est à dire 4-3, il y a érosion linéaire et creusement des dépôts. Les dépôts 4 sont entaillés en terrasse (terrasse 4).

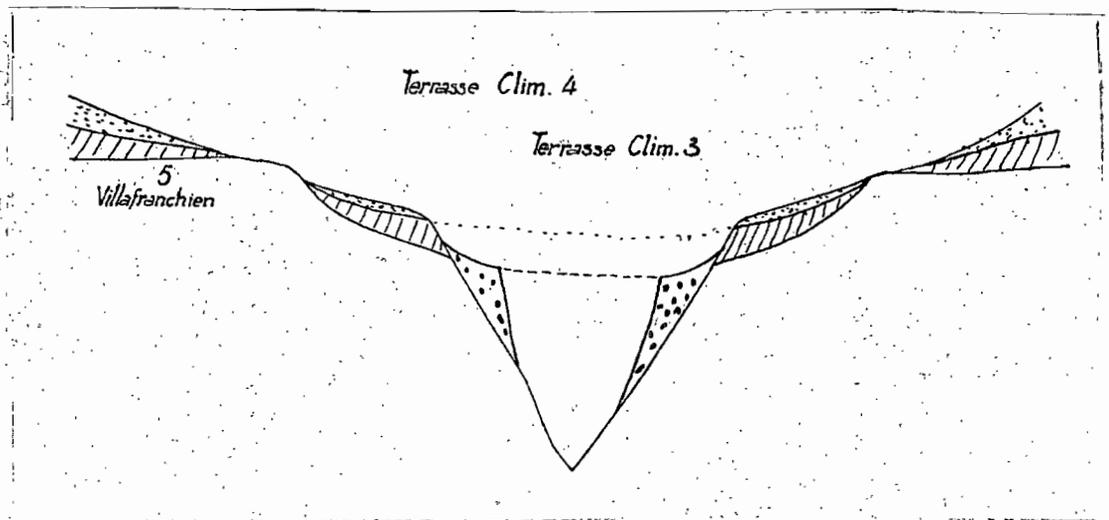


.../...

Au pluvial 3 les Oueds déposent à nouveau.



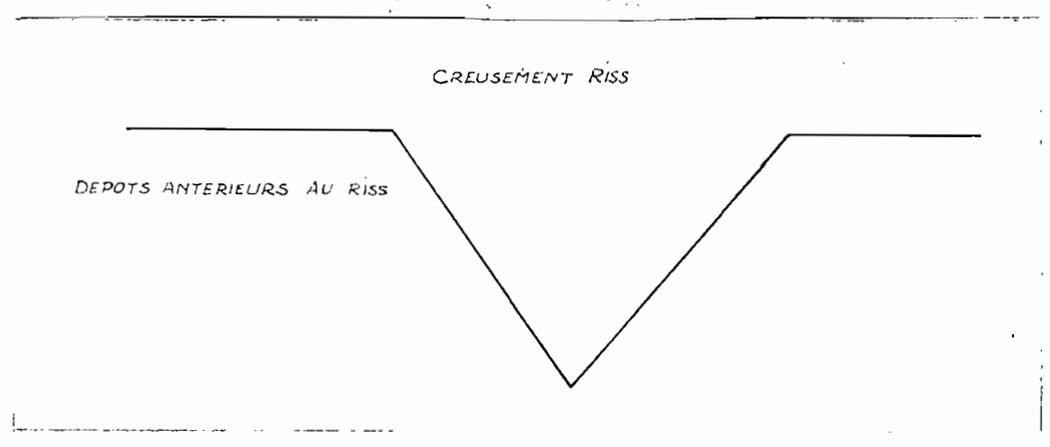
Ces dépôts seront creusés à l'inter pluvial 3-2. En fin d'inter pluvial 3-2 on a la coupe suivante :



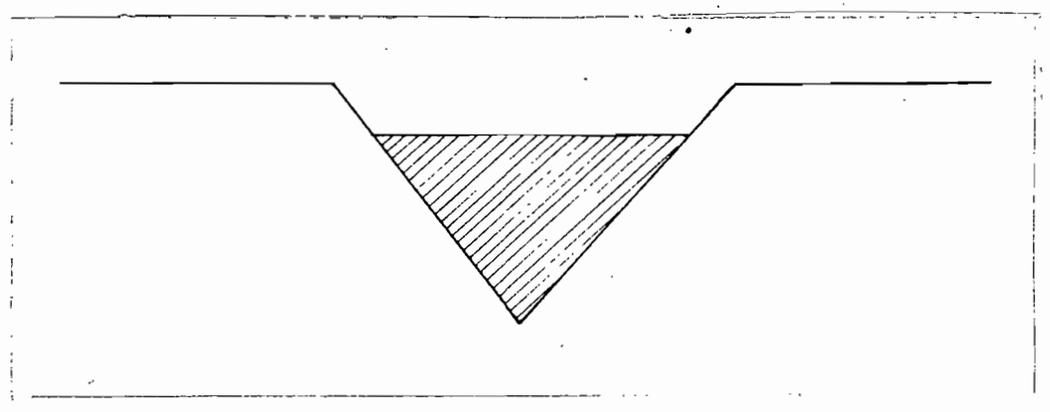
On constate toujours que les dépôts de pente d'un pluvial déterminé par exemple 3, recouvrent la terrasse du pluvial précédent.

3°- TERRASSES EUSTATIQUES .

Supposons que nous nous trouvions à la fin du pluvial riss. Dans la zone de l'eustatisme les Oueds ont creusé. On a donc, en coupe le schéma suivant :

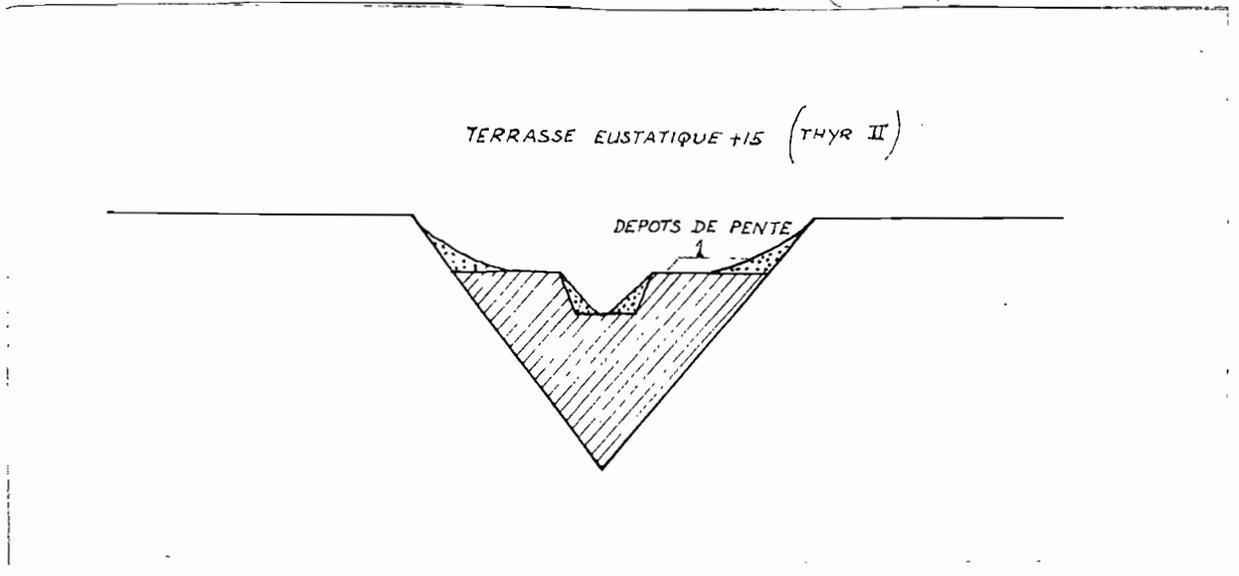


A l'inter pluvial 2-I (inter riss-wurm) les Oueds comblient.

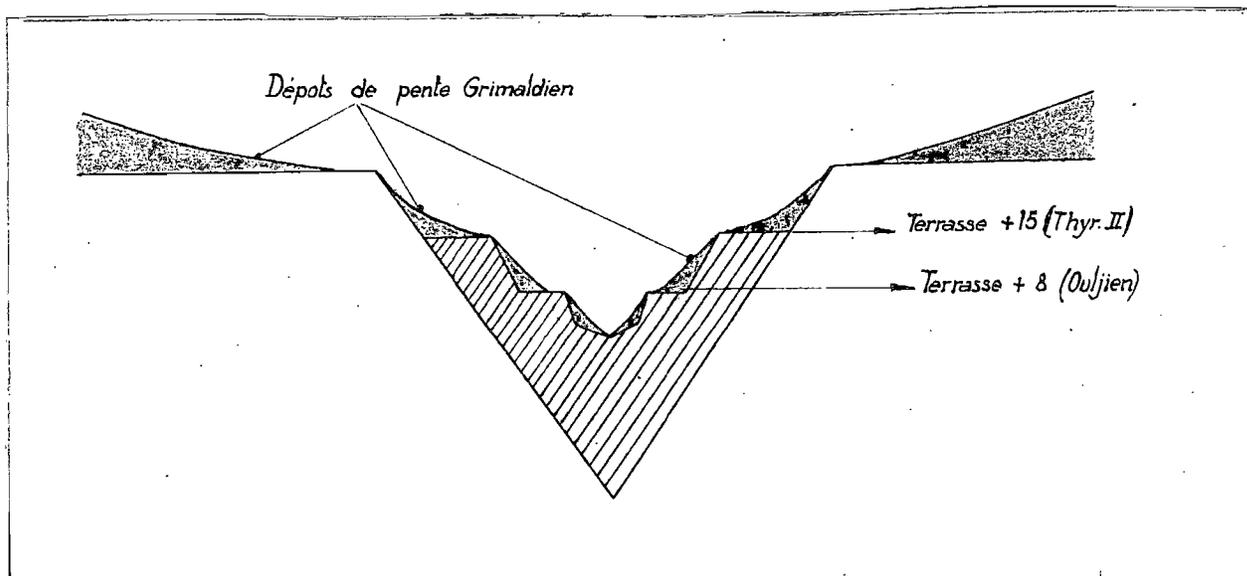


Au pluvial wurm, il creusent à nouveau car la mer régresse. Elle régresse en deux temps séparées par un arrêt

I°- phase :

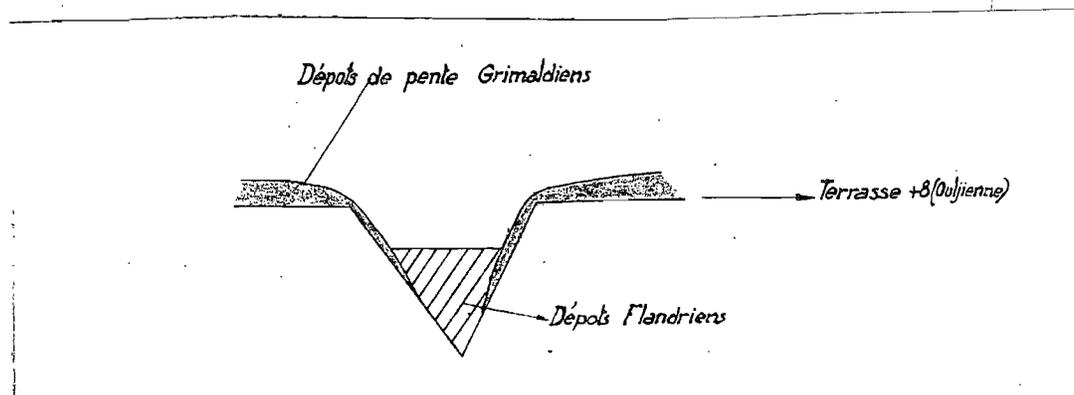


2°- phase : reprise de la regression.



Pendant un pluvial il y a formation de dépôts de pente (écoulement en nappe). Sur le schéma ci-dessus, nous avons représenté les formations de pente du pluvial wurm au cours du creusement.

A l'inter pluvial suivant (inter pluvial actuel) se produit la transgression flandrienne. Les Oueds déposent.



Cette étude de la formation des terrasses eustatiques nous permet de remarquer deux choses :

1°- Les dépôts de pente d'un pluvial par exemple le pluvial wurm passent sous la terrasse de l'inter pluvial suivant.

"Le GRIMALDIEN plonge sous le FLANDRIEN".

2°- Les dépôts de pente d'un pluvial passent sur la terrasse de l'inter pluvial précédent. Le GRIMALDIEN recouvre la terrasse tyrrhénien II.

Les coupes précédentes permettent de comprendre de façon schématique la morphologie des formations en zone eustatique. En réalité le schéma se complique car, si les terrasses eustatiques que nous avons représentées sont des terrasses de dépôt, on peut observer également des terrasses d'érosion.

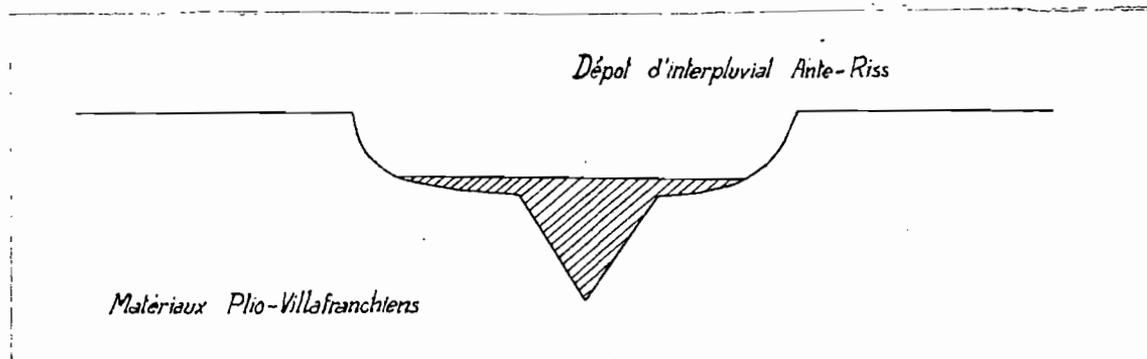
Avant le pluvial riss les terrasses eustatiques sont en général des terrasses d'érosion.

Après le pluvial riss, les terrasses eustatiques sont en général des terrasses de dépôt.

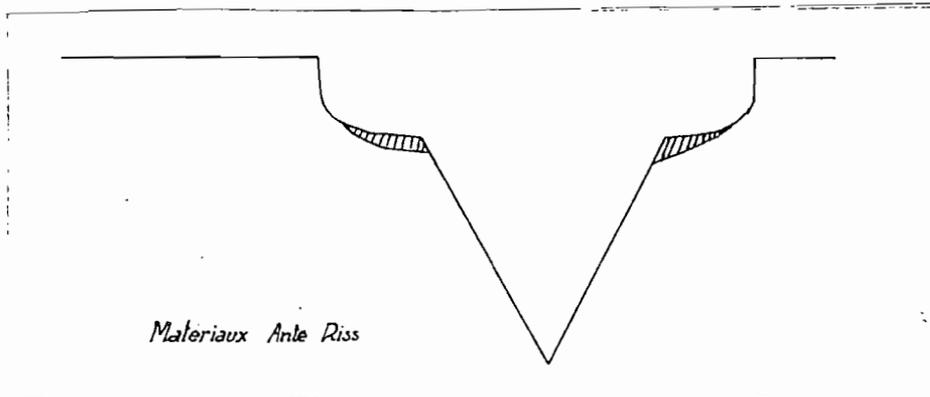
Ceci est dû au fait que le pluvial riss a été marqué par un creusement formidable dans la zone de l'eustatis-
me. *très important!*

Les oueds incapables, dès lors, de s'étaler comme ils le faisaient avant, se sont engorgés lors des interpluviaux, entassant de puissants dépôts dans l'entaille rissienne.

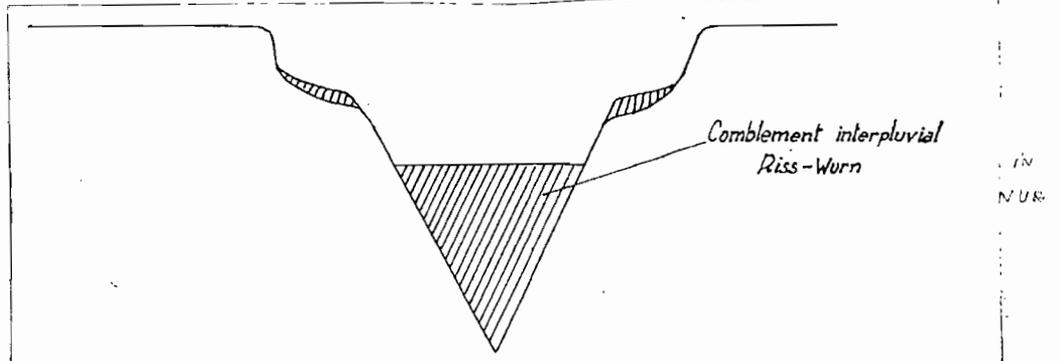
TERRASSE EUSTATIQUE ANTE RISS



CREUSEMENT RISS (CREUSEMENT ANTE TYRRENIEN II)



COMBLEMENT DE L'INTER PLUVIAL RISS-WURM



IN
NUR

TABLEAU SCHEMATIQUE D'ENSEMBLE DES FORMATIONS EUSTATIQUES.

+90 Sicilien I
Interpluvial 5-4.

+60 Sicilien II
Interpluvial 4.3.

+ Tyrrhénien I
Interpluvial 3-2.

+15 Tyrrhénien II
Interpluvial 2-1

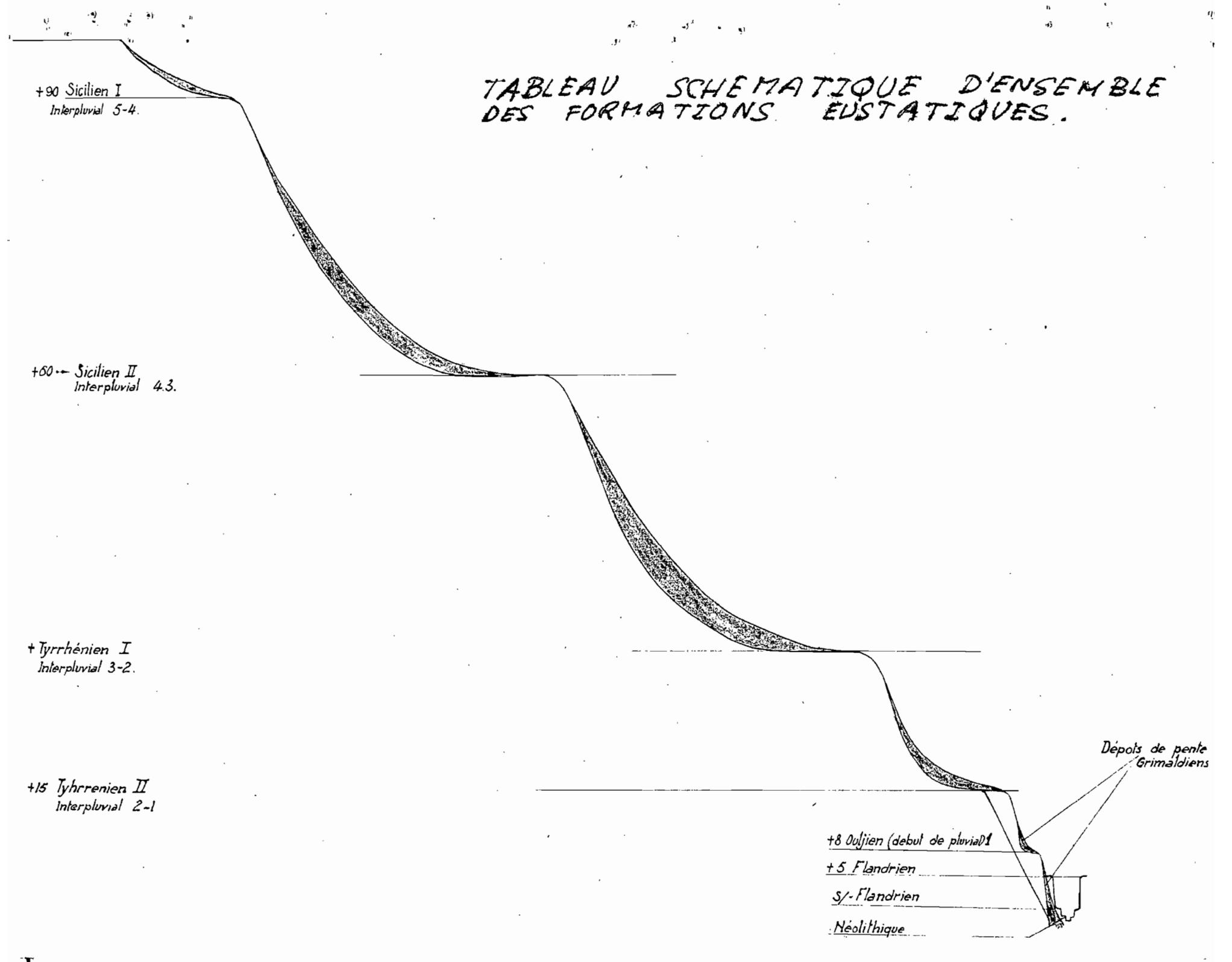
+8 Ouljien (debut de pluvial)

+5 Flandrien

S/-Flandrien

Néolithique

Dépôts de pente
Grimaldiens



C/- TEXTURE DES DIFFERENTES FORMATIONS QUATERNAIRES CONTINENTALES

1°- GENERALITES.

Les dépôts de piedmont sont conglomératiques.

Les dépôts de glacis sont limonéux.

2°- DEPOTS DE PENTE ET TERRASSES CLIMATIQUES.

Du villafranchien au néolithique les dépôts semblent avoir une texture de moins en moins fine.

Monsieur RAYNAL donne à ce phénomène deux explications :

à l'inverse

a) aux différents pluviaux les éléments fins des formations plus anciennes sont entraînés plus facilement et plus loin que les éléments grossiers. Les terrasses récentes formées aux dépens des matériaux des terrasses anciennes ont donc une texture moins fine que ces dernières.

b) les phénomènes de néoformation en place d'éléments fins dans les dépôts de pluviaux ont présenté une intensité dégressive au cours du quaternaire.

A ce point de vue, le GRIMALDIEN marque une limite. Il y a eu au GRIMALDIEN un équilibre entre l'entraînement des éléments fins et leur néoformation.

3°- DEPOTS EUSTATIQUES -

Les terrasses eustatiques semblent présenter aussi le même phénomène : les terrasses eustatiques récentes sont plus sableuses que les terrasses eustatiques anciennes.

Ceci peut s'expliquer par le fait que les terrasses eustatiques successives sont formées à partir de matériaux arrachées à des terrasses climatiques ou à des dépôts de pente de plus en plus récents donc à texture de moins en moins fine.

4°- TERRASSES EUSTATIQUES ET TERRASSES CLIMATIQUES

D'une manière générale, les dépôts climatiques ont une granulométrie plus fine que les dépôts eustatiques correspondants.

On pourrait peut être interpréter ce fait de la manière suivante :

DEPOTS CLIMATIQUES

a) Les dépôts climatiques successifs ne sont que la résultante d'un remaniement à faible distance de dépôts plus anciens. Le triage entre éléments fins et grossiers est imparfait. Une forte proportion d'éléments fins subsiste.

DEPOTS EUSTATIQUES

Les dépôts eustatiques sont le résultat d'un remaniement à longue distance. Le classement des éléments est presque parfait et seuls les éléments grossiers se déposent.

b) Les dépôts climatiques s'effectuent en cours de pluvial période favorable à la néoformation d'éléments fins.

Les dépôts eustatiques s'effectuent en cours d'inter pluvial période non favorable à la néoformation d'éléments fins.

Au pluvial suivant ils sont généralement couverts par un dépôt de pente qui les fossilise. De toute façon les phénomènes de néoformation ont perdu de leur intensité par rapport à ceux du pluvial précédent.

D/- LES PHENOMENES D'ENCROUTEMENT AU COURS DU QUATERNAIRE -

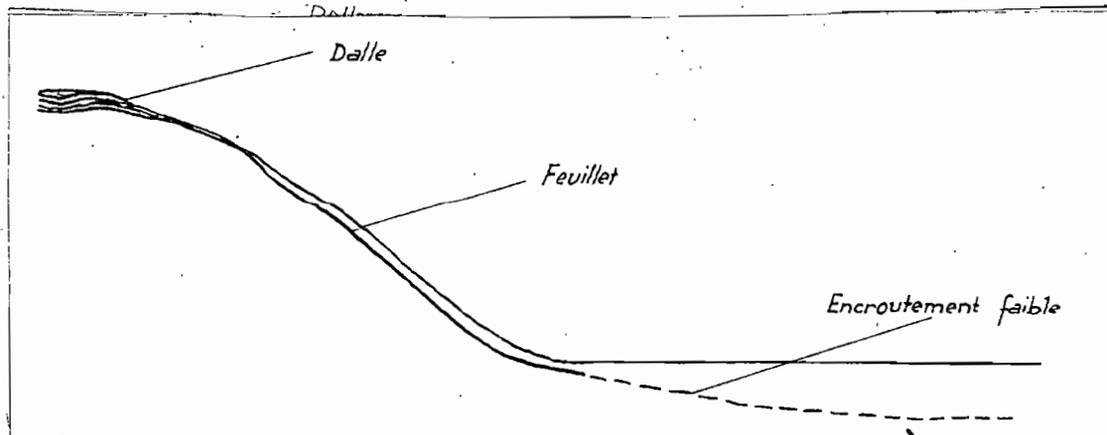
I°- CONDITIONS DE FORMATION.

CLIMATIQUES .

D'après Monsieur RAYNAL, les phénomènes d'encroûtement se produiraient en fin de pluvial, période caractérisée par une alternance de saisons humides (mise en mouvement du calcaire) et de saisons sèches (évaporation de l'eau d'où précipitation du calcaire).

TOPOGRAPHIQUES.

Aux époques favorables à la formation de la croûte, celles-ci ne s'est pas pour autant formée partout.



1) Sommet

Il n'y a imprégnation du sol par l'eau que pendant une partie de l'année, l'évaporation étant rapide au cours de la saison sèche. Cette alternance brutale d'humidifications et de dessications est favorable à la formation d'une croûte épaisse.

2) Pente

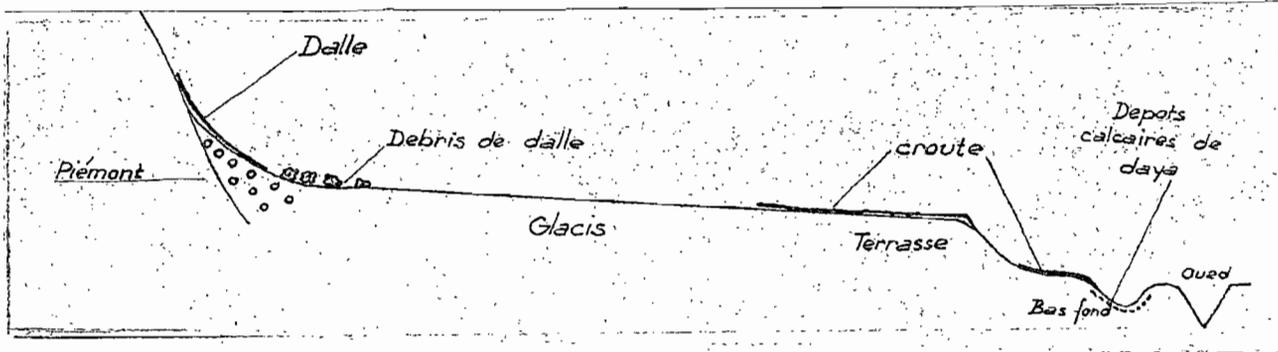
L'imprégnation du sol par l'eau est relativement faible en raison d'un ruissellement important. Le phénomène d'encroûtement est moins intense.

3) Zone plane

Le sol conserve une certaine humidité même pendant la saison sèche et échappe par conséquent à l'alternance brutale humidité, sécheresse.

L'encroûtement n'est plus du type croûte mais du type granules, poches calcaires friables etc..., et peut même passer latéralement à des limons non encroûtés.

MORPHOLOGIE DES DEPOTS.



1) Le piemont est généralement constitué par un conglomérat calcaire recouvert d'un fort feuillet de croûte.

Les conditions y étaient favorables à l'encroûtement pour plusieurs raisons :

a) En période humide la perméabilité de ce dépôt (cailloutis) et les apports massifs d'eau (proximité de la montagne donc peu de perte en amont par infiltration) permettaient une forte imprégnation du sol par l'eau.

b) En période sèche l'évaporation était intense en raison de la nature physique de ces dépôts.

2) Le glacis est généralement faiblement encroûté.

a) En période humide une forte partie de l'eau s'est déjà infiltrée dans le piedmont donc apport réduit des eaux de ruissellement. De plus la texture fine de ces dépôts de glacis les rend relativement imperméables. Il en résulte que les quantités d'eau infiltrées dans les dépôts de glacis sont moins importantes que dans les dépôts de piedmont.

b) En période sèche l'évaporation est restreinte par rapport à celle des dépôts de piedmont. Les dépôts de glacis conservent donc pendant toute l'année une humidité moyenne, condition peu favorable à la formation de la croûte.

On observera donc sur le glacis des croûtes minces, des encroûtements tendres, des encroûtements granulaires. Parfois même la croûte de piedmont peut passer latéralement sur le glacis à des limons non encroûtés.

3) La terrasse est généralement sensiblement plus encroûtée que le glacis.

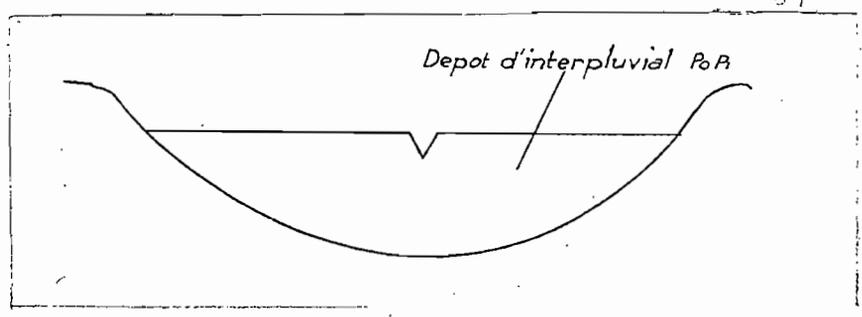
a) En période humide la terrasse constitue une zone d'accumulation des eaux de ruissellement. Les dépôts de terrasse sont en outre généralement plus perméables que ceux de glacis car de granulométrie plus grossière. Il y a donc une bonne imprégnation du sol par l'eau.

b) En période sèche deux cas peuvent se présenter : - le drainage naturel s'effectue bien (le canal de drainage naturel constitué par l'oued fonctionne de façon satisfaisante).

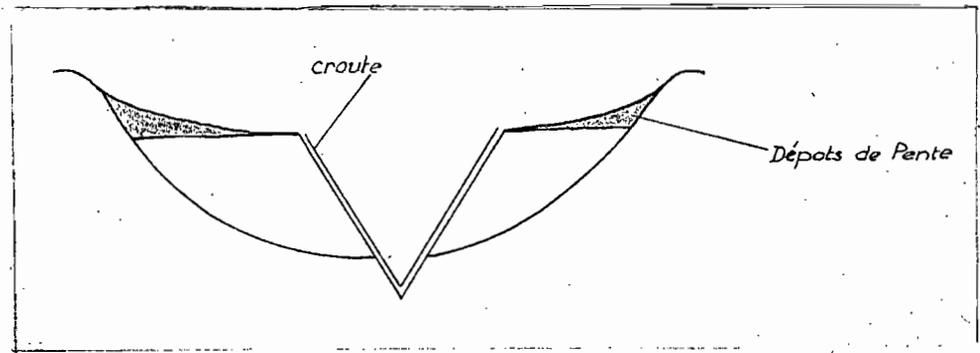
TERRASSES EUSTATIQUES.

Les phénomènes d'encroûtement seront inversés par rapport à ceux des terrasses climatiques.

Fin d'inter pluvial.

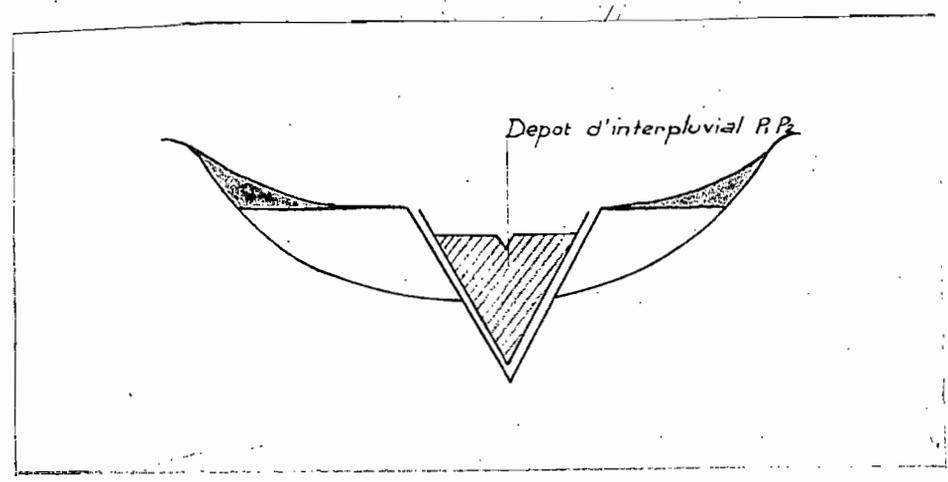


Au pluvial suivant il y a encroûtement des parois de l'entaille creusée par l'oued au cours du pluvial.



Fin de l'inter pluvial suivant :

Il y a recouvrement de la croûte formée sur les flancs de la terrasse précédente par les dépôts accumulés par l'oued lors de l'inter pluvial.



EN RESUME !

TERRASSE CLIMATIQUE

TERRASSE EUSTATIQUE

PLUVIAL
P.I

Les dépôts peuvent être encroûtés à la fin du pluvial (conditions favorables)

L'Oued entaille les dépôts de l'inter pluvial précédent. En fin de pluvial la formation d'une croûte sur les flancs de l'entaille est possible.

INTER P.
I-2

L'oued creuse ces dépôts. Les flancs de l'entaille ne peuvent être encroûtés (conditions défavorables).

L'oued dépose dans l'entaille recouvrant la croûte de flanc. cette croûte de flanc plonge sous les nouveau dépôts. L'oued creuse.

PLUVIAL
P.2

Nouveau dépôt.

REMARQUE :

Nous avons voulu schématiser par souci de simplification, en fait la morphologie actuelle des dépôts se présente comme étant plus compliquée. En effet :

- La surface d'une terrasse eustatique peut s'encroûter.
- Les flancs d'une terrasse climatique peuvent s'encroûter.

Mais :

dans les deux cas il s'agira d'un encroûtement contemporain d'un pluvial P.3 ou P.4 ayant généralement des caractéristiques très différents de l'encroûtement contemporain du pluvial P.I. Cet encroûtement donnera rarement l'impression de passer latéralement à l'encroûtement P.I de la surface de la terrasse climatique et des flancs de la terrasse eustatique.

3°- LES VARIATIONS DES PHENOMENES D'ENCROUTEMENT AU COURS DU QUATERNAIRE.

PLUVIAL N° 5. VILLAFRANCHIEN.

L'encroûtement de fin pluvial villafranchien correspond généralement à une dalle puissante. Mais en de nombreux points le villafranchien est caractérisé par plusieurs niveaux de croûte précédant la dalle terminale et correspondant à des pulsations climatiques de la fin de ce pluvial.

Les encroûtements villafranchiens, quoique très anciens, sont généralement bien conservés en raison de leur puissance.

PLUVIAL N° 4 GUNTZ.

Les vestiges de l'encroûtement sont beaucoup plus rares les phénomènes ayant été moins accentués.

PLUVIAL N° 3 MINDEL.

Le pluvial N° 3 est marqué par un minimum d'intensité des processus d'encroûtement. Les croûtes de fin de pluvial 3 fragiles et déjà anciennes ont été la plupart du temps complètement érodées.

PLUVIAL N° 2 RISS.

Reprise des phénomènes d'encroûtement, cependant moins accentués qu'au villafranchien. Le riss étant relativement récent ses croûtes sont généralement bien conservées.

PLUVIAL N° I WURM. ou GRIMALDIEN.

Le climat de fin de pluvial I n'est plus favorable à la croûte généralisée. Elle ne se forme plus qu'en certains points favorisés. Le plus souvent l'encroûtement n'est plus du type croûte mais du type granulaire.

Cet historique de la croûte au cours du quaternaire permet d'expliquer :

1°) que les croûtes que l'on rencontre plus fréquemment soient les croûtes villafranchienne et rissienne.

2°) que la surface des terrasses climatiques grimaldiennes ne soit jamais recouverte d'une croûte.

3°) que les flancs des terrasses eustatiques ne soient plus encroûtés à partir de la terrasse tyrrénien II comprise puisque les dépôts constituant ces terrasses ont été entaillés au grimaldien et après le grimaldien, époques où la croûte n'a plus rencontré de conditions favorables à sa formation.

En effet les terrasses tyrrénien II et ouljienne ont été crueses au cours du pluvial grimaldien.

les basses terrasses flandriennes et sous-flandriennes répondent à fortiori à ce schéma puisqu'elles sont post-grimaldiennes.

*possibilité
d'encroûtement
localisé à la période
actuelle -*

E/- LES PHENOMENES DE RUBEFACATION AU COURS DU QUATERNAIRE

I°- CONDITIONS ^{DE} FORMATION.

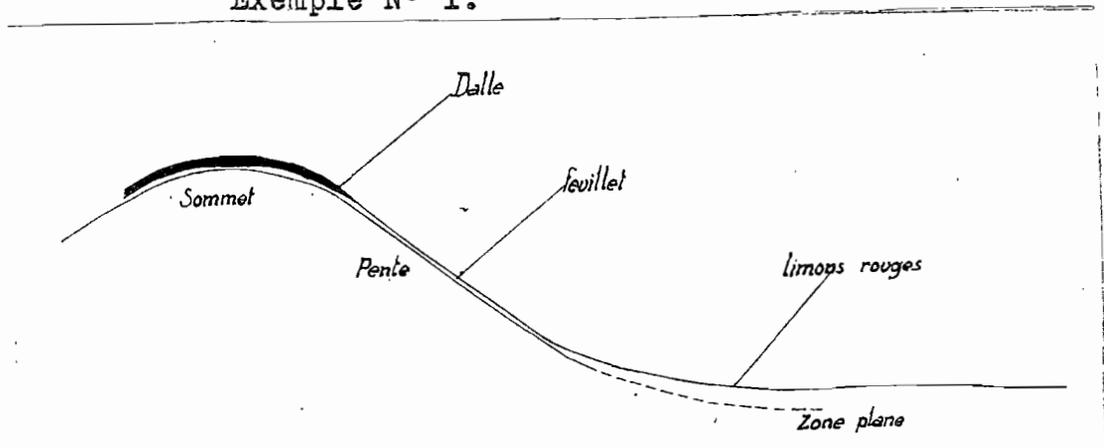
CLIMATIQUES.

Les phénomènes de rubéfaction supposent une période d'humidification du sol (mise en liberté des hydroxydes de fer) et de dessiccation (oxydation du milieu et reprécipitation des hydroxydes sous forme ferrique).

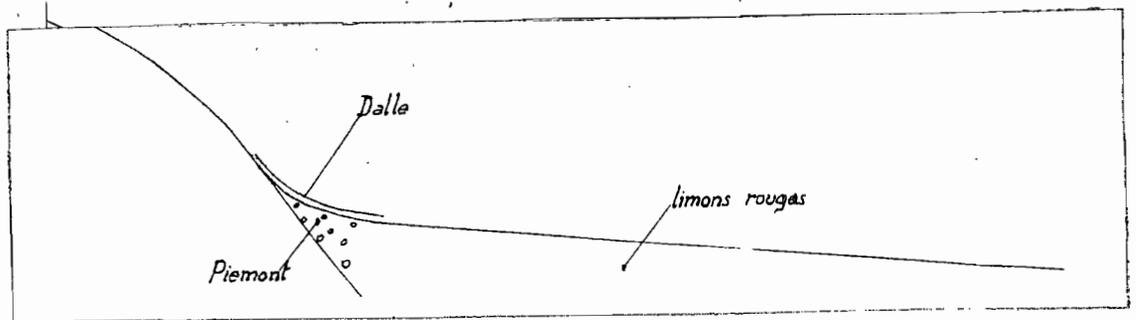
La rubéfaction présenterait donc une homologie assez frappante avec l'encroûtement. Mais comparativement à l'encroûtement la rubéfaction exigerait une humidification moins forte pendant la saison humide et une dessiccation du sol moins brutale.

Ceci expliquerait que les zones non électives pour la croûte parceque insuffisamment humidifiées en période humide et insuffisamment desséchées en période sèche soient généralement des zones à limons rubefiés.

Exemple N° 1.



Exemple N° 2.



On conçoit d'après ces schémas que l'on puisse observer souvent le passage latéral d'une croûte à un limon rouge en fonction de la position topographique et de la nature physique des dépôts.

On conçoit également que dans une zone à humidité plus constante (comme les DOUKKALA il se forme préférentiellement des sols rubefiés là où dans une zone plus aride comme les TRIFFA on trouve généralement des croûtes. Car c'est un fait la croûte calcaire est beaucoup plus répandue aux TRIFFA qu'aux DOUKKALA.

TABLEAU D'ENSEMBLE DU PONTICO-PLIOCENE ET DU QUATERNAIRE

EPOQUES CLIMATIQUES ET FORMATIONS CONTINENTALES PONTICO-PLIOCENE

E P O Q U E S	C L I M A T	F A C I E S
P L I O C E N E	2° climat humide comprenant une saison sèche.	formations du type calcaire lacustre (le plus souvent calcaire blanc dur),
	1° climat subtropical chaud et humide	conglomérats de cailloux ovoïdes (œuf pliocènes) à patine blanche calcaire.
MIOCENE CONTINENTAL ou PONTIEN	2° fin du pontien : frais et humide	conglomérats à cailloux anguleux
	1° début du pontien	marnes rouges.

EPOQUES CLIMATIQUES ET FORMATIONS

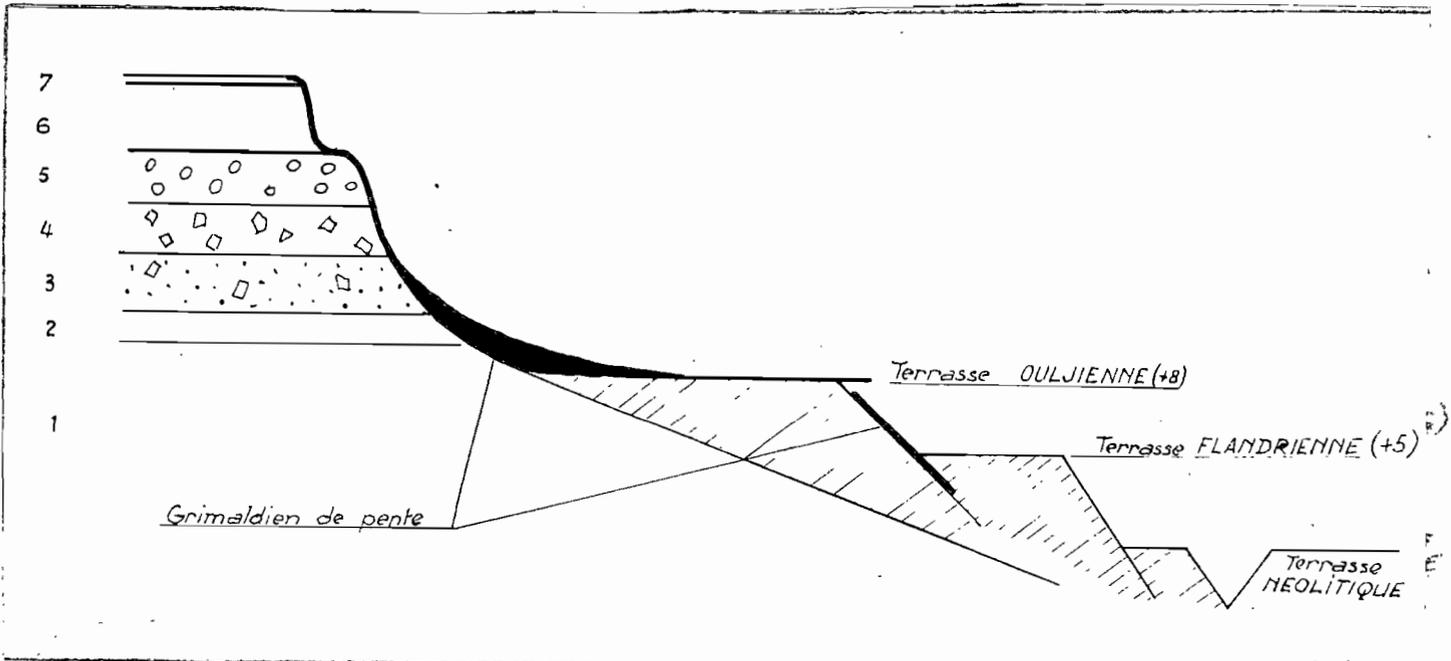
QUATERNAIRES

E P O Q U E S	MOUVEMENTS DE LA MER	C L I M A T	FACIES CORRESPONDANTS	ZONE DU CLIMATISME	dépôts et terrasses	ZONE DE L'EUSTATISME
SUBACTUEL				action du froid	Terrasses de vives	dépôts et terrasses
NEOLITHIQUE	Transgression	Inter pluvial actuel	Limons gris.		Creusement des dépôts : ter. I grimaldien Dépôts de limons gris avec cailloutis à la base (terrasse de crue).	Alternances climatiques ou légères modification du niveau de base qui ont permis creusement et dépôt terrasse sous-flandrien Dépôts eustatiques flandriens
PLUVIAL N° I GRIMALDIEN ou WURM (début 20 mille ans)	Régression	3° frais et humide 2° doux et humide 1° frais et humide	Cailloux roulé (cailloutis sup.) limon rose cailloux roulés (cailloutis inf.)	Formations périglaciaires en montagne.	Dépôts de pente Dépôts de la terrasse grimaldienne	3° reprise du creusement : terrasse oulgienne. (+ 8) 2° arrêt de la régression 1° début du creusement terrasse tyrrénien II (+ 15)
INTER PLUVIAL I-2	Transgression				Creusement des dépôts rissiens : terrasse N° 2 rissienne. (érosion linéaire très forte).	Dépôts eustatiques.
PLUVIAL N° 2 RISS (début 80 mille ans)	Régression	Reprise du froid	Crête en fin de pluvial. dépôts caillouteux	Formations périglaciaires généralisées sauf dans régions maritimes.	Dépôts de pente caillouteux Dépôts de la terrasse rissienne.	Creusement des dépôts : terrasse tyrrénien I (+ 30).
INTER PLUVIAL 2-3	Transgression				Creusement des dépôts : terrasses N° 3	Dépôts eustatiques.
PLUVIAL N° 3 INDEL	Régression	Pluvial de crue	Crête en fin de pluvial. localement limons rouges.	Glaciers en montagne. Formations périglaciaires	Dépôts de pente ; dépôts dans les vallées.	Creusement des dépôts : terrasse sicilien II (+ 60).
INTER PLUVIAL 3-4	Transgression				Creusement des dépôts : terrasse N° 4	Dépôts eustatiques.
PLUVIAL N° 4 GUNTZ	Régression		Crête en fin de pluvial limons rouges dans certaines plaines subsidentes. (ERRECHID) et peut être TRIFFA.	Glaciation généralisée	Dépôts de pente à gros blocs (fanias) provenant souvent du démantèlement de la dalle villafranchienne.	Creusement des dépôts eustatiques de l'inter pluvial précédent : terrasse sicilien I (+ 90)
INTER PLUVIAL 4-5	Transgression				Creusement des dépôts villafranchiens : Les formations continentales soulevées à la fin du villafranchien sont entaillées par les Oueds : création du réseau hydrographique actuel.	Dépôts eustatiques : accumulation de la dune terrasse sicilien I.
PLUVIAL N° 5 VILLAFRANCHIEN	Régression	3° frais avec saison humide et saison sèche. 2° chaud et humide 1° frais et humide	dalle villafranchienne et dessous parfois niveaux de crête interstratifiés dans limon. limons rouges. conglomérats à cailloux anguleux (gélivation). <i>colocaires locustres (paslement)</i>	P H A S E Périglaciaires généralisées Pas de glaciation malgré un climat favorable car le villafranchien est caractérisé par un relief aplani.	O R O G E N I Q U E Formation du complexe : piedmont (caill.) + glacis (limons) + terrasse	

DEUXIEME CHAPITRE : COUPES

COUPES DANS LES FORMATIONS DE LA FIN DU TERTIAIRE ET DU DEBUT DU QUATERNAIRE

I°- COUPE DE LA FALAISE DE LA MOULOUYA A MECHRA-MELLAT



VILLAFRANCHIEN :

- 7 - Dalle Villafranchienne.
- 6 - Limon rose calcaire villafranchien.

PLIOCENE :

- 5 - Conglomérat à cailloux ovoïdes à patine calcaire (oeufs pliocènes)

PONTIEN : MIOCENE SUPERIEUR CONTINENTAL

- 4 - Conglomérat à cailloux anguleux.
- 3 - Grès pontien ocre roses à cailloux anguleux.
- 2 - Marnes roses pontiennes.

MIOCENE MARIN : (TORTONIEN)

- I - Marnes vertes et jaunes.

2°- COUPE DE LA FALAISE DE LA MOULOUYA A MECHRA-TARHZOUT.

On note de haut en bas :

VILLAFRANCHIEN :

- Dalle Villafranchienne
- Limon rose calcaire
- Conglomérat villafranchien à cailloux anguleux de toutes tailles, souvent plats ou avec cupules de gel.

P L I O C E N E :

- Marne blanche lacustre.
- Conglomérat à cailloux roulés ovoïdes.

M I O C E N E :

- Marnes jaunes et vertes.

3°- COUPE DE LA FALAISE DE LA MOULOUYA PRES DE SIDI-BOUSHER

VILLAFRANCHIEN :

- Dalle villafranchienne terminale, épaisse
- Limon villafranchien très encroûté.
- Niveau travertineux (débris de plantes).
- Niveau avec débris de croûte.
- Croûte villafranchienne.
- Niveau travertineux.
- Conglomérat villafranchien à cailloux anguleux

P L I O C E N E :

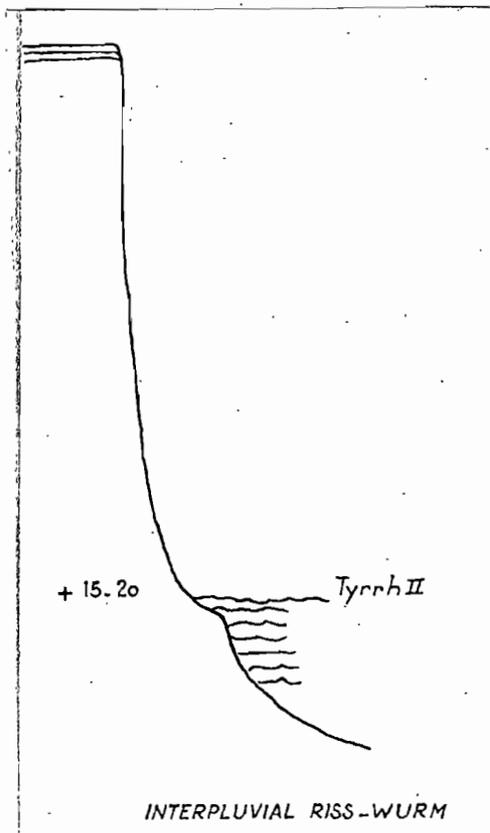
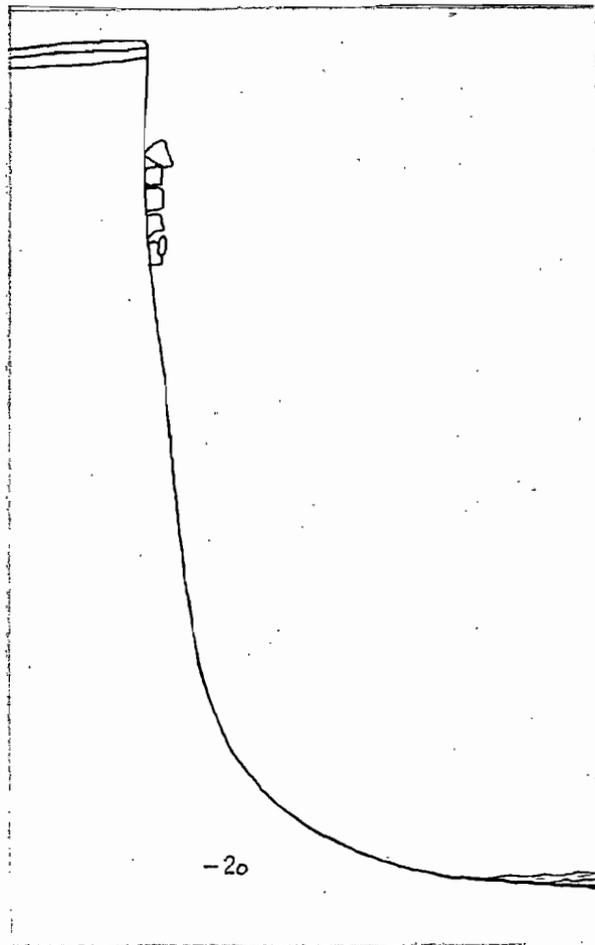
- Conglomérat à cailloux ovoïdes.

Cette coupe est un exemple typique des facies travertineux du villafranchien supérieur en bordure de la basse Moulouya

MECANISME DES MOUVEMENTS EUSTATIQUES : FORMATION DE LA PLAINE COTIERE
DES TRIFFA.

Au pluvial Riss, la mer régresse jusqu'à la cote - 20 provoquant l'entaille profonde des sédiments Mio-pliocènes (marnes et grès) dont est constituée la falaise des Ouled Mansour. (voir figure 1)

A l'interpluvial Riss-Wurm la mer remonte, constituant une plage de +15-20 (les restes en ont disparu).

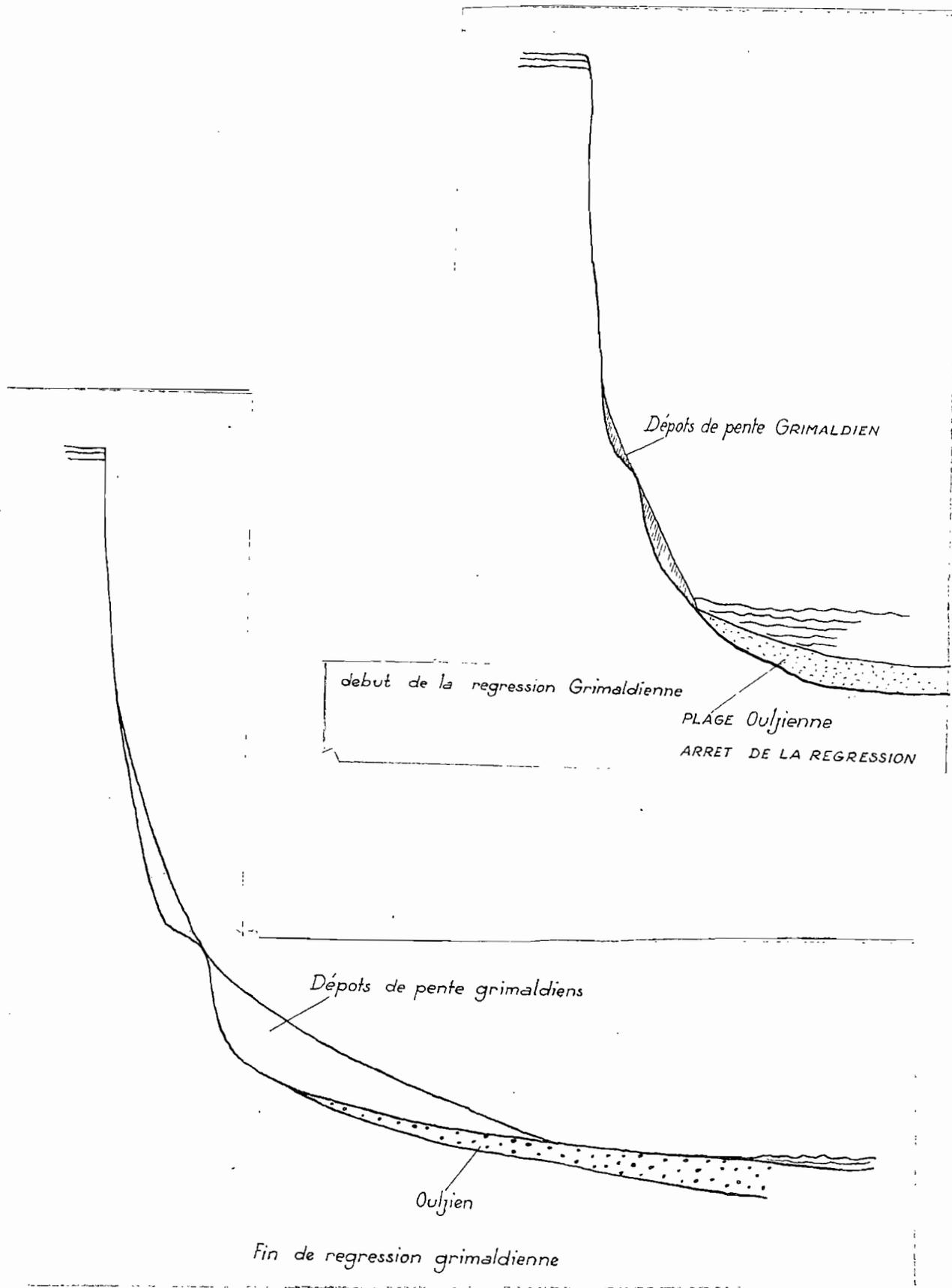


Au pluvial grimaldien ou wurm, il y a régression marine en deux temps :

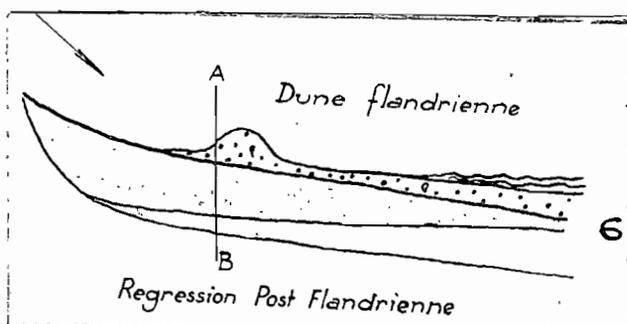
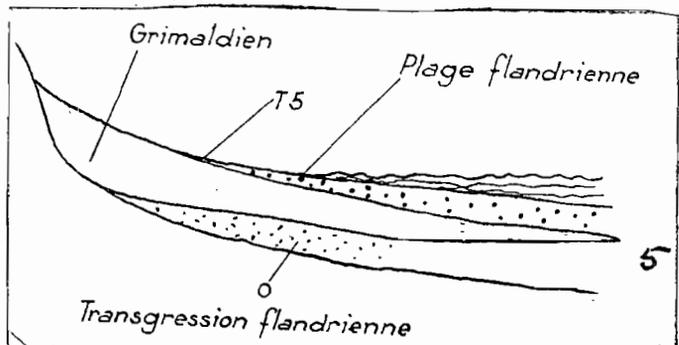
1ère phase : 1er recul de la mer, dépôts de pente grimaldiens.
(voir figure 3).

Arrêt de la régression : constitution d'une plage de sable ouljienne.

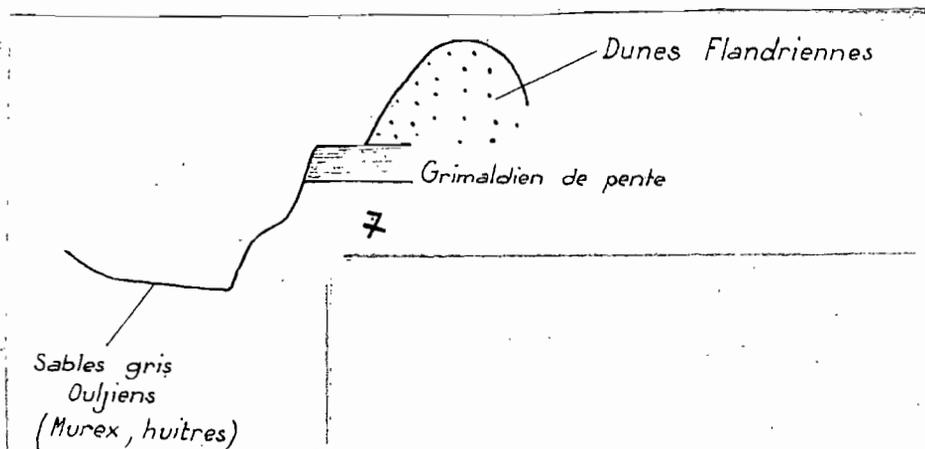
2ème phase : reprise de la régression. Formation d'une dune en début de régression et dépôts de pente grimaldiens.
(voir figure 4). On ne retrouve les traces de cette dune que dans l'ancienne baie marine qu'elle constituait à l'époque la partie ouest de la plaine côtière.



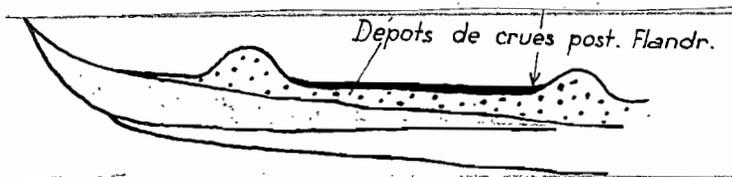
Au-Flandrien, la mer remonte . (Voir figure 5).
 A la fin du Flandrien , régression et constitution
 d'une dune. (Voir figure 6).



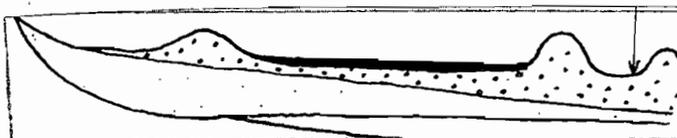
Le schéma suivant représentant une coupe observée permet de saisir l'ordre chronologique dans lequel se sont formés les différents dépôts, dont nous venons de retracer l'histoire probable. (Voir figure 7).



Au cours de l'époque néolithique, une série de pulsations marines ont permis la formation d'un cordon dunaire plus récent, et même dans la partie ouest de la plaine, de deux cordons dunaires, l'un correspondant à la pulsation sous-flandrienne, l'autre actuel. Des crues successives de la Moulouya ont provoqué à la même époque le dépôt de sédiments limono-argileux sur le sable flandrien. (Voir figure n° 8).



Actuellement une coupe nord-sud du Sareg se présente ainsi : (voir figure n° 9).



TERRASSES EUSTATIQUES

I COUPE DE LA VALLEE DE LA MOULOUYA A LA STATION D'EXPERIMENTATION DU GENIE RURAL A CHOUYAYA.

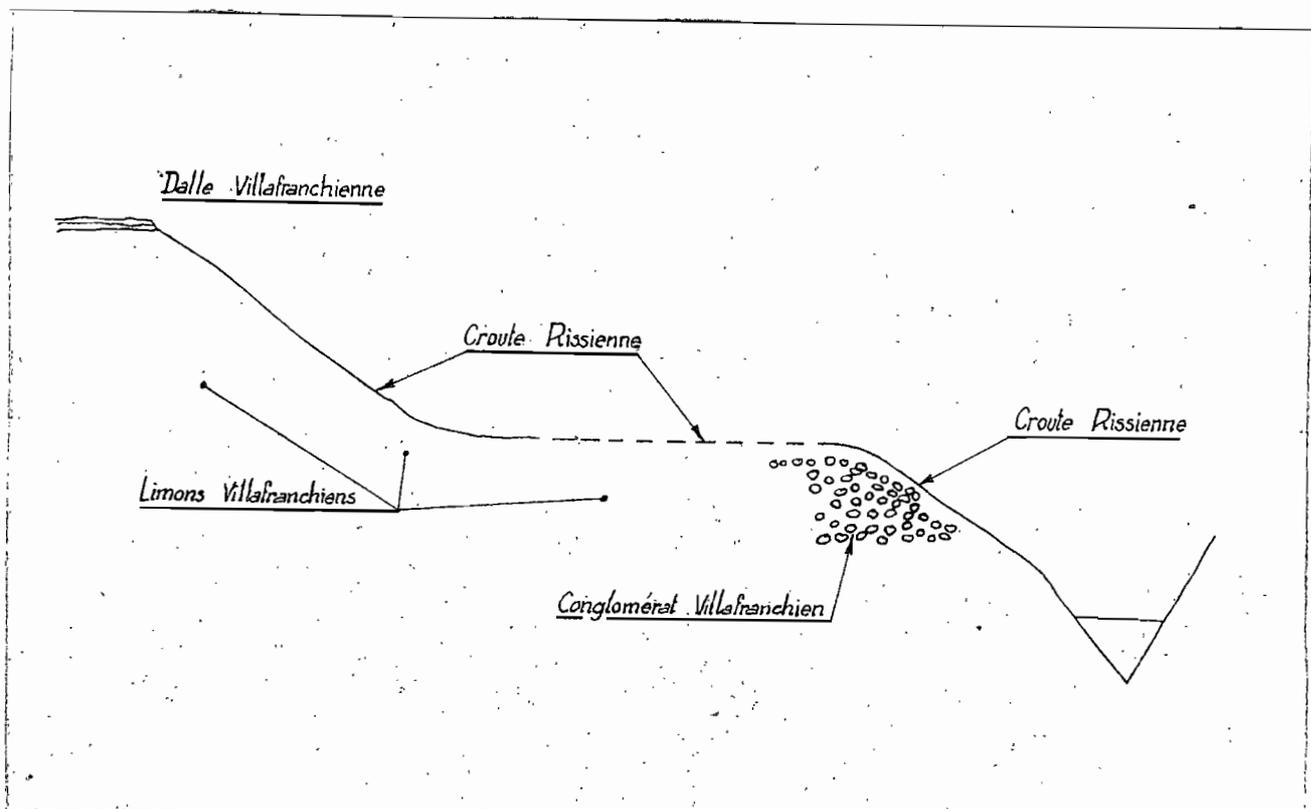
Dans cette zone la Moulouya se trouve encore soumise au régime eustatique, ce qui permet d'expliquer les phénomènes observés, de la façon suivante :

Au Villafranchien, la région a été recouverte par un dépôt brun-rose argileux, à la surface duquel s'est formé en fin de pluvial un encroûtement puissant constitué très souvent par une dalle épaisse.

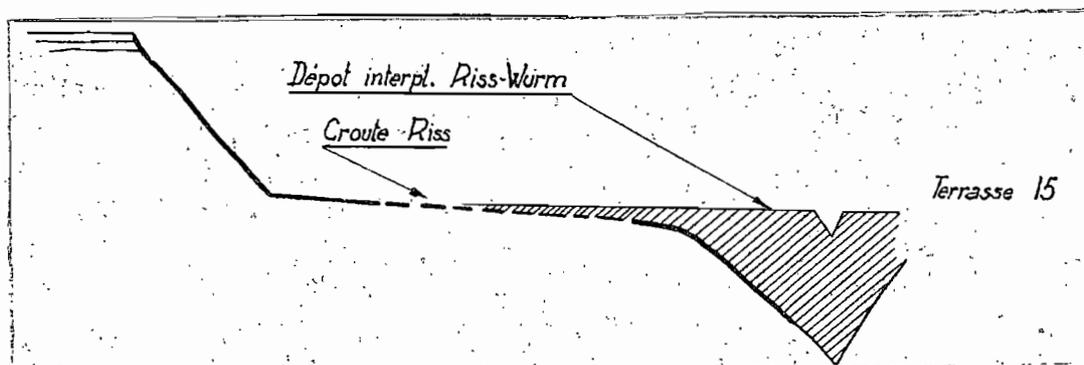
Au cours des deux pluviaux n° 4 et n° 3 qui ont suivi, il y a eu remaniement de la surface villafranchienne, dislocation de la dalle, mais semble-t-il, pas d'entaille profonde dans la masse villafranchienne.

Au pluvial riss la Moulouya s'est enfoncée brutalement, son niveau de base ayant baissé considérablement (la mer est allée jusqu'à la cote -20). La dalle et les limons villafranchiens ont été profondément entaillés. A la fin du pluvial les flancs de l'entaille se sont recouverts d'un encroûtement rissien, relativement peu épais par rapport à la dalle villafranchienne, et que l'on retrouve actuellement affleurant sur les flancs amont et aval de la terrasse sur laquelle sont implantées les parcelles expérimentales.

Coupe schématique à la fin du pluvial riss :

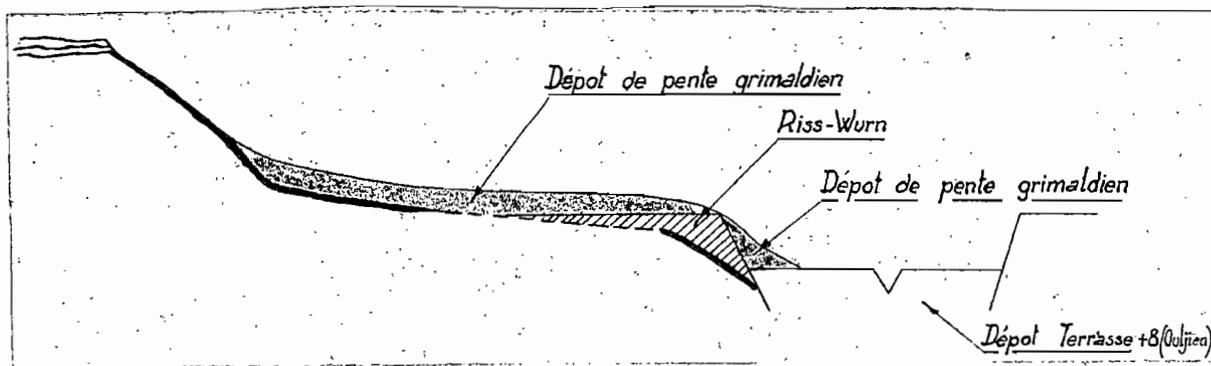


A l'interpluvial riss-wurm, le niveau de base ayant remonté, la Moulouya a constitué une terrasse de + 15 (tyrrénien II) qui semble ici être plus une terrasse d'érosion qu'une terrasse de dépôt.

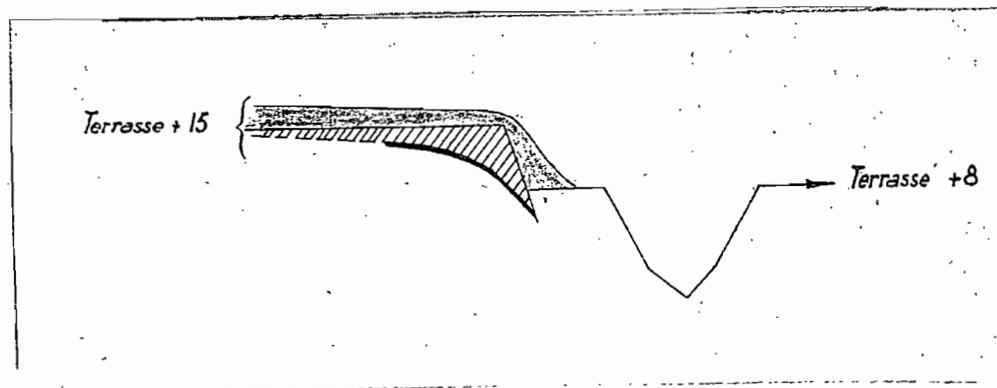


Au pluvial grimaldien, retrait de la mer et creusement (dans la zone d'eustatisme) en deux phases. Phases séparées par un arrêt du creusement correspondant à un arrêt de la régression marine.

Coupe schématique à la reprise du creusement grimaldien.



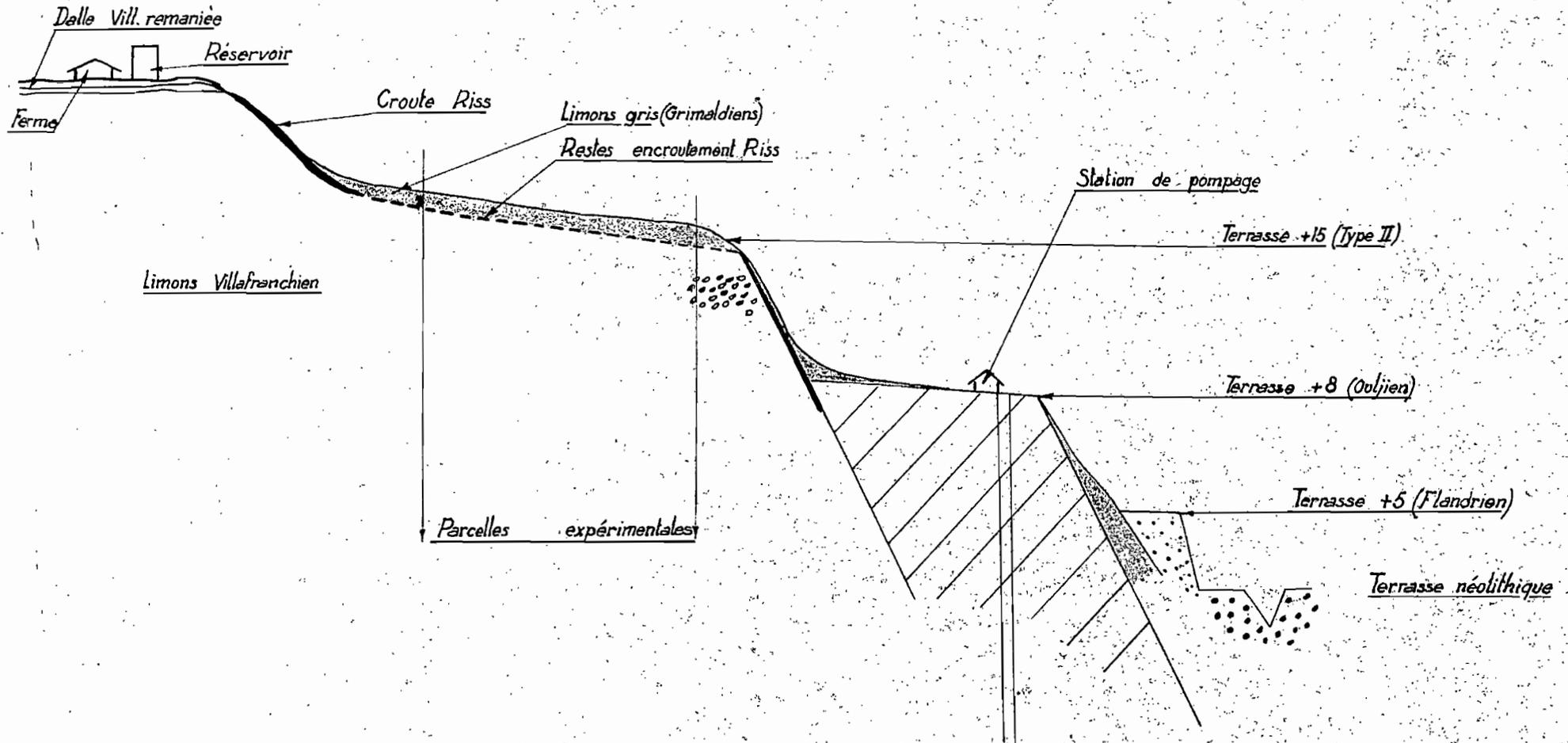
Coupe schématique à la fin du creusement grimaldien.



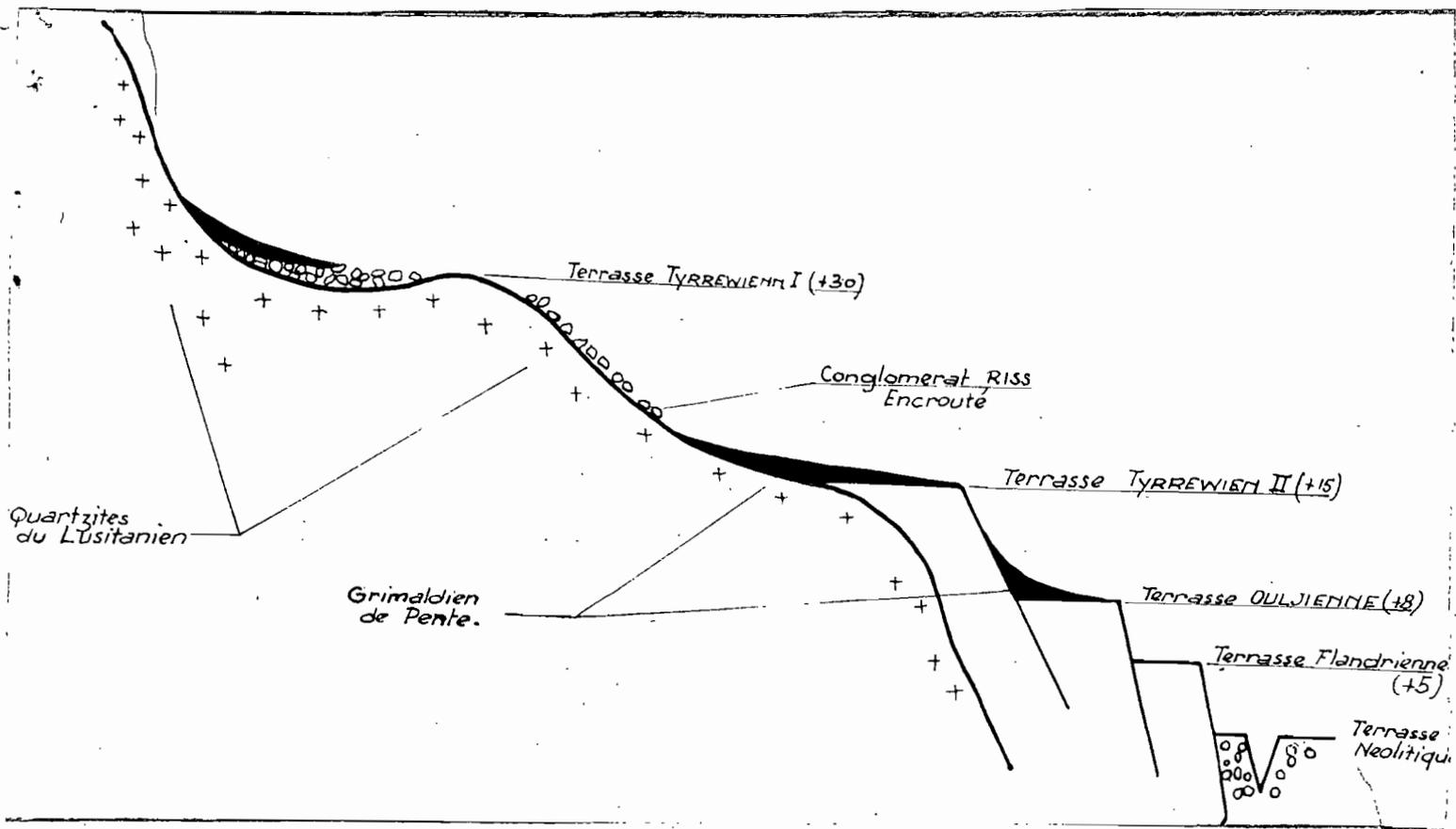
Au grimaldien il y a eu donc creusement accompagné de dépôts de pente qui ont raviné la surface de la terrasse + 15 la recouvrant d'un manteau irrégulier. Ces dépôts grimaldiens ne sont pas encroûtés mais contiennent de nombreux débris de croûte arrachés à la dalle vil-lafrançhienne ou à l'encroûtement rissien.

A l'interpluvial flandrien; nouveaux dépôts qui seront entaillés en terrasse flandrienne (+ 5) dont on retrouve des lambeaux en contre-bas de la terrasse ouljienne (+8).

COUPE D'ENSEMBLE DE LA RIVE DROITE ACTUELLE DE LA MOULOUYA A LA STATION DE CHOUYAYA



II COUPE DE LA MOULOUYA A MECHRA DEBDABA :



L'historique de cette coupe peut s'expliquer ainsi :

A l'interpluvial 3-2 la Moulouya remonte (eustatisme) et constitue une terrasse + 30 (Tyrrénien I).

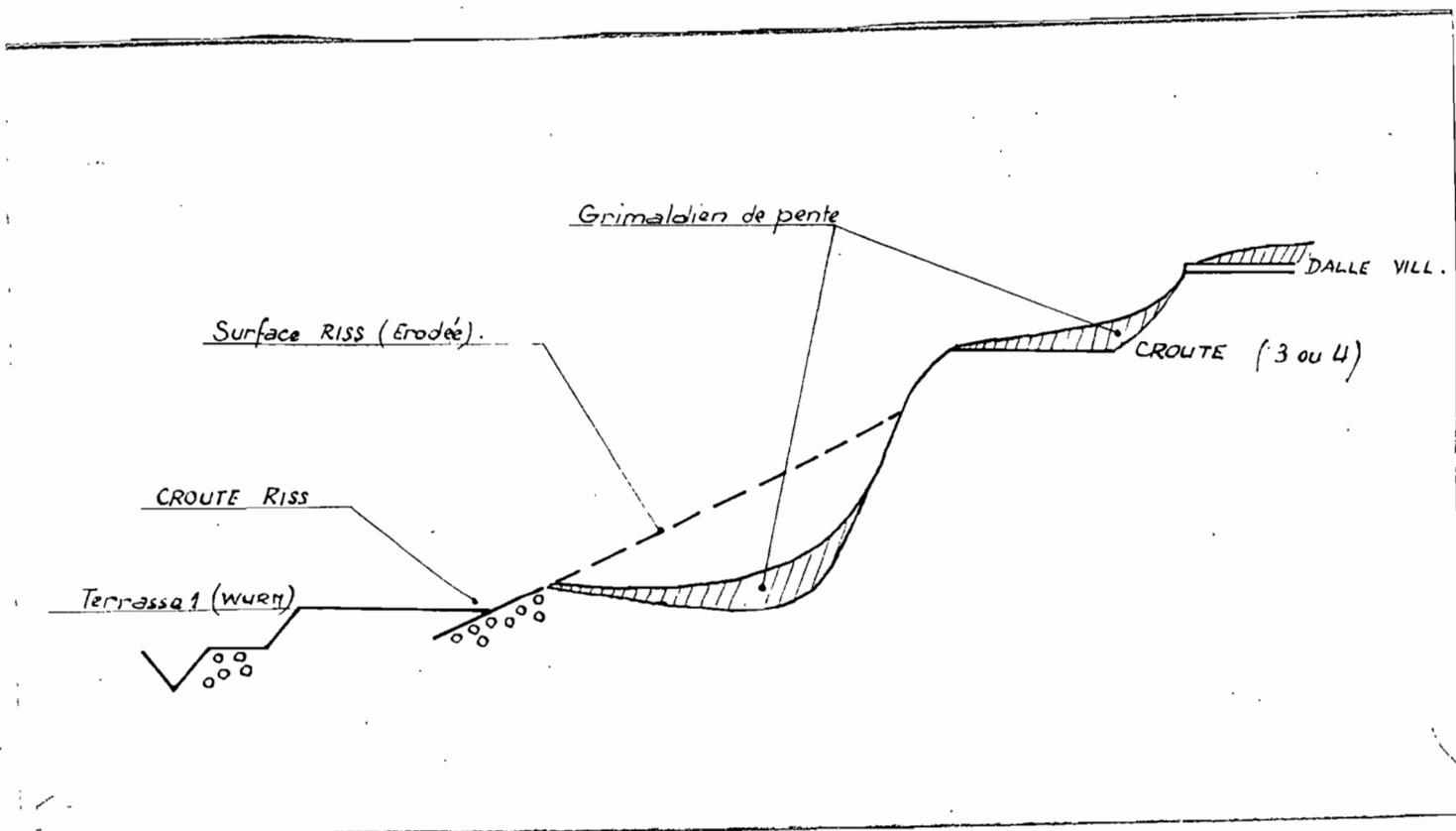
Au pluvial Riss creusement avec dépôts de pente qui s'encroûtent à la fin du pluvial (conglomérat rissien encroûté).

A l'interpluvial 2-1 (Riss-Wurm) la Moulouya remonte à nouveau constituant une terrasse plus 15 (Tyrrénien 2).

Au pluvial wurm entaille des dépôts de l'inter Riss-Wurm avec arrêt correspondant au dépôt de la terrasse ouljienne +8 qui sera elle-même entaillée pendant la fin du pluvial Grimaldien.

L'interpluvial actuel est marqué par la transgression flandrienne à laquelle correspond une terrasse + 5 ou flandrienne que nous avons pu observer en contre-bas de la terrasse + 8.

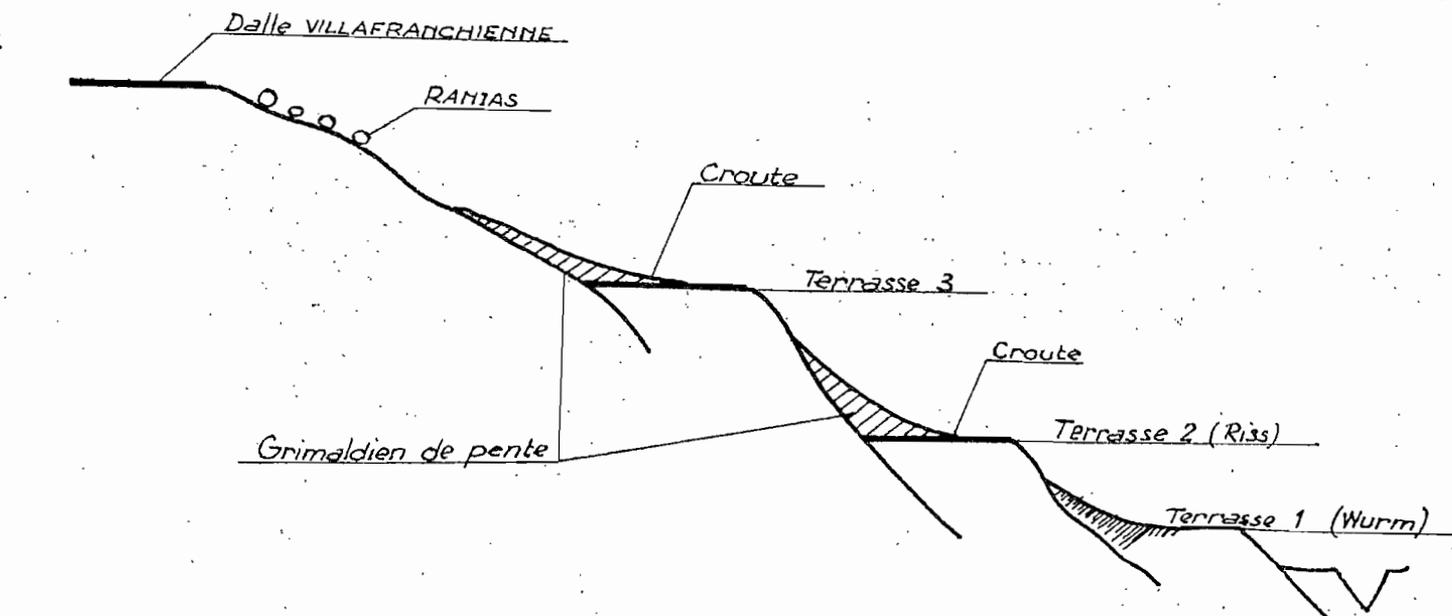
ZONE DE BALANCEMENT DE L'EUSTATISME ET DU CLIMATISME : COUPE DE L'OUED CHERRA EN AMONT DU RADIER DE LA ROUTE SAF-SAF-MADAGH.



L'interaction eustatisme-climatisme s'est manifestée particulièrement ici au glacial Riss.

Le phénomène de creusement (eustatisme) et de comblement (climatisme) en cours de pluvial se sont contrebalancés et au lieu d'observer une terrasse climatique rissienne à croûte horizontale on constate que la croûte rissienne (sur conglomérat) a tendance à plonger.

TERRASSES CLIMATIQUES : COUPE DE L'OUED LEFRANE.



Pour expliquer cette coupe partons de la surface villafranchienne.

A l'interpluvial 5-4 creusement (zone du climatisme) et début du démantèlement de la dalle dont les gros débris (Ranias) parsèment la pente en contre-bas de la surface villafranchienne. (Surface 4)

Au pluvial 3 l'oued a accumulé des dépôts qui se sont encroûtés et ont été entaillés à leur tour à l'interpluvial 3-2 (Terrasse 3 encroûtée).

Au pluvial 2 (Riss) mêmes phénomènes : terrasse 2 encroûtée.

Au pluvial 1 (Wurm) il y a eu également constitution d'une terrasse mais elle ne s'est pas encroûtée.

On observe dans le lit de l'oued une terrasse néolithique.

TROISIEME CHAPITRE : GRANULOMETRIES

RESULTATS GRANULOMETRIQUES

Les échantillons dont les résultats granulométriques sont donnés par les tableaux ci-joints ont été prélevés par M. JEANETTE dans des formations quaternaires d'âges et de nature différents du point de vue morphologique.

Le but poursuivi était le suivant : chercher à préciser les critères permettant de distinguer ces formations.

M. JEANETTE s'est chargé de la morphoscopie des quartz et de l'étude des minéraux lourds.

Le laboratoire a procédé à des séries de granulométries.

Les résultats granulométriques ont été classés dans l'ordre suivant :

- 1 formations présumées pliocène
- 2 formations villafranchiennes et limons anciens
- 3 dépôts grimaldiens de terrasse et de pente
- 4 terrasses récentes
- 5 terrasses eustatiques et plages : Tyrrénien II (+ 15)
Ouljien (+8)
Flandrien (+5)
Actuel

L'examen des résultats a été assez décevant car il n'a pas fait ressortir de différences granulométriques fondamentales entre les formations.

Les seules conclusions nettes que l'on puisse tirer sont :

- 1 Les formations eustatiques ont une granulométrie beaucoup plus grossière que les formations climatiques. Cette granulométrie est d'autant plus grossière que ces formations sont plus récentes.
- 2 Les dépôts climatiques post-grimaldiens ont une granulométrie plus grossière que les dépôts climatiques grimaldiens et anciens;
- 3 Les dépôts grimaldiens semblent contenir un plus faible % de sables grossiers que les dépôts anciens.

GRANULOMETRIES

N° REFER.	DESIGNATION	SABLES GROSSIERS				SABLES FINS					LIMONS			ARGILE	
		2 à 1 mm	1 à 0,5 mm	0,5 à 0,2 mm	TOTAL	200 à 100 microns	100 à 50 microns	50 à 40 microns	40 à 20 microns	TOTAL	20 à 10 microns	10 à 5 microns	5 à 2 microns	TOTAL	2 microns
27	Grimaldien sur terrasse ouljienne (Mechra Mellah)	0	0	15	15	30	23,4	14,6	5	73	1	2	5	8	4
11	Limon gris (cuvette de Bou Houria)	0	0	5	5	18	20	19	7	64	5	8	2	15	16
46	Limon gris. Cuvette de Bou Houria. El Afoun.	0	0	5	5	18	20	15	6	59	8	7	4	19	17
32	Terrasse Néolithique. Ferme G.R. Chouyaya	0	0	19,6	19,6	27,4	22,	19	11	69,4	2,	2	3	7	4
20	Terrasse Tyrrhenienne (Mechra Khettag)	0	0	1,4	1,4	8	8,4	27	6	49,6	13	8	11	32	17
51	Tyrr. 14-20 Facies rouge. Mechra Debada.	0	0	4	4	7,4	14	13,6	8	43	11	10	8	29	24
28	Base de la terrasse Tyrrhénienne. Mechra Khettag.	0	0	0	0	1,4	6	20,6		28	12	14	14	40	30
19	Terrasse Ouljienne (Mechra Mellah)	0	6,4	38	44,4	16	15,4	7,2	5	43,6	2	1	5	8	4
35	Ouljien (Mechra el Halloufa)	0	0	4	4	15	22	23	9	69	5	4	4	13	14
36	Ouljien rouge. (Mechra el Halloufa)	0	0	1,6	1,6	8,4	22,4	18,6	10	59,4	5	9	5	19	20
38	Ouljien. Chouyaya.	0	0,4	1	1,4	1	3	15,6	6	25,6	8	8	10	26	37
24	Terrasse 12-15 m Ouljien Mechra Farzourt	0	3	40,4	43,4	16	14	12,6	5	47,6	3	1	4	8	2
22	Terrasse + 8-10 Ouljien (Mechra Aroud)	0	0	1,2	1,2	24	32	14,8	11	81,8	3	4	3	10	7

G R A N U L O M E T R I E S

N° REFER.	DESIGNATION	SABLES GROSSIERS				SABLES FINS				LIMONS				ARGILE	
		2 à 1 m/m	1 à 0,5 m/m	0,5 à 0,2 m/m	TOTAL	200 à 100 microns	100 à 50 microns	50 à 40 microns	40 à 20 microns	TOTAL	20 à 10 microns	10 à 5 microns	5 à 2 microns	TOTAL	2 microns
2	Pliocène : puits de la piste melg El Ouidane- Sidi Nasseur.	0	1,2	3	4,2	12	22,8	12	9	55,8	3	4	7	14	26
5	Puits Bou Griba (Villaf.)	1,2	1,8	6,4	9,4	15	17	9,6	10	51,6	4,5	4,5	12	21	18
6	Villafranchien : rive droite Cheraa (gué)	4,8	5	14	23,8	24,2	19,2	6,8	6	56,2	2	3,5	4	9,5	10,5
7	Brèche argileuse	26	12	15	53	5	4	7	8	24	5	2	5	12	11
10	Villafranchien (marne bl.)	16	6	9,2	31,2	7	11	6	6,5	30,5	5,5	4	10	19,5	18
16	Villafr. rive gauche Kiss	1,8	1,6	3,4	6,8	3	8	8,2	13	32,2	6	8	10	24	36
1	Limon ancien	0	0,6	1,6	3,2	5	13	12,3	7,5	37,8	5	5	6	16	43
3	Limon rouge sur pliocène (voir n° 2)	0	0,4	1,8	2,2	7	17,4	14,4	8,5	37,3	2,5	9	7,5	19	31,5
8	Limon ancien	2	2	4	8	5	6	11	5,5	27,5	3,5	5	12	20,5	44
4	Limon sous croûte rissien. (Bou Houria)	0,9	1	1,8	1,7	4	10	13,3	10	37,7	7	4,5	5	16,5	42,1
45	Encroûtement latéral à croûte riss. (Bou Houria)	11	7	5,2	23,2	5,4	6,4	12	5	28,8	6	10	12	28	20
12	Terrasse grimaldienne (Bou Houria)	0	0	1	1	5	15	16	9	45	7	6	10	23	31
13	Terrasse Grimaldienne (Bou Houria)	0	0	0	0	5	14	21	13	53	6	3	19	18	29
18	Terrasse grimaldienne (Oued Kiss)	0	1,2	1,4	2,6	2,4	6	25	6	39,4	8	6	6	20	38
15	Doline de Tarfich (Grimal)	0	0,8	2	2,8	6,2	8	25	12	51,2	5	4	6,5	15,5	30,5
17	Grimaldien de pente (Kiss)	1	1,2	3,6	5,8	5,4	12	22,3	10,5	50,2	6	6	8	20	24
34	Grimaldien de pente sur Ouljan (Shouyaya)	0	0	2	2	4	12	14	11	41	10	5	9	24	34

46

GRANULOMETRIES

N° REFER.	DESIGNATION	SABLES GROSSIERS				SABLES FINS					LIMONS				ARGILE
		2 à 1 mm	1 à 0,5 mm	0,5 à 0,2 mm	TOTAL	200 à 100 microns	100 à 50 microns	50 à 40 microns	40 à 20 microns	TOTAL	20 à 10 microns	10 à 5 microns	5 à 2 microns	TOTAL	2 microns
49	Ouljien Mechra Khettag.	0	0	10	10	30	32	11	7	80	2	1	2	5	5
44	Sable Ouljien sous Radar de Saïdia	0	0	41	41	49		4		53	1	1	2	4	2
23	Terrasse + 4-5 Flandrien (Mechra Aroud)	0	0	10	10	31	27	10	10	78	3	2	5	10	2
37	Flandrien Chouyaya	0	0	28	28	36,6	15,2	5,2	3	50,1	3	2	3	8	4
48	Terrasse Flandrienne. Mechra Debada	0	0	0	0	25	50	10	5	90	2	3	1	6	4
25	Flandrien Mechra el Rharb	0	0	42	42	19	16	11	3	49	3	1	4	8	2
41	Dune ancienne sur limon rouge. Sareg.	0	0	40	40	47	1,4	2,6	3	54	1	1	2	4	2
52	Sous Flandrien. Chouyaya. Mechra Aroud.	0	0	0	0	12	26	30	19	87	3	3	2	8	5
21	Terrasse actuelle. Lit de la Moulouya. (Chouyaya. Mechra Aroud).	0	0	26	26	38	20	6	3	87	1	2	2	5	2
26	Actuel. Mechra el Halloufa.	0	0	0	0	12	34	24	18	84	5	3	2	10	2
9	Puits d'Hasi Smia.	21,6	22,4	17,4	61,4	7,4	4	4,7	4	15,4	3,5	2	6,5	12	6,5

147

BIBLIOGRAPHIE

- I "Observations nouvelles sur les croûtes au Maroc - Couloir sud-ri-fain et Maroc oriental" par J. MARGAT - R. RAYNAL - P. TALTASSE. Extraits des notes et mémoires du Service géologique - Tome 9.
- II "Observations tectoniques nouvelles dans la région de Mechra Klila (Basse-Moulouya)" par L. MONITION.
- III " Nouvelles observations stratigraphiques et paléontologiques sur le Jurassique supérieur de la Basse-Moulouya " par D. MONGIN et L. MONITION.
- IV "Note préliminaire sur la présence de deux cycles sédimentaires dans le pliocène marin au Maroc" par G. CHOUBERT et R. AMBROGGI.
- V " Etude géologique et hydrogéologique du flanc nord des Beni-Snassen secteur d'Aïn Regada" par FAURE - Extrait de la thèse présentée à la faculté des Sciences de Paris.
- VI Renseignements verbaux donnés par MM. JEANETTE, MONITION, MORTIER et RAYNAL.
-