



HAL
open science

Le Permo-Trias de la région de l'Ourika (Haut-Atlas de Marrakech, Maroc) : lithostratigraphie, sédimentologie, tectonique et minéralisations.

Pierre-Eymard Biron

► To cite this version:

Pierre-Eymard Biron. Le Permo-Trias de la région de l'Ourika (Haut-Atlas de Marrakech, Maroc) : lithostratigraphie, sédimentologie, tectonique et minéralisations.. Stratigraphie. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1982. Français. NNT : . tel-00710295

HAL Id: tel-00710295

<https://theses.hal.science/tel-00710295>

Submitted on 21 Jun 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

BIRON (P.E.)
Tome I

N° d'ordre

THÈSE

Ex. n° 1

présentée à

L'UNIVERSITÉ SCIENTIFIQUE ET MÉDICALE
DE GRENOBLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE 3^e CYCLE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

par

Pierre-Eymard BIRON

X

SUJET

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.49

22 AVR. 1982

**Le Permo-Trias de la région de l'Ourika
(Haut-Atlas de Marrakech, Maroc)****Lithostratigraphie, sédimentologie,
tectonique et minéralisations**

Tome I : Texte

Soutenue devant la Commission d'Examen,
réunie à la Faculté des Sciences de Marrakech (Maroc) le 2 Avril 1982J. PERRIAUX
M. KNIDIRI
J. BEAUCHAMP
J.C. GALL
M. BENSALD
J.L. TANE
J.P. PETIT

N° d'ordre

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ SCIENTIFIQUE ET MÉDICALE
DE GRENOBLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE 3^e CYCLE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

par

Pierre-Eymard BIRON

22 AVR. 1982

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE-GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

S U J E T

Le Permo-Trias de la région de l'Ourika (Haut-Atlas de Marrakech, Maroc)

Lithostratigraphie, sédimentologie,
tectonique et minéralisations

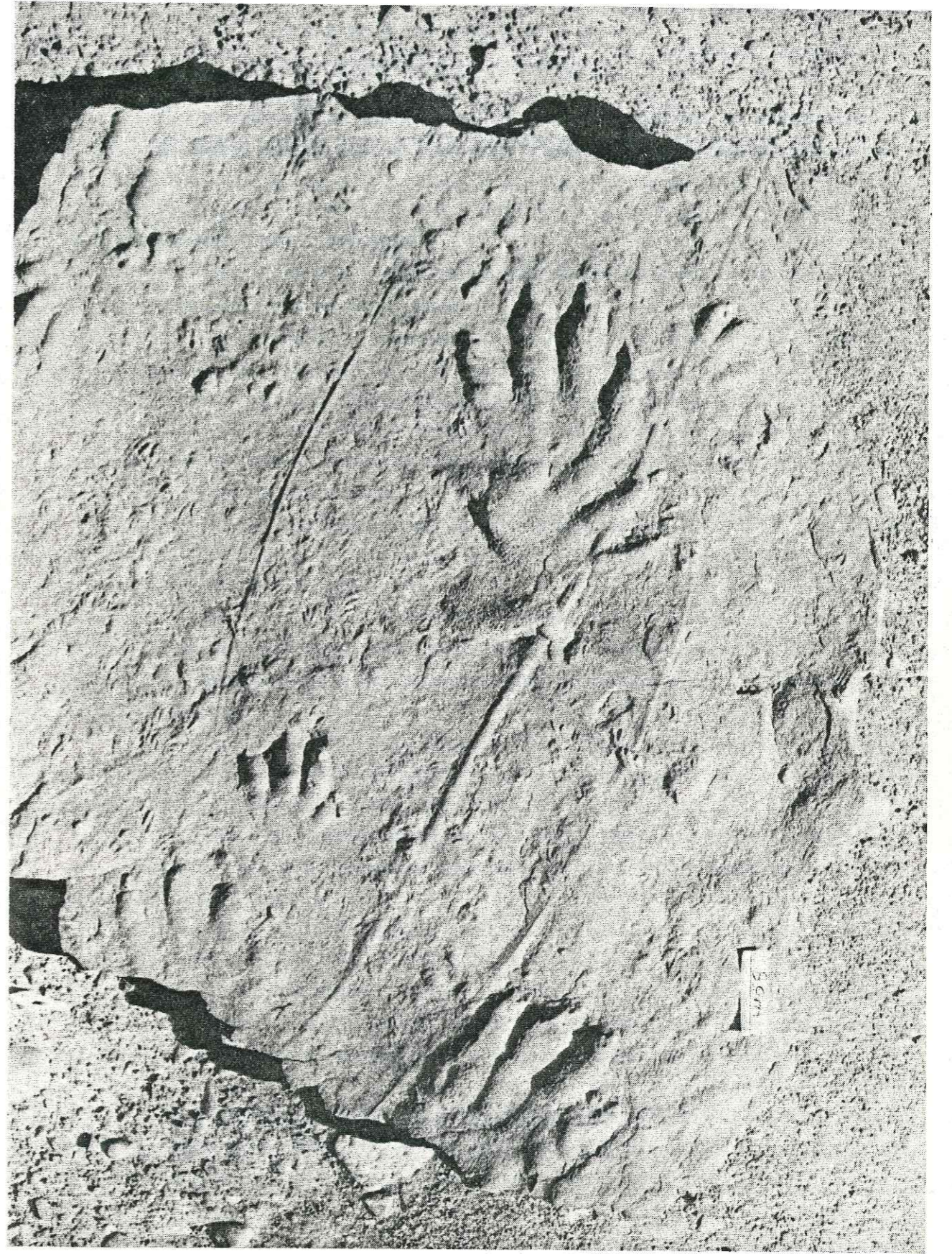
Tome I : Texte

Soutenue devant la Commission d'Examen,
réunie à la Faculté des Sciences de Marrakech (Maroc) le 2 Avril 1982

J. PERRIAUX
M. KNIDIRI
J. BEAUCHAMP
J.C. GALL
M. BENSALD
J.L. TANE
J.P. PETIT

GRENOBLE

10101496



A V A N T P R O P O S

Ce travail, effectué dans le cadre d'un contrat de coopération V.S.N.A. au Maroc, rentre dans un programme d'accords inter-universitaires entre le Département de Géologie de la Faculté des Sciences de Marrakech et l'Institut Dolomieu (géologie et minéralogie) de l'Université de Grenoble. Au terme de ce travail, je remercie particulièrement :

- Mr. M. KNIDIRI, Doyen de la Faculté des Sciences de Marrakech qui m'a permis de mener à bien cette étude.

- Mr. M. BENSAID, Directeur de la Géologie au Ministère de l'Energie et des Mines du Maroc qui me fait l'honneur de bien vouloir faire partie du Jury et qui représente particulièrement bien la Géologie marocaine.

- Mr. J. PERRIAUX, Directeur de l'Institut Dolomieu de Grenoble et Précurseur de cet accord inter-universitaire qui m'a beaucoup aidé, spécialement dans la rédaction de cette thèse.

- Mr. J. BEAUCHAMP, Chef du Département de Géologie de la Faculté des Sciences de Marrakech qui m'a proposé ce sujet et m'a fait connaître le terrain en m'y accompagnant durant deux années.

- Mr. J.C. GALL, Professeur à l'Université de Strasbourg, spécialiste de l'Ecologie du Trias et Mr. J.L. TANE, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Marrakech qui m'ont accompagné sur le terrain et ont accepté de faire partie de ce jury.

- Mr. L. COURREL, Professeur à l'Université de Dijon et Mr. F. PROUST, Professeur à l'Université de Montpellier qui m'ont accompagné sur le terrain et conseillé dans le domaine de leur spécialité.

- Mr. J.M. DUTUIT, du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris qui a déterminé les os et traces de vertébrés et m'a donné de précieux renseignements sur le Trias marocain.

- Mme A. ARNAUD-VANNEAU, Chargée de recherches au C.N.R.S. qui a bien voulu m'initier à l'étude des microfaciès.

- Mr. A. LE MARREC, ancien Ingénieur Géologue au service de la Carte Géologique du Maroc, spécialiste des séries détritiques rouges permotriassiques marocaines, qui m'a fait bénéficier de ses connaissances en ce domaine.

Je tiens à remercier tous les Enseignants, Chercheurs et techniciens qui m'ont aidé, aussi bien à Marrakech qu'à Grenoble, ainsi que mes collègues qui m'ont accompagné sur le terrain et tout particulièrement :

Messieurs et Mesdames :

- C. ARMAND, G. BELLION, R. CAPRON, B. COURTINAT, C. DIAS, M. EULRY,
A. GARCIA, D. GUILLOT, J. JENNY, J.P. PETIT, J.P. REBOILLAT,
B. RODDAZ.

Enfin, je remercie Anne, mon Epouse, qui a pris une grande part dans
ce travail et à qui je dédie cette thèse.

RESUME

ET

INTRODUCTION

R E S U M E

Le Permo-Trias de la région de l'Oued-Ourika peut être subdivisé en trois groupes et 6 formations, de haut en bas :

◦ Groupe de Rôjdama◦

- Formation 6 : siltite de Tafilalt

◦ Groupe du Timenkar◦

- Formation 5 : Grès de l'Oukaïmeden

- Formation 4 : siltite d'Anouffig

- Formation 3 : Conglomérat de Timalizène.

◦ Groupe de Tanoumri◦

- Formation 2 : siltite de Cham-el-Houa

- Formation 1 : Conglomérat d'Anrar

Chacun de ces groupes est discordant par rapport aux autres.

Deux faciès ont été reconnus : l'un au Nord ou faciès subatlasique, l'autre au Sud ou faciès des Hauts-Plateaux marqué par l'absence du groupe inférieur.

Des fossiles ont été découverts : Os et empreintes de vertébrés, lamellibranches, flores et pollens, brachiopodes et échinodermes....

Des corrélations établies avec les régions voisines ont contribué à préciser l'âge des formations de notre région :

- Les formations 1 et 2 seraient d'âge permien (Autunien ?).

- Les formations 4, 5, 6 seraient du Trias supérieur.

- La formation 3 représente une série condensée ou une lacune de sédimentation, d'âge indéterminé.

La paléogéographie a été précisée :

De petits bassins continentaux permien (formations 1 et 2) ont évolué en un vaste encroûtement (formation 3) balayé par les vents, s'étalant sur toute la région.

Sur cette surface très plate s'est installée une sédimentation littorale, deltaïque dont l'influence marine s'accroît depuis la base de la formation 4 jusqu'au sommet de la formation 5. Le rivage, allongé du NE au SW, était parcouru par un fort courant marin venant du NE et séparait le continent (au SE) du domaine marin (au NW).

Avec la formation 6, le bassin s'élargit sur l'ensemble du Maroc et se comble = des évaporites apparaissent, une sédimentation continentale s'installe avec des épanchements basaltiques aériens ou lacustres.

Cette sédimentation était contrôlée par une tectonique distensive de failles normales N.70 héritées des époques hercyniennes et tardi-hercyniennes; au Carnien apparaît une composante horizontale sénestre dans le rejet de ces failles, révélée par l'existence d'un système distensif de horsts et grabens, oblique par rapport à la direction N.70 et visible au sommet de la formation 5 sur la zone des Hauts-Plateaux.

Cette tectonique permo-triasique, contrôlent la subsidence qui a migré du Nord (Permien) vers le Sud (Trias).

Au sein de cette série permo-triasique détritique rouge, une minéralisation en cuivre et uranium associée à la matière organique est concentrée dans des lentilles à la base de la formation 5 (type pénéconcordant) et dans un niveau stratiforme au sommet de cette formation 5.

L'origine de cette minéralisation, qui semble être endoépigénétique, permet de rejeter l'hypothèse d'une origine primaire de la coloration rouge de cette série.

S U M M A R Y

The Permo-Triassic of the Oued-Ourika area can be subdivided into 3 groups and 6 formations - They are from top to bottom :

◦ Rojdama group ◦

- Formation 6 : Tafilalt siltite.

◦ Timenkar group ◦

- Formation 5 : Oukaïmeden sandstones.

- Formation 4 : Anouffig siltite

- Formation 3 : Timalizène conglomerate

◦ Tanoumri group ◦

- Formation 2 : Cham-el-Houa siltite

- Formation 1 : Anrar conglomerate

Each one of the above group is unconform with respect to the other two.

Two facies have been recognized : a Northern or sub-atlasic facies and a Southern or Hauts-Plateaux facies. The latter is characterized by the absence of the lower group.

Fossils have been discovered : viz, bones and prints of vertebrates, bivalvia, floras and pollens, brachiopodes and echinoderms.

Correlations made with neighbour regions helped to ascertain the age of our area's formations, perhaps :

- Permian (Autunian ?) for formations 1 and 2 and Upper Triassic for formations 4, 5 and 6. Formation 3 is either a condensed series or a sedimentation gap of undetermined age.

Details have been added to the knowledge of the paleogeography :

Small Permian continental basins (formation 1 and 2) have evolved into an extensive wind-swept crust spreading over the whole area.

Over this very flat surface, littoral deltaic sediments were deposited, with increasing marine influence from the bottom of formation 4 up to the top of formation 5. The shore, trending NE-SW, was swept by a strong marine current running to the NE, it separated the continent (to the SE) from the marine domain (to the NW).

Formation 6 witnesses the widening out of the basin over the whole of Morocco, and also its filling up : evaporites make an appearance, continental sedimentation sets up, with either aerial or lacustrine basaltic outpourings

This sedimentation was governed by distensive tectonics, with normal N.70 faults, inherited from hercynian and late-hercynian times; at Carnian times, a left-handed horizontal component makes its appearance in the faults' throw as evidenced by the existence of horst-and-graben distensive system. This system, which cuts the N.70 direction at an angle, can be seen at the top of formation 5, in the Hauts-Plateaux area.

This Permo-Triassic tectonics controled the subsidence which moved from North (Permian) to the South (Triassic).

A copper-uranium mineralization, associated with organics matter, occurs within this Permo-Triassic red detrital series. It occurs in lenses located at the base of formation 5 (peneconcordant type) and in stratiform level at the top of said formation 5.

As this mineralization seems to be of endoepigenetic origin, the hypothesis of a primary origin for the red colour can be discarded.

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

SITUATION GÉOGRAPHIQUE.

La région de l'Oued Ourika se situe, au Maroc, dans le Haut Atlas central et plus précisément dans l'Atlas de Marrakech à une quarantaine de kilomètres au Sud de cette ville (Fig.A).

La zone d'étude est comprise entre :

- au Nord : la plaine du Haouz
- au Sud : Setti-Fadma
- à l'Est : l'Oued Zat
- à l'Ouest : l'Oued Rerhaia

Cette région se divise en quatre zones, parallèles à l'axe de l'Atlas (Fig. B) et qui sont, du Sud au Nord :

- La zone axiale qui culmine à 4163 m au Jebel Toubkal
 - La zone des Hauts-Plateaux située aux environs de 2500 m, tel que l'Adrar Yagour.
 - La zone subatlasique faite de collines boisées située entre 1000 et 2000 m.
 - La zone de la plaine du Haouz, glacis alluvial incliné vers le Nord.
- Ces quatre zones sont morphologiquement, géologiquement et structurellement bien différentes les unes des autres.

SITUATION GÉOLOGIQUE ET TRAVAUX ANTÉRIEURS.

Tout spécialement bien étudiée par L. MORET (1931) (carte au 1/200.000ème de la région de Marrakech), par F. PROUST (1973) (structuraliste) et par A.F. MATTIS, (1975) (sédimentologue), cette région fait partie de la bordure nord du bloc oriental du massif ancien du Haut-Atlas (Fig.A)

Le "Permo-Trias" affleure sur plus de la moitié de cette région (carte géologique au 1/500.000ème du Maroc, feuille Marrakech, (1957) et Ouarzazate, (1959) et carte au 1/100.000 ème Oukaïmeden - Toubkal de E. VOGEL et al 1980). Il constitue un dépôt détritique rouge compris entre un paléozoïque essentiellement carbonifère ou un socle cristallin et un Lias calcaire. Il est bien connu à l'Ouest dans le couloir d'Argana.

OBJET DE L'ÉTUDE.

A partir des travaux antérieurs, notre but était :

- de découper le Permo-Trias en plusieurs formations en nous appuyant sur les travaux similaires réalisés dans les régions voisines.

- de réaliser l'étude sédimentologique de chacune de ces formations afin de déterminer le milieu de dépôt et la paléogéographie de ce Permo-Trias.
- d'analyser la tectonique triasique synsédimentaire.
- d'effectuer l'étude des minéralisations cupro-uranifères.

LITHOSTRATIGRAPHIE

- CHAPITRE 1 -

=====

- . *Introduction*
- . *Lithologie*
- . *Paléontologie*
- . *Corrélation avec les régions voisines*
- . *Chronostratigraphie*
- . *Conclusion*

1.1. INTRODUCTION

Le Permo-Trias constitue une des séries détritiques rouges du Maroc, les autres apparaissant au Jurassique, au Crétacé et au Mio-Pliocène.

La lithologie du Permo-Trias du Haut-Atlas de Marrakech est très monotone, elle consiste en 1 000 m de sédiments détritiques rouges pauvres en niveaux repères et en fossiles. Depuis longtemps, la granulométrie et la morphologie ont permis la distinction de quelques grandes formations.

Les auteurs ont attribué cette série, soit de manière très étroite au Trias supérieur, soit de manière très large du Stéphanien au Lias. Il demeure que la limite entre le Permien (quand il existe) et le Trias reste problématique et floue.

La région de l'oued Ourika a été subdivisée structurellement en quatre zones (L. MORET, 1931):
du Sud au Nord:-la zone axiale

- la zone des Hauts Plateaux
- la zone subatlasique
- la zone de la plaine du Haouz

Le Permo-Trias est visible dans les deux zones centrales et, dans ce travail, nous montrons qu'il présente deux faciès:

- un faciès sud dit des Hauts Plateaux
- un faciès nord ou subatlasique.

1.2. LITHOLOGIE

1.2.1. HISTORIQUE

Depuis très longtemps le Permo-Trias a été séparé en deux parties:

- la base est conglomératique puis gréseuse (grès de Zerekten, feuille de Telouet) (P. LEMOINE, 1905);
- le sommet est silteux et évaporitique terminé par d'épaisses couches basaltiques, et présente une extension géographique plus grande.

Des subdivisions plus fines, toutes basées sur la lithologie ont été établies par: A.J. AVERTCHENKO (1973), M. TIXERONT (1973), A.F. MATTIS (1975) et A. LE MARREC (1979). En revanche, la carte géologique Oukaïmeden-Toubkal au 1/100 000e (E. VOGEL et al., 1980) n'a conservé que les deux grandes parties historiquement reconnues.

1.2.2. DESCRIPTION DES FACIÈS ET DES FORMATIONS DE LA REGION DE L'OUED OURIKA

Nous avons donc reconnu deux faciès dont des corrélations lithologiques, minéralogiques et paléontologiques seront précisées (paragraphe 1.2.2.3.).

En accord avec A. LE MARREC, travaillant sur le Trias, plus à l'Est, nous proposons une subdivision de la série permo-triasique (fig. 1.1.). Les toponymies correspondent à des localités, liées à des coupes de référence, à des appellations antérieures ou à des lieux où la formation est spécialement bien représentée (fig. 1.2.).

1.2.2.1. Faciès nord, subatlasique

Il correspond au "Northern basin faciès" de A.F. MATTIS (1975). Six formations contenues dans trois groupes ont pu être distinguées à partir de données lithologiques. Une coupe de référence (indiquée sur la carte de la figure 1.2.) a été faite.

La figure 1.4. représente le log de cette coupe et la figure 1.5. un tableau des informations apportées par l'observation des échantillons en lames minces; la figure 1.3. fournit la légende de ces figures. Ces logs et ce tableau ainsi que ceux qui vont suivre fournissent seulement des valeurs semi-quantitatives des différents paramètres; elles restent souvent très approximatives, mais elles nous renseignent sur l'évolution du dépôt et les caractéristiques du sédiment. Ces informations sont suffisantes pour nous permettre de réduire au minimum la description des différentes formations.

1.2.2.1.1. Groupe de Tanoumri

Il représente une méso-séquence positive caractérisée par sa rythmicité et sa richesse en éléments grossiers et en éléments volcaniques (riches en plagioclases). Les auteurs précédents (MATTIS, VOGEL) l'ayant décrit comme une variation latérale de la base du faciès des Hauts Plateaux, n'en n'avaient pas fait un groupe distinct.

1.2.2.1.1.1. Formation 1: Conglomérat d'Anrar

Très développée au niveau de l'Oued Ourika, elle se réduit en allant vers l'Est.

En quelques points:

x = 274 y = 87 près d'Anrar

x = 274,6 y = 84 près d'Arguine

x = 270 y = 83 au Tizi-Imich

Cette formation débute par une coulée de lave de type spilitique d'une dizaine de mètres de puissance, surmontant un petit niveau conglomératique à petits galets aplatis. L'organisation est celle d'une coulée effusive de faciès à dynamisme aérien, de bas en haut: semelle contenant des tubules, lave massive contenant des amygdales de carbonates de plus en plus grosses vers le haut, niveaux scoriacés surmontés par des niveaux à paléosols calcaires riches en conglomérats à éléments de spilite et en empreintes de grosses racines. Ces spilites ont une structure doléritique intersertale à microlitique, comparable aux spilites triasiques du massif "Ecrins-Pelvoux" (R. AUMAITRE - G. BUFFET (1973)) ainsi que celles des Corbières (B. AZAMBRE - M. ROSSY (1981)) et à des quantités de spilites dans le monde. Latéralement à cette coulée, on note la présence de niveaux calcaires à silicification et à projection volcaniques parfaitement granoclassés caractérisant des retombées de cendres et de projections fines en conditions aériennes. Ces carbonates intersticiels dans les projections et remplissant les tubules et amygdales, donnent à cette lave un intérêt favorable pour l'étude de la spilitisation dans l'optique de G. BUFFET (1981). Ces spilites font l'objet d'une étude en cours, par J.L. TANE et al. (1982). Le reste de la formation est une alternance de bancs grésoconglomératiques et grésosilteux. Les éléments sont volcaniques à la base et quartzitiques vers le haut (centimétrique). Les bancs sont de moins en moins chenalisés et de plus en plus granoclassés en se rapprochant de la formation 2. La limite supérieure de la formation 1 est floue; elle correspond à la disparition de la prédominance des niveaux grossiers par rapport aux niveaux fins.

La coupe de référence (fig.1.4.) ne passant pas par Anrar, nous fournissons la coupe de la formation 1 à Anrar (fig. 1.6. et 1.7.). La formation 1 correspond à 200 m de sédiments à Anrar, 500 m en rive droite de l'Ourika et 300 m au niveau de Taddert (x = 285, y = 89).

1.2.2.1.1.2. Formation 2: Siltite de Cham-el-Houa

Elle est très bien représentée dans la vallée de l'Assif Aït-Bou-Saïd, à l'Est de la vallée de l'Ourika.

Dans la topographie, elle forme une dépression très caractéristique due à l'alternance de bancs (50 cm) grésosilteux et de niveaux siltogréseux tendres; le matériel reste peu évolué et fortement bioturbé.

La présence de copeaux centimétriques d'argiles pouvant ressembler à des empreintes végétales est caractéristique de cette formation dont l'épaisseur est limitée à quelques dizaines de mètres en rive gauche de l'Ourika pour atteindre 300 mètres au niveau de Cham-el-Houa. La limite supérieure est située à la base d'un niveau conglomératique très grossier qui forme un relief constituant la formation 3.

1.2.2.1.2. Groupe du Timenkar

Il comprend la partie gréseuse du Permo-Trias qui forme l'armature des Hauts-Plateaux: Tizrag, Timenkar et Yagour. Il est cartographiquement discordant sur le groupe précédent.

1.2.2.1.2.1. Formation 3: Conglomérat de Timalizène "Basal conglomerate" de A.F. MATTIS (1975)

Elle représente un des niveaux les plus importants de la stratigraphie du Permo-Trias. Elle est constituée d'une méso-séquence positive comprenant trois termes:

- un terme inférieur constitué d'un conglomérat à gros galets décimétriques de quartzite et de quartz très évolués, noyés dans une abondante matrice; il repose en concordance apparente sur différents niveaux de la formation 2. Ce terme peut atteindre 10 mètres d'épaisseur;

- un terme moyen fait d'un grès calcaireux, très friable à gros grains (500 μ de diamètre) de quartz parfaitement sphériques; son épaisseur maximale est de 10 mètres;

- un terme supérieur de 10 à 20 mètres constitué d'une suite de petites séquences de niveaux de calcaires massifs, de niveaux à concrétions sphériques calcaires noyés dans une matrice gréseuse et de niveaux de conglomérats fins.

Le sommet de cette formation 3 est marquée par la présence de galets éolisés et de galets à vernis désertique. La limite supérieure de cette formation reste imprécise, et peut correspondre à l'apparition des premiers niveaux silteux.

1.2.2.1.2.2. Formation 4: Siltite d'Anouffig "Ramuntcho siltstone" A.F. MATTIS (1975)

Nous n'avons pas repris le terme de A.F. MATTIS qui est le nom d'un hôtel non indiqué sur les cartes. Cette formation de 200 m de puissance débute par des niveaux grossiers à petits galets, et se poursuit par une sédimentation essentiellement silteuse à l'exception de deux petits niveaux plus gréseux (10 mètres) ressortant bien dans la topographie: le niveau inférieur possédant un faciès à "microcuvette" (progradation de rides d'oscillation), l'autre plus massif de couleur rose contenant des tâches violacées. Vers le bas de cette formation il existe un petit niveau blanc riche en concrétions calcaires où l'on a pu trouver des pseudomorphoses de cristaux de sel. Vers le haut, inclus dans les siltites, il faut noter la présence de taches décolorées appelées "anneaux de Liesegang" (G. et H. TERMIER, 1948). Mais la caractéristique principale de cette formation est la présence tout au long de celle-ci de pisolithes calcaires (de 1 mm à 1 cm) et d'un nombre important de traces d'activités et de restes organiques (lamellibranches, terriers, plaques d'échinodermes, os, empreintes de vertébrés - paragraphe 1.3.). La limite supérieure de cette formation est placée à l'apparition de gros bancs gréseux massifs.

1.2.2.1.2.3. Formation 5: Grès de l'Oukaïmeden "Oukaïmeden sandstone" A.F. MATTIS (1975)

Dans le faciès nord, elle représente une barre de grès rose massif de 50 à 100 m de puissance. Le grès y est très propre (quartz > 80 %), à grains bien nourris et calibrés. Les figures sédimentaires sont nombreuses, les séquences de 3 à 4 mètres de puissance présentent un litage horizontal ou oblique et des "slumps structure" (paragraphe 2.2.1.2.).

La taille des grains est plus grande vers le haut avec même quelques petits lits à dragées de quartz.

La limite supérieure correspond à l'apparition des niveaux fins.

Cette formation se réduit énormément en allant vers l'Ouest jusqu'à arriver à l'état de relique dans le vallon de l'Assif-n-Oumassine et à disparaître à l'Ouest vers Asni (les formations 1 et 2 y sont aussi très réduites). Ce faciès particulier occidental, est le "Marginal basin faciès" de A.F. MATTIS (1975).

1.2.2.1.3. Groupe de Rojdama (A. LE MARREC, 1979) "Upper Mudstone and siltstones" (A.F. MATTIS, 1975)

La région de Rojdama est plus orientale étant située près du barrage des Aït-Aadel où ce groupe affleure bien. A. LE MARREC distingue trois formations au sein de ce groupe. Dans cette étude, ce groupe a été très peu étudié et nous n'y distinguons qu'une seule formation.

Dans la région type, le groupe de Rojdama est constitué d'argiles et de siltites de couleur rouge "brique pilée" contenant du gypse et du sel dans le haut; il est surmonté d'une épaisse coulée de basalte doléritique, souvent très altérée. Le contact inférieur avec les argilites est souligné par un niveau décimétrique d'argiles blanches contenant de la kaolinite.

1.2.2.1.3.1. Formation 6: Siltites de Tafilalt (E. VOGEL et al. 1980)

La base de cette série étant le début des niveaux tendres, elle est constituée de siltite et d'argile souvent avec un faciès de remaniement intra-formationnel dû peut être à la bioturbation.

La stratification y est peu visible masquant les rapports de concordance ou de discordance avec le groupe précédent. Cette formation est très largement représentée au Maroc et a été bien étudiée par H. et G. TERMIER (1948), H. SALVAN (1974) et A. LE MARREC (1979).

1.2.2.2. Faciès sud des Hauts-Plateaux

Il représente le faciès type du Permo-Trias du Haut Atlas de Marrakech. Le groupe Tanoumri n'y est pas représenté et la série commence par le groupe du Timenkar. La coupe de référence du plateau du Timenkar (indiquée sur la carte de la figure 1.2.) est présentée sous forme de log (figure 1.8.) et de tableau (fig. 1.9).

La corrélation entre les deux faciès nord et sud a été facilitée par l'étude de l'Adrar-n-Ougnani, où s'observe un passage latéral entre les deux faciès (paragraphe 1.2.2.3.).

1.2.2.2.1. Groupe du Timenkar

1.2.2.2.1.1. Formation 3: Conglomérat de Timalizène

Elle est représentée ici d'abord par un encroûtement calcaire sur le socle cristallin surmonté par une dizaine de mètres de conglomérat moyen entrelardé de niveaux calcaires. On peut placer sa limite supérieure à l'apparition des niveaux tendres.

1.2.2.2.1.2. Formation 4: Siltites d'Anouffig

Encore plus silteuse que celle du faciès nord, cette formation en possède les mêmes caractères. Une coupe détaillée de cette formation a été faite à Anouffig; route de l'Oukaïmeden (figures 1.10 et 1.11).

1.2.2.2.1.3. Formation 5: Grès de l'Oukaïmeden

Cette formation est semblable à celle du faciès nord mais beaucoup plus épaisse (600 m); elle est entièrement gréseuse et constitue la charpente des Hauts-Plateaux du Permo-Trias de l'Atlas.

Dans le quart inférieur, apparaissent des lentilles de grès décoloré, riches en minéralisations cupro-uranifères (voir chapitre 4) surmontant un niveau repère à concrétions calcaires et à esquilles d'os. Dans le quart supérieur un autre niveau repère est représenté par un horizon à galets de quartz centimétriques, très bien roulés, inclus dans une forte matrice gréseuse. La formation se termine par l'alternance de niveaux métriques de grès à gros grains de quartz (600 μ) très bien roulés, mélangés avec des clastes centimétriques de quartzite anguleux et de niveaux silteux, mal consolidés contenant des lentilles de gros grains ronds de quartz ("bille de quartz"). Cette alternance s'achève par l'apparition d'un niveau stratiforme de siltites grésocalcaires gris blanc, contenant de la malachite (voir chapitre 4). On peut placer à ce niveau la limite supérieure de la formation 5.

1.2.2.2.2. Groupe de Rojdama

Seule la partie inférieure de ce groupe affleure dans cette zone. Les basaltes et les siltites à évaporites en sont absents.

1.2.2.2.2.1. Formation 6: Siltites de Tafilalt

Elles sont très semblables à celles du faciès nord. La présence de niveau gréseux au sommet de Timenkar (2 244 m), semblant appartenir à cette formation, n'est qu'une remontée du sommet de la formation 5, par le jeu de la tectonique.

1.2.2.3. Faciès intermédiaire de l'Adrar-n-Ougnani (fig. 1.12)

Au pied nord du Yagour, l'Adrar-n-Ougnani présente un faciès particulier (x = 284, y = 85), qui ressemble beaucoup au faciès sud, mais qui présente sous la formation 3 une épaisse sédimentation détritique rouge lithologiquement

semblable à celle de la formation 2 du faciès nord. De plus, les deux faunes (lamellibranches, vertébrés) caractéristiques de la formation 4, appartenant respectivement au faciès nord et au faciès sud, se retrouvent ici mêlées l'une à l'autre.

Le passage latéral entre le faciès nord (subatlasique) et le faciès sud (Hauts Plateaux) est illustré par la coupe générale du versant nord de l'Atlas passant par l'Adrar-n-Ougneni (fig. 3.28).

1.2.3. CONCLUSION A LA LITHOLOGIE DU PERMO-TRIAS DE LA REGION DE L'OUED OURIKA

Un tableau (fig. 1.13) résumant les caractéristiques lithologiques des différentes formations, une carte géologique (fig. 1.14) et un schéma des corrélations des différents affleurements de notre région (fig. 1.15) synthétisent l'ensemble de la lithologie du Permo-Trias de la région de l'Oued Ourika.

1.3. PALÉONTOLOGIE

Les séries détritiques rouges du Permo-Trias sont réputées pauvres en fossiles, notamment celles du Maroc, à l'exception des célèbres gisements osseux de vertébrés (amphibiens, reptiles) du couloir d'Argana (Haut Atlas occidental) découverts par F. DUFFAUD (1960) et bien étudiés par J.M. DUTUIT (1976).

Pour la région de la vallée de l'Ourika, nous signalons les découvertes:

- d'ossements au pied ouest du Yagour (A. LE MARREC, communication orale);
- de Lebachia (Walchia) piniformis à l'Ouest de l'Oukaïmeden dans la vallée du Rerhaia (G. GREBER, F. PROUST, 1958);
- d'ossements de Stégocéphales et de Phytosaures, juste à l'Est de l'Ourika, dans la vallée du Zat (J.M. DUTUIT, 1976);
- d'un gisement fossilifère de plantes stéphanienues au Aït-Zifa (x = 287; y = 90) (L. CLARIOND - F. LECA, 1933);
- de fossiles et de nombreuses traces d'activités organiques (durant ce travail)- nous les décrivons ci-dessous.

1.3.1. TRACES D'ACTIVITES ORGANIQUES

1.3.1.1. Traces d'invertébrés

1.3.1.1.1. Terriers (fig.1.16):plusieurs sortes ont été vus:

- un grand nombre de terriers horizontaux, appelés Planolites existent au sommet de la formation 2;
- un grand nombre de terriers verticaux existent dans les formations 4 et 5;
- des terriers en "U" appelés Corophioïdes existent aussi au sommet de la formation 2;
- des figures en étoiles décimétriques pouvant représenter les empreintes laissées par un ver autour de son terrier lors de sa nutrition (J.C. GALL, communication orale) visibles à la base de la formation 4;
- des moulages de terriers de vers Polychètes appelés Scoyenia (W. HANTZSCHEL, 1975), de très belles dalles en sont couvertes dans la partie inférieure de la formation 4, non loin du village d'Anins (x= 281,5 - y=83,5).

1.3.1.1.2. Concrétions calcaires (fig. 1.17)

Elles sont caractéristiques de la formation 4, et se présentent sous forme de boulettes micritiques ou de sphères à structures concentriques ou radiées (phénomène de la croix noire en lumière polarisée) de quelques centaines de microns à quelques centimètres; leur concentration en oxyde de fer peut faire penser à des oolites ferrugineuses; les plus concrétionnées, évoquent des Pisolites vadoses (A. ARNAUD-VANNEAU, communication orale). Des oncolites de quelques centimètres sont contenues dans les conglomérats calcaires à dragées de quartz correspondant aux niveaux de base des séquences de la formation 5. (Chap.2, paragraphe 2.2.1.2).

La formation 3 contient aussi des concrétions calcaires suggérant une probable activité organique.

1.3.1.1.3. Empreintes laissées par la locomotion d'invertébrés (fig. 1.18)

- a) Une empreinte énigmatique constituée par deux alignements parallèles distants d'environ 1 cm, de petites dépressions pouvant évoquer Umfolozia répertoriées dans W. HANTZSCHEL (1975), a été trouvée dans la formation 3 au dessus du village d'Anins (x = 281,5 - y = 83,0);

b) une empreinte semblable dont les petites dépressions sont en forme d'accent circonflexe provient des niveaux à traces de vertébrés de la formation 5;

c) un Bilobite dont la symétrie n'est pas apparente sur l'échantillon et pouvant provenir d'un Myriapode a été trouvé dans la formation 5;

1.3.1.2. Traces de vertébrés

1.3.1.2.1. Empreintes de pas de vertébrés (fig. 1.19)

On en connaît dans le Trias d'Argana (J.M. DUTUIT, 1976); après une première découverte par J. BEAUCHAMP dans la vallée de l'Ourika, nous avons trouvé plusieurs échantillons présentant des empreintes se rattachant à une dizaine d'espèces. Ils proviennent d'éboulis au pied de la falaise des grès de la formation 5 du faciès sud et intermédiaire.

Parmi ces espèces, certaines sont classiques comme *Chirotherium*, *Rhynchosauroïdes*, *Apatopus*... d'autres paraissent inconnus. Ces empreintes sont en cours d'étude et de publication (P.E. BIRON - J.M. DUTUIT, 1982).

1.3.1.2.2. Autres traces provenant de vertébrés

- Des surfaces argileuses frippées associées aux traces de vertébrés évoquent des empreintes de peau de vertébrés ?..

- Des sillons parallèles très bien marqués, associés aux traces de vertébrés sont interprétés comme des empreintes de griffures.

1.3.2. FOSSILES

1.3.2.1. Flore

- Une flore *Lebachia* (*Walchia*) *piniformis* a été trouvée par F. PROUST (1958) dans la vallée du Rerhaia juste à l'Est de l'Oukaïmeden, dans une formation silto-gréseuse assimilable à la formation 2 ($x = 274 - y = 87$);

- des moulages de racines, d'une dizaine de centimètres de diamètre associés à des calcrètes représentant des niveaux de paléosols sont visibles à la base de la formation 1. D'autres empreintes de racines apparaissent au sommet d'un certain nombre de petites séquences de la formation 5. Elles sont de couleur blanche avec du noir au centre (le reste étant rouge), verticales, ramifiées et partent d'un niveau lui-même blanc, correspondant à un paléosol (Chapitre 2, paragraphe 2.2.1.2., fig. 2.11);

- à différents niveaux de cette série permo-triasique, nous avons aussi trouvé des morceaux de bois associés à des lentilles blanches, minéralisées (voir chapitre 4); ils sont de petite taille et souvent carbonisés: leur structure reste parfois visible, mais difficilement déterminable; quelques gros échantillons évoquent des *Equisétites*;

- d'autres bois associés aux coulées de laves basaltiques et à des niveaux lacustres infraliasiques, ont des dimensions pouvant atteindre un mètre. Silicifiés et minéralisés en malachite et en azurite (voir chapitre 4) ils ont été étudiés en collaboration avec D. DESPLATS et C. DIAS (fig. 1.20).

Ce bois fossile présente une structure de bois homoxylé avec seulement des fibres trachéides et des rayons ligneux;

- la coupe transversale laisse apparaître des zones d'accroissement, le bois final n'étant formé que de 3 ou 4 rangées de fibres trachéides;

- sur la coupe tangentielle les rayons sont très mal conservés, mais néanmoins ils paraissent homogènes et leur hauteur peut être appréciée; ceux-ci sont unisériés et constitués de 1 à 10 cellules avec une prédominance pour les rayons de 1 à 3 cellules; les fibres trachéides montrent sur la paroi tangentielle de très rares punctuations;

- sur la coupe radiale, les punctuations des fibres trachéides sont de type *auracariens* très net; en majorité punctuations unisériées rectangulaires ou écrasées et parfois circulaires contigües et beaucoup plus rarement bisériées alternes. Les punctuations de champ sont de type *araucarioïde*; de 3 à 15 coulipares par champ de croisement avec une disposition non étagée.

L'ensemble de ces caractères permet d'affirmer que l'échantillon est à ranger parmi le genre *Dadoxylon* (*Araucarioxylon*) KRAUS, 1870.

L'étude palynologique faite par B. COURTINAT sur plusieurs échantillons provenant de la série permo-triasique du faciès nord a été négatif à l'exception d'un échantillon provenant d'une lentille de grès blanc, minéralisée (anomalie 17, voir chapitre 4). La palynoflore est identique à celle décrite par M.L. COUSMINER - W. MANSPEIZER (1976) sur des minéraux supérieurs du même lieu et de la même formation. Elle donne un âge carnien moyen. Parmi les genres observés dominant: *Triadispora* et *Ovalipolis*.

1.3.2.2. Ossements (fig. 1.21)

A. LE MARREC découvrit les premiers ossements de cette région non loin du village d'Anammer ($x = 285,0 - y = 78,1$) dans les siltites riches en petites concrétions calcaires (4 mm) du haut de la formation 4: il s'agit de

deux disques vertébraux de Stégocéphales (amphibiens), de trois esquilles d'os et d'un coprolite. Durant ce travail on découvrit (J.P. PETIT) un autre gisement correspondant au même niveau lithologique que précédemment qui se situe à l'Ouest du plateau du Timenkar ($x = 270,8 - y = 74,5$) et dont ont été extraits quelques esquilles d'os et une belle vertèbre de Phytosaure. Nous avons aussi découvert deux plaques craniennes de Stégocéphales, l'une étant une interclaviculaire trouvée à la base de la formation 4, près du village du Tizi-n-Oucheg ($x = 283,3 - y = 79,5$), l'autre étant une claviculaire trouvée au sein de la formation 4 ($x = 280,5 - y = 75,5$). Une esquille d'os long provenant du sommet de la formation pouvant appartenir à un reptile a été trouvée près du village de Timalizène ($x = 276 - y = 86$). De plus, deux niveaux conglomératiques calcaires de 1 m de puissance forment deux bons niveaux repères, l'un à la base de la formation 4, contenant des esquilles centimétriques d'os et des dents pointues à carènes striées pouvant appartenir à des Arcosauriens (ce niveau passe latéralement par des niveaux blancs et minéralisés: anomalie 25, voir chapitre 4) et l'autre à la base de la formation 5, juste au-dessus du niveau à empreintes de vertébrés contenant un grand nombre d'esquilles centimétriques d'os. Toutes les déterminations ont été faites par J.M. DUTUIT.

1.3.2.3. Lamellibranches (fig.1.22)

-Des fragments de Lamellibranches sont visibles en lames minces associés à des concrétions calcaires (fig. 1.16) provenant de la formation 4 du faciès sud;

- un lamellibranche du genre Homomya a été trouvé également associé à des petites concrétions calcaires au sommet de la formation 4 du faciès nord ($x = 280,5 - y = 90,5$);

- des empreintes de lamellibranches visibles sur des blocs éboulés blancs, semblent provenir de lentilles blanches correspondant à l'anomalie 1 (voir chapitre 4);

- de très beaux gisements de lamellibranches existent dans la formation 4 des faciès nord et intermédiaire. Ils appartiennent à un même niveau stratigraphique à la base de cette formation.

Dans le faciès nord, au Sud-Est de Tafilalt ($x = 280,5 - y = 90,5$) des moules internes de coquilles bien conservés, ont été trouvés dans des siltites comprises entre deux niveaux plus gréseux. Les formes reconnues par

J.C. GALL sont: Homomya, Pleuromya et peut-être Myophoria, tous appartenant à la superfamille de Pholadomyacea - les Homomya ont des formes très semblables à celles décrites par J.C. GALL (1971), p. 229, planche V dans le Trias germanique.

Au Nord de Aït-Cham-el-Houa ($x = 283,3 - y = 90,6$) des coquilles sont visibles en sous-face d'un niveau gréseux; elles ont une forme ventrue, un test épais, ne sont pas dégageables, mais doivent être voisines de celles du gisement précédent.

Dans le faciès intermédiaire d'Ougueni - Au pied nord de l'Ougueni ($x = 284,3 - y = 85,5$) sous un niveau gréseux, un petit niveau de 20 cm est composé presque uniquement d'un empilement de moules internes de coquilles assez plates et larges, faisant penser à un Pectinidé, peut être du genre Pleuronectites d'après J.C. GALL (communication orale).

Au Sud d'Amoutou ($x = 285,5 - y = 86,0$) existe un remarquable gisement de lamellibranches avec les genres Homomya et Pleuromya. Il présente deux niveaux séparés par trois mètres de grès. Dans le niveau inférieur, les individus sont petits, en position de vie (biocénose) et certains présentent une protubérance énigmatique (pied ? siphon ?).

Dans le niveau supérieur où leur accumulation forme une thanatocénose ils sont plus gros et mieux conservés (existence de coquilles).

Ces niveaux sont continus sur plus de 30 mètres.

1.2.3.4. Autres espèces de fossiles

De petites plaques d'Echinodermes (fig. 1.23) visibles en lames minces proviennent des formations 4 et 5 du faciès sud.

Un morceau de coquille présentant la structure de brachiopode (fig. 1.24) visible en lames minces, provient de la base de la formation 5 du faciès sud.

L'horizon de siltites calcaires de la base de la formation 6, semble montrer des structures de tapis stromatolitiques ?

Une lame mince provenant d'une lentille de grès blanc (anomalie 17, voir chapitre 4) montre des éléments à structure interne, faisant penser à des fantômes de foraminifères (d'après A. ARNAUD-VANNEAU, communication orale).

En conclusion, les quelques fossiles notamment dans la formation 4, découverts dans cette série réputée azoïque, fournissent des précisions sur sa stratigraphie (paragraphe 1.5.) sur l'écologie et la paléogéographie (paragraphe 2.13) du Permo-Trias. Ils ont contribué à établir des corrélations entre les différents faciès de cette région et des régions voisines (paragraphe 1.4.).

Des notes paléontologiques sont en préparation (sous-presse) en collaboration avec

- J.C. GALL et J. PERRIAUX sur l'écologie des gisements de lamellibranches;
- B. COURTINAT sur la palynologie, publié dans Géobios
- D. DESPLAT, C. DIAS sur les bois fossiles des basaltes doléritiques
- J.M. DUTUIT sur les traces d'activités au sol dans le Trias du couloir d'Argana et de la vallée de l'Ourika, publié dans le bulletin du Muséum - Paris.

1.4. CORRÉLATIONS AVEC LES RÉGIONS VOISINES

Nous les avons établies à partir de divers travaux:

- à l'Est, les travaux d'A. LE MARREC et J. JENNY;
- à l'Ouest, les travaux de R. AMBROGGI, F. DUFFAUD, G. DEKONINCK, J.M. DUTUIT, M. TIXERONT et A.J. AVERTCHENKO;
- au Nord les travaux de H. TERMIER et P. HUVELIN.

Ces corrélations sont basées sur les niveaux repères suivants:

- Formation 1 : une coulée andésitique (spilites) incluse dans les conglomérats rouges, est présente dans l'Ourika et dans le Nord de notre région: dans les Jbilet à Senhaja (P. HUVELIN, 1977), à Moulrhedem près de Chichaoua (P. HUVELIN, 1973), dans la Meseta à Bou-Achouch (G. CHOUBERT, 1956), sur la bordure septentrionale du massif hercynien central (H. GONORD et al., 1980), dans la Meseta à Chougrane (L. DALY et al., 1974) et à Mechra-ben-Abbou (A. MICHARD, 1976).

- Formation 2 : pas de niveau repère intéressant.

- Formation 3 : conglomérat de 10 à 20 mètres existant à l'Est et à l'Ouest. Nous avons aussi trouvé les galets éolisés du conglomérat de Timalizène dans le T3 de M. TIXERONT juste au Nord du village d'Argana.

- Formation 4 : les niveaux riches en petites concrétions calcaires ont été retrouvés à l'Est comme à l'Ouest.

Les niveaux à os de la vallée de l'Ourika rappellent ceux du T4 du couloir d'Argana - les niveaux à lamellibranches ont été trouvés plus à l'Est dans la région de la Tessaoute et aussi à l'Ouest dans le couloir d'Argana (par A.J. AVERTCHENKO, 1973).

- Formation 5 : les niveaux à traces, les os, les petites lentilles de grès blanc et minéralisé se retrouvent dans le Permo-Trias du couloir d'Argana (J.M. DUTUIT, 1976 et M. TIXERONT, 1973).

- Formation 6 : l'horizon blanc de 1 m, carbonaté et minéralisé se poursuit depuis Argana (M. TIXERONT, 1973) jusqu'à la région de Demnate (A. LE MARREC, 1979) en passant évidemment par le Haut-Atlas de Marrakech.

La présence d'évaporites et de coulées basaltiques existent dans tout le Maroc.

En conclusion, en partant des corrélations lithologiques et de l'observation de ces différents niveaux (pouvant être des niveaux repères), on peut établir un tableau des corrélations (fig. 1.25) des différentes séries permo-triasiques marocaines. Elles sont simplement lithologiques, car ces formations ne sont pas forcément synchrones d'une région à l'autre.

1.5. CHRONOSTRATIGRAPHIE

1.5.1. HISTORIQUE

La chronostratigraphie de la série détritique rouge dite "Permo-Trias" a posé et pose toujours beaucoup de problèmes compte-tenu de la pauvreté des éléments de datations paléontologiques et radiométriques.

Elle a néanmoins fait l'objet d'un grand nombre d'hypothèses variant du Stéphanien-Lias au Trias-supérieur: en passant par le Permo-Trias (terme adopté dans la géologie marocaine). Ces hypothèses sont résumées sur la figure 1.26 pour le Haut Atlas de Marrakech et sur la figure 1.27 pour les régions de Demnate et du couloir d'Argana. Au Nord (Moyen Atlas) dès 1936 H. TERMIER signale la présence d'un Autunien en trois points : Khenifra, Bou-Achouch et Mechra-Benabbou; le reste de la sédimentation rouge souvent discordante sur cet autunien, serait alors du Trias supérieur.

1.5.2. LA CHRONOSTRATIGRAPHIE DU PERMO-TRIAS DE LA REGION DE LA VALLEE DE L'OURIKA

De nombreuses datations effectuées sur les coulées basaltiques du sommet de la formation 6 donnent un âge moyen de - 196 millions d'années correspondant à la limite Trias-Lias. Deux datations palynologiques (H.L. COUSMINER - W.MANSPEIZER, 1976, P.E. BIRON - B COURTINAT (sous presse)) donnent pour la formation 5 un âge carnien moyen. Les ossements, les traces, les lamellibranches datent la formation 4 du Trias moyen à supérieur (J.M. DUTUIT, J.C. GALL communication orale). La plaque crânienne de Stégocéphale trouvée à la base de cette formation indiquerait déjà le Trias supérieur (J.M. DUTUIT communication orale). Donc les formations 4, 5 et 6 sont triasiques et vraisemblablement même du Trias supérieur.

Mais quel est l'âge des formations 1, 2 et 3, inférieures à la formation 4 ?

Pour ces formations, une datation absolue effectuée sur les spilites de la base de la formation 1 (F.B. VAN HOUTEN, 1977, fournit deux âges différents: l'un de - 262 millions d'années correspondant à l'Autunien, l'autre de - 203 millions d'années correspondant au Trias supérieur (Carnien) et qui fut seul retenu par la plupart des auteurs. Cependant des coulées volcaniques similaires interstratifiées dans des séries conglomératiques rouges du Nord de l'Atlas (les Jbilet, la Meseta et le Moyen Atlas) ont été datées de l'Autunien par le paléomagnétisme (L. DALY et al. 1974) et par la flore recueillie dans les conglomérats susjacentes à ces laves (H. TERMIER, 1936 et G. CHOUBERT, 1956). Donc, si les coulées de l'Ourika sont bien les mêmes que celles-ci l'âge autunien serait le plus vraisemblable et dans notre région, la série permo-triasique serait Autunien à sa base et Trias supérieur à partir de la formation 4.

Mais où placer la limite entre Permien et Trias ?

Dans la série permo-triasique du couloir d'Argana, la formation T3 de M. TIXERONT est encadrée par deux niveaux datés par des vertébrés (J.M. DUTUIT, 1976): l'un à la base du T4 donne un âge trias supérieur, l'autre au sommet du T2 un âge autunien, ainsi cette formation T3 et par corrélation notre formation 3 (conglomérat de Timalizène fig. 1.24) représentent la limite probable entre le Permien et le Trias et même peut être un laps de temps important qui équivaut à tout le Permien supérieur et au Trias inférieur. Cette hypothèse est renforcée par le fait que dans la vallée de l'Ourika, les formations 1 et 2 n'apparaissent que dans la zone nord, subatlasique, alors que les formations 4, 5 et 6 ont une extension plus vaste; la formation 3 correspondrait à l'extension du bassin.

De plus (voir chapitre 3 - Tectonique) la migration du Nord vers le Sud de la zone de subsidence maximale du bassin prouvée par les fortes épaisseurs des formations 1 et 2 au Nord (zone subatlasique) et des formations 4, 5 et 6 au Sud (zone des Hauts Plateaux) se situe à l'époque de la formation 3. Enfin, cette formation présente une lithologie très particulière: Mésoséquence positive (conglomérats, grès, calcaires) où le grès est fortement éolisé et où les calcaires se présentent sous forme de calcrêtes très épaisses (15 m) surmontées par des niveaux à galets éolisés; cet ensemble indique des conditions très particulières de dépôts pouvant correspondre à un laps de temps important, il sépare deux séries très différentes l'une de l'autre (fig.1.4 et 1.5) par le pourcentage et la nature des Feldpaths, les valeurs de la radio-activité et de la calcimétrie, la maturité du sédiment...

Compte-tenu des corrélations entre les différentes séries marocaines détritiques permo-triasiques et l'âge approximatif donné par les fossiles, les laves volcaniques et le paléomagnétisme, nous résumons la chronologie de la série permo-triasique sous forme d'un tableau (fig. 1.28) qui souligne la limite du Permien et du Trias au niveau de la formation 3.

1.5.3. CONCLUSION DE LA CHRONOSTRATIGRAPHIE

Le formation 3 est primordiale dans la stratigraphie du Permo-Trias de l'Ourika, car elle sépare deux séries différentes: l'une permienne (autunienne ?) (P.E. BIRON, J. BEAUCHAMP, 1982), l'autre triasique (Trias supérieur). Elle correspond soit à une lacune de sédimentation, soit à une condensation de série pouvant aller jusqu'à correspondre à un temps compris entre l'Autunien et le Trias supérieur. Cette lacune plus ou moins importante avait déjà été reconnue dans la Méseta (H. TERMIER, 1948) où elle correspondait à une discordance et dans le couloir d'Argana où R. AMBROGGI (1963) parle d'une lacune totale du Permien moyen et supérieur et d'une partie du Trias. On sait par ailleurs que cette lacune existe aussi en dehors du Maroc par exemple en Espagne, en France et dans une partie de l'Allemagne.

1.6. CONCLUSION À L'ÉTUDE LITHOSTRATIGRAPHIQUE

Le Permo-Trias peut être subdivisé en trois groupes marqués à leur base par une discordance cartographique sur les terrains antérieurs. Lithologiquement ce Permo-Trias peut être subdivisé en six formations. Deux faciès ont été reconnus, l'un au Nord, l'autre au Sud où le groupe inférieur est absent.

Ces formations ont fourni des fossiles demeurés jusqu'alors inconnus dans notre région: Lamellibranches, Brachiopodes, Echinodermes, traces et os de vertébrés, paléoflore.

On a pu corrélér le Permo-Trias de la région de l'Oued Ourika avec les séries permo triasiques des régions voisines. A l'aide de ces fossiles et de ces corrélations, les deux formations inférieures correspondent au Permien inférieur (Autunien ?) les autres formations au Trias supérieur.

SEDIMENTOLOGIE

- CHAPITRE 2 -

- . *Introduction*
- . *Granulométrie*
- . *Morphoscopie des grains de quartz*
- . *Exoscopie des grains de quartz*
- . *Morphométrie des galets*
- . *Figures et structures sédimentaires*
- . *Reconstitution des directions de courants*
- . *Les minéraux lourds*
- . *Les argiles*
- . *Les évaporites*
- . *La radioactivité*
- . *Pétrographie*
- . *Fossiles et paléoécologie*
- . *Les séquences*
- . *Les minéralisations*
- . *Histoire des essais de reconstitution paléogéographique du Permo-Trias de la région de l'Oued Ourika.*
- . *Conclusion : Evolution paléogéographique du Permo Trias de la région de l'Oued Ourika.*

2.1. INTRODUCTION

L'étude sédimentologique des formations détritiques permo-triasiques, permet de reconstituer le milieu de dépôt et de retracer sa paléogéographie.

Plusieurs méthodes nous y conduisent :

- La nature, la forme et l'évolution dans le temps du bassin sédimentaire sont reconstituées par l'observation des figures sédimentaires, l'analyse séquentielle et l'étude des argiles.

- La recherche de l'agent de dépôt final est donnée par l'étude de la granulométrie et des fossiles.

- Les agents de transport, de façonnement, et d'usure sont déduits des analyses morphoscopiques, morphométriques et exoscopiques des grains de quartz et des galets.

- La localisation de la province d'origine est indiquée par des minéraux lourds, la pétrographie et la radioactivité naturelle du sédiment.

- La reconstitution des climats est établie par l'étude des argiles, des feldspaths et des évaporites.

2.2. LA GRANULOMÉTRIE

2.2.1. LA METHODE

9 échantillons ont été prélevés là où le sédiment n'était pas consolidé donc favorable à un tamisage.

- Echantillon_1 : grès pulvérulent à gros quartz très rond de la formation 3 du faciès nord ($x = 279,8$, $y = 90,4$)

- Echantillon_2 : grès pulvérulent de la formation 3 du faciès nord ($x = 283,3$, $y = 90,5$).

- Echantillon_3 : grès tendre, rose et calcaireux du sommet de la formation 3 du faciès nord ($x = 275,7$, $y = 87,0$)

- Echantillon_4 : grès tendre, rose de la formation 3 du faciès nord ($x = 275,7$, $y = 87,0$).

- Echantillon_5 : grès rose tendre du sommet de la formation 5 du faciès nord ($x = 271,6$, $y = 74,3$).

- Echantillon_6 : grès pulvérulent à gros quartz ronds du sommet de la formation 5 du faciès sud ($x = 288,3$, $y = 80,3$).

- Echantillon_7 : grès rose tendre du sommet de la formation 5 du faciès nord ($x = 276,5$, $y = 88,0$).

- Echantillon_8 : siltite gréseuse de la base de la formation 6 du faciès sud ($x = 275,5$, $y = 76,4$).

- Echantillon 9 : siltite du milieu de la formation 6 du faciès sud
(x = 275,5, y = 76,9).

Ces échantillons ont été désagrégés, décalcifiés, lavés (la partie boueuse étant gardée pour séchage et pesage), tamisés à sec sur une colonne de tamis (série AFNOR de 50 μ à 1 000 μ).

2.2.2. LES RESULTATS

Ils sont présentés sous forme de courbes (fig. 2.1.) et de tableau (fig.2.2)

Mode : valeurs en millimètres correspondant au pourcentage maximum de l'histogramme des fréquences simples (unimodale "U", bimodale "B").

Fraction fine : pourcentage de sédiment < à 50 μ

Q1 : premier quantile ; défini par la valeur de l'abscisse correspondant à l'ordonnée 25 % (25 % de sédiment plus fin).

Q2 : deuxième quantile ; défini par la valeur de l'abscisse correspondant à l'ordonnée 50 % (médiane).

Q3 : troisième quantile ; défini par la valeur de l'abscisse correspondant à l'ordonnée 75 %.

Qd_phi de KRUMBEIN (1938) : coefficient de mauvais classement, valeur en unité phi de $\frac{Q1 - Q3}{2}$

He : hétérométrie de CAILLEUX (1958) : longueur minimum sur l'échelle des diamètres de 25 % de sédiment (mesure de phi).

So : Sorting Index de TRASK (1950) : coefficient de mauvais triage
 $So = \frac{Q3 - Q1}{Q1}$

S : asymétrie ou skewness de TRASK (1950) $S = \frac{Q1 \times Q3}{(Q2)^2}$

KG : Kurtosis de FOLK et WARD (1957) (en phi)
 $KG = \frac{\phi_{95} - \phi_{5}}{2,44 (\phi_{75} - \phi_{25})}$

SI : classement ou écart-type (Sorting, standard deviation) de FOLK et WARD (1957).
 $SI = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_{5}}{6,6}$

SKi = Asymétrie (SKEWNESS) de FOLK et WARD (1957)
 $SKi = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_{5} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_{5})}$

Mø : Moyenne (Mean) de FOLK et WARD (1957)
 $Mø = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$

2.2.3. - INTERPRETATION DES RESULTATS

La maturité des sédiments est assez bonne à la base (courbes légèrement bimodales des échantillons 1, 2, 3, 4 de la formation 3 et échantillon 5). Cette maturité est excellente au sommet (courbes unimodales des échantillons 6, 7, 8, 9 des formations 5 et 6). Ceci traduit une évolution positive de la maturité quand on remonte la série (l'échantillon 5 se situe légèrement à part).

Les valeurs du mode des échantillons de la formation 3 sont très homogènes puis elles décroissent quand on remonte dans la série.

La fraction fine est partout très faible, inférieure à 10 %, le sédiment est presque exclusivement sableux

Qdø et l'hétérométrie : la visualisation des résultats (fig.2.3.) indique un milieu de dépôt qui peut être éolien (dunes) ; marin (plages marines) ou fluviale long.

Les valeurs du So (Sorting Index ou coefficient de mauvais classement) restent faibles toujours inférieures à 2,5 : le sédiment est bien classé (marin de plage basse, voire fluviale mais après un long parcours).

Les valeurs du S (asymétrie) restent très groupées autour de la valeur 1. Certaines sont légèrement négatives, d'autres très légèrement positives : dans son ensemble ces dépôts correspondent à une sédimentation abondante dans un milieu peu ou non turbulent.

Le diagramme de Passega (fig.2.4.) montre une évolution dans le transport du sédiment, du roulement vers la saltation puis la suspension et indique une diminution de l'énergie du milieu de dépôt.

L'association sur un graphique (G.M. FRIDMAN, 1961, 1967) de l'écart-type (Standard-Deviation) et de la moyenne (Mean), (fig.2.5.) ; de l'écart-type (standard-Deviation) et de l'asymétrie (Skewness), (fig.2.6.) montre une évolution, de bas en haut, du milieu de sédimentation, d'un domaine plutôt fluviale (formation 3) à un domaine de plage marine (échantillon 6 et 7 de la formation 5) vers un domaine à nouveau plus continental.

En conclusion en remontant la série on assiste :

- à une évolution vers un sédiment plus mature et plus fin,
- à une évolution d'un domaine continental (fluviale ?) vers un domaine plus marin (littoral ? deltaïque ?) jusqu'au sommet de la formation 5, puis à une évolution inverse vers un domaine plus continental (formation 6),
- à une diminution de l'énergie de dépôt.

2.3. MORPHOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ

2.3.1. - LA METHODE

Cette étude porte sur 3 lots de sables (utilisés pour la granulométrie)

L'échantillon 4 provient de la formation 3 du faciès nord.

L'échantillon 6 provient du sommet de la formation 5 du faciès sud

L'échantillon 7 provient du sommet de la formation 5 du faciès nord

Pour chacun de ces 3 lots, on a déterminé, à la loupe binoculaire les proportions de grains de quartz très arrondis, émoussés, non usés, les agrégats et les divers (minéraux autres que le quartz) en fonction des classes granulométriques (de 0,1 à 1,5 mm).

2.3.2. LES RESULTATS

Les proportions des différents types de forme de grains sont représentés sur la figure 2.7.

L'aspect de surface des grains est mat, cette matité est due en partie à des microsilicifications et en partie à un façonnement éolien ; l'analyse excoscopique des grains de quartz le précisera.

2.3.3. INTERPRETATION

L'usure des grains augmente avec la granulométrie : les gros grains sont très arrondis, arrondis ou émoussés ; les petits grains sont surtout non usés, mais aussi, émoussés et arrondis. Le façonnement éolien est présent, plus important pour l'échantillon 4.

2.4. EXCOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ

2.4.1. LA METHODE

Cette étude a porté sur 2 des échantillons de sable :

L'échantillon 1 provient de la formation 3 du faciès nord

L'échantillon 6 provient du sommet de la formation 5 du faciès sud.

Chaque échantillon a été divisé en lots de granulométrie différente.

A = 0,050 - 0,300 mm ; B = 0,300 - 0,500 mm ; C = 0,500 - 0,630 mm

Trois grains de chaque lot ont été systématiquement observés. Ces observations ont été menées à l'aide d'un microscope électronique à balayage (stéroskan 600 Cambridge) au Centre de Microscopie électronique appliquée à la biologie de l'Université Claude Bernard de Lyon.

2.4.2. LES RESULTATS

Ils sont présentés sous forme de photographies (fig.2.8).

Echantillon 1 : Lot A : grains ronds, lisses et mats. Présence de microsilicifications dans les dépressions.

Lot B : grains ronds, lisses et mats, présentant d'anciennes traces de chocs, fort nourrissage secondaire, quelques petites cavités d'origine chimique et des microsilicifications anciennes dans les dépressions et plus récentes sur la surface du grain.

Lot C : grains sphériques, lisses et mats présentant de grosses traces de chocs et enrobés d'une pellicule d'amorphisation. La surface montre des fantômes de petites traces de choc en "V" masquées par les microsilicifications anciennes, des petites cavités d'origine chimique et des microsilicifications plus récentes.

Echantillon 6 : Lot A : grains émoussés à arrondis ; surface tapissée de microsilicifications plus importantes dans les dépressions, présence de grosses traces de chocs antérieures au nourrissage.

Lot B : grains émoussés ou arrondis mats ; présence d'anciennes et grosses traces de chocs, de forts nourrissages, de larges zones concaves et d'une abondante microsilicification bien visible en surface, plus importante dans les dépressions.

Lot C : grains arrondis à ronds, d'aspect mat présentant de profondes dépressions d'origine chimique. La surface est tapissée par une abondante microsilicification ancienne et par une silicification fragmentaire plus récente.

2.4.3. INTERPRETATION DES RESULTATS

Elle a été conduite à l'aide des ouvrages de L. LE RIBAUT (1975), de P.H. KRINSLEY, J.C. DOORNKAMP (1973).

Echantillon 1 : après un transport par un courant liquide de forte énergie fluviatile (?), (grosses traces de chocs anciennes), les grains ont été façonnés par le vent (grains ronds, mats avec traces de chocs en "V") et soumis à un climat de type tropical sec, à la limite du désertique responsable de l'amorphisation de la surface du grain (alternance des rosées et des dessications quotidiennes) et du faible picotis d'altération chimique développé en saison humide. Une épigenèse plus ou moins tardive est responsable des microsilicifications secondaires.

Echantillon 2 : l'ensemble des caractères observés conduit à définir un dépôt littoral dunaire après un transport fluviatile sous un climat de type tropical sec classique, plus altérant que précédemment.

2.5. MORPHOMÉTRIE DES GALETS

2.5.1. LA METHODE

Cette étude porte sur 4 lots de 100 galets de quartz ou de quartzite, de 3 à 5 cm de longueur (les plus gros galets de cette série ne dépassent pas cette dimension).

L'échantillon A provient du sommet de la formation 1 du faciès nord (x = 274,7, y = 86,7).

L'échantillon B provient de la formation 3 du faciès nord (x = 275,7, y = 87,0).

L'échantillon C provient de la partie supérieure de la formation 5 du faciès sud (x = 271,6, y = 84,4).

L'échantillon D provient du sommet de la formation 5 du faciès sud (x = 267,3, y = 72,5).

Pour chacun de ces lots de galets, nous avons calculé les trois indices classiques de A. CAILLEUX.

$$- \text{l'indice d'éroulé} : I = \frac{2r_1}{L} (1\ 000)$$

$$- \text{l'indice d'aplatissement} : A = \frac{L + 1}{2E} (100)$$

$$- \text{l'indice de dissymétrie} : D = \frac{AC}{L} (1\ 000)$$

2.5.2. LES RESULTATS

Ils ont été groupés sous forme d'un tableau (fig. 2.9) fournissant les valeurs maximales, moyennes et minimales de chaque indice pour chaque lot et sous forme d'histogrammes des indices d'éroulé, d'aplatissement et de dissymétrie (fig. 2.10).

L'association sur un graphique (fig. 2.11) des médianes des indices d'éroulé et des indices d'aplatissement (J. TRICART-1951-) permet de définir les appareils de transport et les milieux de dépôt.

2.5.3. INTERPRETATION DES RESULTATS

La figure 2.6. souligne la très nette évolution d'un domaine continental vers un domaine marin quand on monte dans la série, ceci apparaît aussi à l'analyse de la figure 2.10.

2.6. FIGURES ET STRUCTURES SÉDIMENTAIRES

Les linéations de délit : "Parting linéation". Elles sont bien visibles sur les surfaces de bancs de la formation 5.

Elles sont liées à un fin litage horizontal et correspondent à un régime de haute énergie aquatique (lamellaire) ; elles permettent de déterminer les directions de courants.

Les "Flute casts" : on les rencontre à la base des gros bancs de grès de la formation 5 ; elles indiquent le sens des courants et attestent un régime de haute énergie (turbulent).

Associées à ces flute casts, on trouve souvent des traces en cannelures ou "groove casts" et des traces de ricochets ou "Bounce casts".

Des figures de surcharges : "load casts" existent à la base des séquences de la formation 5.

Des traces en croissants : "crescent casts" ont été observées sur les sous faces de bancs de la formation 5 et confirment le domaine médiolittoral de cette formation.

Des fentes de dessiccation ou de synérèse : "Mud cracks" ont été rencontrées tout au long de la série ; elles indiquent un milieu continental ou lagunaire.

Les rides : "Ripple marks" sont très abondantes sur les surfaces des bancs des formations 3 et 4 ; elles sont symétriques, sinueuses et bifurquées et correspondent le plus souvent à des rides d'oscillations mais non à des rides de courant. Elles indiquent un milieu faiblement agité.

Des rides d'oscillation de progradation ont été observées en coupes verticales dans les niveaux silteux de la formation 4 du faciès nord indiquant le domaine médio-littoral.

Des mégarides de 2 à 3 mètres de longueur d'onde ont été observées au sommet de la formation 5 et caractérisent les plages.

Les litages : les trois sortes de litages rencontrées dans la série du Permo-Trias sont :

- des litages horizontaux (associés à des linéations de délit) délimitant de fines lamines, attestant un régime en haute énergie (lamellaire).

- des litages obliques : ils sont rarement sigmoïdes, présentent une forte pente et correspondent à une baisse de l'énergie du milieu. Au sommet de la formation 5, ils sont très longs et possèdent une pente élevée (> 30°). On en déduit le sens des courants et ils nous indiquent un milieu deltaïque, de progradation de talus.

- des litages contournés, "slump structure" ou "convolute bedding" sont fréquents au sommet des bancs de grès de la formation 5.

- des litages entrecroisés ou "cross bedding" sont présents mais rares à la base de la série (formation 1 et 2) et absents au-dessus, ce qui exclut un domaine torrentiel ou fluvial proche de la province d'origine. La chenalisation est donc rare et localisée dans la partie inférieure de la série (formation 1.2 et 4).

2.7. RECONSTITUTION DES DIRECTIONS DE COURANTS

Elle a donc été réalisée à partir des figures et structures sédimentaires notamment au sommet de la formation 5.

2.7.1. MESURES SUR LINEATIONS DE DELIT (fig. 2.12.A)

Réalisées à l'Oukaïmeden sur un même niveau stratigraphique (120 mesures) elles indiquent 2 directions principales : une direction N/S, une autre E/SE - W/NW. Compte tenu de l'environnement littoral déjà défini pour cette formation, on peut admettre qu'une de ces directions est celle des apports venus du continent et que l'autre direction correspond à un courant côtier.

2.7.2. MESURES SUR "FLUTE CASTS" (fig. 2.12.B)

Faites dans la région de l'Oukaïmeden, dans la formation 5 (16 mesures, ce qui est très faible), elles donnent 3 sens : un principal de NE vers le SW et deux accessoires, l'un W/NW - E/SE l'autre E/SE-W/NW. A mon avis le courant côtier serait celui de direction NE-SW, parallèle au rivage ; les apports du continent correspondraient à un courant de jusant de sens E/SE - W/NW auquel s'oppose un courant de flot. Cela renforce l'hypothèse émise à propos des mesures sur les linéations de délit et permet aussi d'évoquer une sédimentation d'estuaire dans un complexe deltaïque. Le continent serait situé au Sud-Est de la ligne de rivage. Le courant côtier serait fort et contribuerait aussi à des apports détritiques.

2.7.3. MESURES SUR CHENAUX (fig. 2.12.C)

Faites à l'Oukaïmeden sur 15 valeurs d'axes de rares et petits chenaux dans la formation 5 ; on retrouve les deux directions précédentes (à défaut d'avoir pu définir un sens) : l'une NE-SW est parallèle à l'allongement du bassin triasique défini par les grabens (chapitre 3) ; l'autre W/NW - E/SE.

2.7.4. DIRECTION DES AXES DE PLIS DES SLUMPS DE LA FORMATION 5 (fig.2.12.D)

42 mesures, donnent en moyenne une direction NW-SE. Dans notre hypothèse, cette direction est celle de chenaux de flot et de jusant et nous pensons que ces slumps peuvent s'être produits sur les bords de ces chenaux comme on peut l'observer actuellement dans le delta du Rhin (comm. orale J. PERRIAUX).

2.7.5. L'ANALYSE DES LITAGES

Elle a été faite systématiquement par J.BEAUCHAMP (1982). Elle nous indique pour la formation 5 un courant venu du NE que j'interprète comme un courant côtier puissant (la pente des litages est forte).

2.7.6. REMARQUE

Une succession de grabens et de horst de Direction N 30 découpe le sommet du Yagour (Chapitre 3). Les mesures sur des linéations de délit tantôt sur les horsts, tantôt dans les grabens, montrent (fig. 2.12.E) que cette tectonique a fortement influencé les courants selon deux directions principales qui sont celles mesurées sur le même niveau stratigraphique à l'Oukaïmeden (§ 2.7.1.).

Toutes nos mesures restent très différentes et même inverses de celles publiées par A.F. MATTIS (1975) et sont conformes à celles mesurées par F.PROUST (1973).

En résumé, j'envisage notamment pour la formation 5 des apports venant du SE et de forts courants côtiers dirigés vers le SW (fig. 2.13).

2.8. LES MINÉRAUX LOURDS

G.BELLION a séparé et étudié, au laboratoire de Sédimentologie du département de Géologie de la Faculté des Sciences de Marrakech, les minéraux lourds provenant des grès.

Echantillons traités :

- 1 : formation 3 du faciès nord (x = 275,7 ; y = 87,3)
- 2 : formation 3 du faciès nord (x = 279,7 ; y = 90,3)
- 3 : formation 3 du faciès nord (x = 283,5 ; y = 90,8)
- 4 : formation 5 du faciès sud (x = 271,5 ; y = 74,4)
- 5 : formation 5 du faciès sud (x = 288,2 ; y = 80,3)
- 6 : formation 6 du faciès sud (x = 275,5 ; y = 76,3)
- 7 : formation 6 du faciès sud (x = 275,5 ; y = 76,8)

Les résultats sont consignés sur un tableau (fig. 2.14).

Leur interprétation est très délicate compte tenu du nombre trop faible d'échantillon et, au niveau de l'échantillon, de la trop faible quantité traitée. On peut cependant noter :

- les minéraux lourds se présentent en grains bien roulés ce qui indique une longue usure ou un remaniement.
- l'absence de minéraux fragiles va dans le même sens.
- la présence de l'association Tourmaline, Zircon, Rutile indique que la province d'origine comportait des granites.
- la présence de Staurotides (rare, il est vrai) indique que cette province comportait aussi des micaschistes.
- la présence d'un fort pourcentage de barytine dans l'échantillon 2 jusqu'à 10 % est intéressante (voir §4.2.6.).

2.9. LES ARGILES

2.9.1. LA METHODE

Les analyses d'argiles par diffractométrie X ont été faites à l'Institut Dolomieu de Grenoble. Elles portent sur 40 échantillons répartis tout au long de la série des faciès sud et nord (voir fig. 1.3., 1.5., 1.7., 1.9).

2.9.2. LES RESULTATS (fig. 2.15)

L'illite est toujours présente et domine sur les autres argiles, elle est mieux cristallisée à la base de la série (formation 1 et 2) qu'au sommet.

La chlorite existe en faibles quantités dans les formations 1 et 2, en fortes quantités (supérieures à l'illite) dans la formation 3 ; elle disparaît à la base de la formation 4 et ne réapparaît que petit à petit au fur et à mesure que l'on monte dans la suite de la série mais toujours en faible quantité.

La montmorillonite apparaît avec la formation 6.

2.9.3. INTERPRETATION DES RESULTATS

Il convient tout d'abord de noter l'absence de kaolinite, ce qui exclut un milieu fortement hydrolisant. La forte cristallinité des Illites à la base de la série peut s'interpréter de 2 façons :

- recristallisation des illites sous l'effet de la diagenèse et de l'enfouissement.

- érosion mécanique plus rapide dans les provinces d'origine du sédiment et transport plus court, diminuant l'altération des illites. Cette deuxième interprétation concorde bien avec la paléogéographie classique du Permien. Au contraire la mauvaise cristallinité de l'illite du haut de la série indiquerait des provinces d'origine plus éloignées et aplanies.

La montmorillonite est classique dans les faciès confinés de type lagunaire : elle trouve bien sa place au sein de la formation 6.

2.10 - LES ÉVAPORITES

Elles se présentent sous forme de gypse et d'halite, exclusivement au sommet de la formation 6. Leur formation est considérée (J. LUCAS, 1962 et H. SALVAN, 1974) non comme des sédiments continentaux ou lagunaires, mais comme des dépôts de mer confinée, à sursalure élevée et précipitation en masse.

Ce milieu peut résulter du comblement progressif d'un bassin marin en climat chaud (eau à 25°C) entraînant l'augmentation progressive de la salinité du milieu et l'apparition d'une zonation salifère des marges du bassin vers le centre. Une telle zonation est connue au Trias supérieur au Maroc (H. SALVAN, 1974) (fig. 2.16) ou notre formation correspondrait au faciès intermédiaire de G. BUSSON (1968).

A. MICHARD (1976) envisage une phase régressive pour cette formation 6. Les pseudomorphoses de cristaux de sel visibles à la base de la formation 4 ne nous apportent pas d'information supplémentaire sur les conditions de dépôt de cette formation, compte-tenu de l'hypothèse diagénétique de leur origine (J.C. PLAZIAT, A. DESPRAIRIES, 1969).

2.11. LA RADIOACTIVITÉ

La radioactivité naturelle a été depuis longtemps utilisée dans l'étude des ensembles sédimentaires (A. RIVIERE, 1955). En France elle a permis de séparer le Permien du Trias avec une chute de la radioactivité au passage du Permien au Trias (G. TURAIN, 1962 et F. ORSZAG-SPERBER, 1966) et une évolution inverse dans le Permo-Trias du sud-ouest de la France (Cl. LUCAS, 1969). Dans notre région, elle ne semble pas liée à un niveau stratigraphique mais plutôt au faciès sédimentaire : la radioactivité des siltites est supérieure à celle des grès.

2.12. PÉTROGRAPHIE

Les données pétrographiques sont consignées sur les figures 1.3 à 1.10 du chapitre 1.

Le quartz domine partout mais son fort pourcentage dans la partie supérieure de la série correspond à un tri pétrographique plus important donc à un long transport.

Les feldspaths plagioclases sont très abondants dans les formations 1 et 2 où ils apparaissent comme le produit de l'altération mécanique des laves basiques qu'on retrouve aussi en abondance sous forme de clastes dans ces mêmes formations.

La pauvreté en feldspath potassique peut être due à une altération chimique sélective ou à une pauvreté originelle. Les feldspaths sont en forte diminution dans les formations 3 et 4 et on rencontre autant de feldspaths potassiques que de plagioclases. Leur pourcentage augmente vers le haut de la série (formation 6).

La présence d'une albite, authigène (néoformée, limpide, peu colorée) est à noter dans les grès de la formation 5. On la rencontre aussi quelquefois incluse dans la structure de morceaux de bois de cette formation : ces feldspaths authigènes seraient typiques d'un milieu marin (milieu sodique), (A. VATAN, 1968).

2.13. FOSSILES ET PALÉOÉCOLOGIE

Chaque reste organique, trouvé dans notre série permet de caractériser le milieu de dépôt.

Les racines associées à des croûtes calcaires, témoins de paléosols, indiquent un milieu aérien.

Les Echinodermes et les Brachiopodes indiquent un milieu holomarin.

Les lamellibranches sont marins, fousseurs pour la plupart, ils représentent une faune appauvrie qui n'est pas celle de la mer franche mais plutôt d'un peuplement de vasières étendues et peu profondes. Les associations d'organismes sont riches en individus mais pauvres en espèces et représentent un milieu à condition sévère (marqué par des fortes variations de salinités).

Dans les gisements, on les trouve en position de vie indiquant une mort brusque des organismes qui peut être due à une forte arrivée d'eau douce, à un dessèchement du milieu ou à une asphyxie par un enfouissement brutal. Tout cela indique des conditions de vie éphémères (J.C. GALL, 1971).

- Les terriers en "U" indiquent un milieu marin (J.C. GALL, 1971).
- Les traces d'Annélides (Scoyénices) seraient continentales pour W. HAUTZSCHEL (1975) et auraient une affinité marine pour J.M. DUTUIT (comm. orale).
- Les traces et restes de vertébrés : l'étude écologique faite dans le couloir d'Argana par J.M. DUTUIT (1976) nous permet de faire les remarques suivantes au sujet du Permo-Trias de l'Ourika : les faunes déterminées, pour la plupart sont des formes qui correspondent à un pays aux ressources en eaux abondantes les Stégocéphales vivaient en bordure d'eau douce. Les ressources alimentaires des reptiles herbivores impliquent un arrière-pays non désertique, riche en végétations.

Le phénomène de mort en masse observé dans le couloir d'Argana implique des conditions de vie éphémères.

2.14 LES SÉQUENCES

La formation 5 s'organise en petites séquences de 3 à 5 mètres de puissance comprenant cinq termes. Elles sont très visibles et souvent complètes à la base et au sommet de cette formation, beaucoup moins complètes en son milieu par disparition, érosion ou non-dépôt des termes extrêmes.

Elles s'organisent comme suit (fig. 2.17) de bas en haut :

- Terme a : grès grossier de couleur rouge riche en intraclastes (galets mous, fragments de grès, éléments blancs de croûte calcaire) provenant de l'érosion des horizons inférieurs (termes d. et e.). Il contient également de nombreux pisolithes plus ou moins brisés, de grosses oncolites, de grosses dragées de quartz bien roulées, des esquilles d'os, des morceaux de bois, des éléments calcaires provenant de paléocroûte et des "flute, bounce, groove et load cast" à la base de ce terme.

Quand ce terme est fortement réduit ou correspond à un milieu plus calme, sa sous-face peut aussi révéler des contre-empreintes de traces de vertébrés, de lamellibranches, de fentes de dessiccation....

- Terme b : grès à laminations millimétriques parfaitement horizontales et parallèles contenant des linéations de délit et des traces en croissant, ce terme correspond à un milieu de haute énergie mais cependant plus faible que pour le terme a.

- Terme c : grès à litage oblique, planaire, rarement sigmoïde, correspond à une chute de l'énergie du milieu.

- Terme d : grès à "slump structure", litages contournés ou "convolute bedding" (F.J. PETTIJOHN et al. 1972, p. 126) allant jusqu'à la formation de boules. Sa surface rappelle celle d'une avalanche avec de petits volcans de grès dus à l'échappement d'eau ou d'air.

Ce niveau peut passer latéralement au terme inférieur. Il ne correspond pas à un dépôt mais à un remaniement du sommet du terme c., par un phénomène de glissement provoqué par des petits séismes ou des phénomènes de surcharge. Il atteste un milieu fortement hydroplastique et une légère paléopente.

- Terme e : le sédiment est fin, d'abord silteux avec des rides d'oscillations puis argileux. Ce terme s'achève par un sol carbonaté riche d'une végétation dont les racines pénètrent dans les argiles sous-jacentes.

La couleur blanche de ces niveaux de sol et de ces empreintes de racines est due probablement à un milieu réducteur par décomposition de la matière organique après enfouissement sous la séquence suivante. Ce terme couronne la séquence ; mais il est souvent tronqué vers le haut, érodé par le terme -a- sus-jacent où on le retrouve à l'état de clastes.

De l'analyse de ces séquences, on peut déduire :

- des variations de l'énergie du milieu de dépôt.
- des exondations périodiques au cours desquelles s'installe un sol.
- des glissements périodiques (T.W. DOE - R.H. DOTT, 1980) que nous

mettons en relation avec les séismes prouvés par la tectonique synsédimentaire (ch.3)

- une sédimentation deltaïque (Commissariat à l'Energie Atomique, 1965).

Ces séquences diffèrent des séquences de turbidités (fig. 2.18) (STANLEY dans F.J. PETTIJOHN et al., 1972) par l'absence de granoclasement dans le terme -a- et par la présence de paléosols (terme -e-).

2.15. LES MINÉRALISATIONS

Les minéralisations en cuivre et uranium sont associées à des niveaux carbonatés riches en matière organique. Elles se présentent sous deux formes : des gites pénéconcordants (à la base de la formation 5) et des gites stratiformes vrais (à la base de la formation 6), (voir ch.4 : minéralisations).

Pour M. TIXERONT (1973) les gites stratiformes sont le produit de pédogenèse, de variations climatiques, de l'épirogenèse et des conditions paléogéographiques. Pour H. ERHART (1967) ces deux types de gites seraient des gites biostasiques, nés en période de biostasie évolutive. Pour d'autres, les gites stratiformes seraient le signe d'une transgression. P. NICOLINI (1965), B. BONNETON (1980) et P. LAGNY (1977) les localisent sur une paléoligne de rivage.

Nos gites pénéconcordants restent des accidents locaux tandis que l'horizon stratiforme est très étendu et donc très important ; il correspondrait à une période d'arrêt des apports détritiques due à une phase biostasique et à l'apparition de dépôts d'origine chimique

2.16. HISTORIQUE DES ESSAIS DE RECONSTITUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU PERMO-TRIAS DE LA RÉGION DE L'OURIKA

M.J. BARTHOUX (1924) évoque un faciès lagunaire pour le haut de la série (salifère).

L. MORET (1927) parle d'un "complexe" lagunaire.

E. ROCH (1931) voit un milieu continental sous climat désertique avec une grande extension des lagunes vers le haut de la série.

L. NELTNER (1938) parle aussi d'un régime désertique.

E. ROCH (1939) revient sur sa première interprétation et considère toujours le milieu comme continental et lacustre mais insiste sur l'importance de l'eau ; il voit un pays de savanes sous un climat de type soudanais.

G. CHOUBERT (1950) évoque un faciès continental ou lagunaire.

S. DEFRETIN (1951) décrit un dépôt qui serait d'abord continental avec de vastes lacs puis soumis à des incursions marines (présence de sel), s'achevant par un retour à des formations lacustres.

M.J. BOURCART, J. RICOUR (1952) évoquent une origine marine.

G. DE KOMINCK (1957) voit un environnement deltaïque évoluant en dépôt lagunaire, le dépôt deltaïque évoluant lui-même du "foreset-bed" au "topset-bed".

C. ARAMBOURG (1960) envisage des formations très littorales voire dunaires évoluant dans le haut de la série en dépôt lagunaire.

R. AMBROGGI (1963) voit plutôt l'évolution d'un domaine torrentiel vers un domaine de chotts, et signale l'importance de formation éolienne.

M. TIXERONT (1973) parle d'un milieu continental d'abord torrentiel puis lacustre et lagunaire avec faibles incursions marines s'achevant par un changement dans la direction des apports (à un courant venu de l'Est succède un courant venant de l'Ouest). Les écoulements deviennent divaguants puis en nappe avec communications du bassin avec la mer.

A.J. AVERTCHENKO (1973) voit des caractères lacustres, deltaïques et fluviatiles ; un climat sec à la base et au sommet, humide dans le milieu.

A.F. MATTIS (1975) évoque un environnement continental de type alluvial, des conditions lagunaires et de plage étant localement présentes. Les apports viendraient du SW.

M. DUTUIT (1976) parle de conditions aquatiques semblables s'étendant sur tout l'Atlas ; territoire d'épandage très plat, envahi par la mer dans la dernière phase, arrière pays non désertique.

A. LE MARREC (1977) considère cette sédimentation comme fluviatile à la base et comme un dépôt de plaines inondées au sommet.

2.17. CONCLUSION : EVOLUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU PERMO-TRIAS DE LA RÉGION DE L'OURIKA

On sait que dans le monde, le Permo-Trias correspond à un réchauffement général, à une migration du pôle nord et de l'équateur vers le Sud et à l'extension de la zone évaporitique. Le climat est tropical à saisons alternantes et la température de la mer est de 25°C (C. POMEROL, 1975).

La lune étant plus proche de la terre entraînait des marées plus importantes pouvant créer des zones littorales beaucoup plus larges qu'actuellement surtout en envisageant un paysage très plat dû à l'érosion bien avancée de la chaîne hercynienne.

La formation 1 (fig. 2.19.A) se dépose dans de petits bassins isolés au sein du relief hercynien encore important. La sédimentation est continentale de type glacis avec épandages brutaux de type "sheet flood". Les zones d'apport sont proches et le climat chaud et sec favorisait la formation de croûtes calcaires.

La formation 2 (fig. 2.19 B) correspond à une évolution du dépôt vers une sédimentation plus aquatique (terrier, bioturbation), l'extension de la zone d'épandage et l'aplanissement des zones d'apport.

La formation 3 (fig. 2.19C) débute par l'arrivée de matériaux grossiers et évolués, résultant d'une reprise de l'érosion dans les zones d'apport à laquelle succède une période de calme sédimentaire avec concentration périodique de carbonates encroûtant de vastes zones de la pénéplaine post-hercynienne (calcrête). La région, alors soumise à un climat sec, était balayée par des vents puissants, façonnant les éléments détritiques.

La formation 4 (fig. 2.19D) se dépose donc sur une aire continentale aplanie et encroûtée, proche du niveau marin. Un conflit permanent opposant ces deux domaines où la sédimentation continentale prédomine fortement (paléosols, vertébrés). Les influences marines restent à l'état de brève incursion permettant l'installation de biotopes marins éphémères et une condition de vie difficile.

Les lamellibranches marins en position de vie se rencontrent surtout au Nord-Ouest de notre région (zone subatlasique) tandis que les traces de vertébrés se trouvent au Sud-Est (zone des Hauts Plateaux). Ainsi, au SE, d'un rivage marin s'étendait un continent vaste et plat, soumis à un climat de type soudano-sahélien, couvert par une végétation suffisante pour nourrir de grands vertébrés herbivores et parcourue par des cours d'eau divaguants, cheminant vers le NW et s'étalant en un système de deltas au niveau du littoral.

Avec la formation 5 (fig. 2.19.E) la sédimentation marine s'affirme et les influences continentales sont éphémères représentées par des paléosols des sommets de séquences. Cette sédimentation marine est essentiellement deltaïque ; au sommet elle évolue vers une sédimentation littorale marquée par un fort courant côtier NE-SW, et des chenaux de flot et de jusant perpendiculaires à la côte, aux embouchures de vastes systèmes fluviaux. Couronnant cette formation, un épisode carbonaté correspond à un arrêt des apports détritiques dûs à une période biotasiq sur le continent.

Avec la formation 6 (fig. 2.19.F) le bassin évolue vers le type salifère avec comblement du bassin. Enfin la sédimentation s'achève avec un paysage continental, lacustre, marqué par de vastes coulées basaltiques le plus souvent aériennes (coulées prismées) apparemment sans influence sur la sédimentation détritique (fig. 2.19.G.).

Remarque : place de cette paléogéographie dans le contexte structural défini dans le chapitre 3.

La position de ce paléolittoral NE-SW correspond à la zone de subsidence maximale triasique contrôlée par une tectonique distensive à allure de graben. La direction de ce littoral et des courants est certainement très influencée par la direction des failles (N70) de cette tectonique. Le jeu de celles-ci pouvant créer des zones en relief au sein de ce très large littoral triasique, détermine des apports locaux venant du NW (comme le montre la figure 3.4.).

TECTONIQUE

- CHAPITRE 3 -

=====

- . *Introduction*
- . *Cadre structural du secteur étudié*
- . *Structure du secteur étudié*
- . *Résumé de l'évolution tectonique du Haut Atlas de Marrakech pendant le Permo-Trias.*
- . *Conclusion*

3.1. INTRODUCTION.

Le but de cette étude porte surtout sur la tectonique permo-triasique. Les données stratigraphiques et sédimentologiques nouvelles (voir Ch. 1 et 2) permettent d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes :

- Quel a été le rôle des failles majeures dans la distribution spatiale des formations et des faciès ?
- Peut-on préciser la nature des rejets de ces failles et d'autres failles mineures par la présence d'objets sédimentologiques ou tectonosédimentaires ?
- Les connaissances stratigraphiques permettent-elles de préciser la géométrie des composantes inverses des rejets atlasiques ?

3.2. CADRE STRUCTURAL DU SECTEUR ÉTUDIÉ.

3.2.1 - LOCALISATION STRUCTURALE DU SECTEUR ÉTUDIÉ DANS L'ATLAS.

La vallée de l'Ourika se situe dans l'Atlas de Marrakech et fait partie du bloc oriental du massif ancien du Haut Atlas (Fig. 3.1). La géologie de cette région peut être représentée par des coupes transversales à la chaîne (Fig. 3.2) et une carte géologique (Ch. 1 - Fig. 1.14). Cet Atlas de Marrakech est subdivisé (L. MORET -1931) en 4 zones de direction E/NE-W/SW séparées par de grands accidents; du Nord au Sud :

- La zone de la plaine du HAOUZ: elle est constituée d'un substratum primaire (surtout viséen) recouvert par du mésozoïque et par une épaisse série détritique néogène et quaternaire.
- La zone subatlasique : elle est constituée d'un substratum viséen formant un vaste anticlinal limité au Nord par la faille passant par Anrar.
- La zone des Hauts-Plateaux : elle est constituée d'un substratum cristallin ou paléozoïque (le viséen est alors réduit : F. PROUST, 1961, et E. VOGEL et al, 1980) recouvert par une épaisse couverture tabulaire de Permo-Trias. Cette zone est limitée au Nord par l'accident de Sidi-Ali-ou-Fars et au Sud par la faille du Meltsen.
- La zone axiale : elle est constituée uniquement de matériel précambien.

Le serrage atlasique (F. PROUST, 1973) est responsable de ce dispositif en zones qui constitue autant d'unités structurales caractérisées par leur morphologie et leur constitution stratigraphique.

Le Permo-Trias n'est visible en affleurements que dans les zones subatlasiques et des Hauts-Plateaux où il est lithologiquement différent et bien calé stratigraphiquement (Fig. 3.3.).

Dans la zone subatlasique on distingue deux séries :

- . La série inférieure constituée de deux formations qui sont de bas en haut :
 - formation 1, grésoconglomératique.
 - formation 2, siltogréseuse.
- . La série supérieure comprend quatre formations qui sont de bas en haut :
 - formation 3, conglomératique et calcaire.
 - formation 4, silteuse.
 - formation 5, gréseuse.
 - formation 6, silteuse, évaporitique avec un épisode volcanique vers le haut.

Dans la zone des Hauts-Plateaux, seule la série supérieure est présente (la formation 5 apparaît plus développée).

3.2.2 - ETAPES DES DEFORMATIONS D'APRES LES AUTEURS ANTERIEURS.

3.2.2.1 - La tectonique anté-permotriassique.

La plus importante est la phase hercynienne, très intense dans l'ensemble du Maroc et en particulier dans le bloc occidental du massif ancien du Haut-Atlas (domaine à schistosités), elle apparaît, dans le Haut-Atlas de Marrakech, limitée à une tectonique de blocs (F. PROUST, 1973).

Les mouvements se traduisent essentiellement par des décrochements (N 70) dextres qui se sont poursuivis jusqu'à l'époque tardi-hercynienne (F. PROUST et al, 1977 et M. MATTAUER et al, 1977).

3.2.2.2.- La tectonique distensive synpermotriassique.

- F. PROUST, 1973, a mis en évidence une subsidence maximale à allure de graben dans l'axe de la chaîne actuelle, il note la symétrie des failles normales synsédimentaires de part et d'autre de cet axe : ces failles pouvant être d'anciens accidents hercyniens ou tardi-hercyniens.

- Pour A. F. MATTIS, 1975, sédimentologue : "la distribution des roches du Trias dans la région du Haut Atlas confirme une tendance NE de cette zone de faiblesse de la croûte, l'analyse sédimentologique n'indique pas si le principal mouvement le long de cette zone était de nature latérale ou en extension. Ce qui est indiqué, néanmoins, est le fait que la ceinture du Haut-Atlas était une zone d'activité tectonique pendant la période triassique et liasique et que cette activité contrôlait la sédimentation".

- E. LAVILLE, 1981, a étudié le rôle des décrochements dans la formation des bassins triassiques de la partie occidentale du Haut-Atlas central. Il met en évidence un système de horstset de grabens contemporains de la sédimentation triassique et des décrochements sénestres N.120. Le rejeu des accidents tardi-hercyniens est primordial.

- Pour J. STETS et P. WORSTER, 1981, le Haut-Atlas marocain s'est développé à partir d'une structure de rift étroite et complexe qui se trouvait dans une position intracratonique ou intracontinentale, cette structure était en partie orientée suivant des systèmes de fractures préexistantes.

La géométrie des dépôts, la présence de faciès et de structures sédimentaires particulières et la mise en évidence d'objets tectono-sédimentaires nous ont permis de montrer l'existence d'accidents synsédimentaires contrôlant la sédimentation (C. ARMAND et al, 1980 - J.P. PETIT et J. GANEVAL, 1980).

3.2.2.3.- La tectonique post permo-triasique (tectonique atlasique).

La plus importante est la phase compressive anté-miocène, elle provoque le rejeu spectaculaire des anciennes failles normales en failles inverses édifiant l'essentiel des reliefs actuels - (F. PROUST, 1973) - Elle est précédée par l'apparition dans le rejet de ces failles d'une composante horizontale sénestre post permien et sans doute anté-crétacé (J.P. PETIT, 1976 - F. PROUST et al, 1977). L'Atlas de Marrakech est une chaîne de montagnes intracratonique à double déversements (en éventail), elle se présente comme un horst à grandes failles inverses, inclinée vers le centre de la chaîne.

3.3. STRUCTURE DU SECTEUR ETUDIÉ.

3.3.1. - TECTONIQUE POST-PERMO-TRIASIQUE. (tectonique atlasique).

Le flanc nord de l'Atlas de Marrakech a l'aspect d'un grand escalier dont les marches sont limitées par des accidents à forts rejets verticaux. (3000 à 3500 m pour la faille du Meltsen). De nombreux exemples très spectaculaires sont visibles, souvent soulignés par une forte différence lithologique (couleur, dureté....).

Ces marches se traduisent géomorphologiquement par des entités bien distinguables favorisant le découpage en zone.

3.3.1.1. - Zone axiale.

Elle est constituée essentiellement de matériel précambien affleurant entre des failles inverses à fort rejet, de nombreuses failles internes en compliquent le schéma, certaines peuvent pincer des lambeaux de matériel rouge décrits comme permo-triasiques (F. PROUST, 1973).

Cela est visible par exemple le long de la faille du Meltsen à hauteur d'Imlil et au Tizi N'Eddi (non loin de l'Oukaïmeden). Les dépôts paléozoïques affleurent en petites boutonnières (Ourika; Tageddirt; Yagour, récemment découvert), ainsi que des placages de couches permo-triasiques se limitant à la formation 3 (voir Ch. 1) visibles à l'Angour (x = 270, y = 67) et dans la région de Timichi (x = 274, y = 69).

Le bassin permo-triasique a vraisemblablement occupé la zone axiale puisqu'on y retrouve ces lambeaux et ces placages et qu'il existe sous le même faciès au Sud de l'Atlas. Sa disparition presque complète est due en partie à l'érosion et aussi, sans doute, à une tectonique par gravité récente (atlasi-que) sur ces flancs de "l'escalier" nord-atlasique. La complexité tectonique de la partie septentrionale de la zone subatlasique (contacts anormaux horizontaux, tectonique salifère...) confirme cette hypothèse (J. FERRANDINI et al en cours).

3.3.1.2. - Zone des Hauts-Plateaux.

Elle est caractérisée par des plateaux plus ou moins tabulaires de couverture permo-triasique, reposant sur un substratum généralement antécarbonifère. Ce Permo-trias débutant avec la formation 3 est surtout constitué par une épaisse et massive formation de grès (formation 5) qui peut plier au contact des failles inverses atlasiques en crochons conformes (Fig. 3.4 et 5).

Ce dispositif peut souligner l'histoire complexe de ces failles (Fig. 3.4.) D'Ouest en Est, la tectonique semble de moins en moins cassante, cette évolution semble liée à l'enfoncement du socle vers l'Est : sur une même marge d'escalier, la paléosurface anté-triasique est située à l'altitude de 2500 m sur le flanc nord du Taourirt-n'-Ikis, (3616 m) (sommet à l'Est de l'Oukaïmeden) à 1350 m au niveau de l'Oued Ourika, il n'apparaît plus à l'Est (le réseau hydrographique actuel n'atteignant pas).

Ainsi, on passe progressivement d'une tectonique de socle à une tectonique de couverture : formée de 3 ou 4 marches d'escalier au niveau de l'Oukaïmeden, cette zone est réduite à 2 marches au niveau du Timenkar et à une seule au niveau du Yagour plus à l'Est, elle est confondue avec la zone subatlasique, alors que disparaît la faille de Sidi-Ali-ou-Fars au niveau de Tichki.

3.3.1.3. - Zone subatlasique.

Le caractère tabulaire de la couverture disparaît ici pour faire place à des plissements et à des basculements. On distingue deux parties :

- la première située à l'Ouest de l'Ourika, mal étudiée, est rendue très complexe par les nombreux décollements, chevauchements (comme par exemple le Crétacé d'Agaïouar $x = 269,6 - y = 79,3$) et décrochements (comme par exemple la faille du flanc nord de l'Aourir-n'-Oumouche $x = 273, y = 81$ responsable du rapprochement tectonique de 2 séries permo-triasiques à faciès un peu différent).

La faille chevauchante d'Anrar (rive gauche de l'Ourika) donne un bon aperçu de cette complexité (Fig. 3.6.) qui apparaît aussi sur la carte géologique "Oukaïmeden-Toubkal" au 1/100.000 ème de E. VOGEL et al, 1980.

- la deuxième située à l'Est de l'Oukaïmeden est formée par le vaste anticlinal, à coeur de viséen, de l'Ourika-Zat. Des variations de faciès de la couverture apparaissent de part et d'autre de cet anticlinal. La zone septentrionale de cette deuxième partie est encore plus complexe avec de nombreux niveaux de décollement (signalés déjà par L. MORET, 1931), provoquant un empilement de terrains sédimentaires suggérant une tectonique particulière qui peut être due à l'entassement de matériaux ayant glissé par gravité au pied du flanc nord de l'Atlas, depuis une zone méridionale plus élevée, vers une zone septentrionale. Il est clair que les niveaux salifères du Trias et du Jurassique ont joué un rôle important comme couche de base à de nombreux glissements ("couche-savon").

3.3.1.4. - Articulation avec la zone du Haouz.

Séparée de la zone subatlasique par une faille majeure passant par Anrar (Ourika), la zone du Haouz est constituée par un fossé d'effondrement comblé par du Tertiaire et du Quaternaire. Les couches liasiques (basaltes compris), crétacées et miopliocènes sont redressées à la verticale au contact nord de cette faille. Ce redressement semble être contemporain du dépôt miopliocène (paroxysme atlasique) (J.P. PETIT et al en cours).

3.3.1.5. - Remarque sur les accidents atlasiques.

La figure 3.7. montre d'importantes et brusques variations des rejets verticaux le long de ces accidents (N.70).

Entre le Yagour et le village de Tichki, un rejet vertical de 1500 mètres s'amortit sur une distance de 1 km (Fig. 3.8.). Ces rejets variables sont caractéristiques de ces failles inverses atlasiques.

3.3.2. - TECTONIQUE PERMO-TRIASIQUE.

Le Permo-Trias correspond à une époque de distension, engendrant des bassins sédimentaires. Un volcanisme fissural de type spilitique à la base de la série (voir Ch. 1) atteste que ce régime distensif existait déjà au Permien et s'est poursuivi jusqu'à l'orée du Lias avec d'épaisses coulées de basaltes doléritiques. Cette distension remobilisant les accidents hercyniens et tardi-hercyniens en failles normales (N.70) donne à ce bassin une allure de graben axée sur la chaîne atlasique actuelle.

3.3.2.1. - Objets tectono-sédimentaires attestant une tectonique distensive cassante synsédimentaire.

De petites tailles, ils affectent toute la série permo-triasique et ont été bien étudié par J.P. PETIT - J. GANEVAL, 1980, et en cours :

- Miroirs de faille à caractère hydroplastique montrant l'état peu induré des matériaux au moment de la fracturation (Fig. 3.9.).

- Objets striateurs inhabituels sur un plan de faille : galets mous (Fig. 3.10.).

- Minigrabens scellés par une sédimentation postérieure (Fig. 3.11.) et homothétiques du grand graben que constitue le bassin triasique. Certains d'entre eux peuvent cependant être liés à la distension par glissement gravitaire sur une paléopente, indépendante de la direction de l'axe du graben.

- Faciès de remaniement intraformationnel impliquant une activité tectonique proche (Fig. 3.12.).

- "Slump-structure" allant jusqu'aux "slump-ball" dans des séquences gréseuses (voir Ch. 2) à plusieurs niveaux de la formation 5. L'évocation de petits séismes comme moteur de ces slumps (B.R. TURNER, 1981) convient parfaitement ici, en provoquant des glissements en avalanche sur des pentes même très faibles (1 à 2°), et en liquéfiant la fraction argileuse (phénomène de thixotropie) dans un milieu fortement hydroplastique.

3.3.2.2.- Contrôle de la sédimentation par les accidents.

Cette étude est basée sur les observations sédimentologiques faites en bordure des accidents majeurs (failles inverses atlasiques)

- Brusques variations d'épaisseur au passage d'une faille majeure atlasique (ces variations sont transversales par rapport à l'axe du bassin) qui montrent le rôle de cette faille dès la sédimentation triasique : la faille de Sidi-Ali-ou-Fars au niveau du pied nord de l'Adrar Yagour (2728 m) en est un bon exemple (Fig. 3.13.).

- L'épaississement longitudinal de la formation 4 par rapport à l'axe du bassin au niveau de l'hôtel "Ramuntcho" (vallée de l'Ourika) peut être la conséquence d'un phénomène tectonique identique, dû ici au jeu de failles à rejets variables (Fig. 3.14.).

- Le mélange de matériel immature, grossier dans une matrice gréseuse très mature, suggère des apports locaux dus au rajeunissement d'un relief proche. La figure (3.15.) représente ce phénomène : la présence de ces matériaux sous forme de lentilles à proximité de la faille de Sidi-Ali-ou-Fars au niveau de la barrière de neige de la route de l'Oukaïmeden, la dimension dans le Trias du plus gros galet moyen en s'éloignant, vers le Sud de cet accident (50 cm → 20 cm en quelques centaines de mètres), indiquent que cette faille a fonctionné au Trias et crée des rajeunissements de relief donnant ces lentilles. (On avait déjà souligné l'histoire complexe de cette faille à la figure 3.4.)

- Au Nord du Yagour, la disparition brusque vers le Sud des niveaux fossilifères de la formation 4 au passage d'une grande faille atlasique, suggère

le rôle que cette faille a pu jouer pendant la sédimentation de cette formation (Fig. 3.13.).

En conclusion, toutes ces observations attestent que certaines grandes failles inverses atlasiques (limites des marches "d'escalier") ont fonctionné dès le Permo-Trias en failles normales (syndimentaires) en influençant la sédimentation.

3.3.2.3. - Mise en évidence de la migration de la sédimentation des bassins entre le Permien et le Trias.

- Observations : La zone subatlasique à substratum carbonifère est caractérisée par la forte épaisseur de la partie inférieure de la série permo-triasique (formations 1 et 2) représentant le Permien, la partie supérieure étant réduite mais complète. La zone des Hauts-Plateaux à substratum essentiellement anté-carbonifère est caractérisée par l'absence de Permien et la forte épaisseur de la partie supérieure de la série permo-triasique (surtout la formation 5) qui représente le Trias.

- Interprétation - (Fig. 3.16)

La subsidence est maximum pour le Permien dans la zone subatlasique, elle se cale sur la zone de subsidence carbonifère. Par contre celle du Trias est au maximum dans la zone des Hauts-Plateaux. Cela nous fait envisager une migration de la zone de subsidence maximum du Permo-Trias du Nord avec la subsidence permienne, au Sud avec la triasique.

3.3.2.4. - Les rejets des failles limites pendant la sédimentation, failles normales ou décrochement.

Dans le modèle d'ouverture de bassin en "pull-apart" ces deux types de rejets existent simultanément (F. ARTHAUD et al, 1977) (Fig. 3.17). Dans notre cas, les caractéristiques sédimentologiques du "pull-apart" (petit bassin sans extension longitudinale, sédimentation hétérogène....) sont absentes nous faisant exclure ce modèle d'ouverture de bassin et faisant envisager les 2 sortes de rejets séparément.

- Jeu en extension - Tout le long de la série du Permo-Trias de la région de l'Oued Ourika et aussi plus à l'Ouest dans la N'Fiss (C. ARMAND et al, 1980), de nombreux miroirs de faille de direction N. 60-70, montrent souvent des caractères syndimentaires et indiquent des mouvements verticaux dans le rejet de ces failles. Ces mouvements attestent une distension pure par des failles à rejets normaux donnant un bassin en forme de graben (Fig. 3.18).

- Jeu épisodique décrochant -

o Observations o Un réseau de failles subparallèles N.30 découpe le sommet de la formation 5 qui affleure en surface structurale sur la zone des

Hauts-Plateaux (Fig. 3.19). Ces failles N. 30 sont limitées aux zones comprises entre les failles majeures N.70 (failles limites).

Elles sont normales et constituent de petits grabens visibles sur le plateau du Yagour. Cette structure apparaît nettement sur la carte topographique et les photos aériennes. Ces failles secondaires ont-elles un caractère synsédimentaire ou résultent-elles d'une tectonique plus tardive ?

La formation 6 semble sceller cette structure (bien visible à l'Ouest de mon terrain dans le bassin de Talaat-n'-Yacoub : Cl. ARMAND et al, 1980).

Quelques objets tectonosédimentaires (miroirs de failles hydroplastiques.....) sont visibles sur les bords de ces grabens et les directions de paléocourant, sur le plateau du Yagour, semblent être influencées par la direction de ces grabens (voir Ch. 2 § 2.7.6.)

Ces arguments militent en faveur d'une origine synsédimentaire de cette structure en petits grabens, n'affectant semble-t-il que le sommet de la formation 5.

◦ Interprétation ◦ La formation 5 constitue une véritable plaque de 400 à 600 m d'épaisseur formée de grès massif donnant à l'ensemble un caractère compétent. Cette plaque est prédécoupée par les failles normales majeures (N.70). La mobilisation en décrochement sénestre de ces failles pourrait expliquer l'apparition d'un système de failles mineures en échelon N. 30.

Le premier modèle venant à l'esprit, expliquant ces structures, est le modèle de Riedel : apparition de systèmes de failles en échelon dans une zone de cisaillement dont la direction est oblique à ces failles. Dans ce modèle, les grandes failles majeures sont postérieures aux failles en échelon. Or dans cette étude, on a montré que les grandes failles normales ont existé tout le long du Permo-Trias (influençant la sédimentation) et même sont un héritage hercynien ou tardi-hercynien, donc antérieur à cette structure observée au sommet de la formation 5. Cela nous faisant exclure le modèle de Riedel.

Un autre modèle, partant de l'existence primaire de grandes failles, a été expérimenté par S. REYNAUD, (1979) : modèle de l'évolution d'une zone de relai.

Ces travaux expérimentaux sur des gateaux d'argiles, ont montré plusieurs stades dans l'apparition de fissures secondaires à partir de facture en relai travaillant en décrochement (Fig. 3.20.)

STADE 1 : Apparition de fractures en relai.

STADE 2 : Apparition de fissures secondaires formant un angle de 30 à 60° avec les fractures en relai.

STADE 3 : Certaines fissures secondaires s'ouvrent en petits grabens, d'autres jouent en cisaillement, et d'autres encore deviennent sigmoïdes. Apparition d'une fissure à l'une des extrémités de la zone qui transmettra ensuite le déplacement.

Dans sa thèse, S. REYNAUD nous montre l'existence du phénomène à toutes les échelles.

Quelques unes de nos observations de terrain correspondant bien à ce schéma.

- Caractères primaires des fractures de relai.
- Obliquité de 40° des failles mineures par rapport aux failles majeures (Fig. 3.19).
- Les failles mineures ont tendance à se paralléliser au contact des failles majeures et ont une forme sigmoïde (Fig. 3.19 A.).
- Ouverture en grabens très spectaculaire de ces failles secondaires sur le plateau du Yagour (Fig. 3.19. A).
- Faille de direction mineure montrant des stries horizontales pénétrantes attestant un cisaillement sénestre est visible non loin de la terminaison d'une zone de relai. Cette faille est visible juste au Sud du sanctuaire de Sidi-Ali-ou-Fars. (Fig. 3.19 B).

Ce modèle semble correspondre à l'explication de notre phénomène. Des exemples de cette tectonique sont connus un peu partout dans le monde comme : le décrochement du "Cottage Grove" (Illinois) décrit par R.E. WILCOX et al, (1973) (Fig. 3.21.).

EN CONCLUSION - Ce graben permo-triasique (l'existence d'un graben permien n'est pas très évidente mais probable) contrôlé par des failles synsédimentaires normales N.70 à rejet vertical est la conséquence d'un régime distensif.

Mais une mobilisation décrochante sénestre d'âge carnien (voir Ch. 1) dans le rejet de ces failles peut être l'interprétation de l'origine de structures en petits grabens obliques aux grandes failles N. 70 visibles au sommet de la formation 5 dans la zone des Hauts-Plateaux. (Fig. 3.22.).

Cette mobilisation décrochante sénestre peut être due au coulissage sénestre d'un bloc nord par rapport à la plateforme africaine (décrochement sénestre post-permien et anté-crétacé de F. PROUST et al, 1977 et M. MATTAUER et al, 1977).

Dans ce coulissage, l'existence d'une composante compressive pourrait être déjà le premier signe de la compression atlasique.

De tels épisodes compressifs en période distensive sont connus en France dans le bassin permien de Lodève et de St-Affrique (G. SANTOUIL, 1980).

3.4. RÉSUMÉ DE L'ÉVOLUTION TECTONIQUE DU HAUT-ATLAS DE MARRAKECH PENDANT LE PERMO-TRIAS. (Fig. 3.23.)

Après l'aplatissement post-hercynien du socle, le Permien se dépose dans un graben d'axe E.-W. limité par des failles normales ayant déjà joué à l'époque hercynienne et tardi-hercynienne.

Au Trias, par le jeu de ces mêmes failles, l'axe du graben migre vers le Sud pour prendre l'emplacement de l'axe de la chaîne actuelle. Là, se dépose une épaisse série triasique débordant de plus en plus latéralement et affectée de décrochements sénestres, peut-être dûs à une compression se poursuivant jusqu'au crétacé ? Une phase compressive généralisée fait alors évoluer ce graben en horst qui aboutit à la chaîne actuelle. Ce horst est bordé par d'anciennes failles normales maintenant inverses, à rejets variables. Sur les pentes de ce horst une tectonique de gravité est alors possible.

3.5. CONCLUSION .

Le bassin permo-triasique a une allure de graben. Il est contrôlé par des failles N.70 évoluant à la phase atlasique en failles inverses.

L'axe de ce graben migre vers le Sud en passant du permien au Trias.

La tectonique synsédimentaire distensive pendant le dépôt du Permo-Trias se traduit par :

- Une disposition en grabens pendant tout le Permo-Trias, contrôlé par un système majeur de failles préexistantes N.70 à rejets variables. Ce système influence fortement la sédimentation.

- La présence au sommet de la série (carnien) d'un système de horst et graben mineurs N.30 qui est interprétable par l'apparition d'une composante horizontale sénestre dans le rejet de failles majeures. Le schéma structural de la zone d'étude est représenté sur la figure (3.24.). Une coupe NW-SE du versant nord de l'Atlas de Marrakech (Fig.3.25) montre les caractères tectoniques et lithologiques de chacune des deux zones affectées par le Permo-Trias.

MINÉRALISATIONS

- CHAPITRE 4 -

=====

- . Introduction
- . Substances autres que cupro-uranifères
- . Substances cupro-uranifères
 - Introduction
 - Historique
 - Anomalies nouvellement découvertes
 - Géologie
 - Problème de la coloration
- . Conclusion

4.1. INTRODUCTION

Les substances utiles des séries détritiques rouges du "Permo-Trias" du Maroc et en particulier celles de la région de la vallée de l'Ourika (Haut-Atlas de Marrakech), sont nombreuses : halite (sel), gypse, agates, améthystes, aérinites, barytine, hématite, cuivre, uranium...

Dans ce chapitre nous abordons surtout le problème de la paragenèse cuivre-uranium qui est associée à la matière organique, aux carbonates et à un état non coloré de l'encaissant.

La stratigraphie de ces séries peut se résumer à six formations qui sont de bas en haut :

- Formation 1 : conglomérat et grès riches en éléments volcaniques (0 à 400 m),
- Formation 2 : grès silteux plus ou moins dur (0 à 300 m),
- Formation 3 : conglomérat, grès, carbonate (15 à 40 m),
- Formation 4 : grès et siltite argileux (200 m),
- Formation 5 : grès (50 à 600 m),
- Formation 6 : siltite avec intercalation vers le haut de 200 m de basalte doléritique (400 m).

Ces diverses formations sont presque en entièrement colorées en rouge.

Deux faciès ont été reconnus dans cette région : l'un dans la zone sub-atlasique à substratum viséen dit faciès nord, l'autre dans la zone des Hauts Plateaux, à substratum paléozoïque et cristallin (granite, rhyolite...) dit de faciès sud.

4.2. SUBSTANCES AUTRES QUE CUPRO-URANIFÈRES

4.2.1. L'HALITE (sel)

Utilisé depuis la préhistoire dans l'Atlas et le Maroc en général, le sel du Trias est exploité soit par galerie quand il se trouve en banc massif, soit par décantation dans des salines d'une eau provenant de nappes salées imprégnant les terrains triasiques évaporitiques. Stratigraphiquement le sel se trouve dans la partie supérieure de la formation 6 de part et d'autre des basaltes.

Dans notre zone d'étude, il est visible dans la zone subatlasique (faciès nord) et exploité en salines très pittoresques à Timalizène ($x = 275,7$; $y = 86,47$), à Tafza ($x = 273$; $y = 87$) à Tagadirt ($x = 277,3$; $y = 89,6$), à Tala Alman ($x = 279,9$; $y = 93,4$) à Taourirt ($x = 274,8$; $y = 88$).

Une petite exploitation de sel massif est visible non loin des salines de Taourirt. De grosses exploitations existent plus à l'Est dans la région des Ait

Ourir (x = 284 ; y = 208) et à Telouët. Pour l'origine de ce sel et la paléogéographie du dépôt de la formation 6, (voir chapitre sédimentologie) ; ce problème a été surtout étudié par H. SALVAN (1974).

4.2.2. LE GYPSE

Exploité pour la fabrication du plâtre, il se trouve dans la même formation que l'halite, en grosses cristallisations (fer de lance) éparses dans les siltites argileuses. Dans l'Atlas, il est surtout exploité dans le Lias où il est en banc massif métrique comme à Asni (x = 256 ; y = 78) et à Amanouz (x = 282 ; y = 105).

4.2.3. AGATES ET AMETHYSTES

Utilisées comme pierres de collection, elles sont vendues aux touristes tout au long des routes de l'Atlas.

Les agates et surtout les améthystes de l'Atlas ont une grande réputation. On les trouve dans certaines coulées basaltiques et elles sont exploitées en grattage un peu partout et même en véritable exploitation comme par exemple à Sidi Rahhal sur la route Marrakech Demnat.

4.2.4. L'Aérinte

L'aérinte est une chlorite bleue, rare, que l'on trouve parfois le long des routes, vendue comme pierre de collection. Elle provient de filonnets inclus dans les coulées basaltiques. De beaux échantillons proviennent de la colline à l'Est de Taourit (x = 274,8 ; y = 88). Elle fait partie du groupe des chlorites, de couleur bleue intense. En milieu acide, elle perd sa couleur. Au microscope on observe un pléochroïsme extrême, une extinction droite, un allongement positif : elle est biaxe +.

Découverte au Maroc par G. et H. TERMIER (1946) sa structure est étudiée actuellement par le laboratoire de minéralogie de Toulouse.

4.2.5. L'HEMATITE

On la trouve dans toute la série permo-triasique à l'état de traces et à l'état de nodules ou de galets de taille centimétrique à décimétrique, à la base de la formation 1 comme par exemple au sud d'Anrar (x = 274,2 ; y = 86,7). Son origine n'a pas été étudiée, elle peut être due à une remobilisation diagénétique ? (voir § 4.3.5.).

4.2.6. LA BARYTINE

Comme pour l'hématite, on la trouve à la base de la formation 1 en filonnets ou en inflorescences par exemple (x = 256,5 ; y = 83,5) remplissant des vides au sein de bancs grésoconglomératiques : son origine semble être secondaire (liasique?). Au sein de la formation 3, le ciment d'un grès à quartz sphériques de 600 μ est constitué d'un fort pourcentage de barytine cristallisée. L'origine de celle-ci pourrait être due à la proximité de filons minéralisés recoupant la série permo-triasique donc résultant d'un phénomène secondaire. L'existence, dans ces mêmes grès, de grains de barytine fortement arrondis, donc détritiques pose le problème de l'origine réelle de celle-ci.

4.3. SUBSTANCES CUPRO-URANIFÈRES

4.3.1. INTRODUCTION

Dans le monde, les minéralisations en cuivre et uranium sont souvent associées à des séries détritiques rouges et fréquemment aux séries permo-triasiques. Le Maroc ne sort pas de cette règle : en effet depuis longtemps cette paragenèse a été reconnue puis exploitée dans la série permo-triasique du couloir d'Argana (Haut Atlas occidental), bien étudié par R. MOUSSU (1952, 1955), G. POUIT (1964) et plus récemment par M. TIXERONT (1973) qui en a fait la lithostratigraphie et l'étude des minéralisations. La vallée de l'Oued Zat (Haut-Atlas de Marrakech) juste à l'Est de l'Oued Ourika a aussi été étudiée (M. SAADI, 1976). A l'inverse, la région de la vallée de l'Ourika a été simplement prospectée par E.C. WINTERHALDER, J. VIGNOLS-JUDE (1955) et BLANGY (1955). Il faut aussi signaler que plus à l'Ouest (Jebel Wafagga), le B.R.P.M. (Bureau de la Recherche et de la Participation Minière) a engagé de très importants travaux d'investigation menés par P. POTHERAT (1980) sur des indices de minéralisations uranifères dans des lentilles blanches d'une série détritique rouge de l'Hauterivien d'Imi-n'Tanout (à 100 km au SW de Marrakech).

Les formations lithologiques du Permo-Trias ont une radioactivité propre appelée bruit de fond ; l'unité est le nombre de chocs par seconde. En voilà la moyenne pour chaque formation :

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| - Formation 1 = 90 c/s | - Formation 4 = 100 c/s |
| - Formation 2 = 80 c/s | - Formation 5 = 60 c/s |
| - Formation 3 = 120 c/s | - Formation 6 = 70 c/s |

Sur le terrain nous avons utilisé un scintillomètre SPP2.NF.

4.3.2. HISTORIQUE

WINTERHALDER a prospecté la rive droite de l'oued Ourika au niveau du plateau du Yagour ; il signale trois zones d'anomalies de radioactivité.

Anomalie 1

- Situation géographique : S.W. d'Aouir-n-Tamzoughis
(x = 281,0 ; y = 80,7)
- Situation géologique : base de la formation 4
- Caractéristiques : niveau blanc de 20 à 30 cm sur 20 m ; présence de cuivre (malachite) de limonite et de charbon.
- Radioactivité : 250 c/s (coups par seconde).

Anomalie 2

- Situation géographique : cirque du Yagour
(x = 286,9 ; y = 84,7)
- Situation géologique : base de la formation 4
- Caractéristiques : cuivre, charbon
- Radioactivité : 200 c/s

Anomalie 3

- Situation géographique : Tizi-n-Oughri
(x = 284,4 ; y = 83,6)
(x = 284,7 ; y = 83,5)
- Situation géologique : base de la formation 4
- Caractéristique : non précisée
- Radioactivité : 1000 c/s
250 c/s

BLANGY a effectué une mission aérienne de reconnaissance détaillée dans le Haut-Atlas de Marrakech. Outre les données stratigraphiques et structurales fort intéressantes qu'il nous apporte (BLANGY, 1955), il dresse un inventaire des anomalies minéralisées dont certaines étaient déjà connues. Nous numérotions ces anomalies à la suite des précédentes.

Anomalie 4 (pas visitée)

- Situation géographique : sur la piste de Sidi-Fares du Tizi-n-Ismir
(coordonnées non précisées)
- Situation géologique : sommet de la série Permo-Triasique
- Caractéristiques : banc décoloré, grosses matières végétales, pas de cuivre
- Radioactivité : 1 000 c/s.

Anomalie 5 (pas visitée)

- Situation géographique : Tizi-n-Ismir (coordonnées non précisées)
- Situation géologique : base de la formation 5 (par déduction)
- Caractéristiques : 5 à 6 mètres décolorés, petites matières végétales partiellement limonitisées.
- Radioactivité : 200 c/s.

Anomalie 6 (pas visitée)

- Situation géographique : pente NW du Tizerag (coordonnées non précisées)
- Situation géologique : formation 5 (par déduction)
- Caractéristique : plusieurs décolorations
- Radioactivité : faible

Anomalie 7 (pas visitée)

- Situation géographique : sur la route de Tadmant à l'Oukaïmeden, au col du Taureau (coordonnées non précisées)
- Situation géologique : formation 5 (par déduction)
- Caractéristiques : décoloration, matières végétales, traces d'oxyde de cuivre.
- Radioactivité : 300 c/s.

Anomalie 8 (pas retrouvée à l'aide des coordonnées)

- Situation géographique : rive droite de l'Assif Irène au point dit Aguerd n'Isk
(x = 270,2 ; y = 73,3)
- Situation géologique : base de la formation 5 (par déduction)
- Caractéristique : lentille de grès décoloré de 4 m sur 35 m. massive à la base et litée au sommet, présence de matières végétales, de limonite, et de malachite provenant de grains de chalcoppyrite.
- Radioactivité : 200 c/s pour la lentille, des zones à 500 c/s et deux points à 1 000 c/s.

Anomalie 9

- Situation géographique : au Nord du Jebel Timenkar
(x = 276,5 ; y = 79,5)
- Situation géologique : interbanc marmeur de la base de la formation 6
- Caractéristiques : nodules noirs de matières ligneuses, pas de minéralisation.
- Radioactivité : 200 c/s.

Anomalie 10

- Situation géographique : Annins
(x = 281,6 ; y = 83,7)
- Situation géologique : base de la formation 4
- Caractéristiques : niveau blanc de 0,80 à 1,50 m sur 200 m ; présence de malachite, de petites matières végétales et de matière ferrugineuse.
- Radioactivité : 200 c/s

Anomalie 11

- Situation géographique : Jebel Yagour
- Situation géologique : base de la formation 6
- Caractéristique : couches décolorées sur 200 m.
- Radioactivité : normale (semblable à celle de l'encaissant permo-triasique rouge).

Blangy nous fait remarquer que les anomalies de radioactivité sont étroitement liées à la matière végétale et que les anomalies 5, 6, 7 et 8 semblent faire partie du même horizon stratigraphique. Sur ces 4 anomalies avaient été pris 8 permis (7 SOMAREM et un étranger). Il faut ajouter à cette liste les anomalies décrites par J.C. VILAND (1975).

Anomalie 12

- Situation géographique : Tichki
($x = 287$; $y = 85,2$)
- Situation géologique : base de la formation 4
- Caractéristiques : cuivre
- Radioactivité : non précisée

Anomalie 13 (pas visitée)

- Situation géographique : Jebel Tizerag
($x = 266,5$; $y = 73,8$)
- Situation géologique : Permo-Trias
- Caractéristique : cuivre (R.MOUSSU, 1952)
- Radioactivité : non précisée

Anomalie 14

- Situation géographique : Aït Zifa
($x = 287,5$; $y = 90,2$)
- Situation géologique : base de la formation 1 ou incluse dans le Stéphanien?
- Caractéristiques : cuivre, charbon
- Radioactivité : non précisée

4.3.3. ANOMALIES NOUVELLEMENT DECOUVERTES

Les anomalies que nous allons décrire sont peut être déjà connues mais nous n'en n'avons pas trouvé mention dans la faible bibliographie que nous avons pu consulter.

Anomalie 15

- Situation géographique : en bas de la falaise du Tizrag
($x = 267,6$; $y = 73,3$)
- Situation géologique : base de la formation 5
- Caractéristiques : grosse lentille de grès blanc, présence de cuivre.
- Radioactivité : non mesurée.

Anomalie 16

- Situation géographique : extrémité nord du Tizrag sur l'ancienne piste de l'Oukaïmeden
($x = 269,0$; $y = 74,3$)
- Situation géologique : base de la formation 5
- Caractéristiques : lentille de grès blanc de 1 m sur 5 à 6 m, gros morceaux de matières végétales, présence de limonite, malachite et azurite.
- Radioactivité : 200 c/s.

Anomalie 17

- Situation géographique : Aït-el-Qâq
($x = 269,5$; $y = 72,8$)
- Situation géologique : base de la formation 5
- Caractéristiques : très grosse lentille de grès blanc de 10 à 15 m sur 100 à 200 m, plusieurs niveaux riches en matière organique, gros reste de matière végétale, présence de malachite, azurite et limonite.
- Radioactivité : l'ensemble de 200 à 400 c/s, quelques pointes allant jusqu'à 4 000 c/s.
- Remarque : correspondrait peut être à l'anomalie 8 (description et coordonnées voisines).

Anomalie 18

- Situation géographique : Iguenane I
(de $x = 270,0$; $y = 72,5$ à
 $x = 271,7$; $y = 74,5$)
- Situation géologique : base de la formation 6
- Caractéristiques : horizon blanc de siltite calcaireux de 1 m de puissance, présence de malachite avec un peu d'azurite.
- Radioactivité : 150 c/s.

Anomalie 19

- Situation géographique : Iguenane II
($x = 271,2$; $y = 74,5$)
- Situation géologique : base de la formation 5
- Caractéristique : lentille de grès blanc de 4 m sur 25 m, matière végétale, présence de malachite et d'azurite.
- Radioactivité : 200 c/s, ponctuellement 600 c/s (autour de la matière végétale).

Anomalie 20

- Situation géographique : Agsarane
($x = 270,2$; $y = 76,0$)
- Situation géologique : base de la formation 6
- Caractéristiques : horizon blanc à siltite calcaireux de 0,5 m de puissance, à forte extension latérale, présence de malachite, azurite et d'enduit probablement de manganèse en surface.
- Radioactivité : 150 c/s.
- Remarque : cet horizon au sein du crochon de la faille d'Agsarane est bien visible de la route de l'Oukaïmeden.

Anomalie 21

- Situation géographique : Timenkar
($x = 274$; $y = 77$)
- Situation géologique : base de la formation 6
- Caractéristiques : horizon blanc de siltite calcaireux de 0,8 m de puissance, présence de malachite et d'enduit probablement de manganèse.
- Radioactivité : non mesurée

Anomalie 22

- Situation géographique : Timenkar
($x = 278,2$; $y = 78,7$)
- Situation géologique : base de la formation 6
- Caractéristiques : horizon blanc de siltite calcaireux de 1 m de puissance, présence de malachite et d'enduit probablement de manganèse.
- Radioactivité : non mesurée
- Remarque : probablement l'anomalie 9 fait partie de cet horizon.

Anomalie 23

- Situation géographique : Aoufirt
($x = 278,7$; $y = 77,2$)
- Situation géologique : base de la formation 5
- Caractéristiques : petite lentille de grès blanc avec de très gros amas charbonneux, reste de bois, présence de malachite.
- Radioactivité : 800 c/s et 6000 c/s dans les amas

Anomalie 24

- Situation géographique : Ighil
($x = 279,5$; $y = 77,9$)
- Situation géologique : base de la formation 5
- Caractéristiques : gros niveau blanc de 2 m sur plusieurs dizaines de mètres, présence de malachite.
- Radioactivité : 150 c/s

Anomalie 25

- Situation géographique : Outgrene
($x = 283,6$; $y = 76,8$)
- Situation géologique : base de la formation 4
- Caractéristiques : petit niveau blanc de 0,8 m de puissance passant latéralement à des niveaux rouges à os et dents de vertébrés, présence de malachite.
- Radioactivité : non mesurée

Anomalie 26

- Situation géographique : Timalizène
($x = 275,9$; $y = 87,3$)
- Situation géologique : base de la formation 4
- Caractéristique : niveaux blancs de 0,2 m calcaireux présence de pseudomorphoses de cristaux de sel, d'oolites et des traces d'oxyde de cuivre.
- Radioactivité : non mesurée

Anomalie 27

- Situation géographique : Agadir-n-Tizi
($x = 274,9$; $y = 87,3$)
- Situation géologique : base de la formation 6
- Caractéristiques : horizon blanc de siltite calcaireux de 0,3 m, présence d'oxyde de cuivre.
- Radioactivité : non mesurée.

Anomalie 28

- Situation géographique : Akhlis
($x = 275,0$; $y = 89,0$)
- Situation géologique : sédiment incliné dans les basaltes doléritiques infraliasiques.
- Caractéristiques : minéralisation en malachite et azurite épigénisant de très beaux morceaux de bois fossiles.
- Radioactivité : non mesurée
- Remarque : nous ne reviendrons pas sur cette anomalie, de mêmes gisements sont décrits plus à l'Est par R. MOUSSU (1953, 1954) et P. HUVELIN (1971).

Nous avons aussi observé les indices déjà connus ; on peut donc rajouter que l'anomalie 1 réapparaît un peu plus vers le NW, toujours au même niveau et l'anomalie 10 a une radioactivité ponctuelle de 300 c/s.

4.3.4. GITOLOGIE

A la suite de cette longue énumération, on peut distinguer deux sortes d'anomalies ; l'une liée à des gîtes stratiformes, l'autre à des gîtes lenticulaires (fig. 4.1.).

4.3.4.1. TYPE STRATIFORME

Dans cette catégorie peuvent rentrer les anomalies 9, 11, 18, 20, 21, 22, 27. La liste n'est probablement pas finie car ces anomalies semblent appartenir à un niveau lithologique et stratigraphique constant sur des kilomètres carrés. Ce ne sont pas des anomalies ponctuelles mais un horizon anomalique. Cet horizon forme un excellent niveau lithologique repère dans une lithologie assez monotone.

4.3.4.1.1. Description

Nous présentons comme exemple l'anomalie 18 ($x = 270,0$; $y = 72,5$). C'est un horizon blanchâtre de siltite calcareux, en plaquettes de 1 m de puissance, situé à 10 mètres au-dessus du sommet des grès de l'Oukaïmeden (formation 5) ; il se situe dans un contexte stratigraphique bien particulier (fig. 4.2.), (légende générale fig. 4.3.). Un échantillonnage a été pratiqué à travers l'horizon tous les 10 centimètres. A l'affleurement, la couleur gris blanc tranche parfaitement avec l'encaissant inférieur rouge "chocolat" et supérieur rouge "brique". Des enduits noirâtres de manganèse et verts de malachite ainsi que des mouchetures d'azurite, sont visibles sur les faces des plaquettes qui sont souvent ondulées (rides d'oscillations).

Des pseudomorphoses de cristaux de sel ont été observées ainsi, peut-être, que des tapis stromatolitiques.

En lame minces (fig. 4.4.), on observe un fort pourcentage de matrice et de ciment composés de calcite micritique, d'amas de matière organique et de malachite (jusqu'à 15 % pour la lame de l'échantillon Cu. 6 ce qui correspond à 4 % de cuivre). Les clastes sont formés par du quartz émoussé (30 %) des feldspaths potassiques (3 %) et sodiques (5%) et quelques phyllites de néoformation souvent imprégnés de malachite ; de rares tourmalines complètent l'ensemble. Les quartz et les feldspaths sont fortement corrodés par la calcite.

Une étude pétrographique en diffractométrie "x" visible sur la coupe lithologique de l'anomalie 18 (fig. 4.5.) et des analyses chimiques (fig. 4.6.) ont été pratiquées à l'Institut Dolomieu de Grenoble sur ces différents échantillons.

La radioactivité est faible dans l'ensemble et équivaut à 2 à 3 fois celle de l'encaissant. Sur le diagramme de la figure 4.5, les anomalies les plus intéressantes sont l'Argent (17 ppm, éch. Cu 7) et le cuivre (4,25 %, éch. Cu 6), leurs courbes sont semblables à celles du plomb. Le cobalt, le manganèse et le carbonate (CaCO_3) varient dans le même sens avec un maximum au toit de la couche, proche du front d'oxydo-réduction du fer (changement de couleur). Le vanadium, le zinc et le nickel, restent faibles, ils correspondent à une anomalie négative et leurs variations sont semblables. La minéralisation, la non coloration en rouge, l'augmentation de la calcimétrie et la présence de matières organiques sont donc associées.

4.3.4.1.2. Interprétation

Nous sommes en présence de gîtes stratiformes de type "Kupferschiefer" de très grande extension comportant un grand nombre d'éléments. Dans notre interprétation nous partons de l'hypothèse diagénétique de la couleur rouge du sédiment (voir § 4.3.5.). Une oxydation générale survenue après le dépôt mais avant la consolidation générale, due à une circulation d'eau météorique profonde, plus

ou moins minéralisée (H. PELISSONNIER, 1980) destabilise les minéraux riches en fer (biotite, amphibole, pyroxène) crée la coloration rouge avec la formation d'hématite et met en solution les ions métalliques solubles en milieu oxydant. Ceux-ci sont chassés de leur milieu et se fixent sous forme de sulfures dans des zones refractaires à l'oxydation où règne une ambiance sulfurée due à la matière organique ou à une activité bactérienne et qui sont, souvent, associées à un horizon carbonaté. Dans notre cas (fig. 4.7.), la très grosse masse de grès oxydés (formation 5), située juste au-dessous de l'horizon minéralisé, a laissé partir sous forme de solution les ions métalliques qu'elle contenait en très faible quantité. Actuellement la pauvreté anormale de ces grès en ions métalliques confirme leur départ (une perte même faible de 20 ppm du cuivre dans toute la masse des grès donnerait par concentration sur un horizon de 0,5 m, une teneur de 20 000 ppm).

Les ions ont migré vers des zones à porosité plus forte qui sont ici le haut de la masse de grès (granulométrie plus grossière...). Cette migration est ralentie par l'apparition de niveaux moins perméables (siltite argileux) et s'arrête là où les ions se fixent par précipitation en milieu réducteur (réfractaire à la coloration rouge) sous forme de sulfures (le soufre proviendrait de la matière organique) ; ce niveau-piège serait ici notre niveau carbonaté riche en matière organique.

Ce schéma obéit aux règles de répartition des minéralisations cuprifères stratiformes dans les séries sédimentaires (règles de P. NICOLINI, 1962).

L'une d'entre elles dit : " le maximum de concentration en cuivre se trouve dans la première séquence oscillante à tendance positive surmontant une longue séquence en "I" (monotone, sans variation de la granulométrie) dans les courbes lithologiques d'A. LOMBARD". Sur notre terrain, la longue séquence en "I" correspond aux grès de la formation 5 (fig. 4.3.). Une autre règle souligne la relation qui existe entre l'horizon minéralisé et sa couleur grise.

Par ailleurs, on sait que la distribution des concentrations métallifères au sein d'un horizon anomalique n'est pas anarchique (G. MICHARD, C.J. ALLEGRE, 1969 et E.N. HARSHMAN, 1974).

Dans notre cas (fig. 4.6) le manganèse, le cobalt et le carbonate se corrélaient assez bien. Cela est classique et montre la remobilisation secondaire du manganèse vers le haut (sous forme de croûte ?) entraînant le cobalt. Le plomb, l'argent et le cuivre (paragenèse classique) vont ensemble, ils ne bougent plus secondairement ; fixés sous forme de sulfure, ils se transforment en oxyde (malachite pour le cuivre) au contact avec l'air (en profondeur, possibilité de sulfures), le nickel et le zinc facilement lessivés, sont en faible teneur.

L'uranium (radioactivité faible au scintillomètre) est stable avec les sulfures mais lessivé à la suite d'une oxydation secondaire et superficielle ; il est accompagné par le vanadium. En profondeur (dans les zones de la couche non visible) une forte radioactivité, associée aux sulfures, reste probable.

La genèse de tels gîtes stratiformes entre dans la catégorie des formations endo-épigénétiques de G.S. AMSTUTZ (1962) : formation du minerai au sein de la roche encaissante postérieurement au dépôt de celle-ci.

Le rôle de la tectonique n'est pas évident, peut être limité à faciliter la circulation des eaux météoriques responsables de l'oxydation et de ces minéralisations hydrothermales.

On ne peut pas écarter le rôle, dans l'origine des minéralisations, des basaltes infraliasiques et notamment les fluides hydrothermaux qui leur sont liés dont l'importante est prouvée par le fort pourcentage de ces laves en silice ; cette dernière étant cristallisée sous forme de géodes (quartz, améthystes, agates...). Ce rôle resterait à prouver.

L'origine des niveaux cuprifères stratiformes a été attribuée à une transgression (P. NICOLINI, 1965 et M. BONNETON, 1980) et localisée sur la paléolique de rivage (P. LAGNY, 1977). Cela correspond bien à notre schéma paléogéographique de dépôt des sédiments de la formation 5 (§ 2.4.) ainsi qu'à l'évolution verticale du type de gîtes (lenticulaire à la base et stratiforme au sommet) en tenant compte seulement de l'origine des niveaux stratiformes porteurs de la minéralisation et non de la minéralisation elle-même que nous envisageons comme secondaire au dépôt.

A l'inverse, l'hypothèse opposée faisant intervenir une origine primaire de la couleur rouge est difficilement envisageable : en effet, il est délicat de concevoir l'existence de ces ions métalliques dans des sédiments primitivement oxydés, et où l'origine de ces minéralisations ne serait plus à rechercher au sein même du sédiment mais dans leur patrie d'origine ou dans leur milieu de dépôt (aquatique). Comment concevoir aussi une concentration primaire dans un unique niveau réducteur peu épais.

4.3.4.1.3. Perspectives

L'étude précédente de ces anomalies stratiformes ouvre des perspectives d'avenir économique : une étude ultérieure devra vérifier la généralité de ces fortes anomalies en cuivre et en argent à l'ensemble du niveau, vérifier si ces anomalies sont bien directement proportionnelles à l'épaisseur des grès de la formation 5 sous jacente (roche mère) et élargir à d'autres éléments les anomalies chimiques comme par exemple : Fe, Mg, K, Ti, As, Y, Sr, Mo. Si cette anomalie est réellement le reflet de ces niveaux stratiformes, par exemple le haut du plateau du Timenkar où ce niveau recouvre 4 km^2 ($2 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ de sédiments) renfermerait donc

à peu près 360 000 tonnes de cuivre et 200 tonnes d'argent.

A mon avis, les zones à prospector en priorité seraient les niveaux blancs immédiatement sus-jacents à une épaisse série de grès rouge (comme par exemple les Plateaux du Timenkar, du Yagour...).

4.3.4.1.4. Rapports avec les régions voisines

A l'Ouest, dans le couloir d'Argana, des minéralisations de ce type sont bien connues et ont été exploitées ; il s'agit de gîtes stratiformes vrais de M. TIXERONT (1973), (couche d'Aït-Khtab) ; elles se situent au même niveau, au sommet de gros bancs de grès. Lors d'une traversée de ce couloir, nous avons repéré ces couches stratiformes le long de la route Marrakech-Agadir et nous y avons trouvé des sous faces de bancs tapissées de pseudomorphoses de cristaux de sel, entraînant sûrement des conditions paléogéographiques bien particulières.

A Talat-Yacoub à 126 kms de Marrakech sur la route du Tizi-n-Test, nous avons retrouvé ce niveau, toujours à la même place. A l'Est dans la région de Demnate, A. LE MARREC (1979) les a reconnues dans la formation qu'il appelle T3. Ce niveau présente donc une vaste extension horizontale (plus de 200 kms) et constitue un excellent repère (ch. 1 §1.4.).

4.3.4.2. Type lenticulaire

Les autres anomalies exceptées les anomalies 14 et 28 sont d'un type un peu différent et non étudiées dans ce travail. Elles se situent à deux niveaux du Permo-Trias : à la base de la formation 4 à l'Est de l'Oued Ourika et à la base de la formation 5 à l'Ouest.

4.3.4.2.1. Description

Nous citerons comme exemple l'anomalie 17 d'Aït-el-Qâq ($x = 269,5$; $y = 72,8$). C'est une lentille de grès blanc de 5 à 10 mètres de puissance visible sur plus de 200 m de longueur. Les éboulis en masquent les extrémités. Elle se situe dans les premiers gros bancs de grès de la formation 5 (grès de l'Oukaïmeden), (fig. 4.8.), elle est limitée en haut et en bas par des siltites rouges. Sur une coupe détaillée de cette lentille (fig. 4.9.) on remarque qu'elle est lithologiquement semblable à toutes les autres lentilles de grès rouge mais la présence, ici, de bois carbonisé est essentielle : gros morceaux à la base, particules en haut (ils obéissent à un granoclassement positif). La radioactivité, plus forte dans la partie supérieure de la zone décolorée, est directement liée à la matière organique (à la base les gros morceaux de bois produisent de fortes anomalies locales). La radioactivité de grès rouge aux alentours est de 60 c/s,

celle de l'ensemble de la lentille est de 200 à 400 c/s, et en de nombreux points on dépasse ces valeurs, notamment à l'extrémité est qui présente une valeur de 4 000 c/s. En ce point la roche est litée, très sombre et très riche en fines matières végétales qui occupent les interlits ; malheureusement un éboulis et un mur en masquent le prolongement. La radioactivité est inversement proportionnelle à la diminution des particules de matière organique.

Un profil en long (fig. 4.10) montre des variations brusques de la radioactivité en fonction de la répartition de la matière organique.

Au milieu une zone de faiblesse correspond à un étranglement de la lentille. Ce profil a été fait sur la zone la plus accessible de la lentille. Le cuivre sous forme de malachite et azurite, se rencontre en très beaux placages surtout à l'extrémité ouest de la lentille. A la base de celle-ci, on observe de petites zones limonitisées.

En lames minces, les grains de quartz composent les 60 % de la roche, les feldspaths sodiques 10 %, les feldspaths potassiques quelques %, le reste est composé de boulettes micritiques, de phyllites (muscovite et biotite), de matières organiques soit sous forme de clastes, soit sous forme de ciment, de minéralisation, d'un grand nombre de minéraux lourds (tourmaline, zircon...) de rares débris de coquilles ainsi que des traces d'activités algaires ou bactériennes, d'un ciment quartzophylliteux avec des zones en micrite et enfin de gros cristaux d'albite néoformés.

Les quartz sont bien roulés, sans nourrissage visible, et ont une taille moyenne de 200 microns. Les minéralisations, se présentent sous forme d'amas liés à la matière organique (fig. 4.11) : on note la présence de malachite dans le ciment et en section polie, celle de sulfures en amas tels que la pyrite (quelquefois en petits cubes), la chalcopyrite, la chalcocite et un peu de bornite.

L'étude à la microsonde faite à l'université de Toulouse montre la présence de sulfures et de cuivre disséminés (ou en amas) au sein du ciment. Un comptage sur un point minéralisé donne 33 % de cuivre, ce qui correspondrait à de la chalcopyrite.

Deux analyses chimiques ont pu être faites au Maroc : l'une dans une zone riche en matière organique révèle 235 ppm d' U_3O_8 et 2 % de cuivre, l'autre dans une zone plus blanche qui fournit 26 ppm d' U_3O_8 et 0,26 % de Cu. Mais ces résultats seraient à vérifier sur d'autres échantillons.

Une étude palynologique effectuée sur cette lentille date la sédimentation du Carnien (ch.1 § 1.3.2.1.).

Les lentilles blanches situées à la base de la formation 4 (anomalies 2,3,10,12,25 et 26) sont un peu différentes au point de vue sédimentologie. En lames minces les carbonates prédominent sur les quartz (20 %) et se présentent sous forme de boulettes de micrite d'un diamètre moyen de 1 mm et entourées d'un film de matière organique, et par endroits, de malachite. Ces boulettes sont souvent radiées ou concrétionnées rappelant des oolites. Elles se retrouvent souvent, à l'état oxydé dans toute la formation 4 (ch.1 § 1.3.1.1.2.).

Des pseudomorphoses de cristaux de sel ont été trouvées dans l'anomalie 26 ainsi que des débris d'os et de dents en grande quantité à proximité latérale de l'anomalie 25.

4.3.4.2.2. Interprétation

Nous sommes en présence de gîtes lenticulaires pénécordants, de type "Red-Bed". Le mécanisme de formation est le même que celui des gîtes stratiformes. Leur localisation est due à la concentration en lentilles de la matière organique.

Une migration secondaire de la minéralisation, au sein même de la lentille, peut être envisagée. Elle serait de type roll (front d'oxydo-réduction se déplaçant avec le temps), (H. PELISSONNIER, 1980).

Dans ces gîtes lenticulaires, la radioactivité est plus forte que dans le type stratiforme : la présence de sulfures et de gros fragments de matières organiques peut l'expliquer.

Ces lentilles riches en matière organique sont localisées dans des niveaux stratigraphiquement de plus en plus bas allant de l'Ouest vers l'Est.

4.3.4.2.3. Remarques

L'anomalie 23 est de même type : elle semble fixée à la présence, d'un unique et gros morceau de bois carbonisé de dimensions décimétriques. Son anomalie est très forte (6 000 c/s). L'interaction (post-atlasique) avec le socle n'est pas à exclure car cette anomalie se trouve en bordure des granites et exactement dans le prolongement d'un accident minéralisé en cuivre possédant une forte radioactivité. Cet accident a été exploité, sous le nom de mine de l'Ourika ou de Tadmenkal ($x = 277,0$; $y = 76,5$), (BLANGY, 1955).

4.3.4.2.4. Perspectives

L'étude très détaillée, menée par coupes verticales sériées, par analyses chimiques systématiques et par un fin plan compteur permettrait une connaissance de la répartition de l'uranium de cette lentille (anomalie 17).

L'agencement géométrique de ces lentilles les unes par rapport aux autres apportera de précieux renseignements sur la paléogéographie du dépôt et l'extension des gisements. Mais le fractionnement en blocs par la tectonique récente peut limiter dans l'espace le prolongement de ces lentilles et contrarier une éventuelle exploitation.

4.3.4.2.5. Rapport avec les régions voisines

De telles lentilles sont bien connues à l'Ouest dans le couloir d'Argana où elles ont été exploitées. Elles correspondent aux gites pénécordants de M. TIXERONT (1973) ; elles sont situées lithologiquement et stratigraphiquement à la même place, à la base du T_5 (correspondant à notre F_5 : § 1.4.) du Permo-Trias d'Argana et leur minéralisation en cuivre est sous forme de chalcocite (Cu_2S).

A l'Est, dans la région de l'Oued Zat, les indices étudiés par M. SAADI (1976) sont de même type et situés au même niveau. Là aussi il existe de petits nodules centimétriques de chalcocite.

4.3.5. LE PROBLEME DE LA COLORATION

Il est délicat et discuté : G. MILLOT et al. (1961) ; T.R. WALTER (1978), N. GAMERMAN, J.C. GALL (1979). Après une première période où la couleur rouge était considérée comme originelle et impliquait des conditions paléoclimatiques particulières, N. GAMERMAN attribue à certains sédiments rouges une origine diagénétique : le pigment - l'hématite - proviendrait de l'altération, pendant la diagenèse, des minéraux ferro-magnésiens et diffusant entre les grains, donnerait un film rouge cryptocristallin.

Dans des grès protérozoïques, C. HAUBENSACK (1981) montre que les biotites sont conservées intactes dans les zones riches en matière organique de couleur grise (réductrices) tandis qu'un phénomène de muscovitisation les transforme en muscovite chargée en hématite dans les autres zones de couleur rouge. Dans les séries rouges du Permo-Trias de l'Atlas de Marrakech, nos observations vont dans la ligne de cette hypothèse d'une couleur rouge non originelle mais liée à la diagenèse : la matière organique est souvent associée aux carbonates et liée à une couleur gris clair de son encaissant, qui tranche avec la couleur rouge et la pauvreté en matière organique de toute la série.

La minéralisation cupro-uranifère, est associée à ces zones blanches qui se présentent sous 3 formes :

- stratiformes : ces dépôts riches en matière organique forment un niveau stratigraphique.

- lenticulaires : cette forme correspond à la géométrie des amas de matière organique dont les éléments sont plus grossiers que précédemment.

- sphériques ou cylindriques (de petite taille) : la matière organique est constituée par une particule qui peut être une racine ou un débris végétal : cette forme sphérique (fig. 4.12) est connue sous le nom d'"Anneaux de Liesegang" (H. TERMIER 1942) ; nous avons observé trois niveaux riches en Anneaux de Liesegang ; un à la base et un autre au sommet de la formation 4, le troisième à la base de la formation 6.

Les caractéristiques pétrographiques sont les mêmes dans les zones blanches et dans la série rouge encaissante, à l'exception de deux faits :

- 1er fait : le nourrissage secondaire des grains de quartz est visible dans les sédiments rouges où il est souligné par une auréole ferrugineuse qui limite le grain primitif et le sépare de sa silicification secondaire. Dans les zones blanches, on n'observe pas d'auréole ferrugineuse et la silicification secondaire apparaît moins nettement, le nourrissage se faisant autour de grains propres.

- 2ème fait : les zones blanches et riches en matière organique renferment de la biotite, parfois chloritisée. Les sédiments rouges sont caractérisés par l'absence de biotite et la présence de muscovite néoformée et d'hématite. Cet ensemble muscovite-hématite peut avoir été produit par l'altération de la biotite (phénomène de muscovitisation) dû à un phénomène d'oxydation, au sein du sédiment dont la couleur, originellement blanche vire au rouge. La matière organique, qui caractérise les zones blanches, aurait protégé celle-ci de toute oxydation. R. MOUSSU (1955) avait souligné, dans les zones blanches minéralisées du couloir d'Argana, la présence anormale de silicification secondaire visible.

Notre hypothèse sur l'origine des minéralisations cuprifères (§ 4.3.4.1.2.) et les faits que nous venons de décrire nous font attribuer la coloration rouge de nos sédiments à un phénomène diagénétique antérieur à la silicification. Les zones blanches ne seraient donc pas "décolorées" mais "non colorées".

4.3.6. CONCLUSION A L'ETUDE DES MINERALISATIONS CUPRO-URANIFERES

Le Permo-Trias de l'Atlas de Marrakech est représenté par 1 000 mètres de sédiments détritiques rouges, pauvres en matière organique et en minéralisations. Dans cette série, s'intercalent des lentilles et de minces niveaux stratiformes de couleur blanche, riches en matière organique et en minéralisations (surtout cupro-uranifère). L'origine de la minéralisation serait endo-épigénétique, due à des circulations d'eau météorique dans la série permo-triasique, responsables de l'oxydation généralisée du sédiment qui vire au rouge à l'exception de zones refractaires dues à la matière organique où les ions métalliques des fluides se déposent.

Les deux types de gites (lenticulaires et stratiformes) sont classiques et correspondent exactement aux gites stratiformes vrais et pénéconcordants décrits par P. NICOLINI (1965)

4.4. CONCLUSION DE L'ÉTUDE DES MINÉRALISATIONS

Les minéralisations du Permo-Trias de la région de l'Oued Ourika sont presque toutes de type sédimentaire à l'exception de celles liées au basalte (améthystes, agates, aérinites et un peu de cuivre).

Les plus intéressantes sont d'une part les évaporites telles que le sel, exploité depuis longtemps et dont le commerce a tracé les premiers passages à travers l'Atlas ("route du sel") et d'autre part, les minéralisations cupro-uranifères qui se présentent dans un environnement maintenant classique d'une série détritique rouge. Il serait souhaitable que ce travail se poursuive par l'étude de ces minéralisations, notamment celles des niveaux stratiformes cupro-uranifères qui apparaissent déjà fort intéressants, compte-tenu du contexte sédimentologique et paléogéographique. Cette étude devrait permettre de vérifier les données économiques entrevues compte-tenu des modèles métallogéniques avancés.

CONCLUSION GENERALE

ET

BIBLIOGRAPHIE

C O N C L U S I O N

Ce mémoire apporte les faits nouveaux suivants à la connaissance du Permo-Trias de la région de l'Oued Ourika :

- Distinction de 3 groupes cartographiquement discordants les uns par rapport aux autres.

- Distinction de 2 faciès, l'un au Nord, l'autre au Sud.

- Découverte de fossiles dans une série réputée azoïque.

- Distinction de 6 formations corrélées avec celles des régions voisines.

- Datation de la série; permienne pour les formations 1 et 2, triasique supérieure pour les formations 5 et 6.

- Etablissement de la paléogéographie : elle demeure continentale pour le Permien, et devient littorale avec le Trias supérieur.

- Migration de la zone de subsidence maximum du Nord (au Permien) vers le Sud (au Trias).

- Arguments renforçant l'existence d'une tectonique distensive à failles normales synsédimentaires et découverte d'un épisode décrochant dans ce contexte distensif.

- Etablissement de la similitude entre les minéralisations du couloir d'Argana et celles de notre région.

- Hypothèse d'une origine endo-épigénétique de la couleur rouge de cette série.

Ce mémoire pose aussi le problème de la similitude des dépôts détritiques rouges permo-triasiques marocains avec ceux d'Espagne, du Massif Central et des Vosges, nous faisant envisager un bassin unique ouvert vers l'Est dont le littoral serait jalonné par ces dépôts.

Enfin, ce mémoire s'intercale dans l'hypothèse de l'ouverture, tout au moins partielle de l'Atlantique au Trias supérieur sous la forme d'un pro-torift éphémère axé sur la chaîne atlasique actuelle, et réapparaissant définitivement au Jurassique au large des côtes nord-ouest marocaines.

BIBLIOGRAPHIE

- AMBROGGI R. (1963).- Etude géologique du versant méridional du Haut Atlas occidental de la plaine du Souss.
Note et mém. serv. géol. Maroc, 157, 322 p.
- AMSTUTZ G.C. (1962).- L'origine des gîtes minéraux concordants dans les roches sédimentaires.
Chron. Min. Rech. Min. n° 308 (1962), p. 115-126.
- ARAMBOURG C. et DUFFAUD F. (1960).- Note sur la découverte d'un gisement de vertébrés continentaux dans le Trias du Haut Atlas occidental.
Bull. Soc. Géol. Fr. (7), 2, p. 172-177.
- ARMAND C., BEAUCHAMP J., BIRON P.E., GANEVAL J., PETIT J.P. (1980).- Quelques aspects de l'environnement tectono-sédimentaire des molasses permo-triasiques du Haut Atlas: l'exemple du bassin du N'Fis.
Journée de la géologie marocaine, Rabat.
- ARMAND C., BEAUCHAMP J., BIRON P.E. (1980).- Environnement tectono-sédimentaire de la série permo-triasique du Haut Atlas de Marrakech.
8ème R.A.S.T. Marseille.
- ARTHAUD F., MEGARD F., SEGURET M. (1977).- Cadre tectonique de quelques bassins sédimentaires.
Bull. Centre Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine 1, 1, 147-188
24 fig., 1 tabl.
- AUMAITRE R., BUFFET G. (1973).- Minéralogie, pétrographie et géochimie des laves spilitiques et des filons basiques associés du massif des Ecrins Pelvoux (Alpes françaises occidentales).
Thèse 3ème cycle, Grenoble.
- AVERTCHENKO A.J. (1973).- Stratigraphie et méthodologie des études stratigraphiques du Permo-Trias et Trias du Maroc.
Serv. Carte géol. Maroc, Rapport S.C.G. n° H64
- AZAMBRE B. et ROSSY M. (1981).- Mise en évidence du caractère alcalin du magmatisme triasique des Corbières orientales.
Bull. Soc. géol. Fr., (7), t. XXIII, n°3, p. 253.
- BARTHOUX J. (1924).- Notes relatives aux formations marocaines rouges dites Permo-Trias.
C.R. congr. Soc. Sav. Paris, sect. Sci., p. 197-221, 5 fig.
- BEAUCHAMP J. (1982).- La structuration hercynienne dans le Haut Atlas et le Haouz de Marrakech par l'étude des paléocourants.
9ème R.A.S.T. Paris
- BIRON P.E., BEAUCHAMP J. (1981).- Le Permien du Haut Atlas de Marrakech.
Journées de la géologie marocaine, Rabat.
- BLANGY (1955).- Généralités sur le Trias du Haut Atlas.
Arch. S.E.G.M. Marrakech Sud 36
- BONNETON M. (1980).- Les minéralisations en plomb et cuivre des grès triasiques de la région de Saint Avoild (Moselle France). Sédimentologie et thermochimie.
Thèse Docteur Ingénieur, Ecole Normale supérieure des mines Paris.
- BOURCART J. et RICOUR J. (1952).- Une hypothèse sur les conditions de sédimentation des niveaux salifères triasiques.
C.R. somm. Soc. Géol. France, v 3, p. 37-39
- BRIVES A. (1909).- Voyages au Maroc (1901-1907).
Jourdan édit. Alger, 1 vol., 612 p.
- BROWN R.H. (1974).- The Argana Basin of Morocco: a triassic model for early rifting
Thèse inéd., Univ. South Carol., 54 p.
- BROWN R.H. (1974).- The Argana Basin of Morocco: A basin analysis of a triassic rift.
Géol. Soc. Amér. Abstracts with programs, vol. 5, n°1, p. 7-8.
- BUFFET G. (1981).- Variabilité des caractères spilitiques et magmatiques du volcanisme alcalin triasique du massif des Ecrins-Pelvoux (Alpes Françaises).
Thèse d'Etat-Grenoble.
- BUSSON G. (1975).- Le Trias évaporitique d'Afrique du Nord et d'Europe occidentale. Données sur la paléogéographie et des conditions de dépôt.
Bull. Soc. Géol. Fr., (7), 16, p. 653-665
- CHOUBERT G. (1956).- Lexique stratigraphique du Maroc.
Notes et mém. Serv., Géol. Maroc, n° 134.
- CHOUBERT G., FAURE MURET A. (1960-62).- Evolution du domaine atlasique marocain depuis les temps paléozoïques.
Mem. h. série, Soc. géol. Fr. (livre mémoire P. FALLOT), t.1, p. 441-527.
- CLARIOND L., LECA F., (1933).- Etude sur le Stéphanien du versant nord de l'Atlas de Marrakech.
Bull. Soc. Géol. Fr., 3, 3-4, p. 161-172.
- COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE (1965).- Eléments de pétrographie sédimentaire et de sédimentologie en terrain dit "Continental".
C.E.A. Groupement Afrique Madagascar; instruction technique I.T. 18.
- COUSMINER H.L. et MANSPEIZER W. (1976).- Triassic pollen date maroccan high Atlas and the incipient rifting of Pangea in middle Carnien.
Science, vol. 191, p. 943-945.
- COUSMINER H.L. et MANSPEIZER W. (1977).- Autunien and Carnien polynoflorules, contribution to the chronology and tectonic History of the Moroccan Pré-Atlantic Borderland.
In Swain, F.M. (editor), symposium on stratigraphic micropaleontology of Atlantic basin and Borderlands, Proceedings volume, Elsevier scientific publishing company.
- DALY L., LECAILLE A. et POZZI J.P. (1974).- Etude paléomagnétique de séries sédimentaires et volcaniques marocaines de l'Autunien, du Trias et du Lias.
2ème R.A.S.T. Pont-à-Mousson, p. 131.

- DEFRETIN S. (1951).- Sur l'âge triasique, probablement Keuper moyen des couches cuprifères d'Argana-Bigoudine. (Haut Atlas occidental).
C.R. Acad. Sci. Paris, t.232, n°5, p. 424-425.
- DOE T.W., DOTT R.H. (1980).- Genetic significance of deformed cross bedding with examples from the Navajo and weber sandstones of Utah.
Journal of sedimentary Petrology, vol. 50, n°3, p.0793-0812.
- DRESCH J. (1952).- Le Haut Atlas occidental, in: Aspects de la geomorphologie du Maroc
Notes et mem. serv. géol. Maroc, n°96.
- DUFFAUD F. (1960).- Contribution à l'étude stratigraphique du bassin secondaire du Haut Atlas occidental (Sud-Ouest Marocain).
Bull. Soc. géol. Fr., (7), t.2, n°6, p.728-734
- DUTUIT J.M. (1976).- Introduction à l'étude paléontologique du Trias continental Marocain. Description des premiers stégocéphales recueillis dans le couloir d'Argana (Atlas occidental).
Mém. du Muséum national de l'Histoire naturelle (série C, Sciences de la Terre) tome XXXVI.
- ERHART H. (1967).- La genèse des sols en tant que phénomène géologique.
2ème édit. Masson édit., 177 p., bibl.
- FRIEDMAN G.M. (1961).- Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics.
Journal of Sedimentary Petrology, vol. 31, n°4, p. 514-529
- FRIEDMAN G.M. (1967).- Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands.
Journal of sedimentary Petrology, vol. 37, n°2, p. 327-354
- GALL J.C. (1971).- Faunes et paysages du grès à Voltzia du Nord des Vosges. Essai paléoécologique sur le Buntsandstein supérieur.
Mém. Serv. Carte géol. Als. Lor., n°34, 318 p. Strasbourg.
- GAMERMANN N. et GALL J.C. (1979).- Genèse de la couleur rouge de quelques grès du Brésil et de la France. 7ème R.A.S.T., Lyon, p. 203.
- GENTIL L. (1905).- Observations dans le Sud Marocain.
Bull. Soc. géol. Fr., 4ème série, t.5, p.521-523
- GENTIL L. (1912).- Sur quelques points de la géologie du Haut Atlas marocain.
C.R. sommaire Soc. Géol. Fr., 3, pp. 25-27
- GONORD H., LE GUERN M., TURIOT D., REBOURS H. (1980).- Mise en évidence d'un volcanisme rhyolitique stéphano-permien sur la bordure nord du massif hercynien central du Maroc: extension et importance du volcanisme tardi-hercynien.
C.R. Acad. Sci. Paris, 291, D, p. 51-54.
- GREBER C., PROUST F. (1958).- Sur le Permien et le Trias dans le Haut Atlas occidental (Maroc).
C.R. somm. Soc. Géol. Fr., 10, p. 210-212.

- HARSMANN E.N. (1974).- Distribution of elements in some roll type uranium deposits. Formation of uranium ore deposits.
International atomic energy agency, Vienna.
- HÄNTZSCHEL W. (1975).- Trace fossils and problematica in Moore R.C. Treatise on Invertebrate paleontology.
Teichert c. Editor, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas.
- HAUBENSACK C. (1981).- Environnement des grès protérozoïques et des indices uranifères du secteur Kiéné dans le bassin de Franceville (République Gabonaise). Aspects sédimentologiques et géochimiques.
Thèse de 3ème cycle de l'Université Louis Pasteur (Strasbourg)
- HUVELIN P. (1971).- Indices cuprifères liés aux bois fossiles dans les basaltes du Permo-Trias, région de jbel Anrhommer (Haut Atlas de Demnat Maroc).
Notes Serv. Géol. Maroc, t. 31, n° 237, p. 233-238.
- HUVELIN P. (1973).- Mouvements préatlasiques, atlasiques et récents dans les Jbilet et sur leur pourtour.
Notes Serv. Géol. Maroc., 33, n° 249, p. 83-123.
- HUVELIN P. (1977).- Etude géologique et géochimique du massif hercynien des Jbilet (Maroc occidental).
Notes et mém. Serv. Géol. Maroc, n° 232 b.
- JONGMANS W.J. (1950).- Note sur la flore du Carbonifère du versant sud du Haut Atlas
Notes Serv. géol. Maroc, t.3, n°76, p. 155-172.
- JURAIN G. (1962).- Contribution à la connaissance géochimique des familles d'Uranium-Radium et du Thorium dans les Vosges.
Thèse 3ème cycle, Sc. Nancy.
- KONING G. de (1957).- Géologie des Ida ou Zal (Maroc). Stratigraphie, Pétrographie, et tectonique de la partie SW du bloc occidental du massif ancien du Haut Atlas.
Edward Ijdo N.V., Leyde, 210 p.
- KRINSLEY D.H., DOORNKAMP J.C. (1973).- Atlas of quartz sand surface textures.
Cambridge university press.
- LAGNY P. (1977).- La métallogénie du Trias Français depuis 1963: résultats et perspectives.
Bull. du B.R.G.M. (deuxième série) section IV, n°3, 1977, p. 285-296.
- LAVILLE E. (1981).- Rôle des décrochements dans le mécanisme de formation de bassins d'effondrement du Haut Atlas marocain au cours des temps triasiques et liasiques.
Bull. Soc. géol. Fr. (7), t. XXIII, n°3, p. 303-312.
- LE MARREC A. (1979).- Lithostratigraphie du Permo Trias du Haut Atlas de Demnat, (Maroc).- 7ème R.A.S.T. Lyon
- LEMOINE P. (1905).- Quelques résultats d'une mission dans le Maroc occidental.
Bull Soc. Géol. Fr. 4ème série, t.5, pp. 198-200, 1 carte (C.R. sommaire, 7, p. 64-65).

- LE RIBAUT L. (1975).- L'exoscopie. Méthodes et applications.
Notes et mémoires C.F.P., n°12.
- LEVEQUE P. (1961).- Contribution à l'étude géologique et hydrologique de l'Atlas de Demnat (Maroc).
Thèse Sci. Paris, 3 vol. (inédit)
- LOCZY L. de (1948).- Sur le problème du Trias salifère et sur l'existence du Trias alpin dans la partie septentrionale du Maroc.
Arr. Serv. Geol. Africain, p. 164-174.
- LUCAS C. (1969).- Utilisation des mesures de radioactivité dans l'étude des ensembles sédimentaires.
C.R. du 94e congrès national des Sociétés Savantes-Pau.
- LUCAS J. (1962).- La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etude sur les argiles du Trias.
Serv. Carte géol. Alsace Lorraine, Strasbourg, Mém. n° 23.
- MATTAUER M., TAPPONNIER P., PROUST F. (1977).- Sur les mécanismes de formation des chaînes intracôntinentales. L'exemple des chaînes atlasiques du Maroc.
Bull. Soc. géol. Fr. (7), t. XIX, n°3, p. 521-526.
- MATTIS A.F. (1975).- Nonmarine triassic sedimentation, Central high Atlas mountains Marocco.-
Thèse, Rutgers Univ. New Brunswick, N.J., 75 p.
- MATTIS A.F. (1977).- Nonmarine triassic sedimentation, Central High Atlas mountains Marocco.
Journ. Séd. Pétrology, v.47, p. 107-119.
- MICHARD A. (1976).- Eléments de géologie marocaine.
Notes et mémoires Serv. géol. Maroc, n° 252, 408 p, 221 fig., 6 pl., 2 cartes.
- MICHARD G., ALLEGRE C.J. (1969).- Comportement géochimique des éléments métalliques en milieu réducteur et diagrammes (log. 5, PH).
Mineral deposita (Berl.) 4, 1 - 17.
- MILLOT G., PERRIAUX J., LUCAS J. (1961).- Signification climatique de la couleur rouge des grès permo-triasiques et des grandes séries détritiques rouges.-
Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr., t.14, fasc.4, p.91-100
Strasbourg.
- MORET L. (1927).- Note préliminaire sur la série sédimentaire post hercynienne du Haut Atlas de Marrakech (Maroc occidental).
C.R. sommaire Soc. Géol. Fr. 14, p 163-165.
- MOREL L. (1931).- Recherches géologiques dans l'Atlas de Marrakech.
Notes et mem. Service Mines et carte géol. Maroc, n°18, 262 p.
- MOUSSU R. (1952).- Géologie des gîtes minéraux marocains.
Notes et mém. Ser. géol. Maroc, n° 81.
- MOUSSU R. (1954).- Les basaltes permo-triasiques à indices de cuivre d'Agourir et de Sidi Tair (Haute-Moulouga).
Notes et mem. Serv. géol. Maroc, tome 42, n° 122, p. 109-121.

- MOUSSU R. (1955).- Etude des gites de cuivre et d'uranium de la région d'Amlal (Haut Atlas occidental).
Rapport S.E.G.M. n° 434
- MOUSSU R. (1955).- Sur la genèse d'un type particulier de gîte de cuivre dans les basaltes. Le niveau cuprifère de Tirmert (Haut Atlas Maroc).
20ème Congrès géol. int. Mexico C.R. Sec.13.
- NELTNER L. (1938).- Etudes géologiques dans le Sud marocain (Haut Atlas et Anti Atlas)
Notes et mém. Serv. Mines et cartes géol., Maroc, 42, 298 p.
- NICOLINI P. (1962).- L'utilisation des données sédimentologiques dans l'étude et la recherche des gisements stratiformes, établissement des "courbes prévisionnelles".
Chron. Mines et Rech. Min., n° 309, p. 944-951.
- NICOLINI P. (1965).- Types morphologiques et caractères spécifiques des gîtes métallifères dans les séries sédimentaires (stratiformes vrais et pénécordants).
Chron. Min. et Rech. Min., n° 340, p. 79-83.
- ORSZAG-SPERBER F. (1966).- Matériaux pour l'étude sédimentologique du Trias de Lodève (Hérault).
C.R. somm. Soc. Géol. Fr. (8), p. 289.
- OWODENKO B. (1946).- Mémoire explicatif de la carte géologique du bassin houiller de Djerada et de la région du Sud d'Oujda.
Mem. Soc. Géol. Belgique, Liège, t. 70, vol. 8,, 164 p.
- PELISSONIER H. (1980).- Le rôle des eaux souterraines d'origine météorique dans la formation des gisements minéraux.
Géologues n° 52.
- PETIT J.P. (1976).- La zone du décrochement du Tizi-n'Test (Maroc) et son fonctionnement depuis le Carbonifère.
Thèse 3ème cycle Montpellier.
- PETIT J.P., GANEVAL J. (1980).- Objets tectoniques synsédimentaires liés à la distension dans les bassins permo-triasiques du Haut Atlas occidental (Maroc).
8ème R.A.S.T. Marseille, p. 279
- PETITJOHN F.J., POTTER P.E., SIEVER R. (1972).- Sand and sandstone.
Springer, Berlin.
- PLAZIAT J.C., DESPRAIRIES A. (1969).- Les pseudomorphoses de cristaux de sel gemme du Keuper inférieur de Lorraine: mode de formation paléogéographique.
Bull. Soc. géol. de France (7), XI, p. 400-406.
- POMEROL C. (1975).- Stratigraphie et paléogéographie: Ere mésozoïque.
DOIN Editeurs.
- POTHERAT P. (1980).- Les minéralisations uranifères du Jbel Wafagga (Hauterivien d'Imi-n' Tanout).
Arch. Bur. Rech. particip. min. Rabat, Avril, Rapp. 437,00/Gai 164; 14.

- POUIT G. (1964).- Classification et origine des indices de cuivre stratiforme de la région d'Argana (Haut Atlas occidental marocain).
C.R. sommaire, Soc. Géol. Fr. 10, p. 413-414.
- PROUST F. (1961).- Etude stratigraphique, pétrographique et structurale du bloc oriental du massif ancien du Haut Atlas (Maroc).
Thèse, Montpellier, 272 p.
- PROUST F. (1962).- Tectonique de socle par failles inverses, en liaison avec d'anciennes failles normales dans le Haut Atlas (Maroc).-
C.R. sommaire Soc. Géol. Fr. 1, p. 9-11.
- PROUST F. (1973).- Etude stratigraphique, pétrographique et structurale du bloc oriental du massif ancien du Haut Atlas (Maroc).-
Notes, Serv. Géol. Maroc, 34, 254, p. 15-54.
- PROUST F., PETIT J.P., TAPPONNIER P. (1977).- L'accident de Tizi n'Test et le rôle des décrochements dans la tectonique du Haut Atlas occidental (Maroc).
Bull. Soc. Géol. Fr. (7), t. XIX, n° 3, p. 541-551.
- RAYNAUD S. (1979).- La rupture fragile de la Borne (Cévennes) de l'échelle du Massif à l'échelle du minéral.
Thèse 3ème cycle, Montpellier.
- RIVIERE A. (1955).- Intérêt sédimentologique de la mesure des radioactivités naturelles.
C.R. hebdomadaire Acad. Sci. Paris, t. 241, p. 964.
- ROCH E. (1926).- Note préliminaire sur la géologie du Maroc occidental.
Idem. fasc.9, p.80.
- ROCH E. (1930).- Etudes géologiques dans la région méridionale du Maroc occidental.
Notes et mém. Serv. Mines et cartes géol. Maroc, 9, 542 p.
- ROCH E. (1939).- Description géologique des montagnes à l'Est de Marrakech.
Notes et mém. Serv. Mines et cartes géol. Maroc, n° 51, 438 p.
- ROCH E. (1950).- Histoire stratigraphique du Maroc.
Notes et mém. Serv. géol. Maroc, 80, 440 p.
- SAADI M. (1976).- Les minéralisations cuprifères encaissées dans les formations détritiques triasiques de la région de l'Oued Zat (Haut Atlas de Marrakech).
Mines et géologie, n°39, Rabat.
- SALVAN H. (1974).- Les séries salifères du Trias marocain; caractères généraux et possibilités d'interprétation.
Bull. Soc. Géol. Fr. (7), XVI, n°6.
- SANTOUIL G. (1980).- Tectonique et microtectonique comparée de la distension permienne et de l'évolution post-triasique dans les bassins de Lodève, St Affrique et Rodez (France S.E.).
Thèse 3ème cycle Montpellier.
- STETS J., WURSTER P. (1981).- Zur Strukturgeschichte des Hohen Atlas in Marokko.
Geologische Rundschau, Band 70, Heft 3, Seite 801-841.

- TANE J.L., GASQUET D., ROCCI G. (1982).- Sur l'intérêt pétrogénétique des spilites de la vallée de l'Ourika (Atlas de Marrakech, Maroc).
9ème R.A.S.T. Paris.
- TERMIER H. (1936).- Etudes géologiques sur le Maroc central et le Moyen Atlas septentrional; t.1: les terrains primaires et le Permo-Trias; t.2: les terrains post triasiques; t.3: Paléontologie, pétrographie; t.4: Atlas des figures et des tableaux.
Notes et mém. Serv. Mines et carte géol., Maroc, n°33, 1566 p.
- TERMIER H. et G. (1946).- Sur la présence d'aérinte au Maroc.
C.R. sommaire Soc. Géol., Fr., p. 78.
- TERMIER H. et G. (1948).- Observations nouvelles sur le Permo Trias et la base du Lias dans le Maroc central et le Moyen Atlas septentrional.
Bull. Soc. Géol. Fr. (5), t.18, p. 395-405.
- TIXERONT M. (1973).- Lithostratigraphie et minéralisation cuprifères et uranifères syngénétiques et familiaires des formations détritiques permotriasiques du couloir d'Argana (Haut Atlas occidental: Maroc)
Notes serv. géol. Maroc, t.33, n° 249, p. 147.-177.
- TURNER B.R. (1981).- Deformed cross-bedding patterns in the Upper Triassic Molteno Formation in the Main Karoo Basin, South Africa: A model for their genesis.
Geologisch rundschau, Band 70, Heft 3, seite 910-924.
- VAN HOUTEN F.B. (1977).- Triassic-Liassic deposits of Morocco and Eastern North America; comparison.
Am. Ass. Petrol. Geol. Bull., 61, 1, p.79-99.
- VATAN A. (1967).- Manuel de sédimentologie.
Edition technip.
- VILAND J.C. (1975).- Documentation géologique générale et inventaire des mines et indices du massif ancien du Haut Atlas occidental (Haut Atlas paléozoïque et Haut Atlas de Marrakech, Permo-Trias inclus).
Rapport S.E.G.M., n° 995, fascicule 1, 2.
- VOGEL E., MISSOTTEN R., DESUTTER F. (1980).- Carte géologique du Maroc au 1/100.000e feuille Oukaïmeden-Toubkal.
Katholieke Universiteit Leuven.
- WALKER T.R., WAUGH B., CRONE A.J. (1978).- Diagenesis in first cycle desert alluvion of cenozoic age, southwestern united states and north western Mexico.
Bull. Géol. Soc. Amer. v.89, p. 19-32, Doc. n° 80102.
- WESTPHAL M., MONTIGNY R., THUIZAT R., BARDON C., BOSSERT A., HAMZEH R., ROLLEY J.P. (1979).- Paléomagnétisme et datation du volcanisme permien, triasique et crétacé du Maroc.
J. Canadien, Sciences de la Terre, v. 16, n°11.
- WILCOX R.E., HARDING T.P., SEEL D.R. (1973).- Basic wrench tectonics.
Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull. vol. 57, n°1, p. 74-96.
- WINTERHALDER E.C., VIGNOLS-JUDE J. (1955).- Reconnaissance for uranium in the Permo-Triassic continental sediments of the central high Atlas.
Rapp. Somarem F., VI.

TABLE DES MATIERES

	Pages
AVANT PROPOS	1
RÉSUMÉ	4
INTRODUCTION	8
<u>1 - LITHOSTRATIGRAPHIE</u>	10
<u>1.1.-Introduction</u>	11
<u>1.2.-Lithologie</u>	"
<u>1.2.1.-Historique</u>	"
<u>1.2.2. -Description des faciès et des formations de la région de l'Oued Ourika</u>	12
<u>1.2.2.1. faciès Nord, subatlasique</u>	"
<u>1.2.2.1.1. Groupe de Tanoumri</u>	"
1. Formation 1	"
2. Formation 2	13
<u>1.2.2.1.2. Groupe du Timenkar</u>	14
1. Formation 3	"
2. Formation 4	15
3. Formation 5	"
<u>1.2.2.1.3. Groupe de Rojdama</u>	16
1. Formation 6	"
<u>1.2.2.2. Faciès Sud, des Hauts-Plateaux</u>	"
<u>1.2.2.2.1. Groupe du Timenkar</u>	"
1. Formation 3	"
2. Formation 4	17
3. Formation 5	"
<u>1.2.2.2.2. Groupe de Rojdama</u>	"
1. Formation 6	"
<u>1.2.2.3. Faciès intermédiaire, de l'Adrar-n-Ougueni</u>	"
<u>1.2.3.-Conclusion à la lithologie du Permo-Trias de la région de l'Ourika</u>	18
<u>1.3.-Paléontologie</u>	"
<u>1.3.1.-Traces d'activités organiques</u>	19
<u>1.3.1.1. Traces d'invertébrés</u>	"
<u>1.3.1.1.1. Terriers</u>	"
<u>1.3.1.1.2. Concrétions calcaires</u>	"
<u>1.3.1.1.3. Empreintes laissées par la locomotion d'invertébrés</u>	"
<u>1.3.1.2. Traces de vertébrés</u>	20
<u>1.3.1.2.1. Empreintes de pas de vertébrés</u>	"
<u>1.3.1.2.2. Autres traces provenant de vertébrés</u>	"

	Pages
<u>1.3.2. - Fossiles</u>	20
<u>1.3.2.1. Flore</u>	2 "
<u>1.3.2.2. Ossements</u>	21
<u>1.3.2.3. Lamellibranches</u>	22
<u>1.3.2.4. Autres espèces fossiles</u>	23
<u>1.4.- Corrélations avec les régions voisines</u>	24
<u>1.5.- Chronostratigraphie</u>	25
<u>1.5.1. - Historique</u>	"
<u>1.5.2. - La Chronostratigraphie du Permo-Trias de la région de l'Oued Ourika</u>	26
<u>1.5.3. - Conclusion de la chronostratigraphie</u>	27
<u>1.6.- Conclusion</u>	"
<u>2 - SÉDIMENTOLOGIE</u>	29
<u>2.1 - Introduction</u>	30
<u>2.2. - Granulométrie</u>	"
<u>2.3. - Morphoscopie des grains de quartz</u>	33
<u>2.4. - Exoscopie des grains de quartz</u>	"
<u>2.5. - Morphométrie des galets</u>	35
<u>2.6. - Figures et structures sédimentaires</u>	36
<u>2.7. - Reconstitution des directions de courants</u>	37
<u>2.8. - Les minéraux lourds</u>	38
<u>2.9. - Les argiles</u>	39
<u>2.10. - Les évaporites</u>	40
<u>2.11. - La radioactivité</u>	"
<u>2.12. - Pétrographie</u>	41
<u>2.13. - Fossiles et paléoécologie</u>	"
<u>2.14. - Les séquences</u>	42
<u>2.15. - Les minéralisations</u>	"
<u>2.16. - Histoire des essais de reconstitution paléogéographique du Permo-Trias de la région de l'Oued Ourika</u>	44
<u>2.17. - Conclusion : Evolution paléogéographique du Permo-Trias de la région de l'Oued Ourika</u>	45
<u>3 - TECTONIQUE</u>	47
<u>3.1. - Introduction</u>	48
<u>3.2. - Cadre structural du secteur étudié</u>	"
<u>3.2.1.-Localisation structurale du secteur étudié dans l'Atlas</u>	"
<u>3.2.2.-Etapes des déformations d'après les auteurs antérieurs</u>	49
<u>3.2.2.1. La tectonique anté-permo-triasique</u>	"
<u>3.2.2.2. La tectonique distensive syn-permo-triasique</u>	"
<u>3.2.2.3. La tectonique post permo-triasique (tectonique atlasique)</u>	50

	Pages
<u>3.3.</u> - Structure du secteur étudié.....	50
<u>3.3.1.</u> - Tectonique post-permo-triasique.....	"
<u>3.3.1.1.</u> Zone axiale.....	"
<u>3.3.1.2.</u> Zone des Hauts-Plateaux.....	51
<u>3.3.1.3.</u> Zone subatlasique.....	"
<u>3.3.1.4.</u> Articulation avec la zone du Haouz.....	52
<u>3.3.1.5.</u> Remarque sur les accidents atlasiques.....	"
<u>3.3.2.</u> - Tectonique permo-triasique.....	"
<u>3.3.2.1.</u> Objets tectono-sédimentaires attestant une tectonique distensive cassante synsédimentaire.....	"
<u>3.3.2.2.</u> Contrôle de la sédimentation par des accidents moyens.....	53
<u>3.3.2.3.</u> Mise en évidence de la migration de la sédimentation des bassins entre le Permien et le Trias.....	54
<u>3.3.2.4.</u> Les rejets des failles limites pendant la sédimentation, failles normales ou décrochement ?.....	"
<u>3.4.</u> - Résumé de l'évolution tectonique du Haut-Atlas de Marrakech pendant le Permo-Trias.....	57
<u>3.5.</u> - Conclusion.....	"
4 - MINÉRALISATIONS	58
<u>4.1.</u> - Introduction.....	59
<u>4.2.</u> - Substances autres que cupro-uranifères.....	"
<u>4.2.1.</u> - L'halite (sel).....	"
<u>4.2.2.</u> - Le gypse.....	60
<u>4.2.3.</u> - Agates et améthystes.....	"
<u>4.2.4.</u> - L'aérinite.....	"
<u>4.2.5.</u> - L'hématite.....	"
<u>4.2.6.</u> - La barytine.....	61
<u>4.3.</u> - Substances cupro-uranifères.....	"
<u>4.3.1.</u> - Introduction.....	"
<u>4.3.2.</u> - Historique.....	62
<u>4.3.3.</u> - Anomalies nouvellement découvertes.....	64
<u>4.3.4.</u> - Géologie.....	67
<u>4.3.4.1.</u> Type stratiforme.....	"
1. Description.....	68
2. Interprétation.....	"
3. Perspectives.....	70
4. Rapports avec les régions voisines.....	71
<u>4.3.4.2.</u> Type lenticulaire.....	"
1. Description.....	"
2. Interprétation.....	73
3. Remarques.....	"

	Pages
4. Perspectives.....	74
5. Rapports avec les régions voisines.....	"
<u>4.3.5.</u> - Le problème de la coloration.....	"
<u>4.3.6.</u> - Conclusion à l'étude des minéralisations cupro-uranifères.....	76
<u>4.4.</u> - Conclusion du chapitre.....	"
CONCLUSION GÉNÉRALE	78
BIBLIOGRAPHIE	79

22 AVR. 1982

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE-GIGNOUX
E 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

22 AVR. 1982

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE GIGNOUX
E 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (78) 87.48.42

RESUME

Le Permo-Trias de la région de l'Oued-Ourika peut être subdivisé en trois groupes et 6 formations, de haut en bas :

- *Groupe de Rojdama.*
 - Formation 6 : Siltite de Tafilalt
- *Groupe du Timenkar.*
 - Formation 5 : Grès de l'Oukaïmeden
 - Formation 4 : Siltite d'Anouffig
 - Formation 3 : Conglomérat de Timalizène
- *Groupe de Tanoumri.*
 - Formation 2 : Siltite de Cham-el-Houa
 - Formation 1 : Conglomérat d'Anrar

Chacun de ces groupes est discordant par rapport aux autres.

Deux faciès ont été reconnus : l'un au Nord ou faciès subatlasique, l'autre au Sud ou faciès des Hauts-Plateaux marqué par l'absence du groupe inférieur.

Des fossiles ont été découverts : Os et empreintes de vertébrés, lamellibranches, flores et pollens, brachiopodes et échinodermes...

Des corrélations établies avec les régions voisines ont contribué à préciser l'âge des formations de notre région :

- Les formations 1 et 2 seraient d'âge permien (Autunien ?).
- Les formations 4, 5, 6 seraient du Trias supérieur.
- La formation 3 représente une série condensée ou une lacune de sédimentation, d'âge indéterminé.

La paléogéographie a été précisée : De petits bassins continentaux permien (formations 1 et 2) ont évolué en un vaste encroûtement (formation 3) balayé par les vents, s'étalant sur toute la région.

Sur cette surface très plate s'est installée une sédimentation littorale, deltaïque dont l'influence marine s'accroît depuis la base de la formation 4 jusqu'au sommet de la formation 5. Le rivage, allongé du NE au SW, était parcouru par un fort courant marin venant du NE et séparait le continent (au SE) du domaine marin (au NW).

Avec la formation 6, le bassin s'élargit sur l'ensemble du Maroc et se comble ; des évaporites apparaissent, une sédimentation continentale s'installe avec des épanchements basaltiques aériens ou lacustres.

Cette sédimentation était contrôlée par une *tectonique distensive* de failles normales N.70 héritées des époques hercyniennes ; au Carnien apparaît une composante horizontale sénestre dans le rejet de ces failles, révélée par l'existence d'un système distensif de horsts et grabens, oblique par rapport à la direction N.70 et visible au sommet de la formation 5 sur la zone des hauts-Plateaux.

Cette tectonique permo-triasique, contrôlait la subsidence qui a migré du Nord (Permien) vers le Sud (Trias).

Au sein de cette série permo-triasique détritico-rouge, une minéralisation en cuivre et uranium associée à la matière organique est concentrée dans des lentilles à la base de la formation 5 (type pénécordant) et dans un niveau stratiforme au sommet de cette formation 5.

L'origine de cette minéralisation, qui semble être endogène, permet de rejeter l'hypothèse d'une origine primaire de la coloration rouge de cette série.

MOTS-CLES

Permien ; Trias ; calcrète ; sédimentation continentale, littorale ; paléontologie (ichnologie, lamellibranche) ; tectonique synsédimentaire ; graben ; minéralisation (cuivre, uranium) ; coloration rouge ; Maroc (Atlas de Marrakech).

BIRON (P.E.)
Tome II

N° d'ordre

THÈSE

Ex. n° 1

présentée à

L'UNIVERSITÉ SCIENTIFIQUE ET MÉDICALE
DE GRENOBLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE 3^e CYCLE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

par

Pierre-Eymard BIRON

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

22 AVR. 1982

α

SUJET

**Le Permo-Trias de la région de l'Ourika
(Haut-Atlas de Marrakech, Maroc)****Lithostratigraphie, sédimentologie,
tectonique et minéralisations**

Tome II : Figures

Soutenue devant la Commission d'Examen,
réunie à la Faculté des Sciences de Marrakech (Maroc) le 2 Avril 1982J. PERRIAUX
M. KNIDIRI
J. BEAUCHAMP
J.C. GALL
M. BENSALD
J.L. TANE
J.P. PETIT

N° d'ordre

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ SCIENTIFIQUE ET MÉDICALE
DE GRENOBLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE 3^e CYCLE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

par

Pierre-Eymard BIRON

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE GIGNOUX
E 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

22 AVR. 1982

S U J E T

Le Permo-Trias de la région de l'Ourika (Haut-Atlas de Marrakech, Maroc)

**Lithostratigraphie, sédimentologie,
tectonique et minéralisations**

Tome II : Figures

Soutenue devant la Commission d'Examen,
réunie à la Faculté des Sciences de Marrakech (Maroc) le 2 Avril 1982

J. PERRIAUX
M. KNIDIRI
J. BEAUCHAMP
J.C. GALL
M. BENS Aid
J.L. TANE
J.P. PETIT

GRENOBLE

10101496

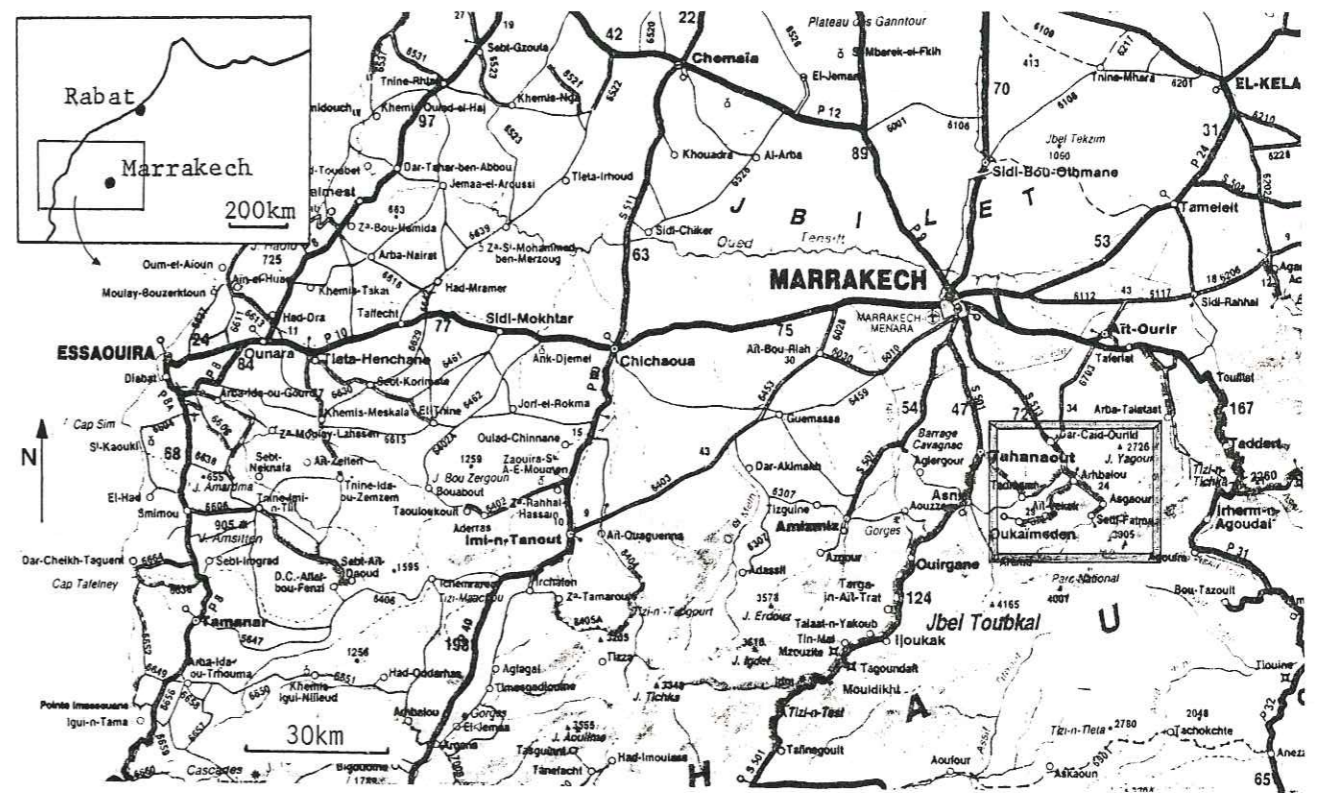


Fig.A: Localisation de la zone d'étude

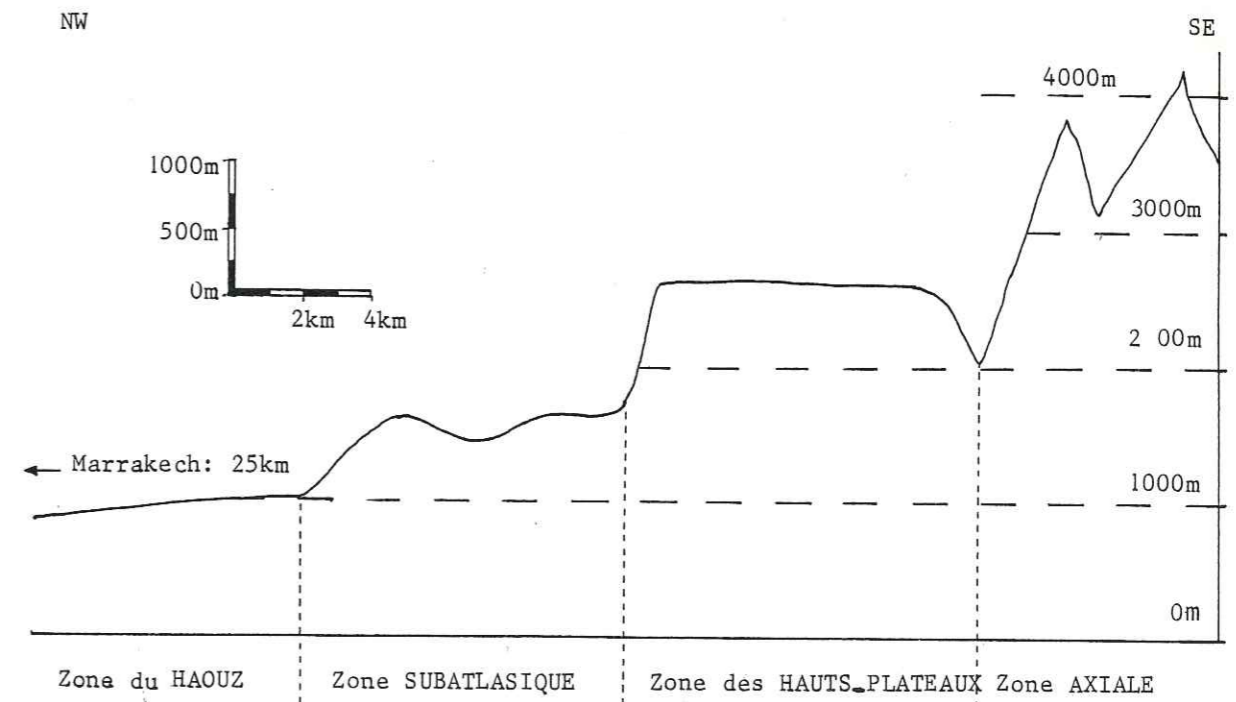


Fig.B: Coupe topographique schématique de la vallée de l'Ourika

FORMATION 6	Siltite de T A F I L A L T	R O J D A M A
FORMATION 5	Grès de l' O U K A I M E D E N	T I M E N K A R
FORMATION 4	Siltite d' A N O U F F I G	
FORMATION 3	Conglomérat de T I M A L I Z E N E	
FORMATION 2	Siltite de C H A M - E L - H O U A	T A N O U M R I
FORMATION 1	Conglomérat d' A N R A R	

Fig.1.1: Tableau des formations du Permo-Trias
du Haut. Atlas de Marrakech

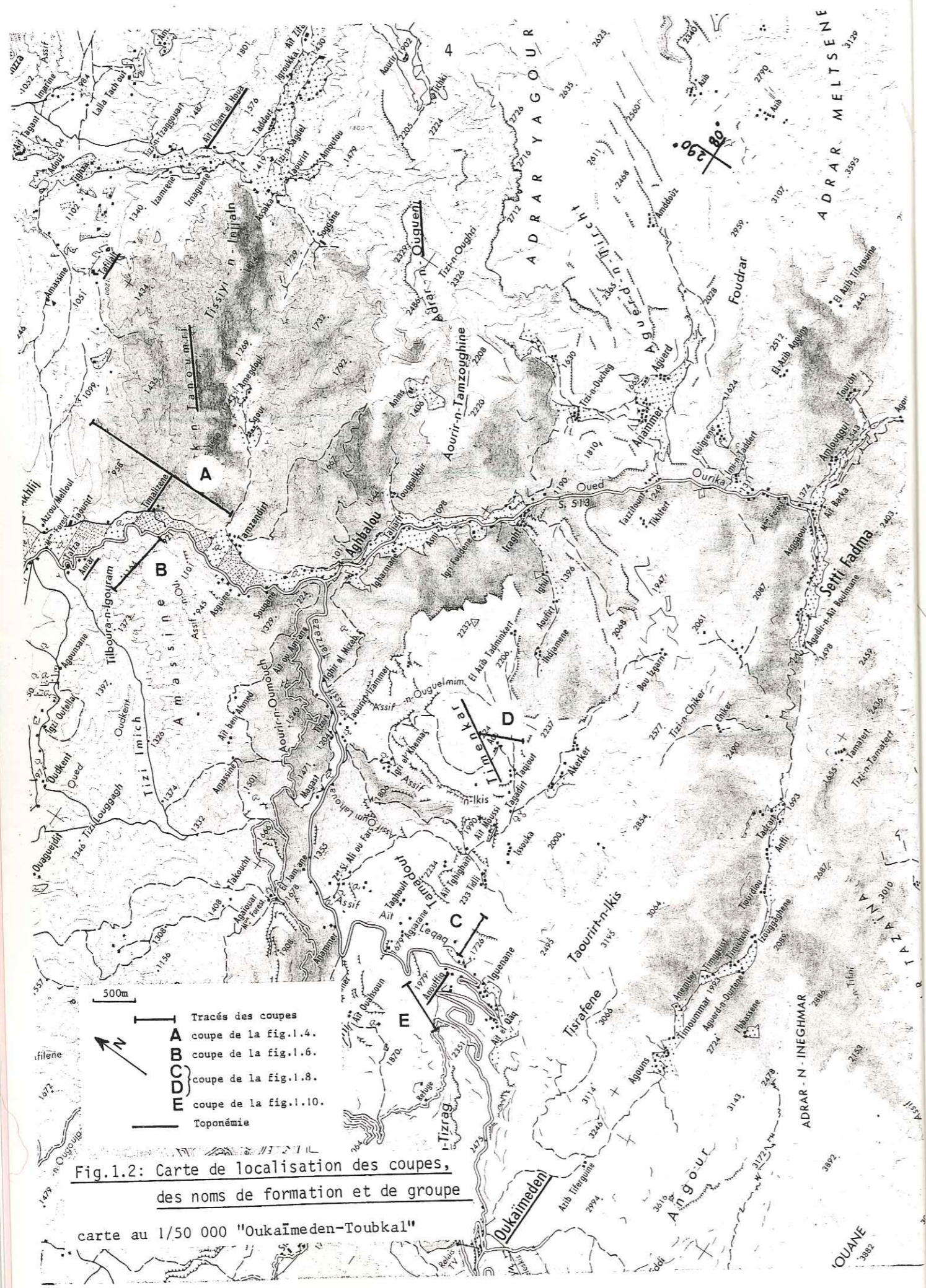


Fig.1.2: Carte de localisation des coupes, des noms de formation et de groupe carte au 1/50 000 "Oukaïmeden-Toubkal"

- A: Epaisseur en mètre**
B: Lithologie: calcaire, siltite argileuse, siltite, grès silteux, grès, conglomérat, brèche
C: Formation
D: Analyse séquentielle: 1 conglomérat, 2 grès, 3 siltite, 4 argile, 5 calcaire, 6 évaporite
E: Couleur: blanc, rose, rouge brique, rouge, rouge "chocolat", violet
F: Calcimétrie (% de CaCO₃)
G: Radioactivité (choc par seconde)
H: Pourcentage de Feldspath potassique
I: Pourcentage de Feldspath sodique
J: Argile i:illite;c:chlorite;m:montmorillonite
K: Figures sédimentaires
L: Echantillon

Figures sédimentaires

- ≡ Litages horizontaux
- ≡ Litages obliques
- ⤵ Litages slumpés
- ↑ Répétition de structure
- ⊞ Microcuvettes
- Lentilles
- ⊖ Chenaux
- ≡ Niveaux calcaire
- ⊞ Silcrète
- ⊞ Granoclassement
- Quartz sphériques
- ⊞ Galets mous
- ⊞ Surface ridée
- sol Paléosol
- Mica. Niveaux riche en phyllite
- ⊞ Lave volcanique
- ↗ Linéations de délit
- ⊞ Flute cast
- ⊞ Croissant de plage
- ⊞ Bioturbation
- ⊞ Terriers horizontaux
- ⊞ Terriers verticaux
- ⊞ Evaporite
- ⊞ Pseudomorphose de cristaux de sel
- ⊞ Anneaux de Liesegang
- cu, v. Minéralisation
- ⊞ Petite matière végétale
- ⊞ Grosse matière végétale
- ⊞ Racine
- ⊞ Ooides (concrétions calcaires)
- ⊞ Os
- ⊞ Empreintes de vertébrés
- ⊞ Lamellibranches
- ⊞ Galet éolisé

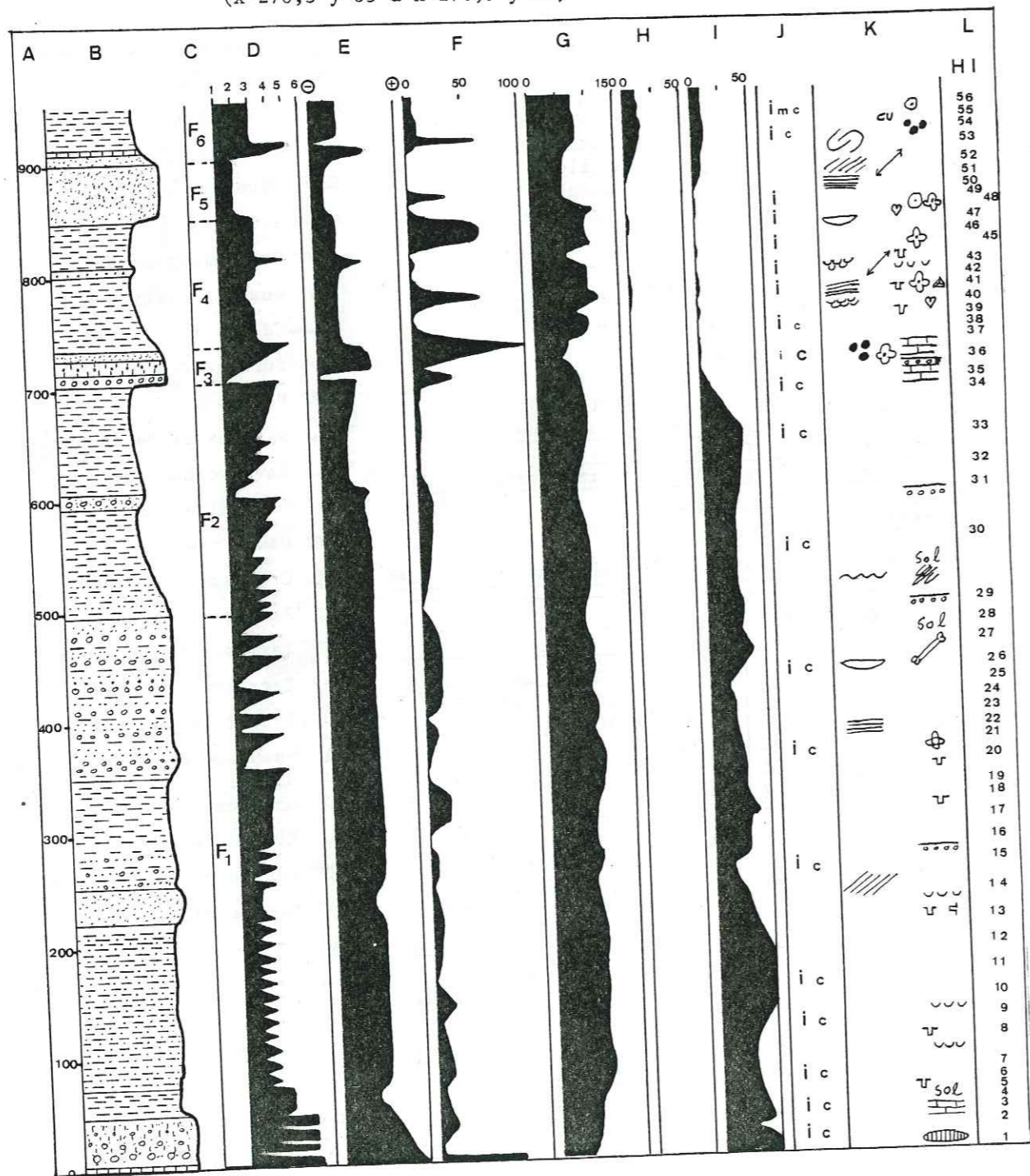
Légende des tableaux de l'analyse microscopique

Eléments observés	●	●	●	●	●	●
1	> 80%	< 80%	< 60%	< 40%	< 20%	0%
2 et 3	> 40%	> 20%	> 10%	> 5%	> 0%	0%
4	> 8%	< 8%	< 6%	< 4%	< 2%	0%
8	> 40%	> 30%	> 20%	> 10%	> 0%	0%
26 et 27	>1000	<1000	< 500	< 250	< 100	< 50
15	grossier			fin		
17	sphérique			anguleux		
Les autres	très fort	fort	moyen	peu	très peu	nul
	26: dimension moyenne des quartz 27: dimension maximale des quartz					

Fig.1.3: Légende générale des logs et des tableaux

Fig.1.4: Log de la série du faciès nord

(x=276,5 y=85 à x=276,5 y=88)

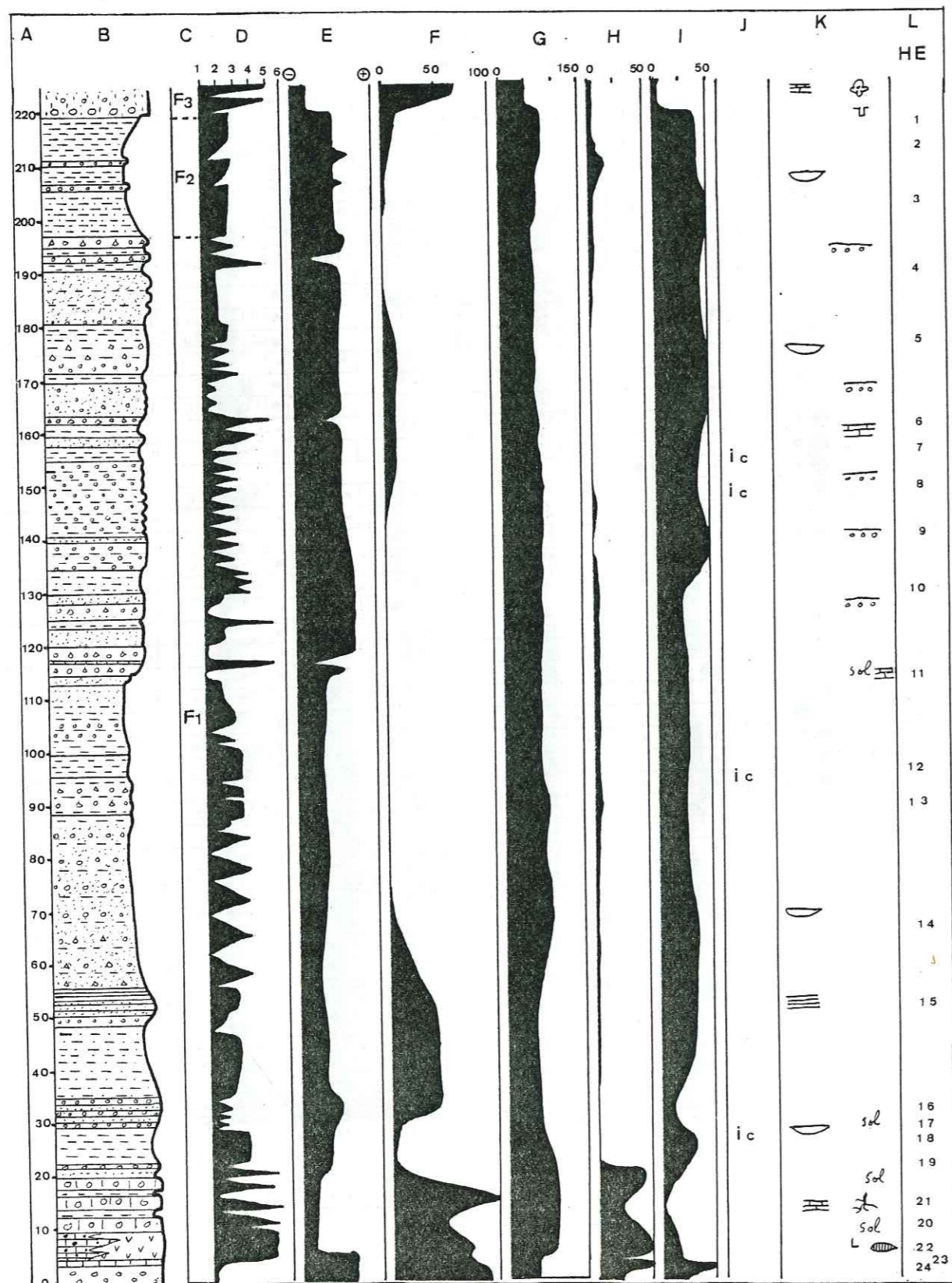


Ech.	1 % Quartz	2 % Feld. (K)	3 % Feld. (Na)	4 % Opaque	5 Min.lourds	6 Chlorite-Biotite	7 Muscovite	8 Clastes	9 Altération	10 Feld.altérés	11 Néophyllites	12 Fossiles	13 Ooïdes	14 Granoclasement	15 Granulométrie	16 Classement	17 Sphéricité	18 Nourrissages	19 Corrosions	20 Bioturbations	21 Ciment	22 Matrice	23 Sparite	24 Calcaire	25 Ciment Ferru.	26 Diam.moy.des Q.	27 Diam.max.des Q.	Remarques	
HI 1																												Silcrète	
HI 2																													Eléments volcaniques
HI 4																													Altérée par calcite
HI 5																													
HI 7																													
HI 8																													Echardes de quartz
HI 10																													"
HI 12																													"
HI 13																													"
HI 14																													Altérée par calcite
HI 16																													"
HI 17																													Echardes de quartz
HI 18																													Poreux
HI 19																													Altérée par calcite
HI 20																													"
HI 23																													
HI 24																													Echardes de quartz
HI 25																													Poreux
HI 27																													Eléments de schistes
HI 28																													"
HI 29																													Echardes de quartz
HI 31																													
HI 32																													
HI 35																													Eléments de quartzites
HI 36																													
HI 37																													
HI 38																													Calcaire
HI 40																													
HI 42																													
HI 43																													Poreux
HI 45																													Tubes?
HI 47																													
HI 48																													Poreux
HI 50																													
HI 51																													Tubes?
HI 52																													
HI 53																													Grosses biotites
HI 54																													"

Fig.1.5: Tableau des observations microscopiques de la série dans le faciès nord

Fig.1.6: Log de la formation 1 du faciès nord

(x=274 y=86,5)

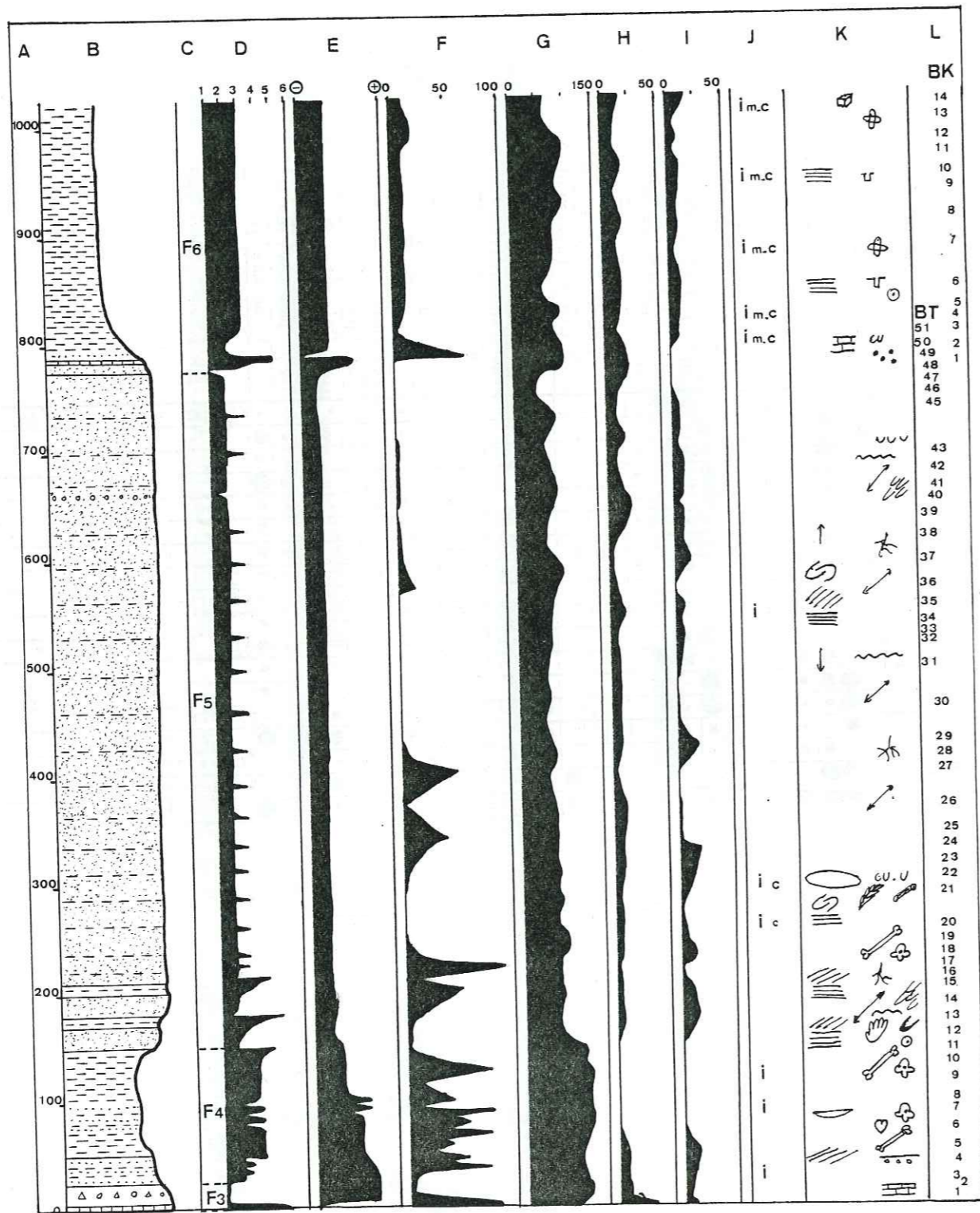


Ech.	1 % Quartz	2 % Feld. (K)	3 % Feld. (Na)	4 % Opaque	5 Min. lourds	6 Chlorite-Biotite	7 Muscovite	8 Clastes	9 Altération	10 Feld. altérés	11 Néophyllites	12 Fossiles	13 Ooïdes	14 Granoclasement	15 Granulométrie	16 Classement	17 Sphériticité	18 Nourrissages	19 Corrosions	20 Bioturbations	21 Ciment	22 Matrice	23 Sparite	24 Calcaire	25 Ciment Ferru.	26 Diam. moy. des Q.	27 Diam. max. des Q.	Remarques	
HE 2	•	•	•	•				•	•	•	•																	• Eléments volcaniques	
HE 3	•	•	•	•				•	•	•	•										•							•	"
HE 4	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	"
HE 5	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	"
HE 8	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	"
HE 9	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	"
HE 10	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	"
HE 11	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	Os?
HE 13	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	Echardes de quartz
HE 14	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	"
HE 15	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	Altérée par calcite
HE 17	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	"
HE 19	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	"
HE 20	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	• Clastes très ronds
HE 21	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	• Fossile??
HE 22	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	• Tubes de racine
HE 23	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	• Volcano-sédimentère
HE 24	•	•	•	•				•	•	•	•																	•	• Silcrète

Fig.1.7: Tableau des observations microscopiques de la formation 1 du faciès nord

Fig.1.8: Log de la série du faciès sud

(x=271,5 y=74,5 et x=275,5 y=77)



Ech.	1 % Quartz	2 % Feld.(K)	3 % Feld.(Na)	4 % Opaque	5 Min.lourds	6 Chlorite-Biotite	7 Muscovite	8 Clastes	9 Altération	10 Feld.altérés	11 Néophyllites	12 Fossiles	13 Ooïdes	14 Granoclassement	15 Granulométrie	16 Classement	17 Sphéricités	18 Nourrissages	19 Corrosions	20 Bioturbations	21 Ciment	22 Matrice	23 Sparite	24 Calcaire	25 Ciment Ferru.	26 Diam.moy.des Q.	27 Diam.max.des Q.	Remarques	
BT 1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
BT 2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Echardes de quartz
BT 3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Altérée par calcite
BT 6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Ooïdes de Fer
BT 8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Ooïdes de Fer
BT 10	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 12	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 13	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 14	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 15	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Flocon de calcaire
BT 17	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Echinoderme
BT 18'	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 18	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 19	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 21	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 23	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 24	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Cuivre ??
BT 25	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Ooïdes dans grès fin
BT 26	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 27	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Echino. Brachio.
BT 29	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 30	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 31	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 32	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 33	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 34	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Altérée par calcite
BT 36	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Echinoderme
BT 37	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 38	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 39	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 40	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 41	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 43	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 44	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 45	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 46	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 47	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BT 50	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BT 51	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Altérée par calcite
BK 1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BK 2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BK 3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Cuivre
BK 4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Echardes de quartz
BK 5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BK 6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BK 7	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Poreux
BK 8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	poreux
BK 9	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BK 10	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Echardes de quartz
BK 11	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BK 12	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BK 13	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
BK 14	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

Fig.1.9: Tableau des observations microscopiques de la série dans le faciès sud

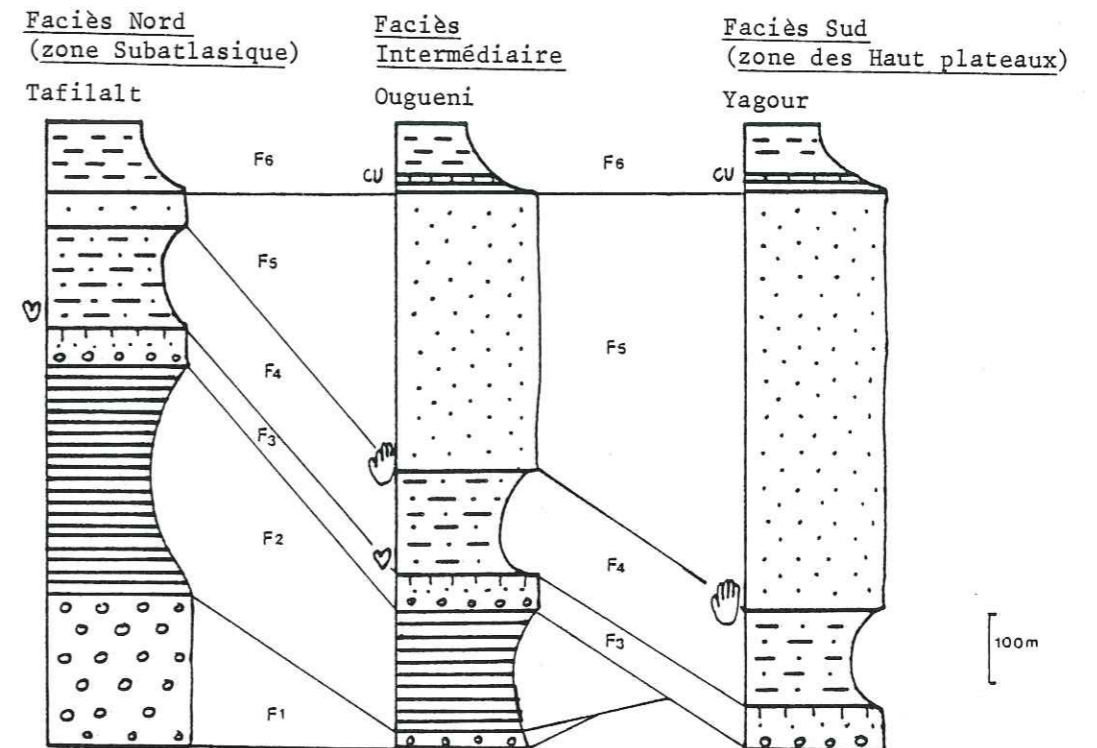


Fig.1.12: Faciès intermédiaire corrélé avec les faciès nord et sud

FORMATION	EPAISSEUR		CARACTERISTIQUES
	facies N.	facies S.	
Formation 6 Siltite de TAFILALT	300m	?	Siltite argileuse rouge brique pilée contenant des évaporites vers le haut et surmontée par des Basaltes
Formation 5 Grès de l'OUKAIMEDEN	50m	600m	Grès rose massif très mûre formant des falaises
Formation 4 Siltite d'ANOUFFIG	200m	200m	Siltite rouge riche en concrétions calcaires et en restes ou traces d'activités organiques
Formation 3 Conglomérat de TIMALIZENE	40m	15m	Conglomérat et grès calcaireux
Formation 2 Siltite de CHAM-EL-HOUA	10à 300m	0m	Grès silteux très rythmés contenant des copeaux d'argiles
Formation 1 Conglomérat d'ANRAR	50à 400m	0m	Conglomérat peu mûre contenant des éléments volcaniques

Fig.1.13: Caractères lithologiques des différentes formations

Légende de la figure 1.14.


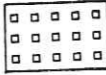

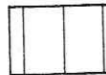
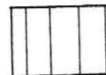


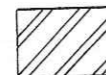




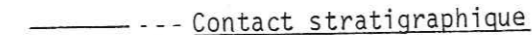
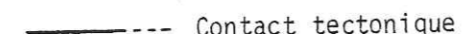
-  Tertiaire et Quaternaire
-  Jurassique et Crétacé
-  Basalte infraliasique
-  Formation 6
-  Formation 5
-  Formation 4
-  Formation 3
-  Formation 2
-  Formation 1 (+spilite)
-  Stéphanien
-  Viséen
-  Paléozoïque et Cristallin
-  --- Contact stratigraphique
-  --- Contact tectonique

Fig.1.14: Carte géologique du Permo-Trias de la région de l'Ourika

500m

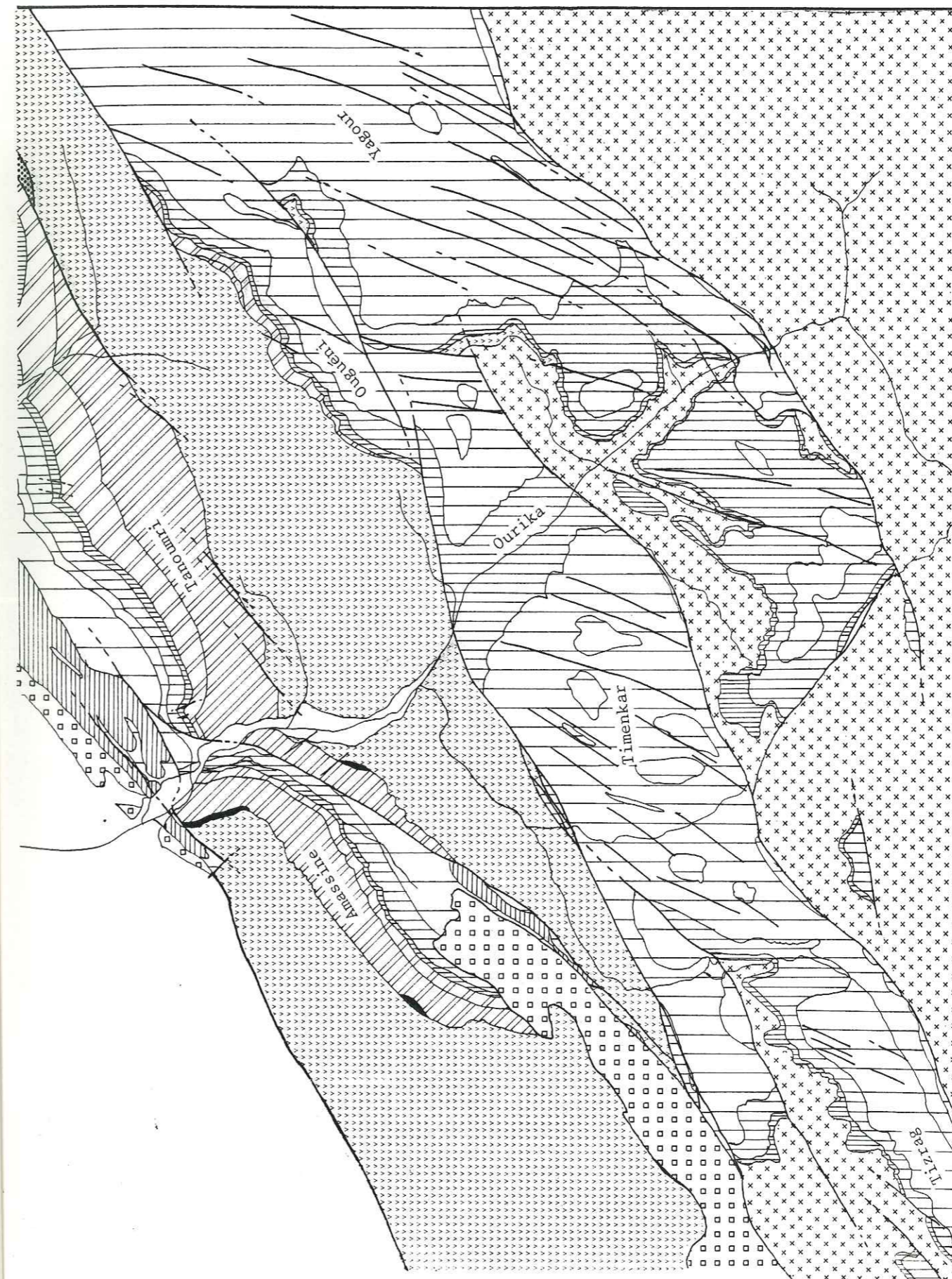
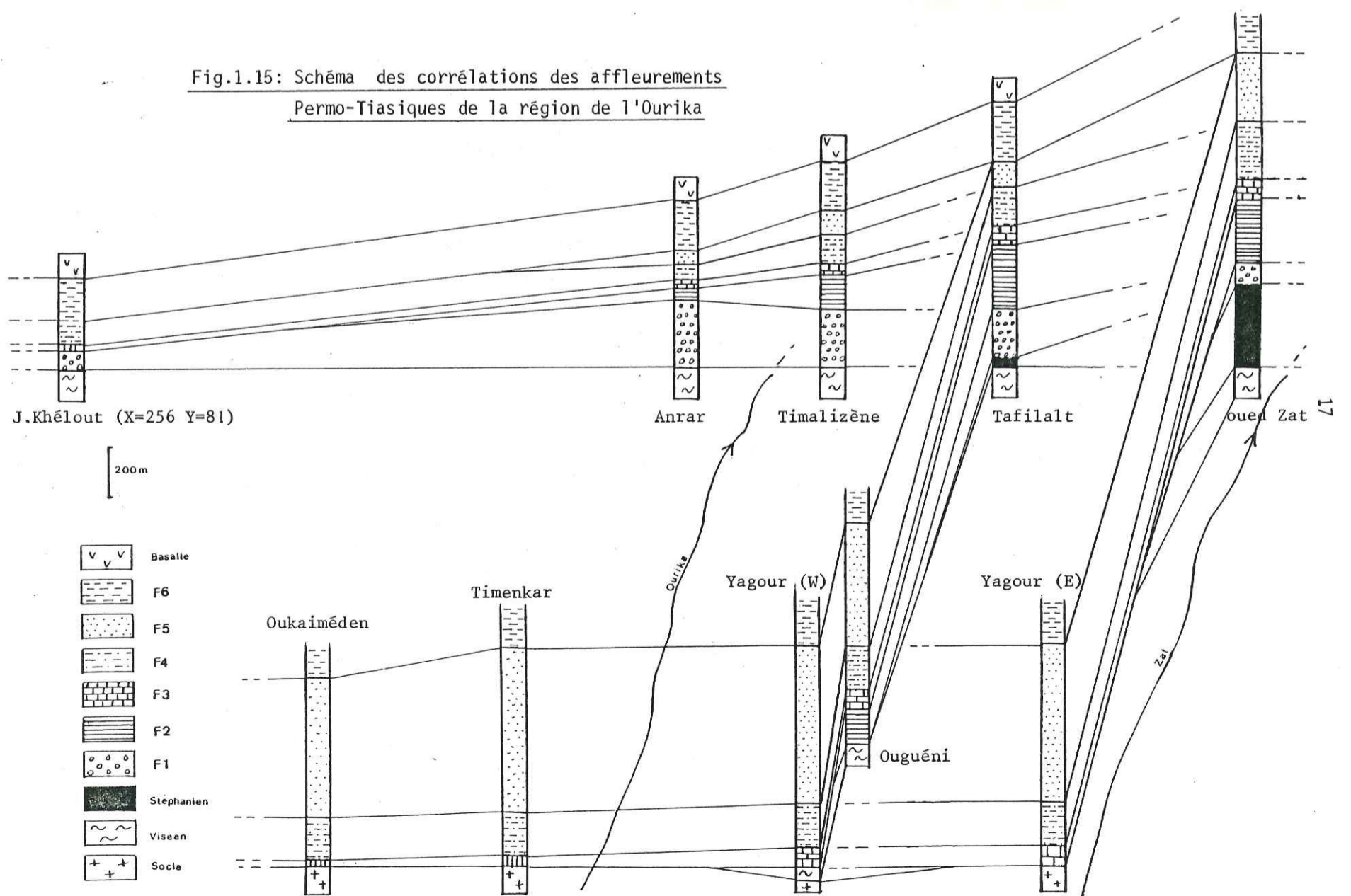


Fig.1.15: Schéma des corrélations des affleurements
Permo-Tiasiques de la région de l'Ourika



Légende de la figure 1.16.

Terriers

- (a) : Moulages de terriers de vers polychètes appelés Scoyenia (formation 4)
 (b) : Terriers "U" appelés Corophioïdes (formation 2)
 (c) : Empreinte en étoile laissée par un ver autour de son terrier lors de sa nutrition (base de la formation 4)

Légende de la figure 1.18.

Empreintes laissées par la locomotion d'invertébrés

- (a) : Alignement parallèle de petites dépressions: Umfolozia?? (base de la formation 4)
 (b) : Alignement parallèle de petites dépressions en accent circonflexe (formation 4)
 (c) : Empreinte pouvant provenir d'un Myriapode (formation 5)

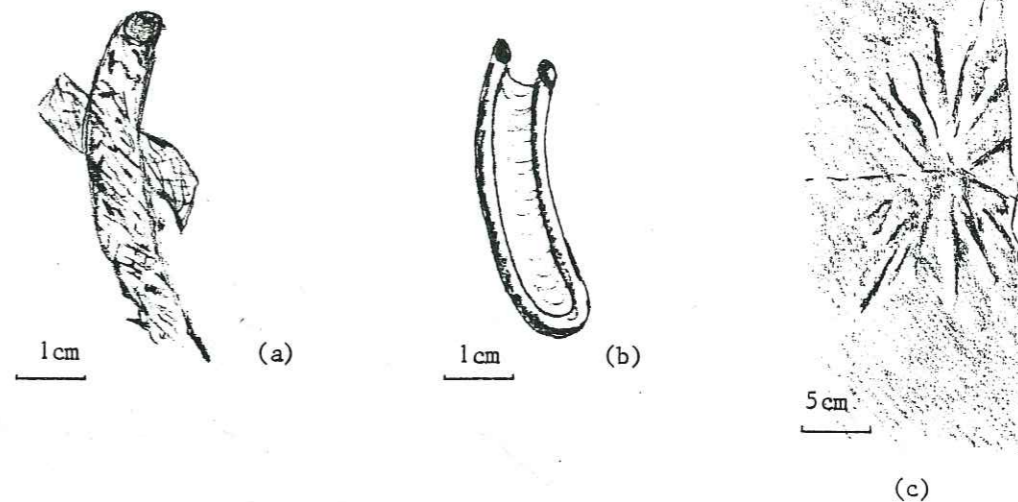


Fig.1.16: Terriers

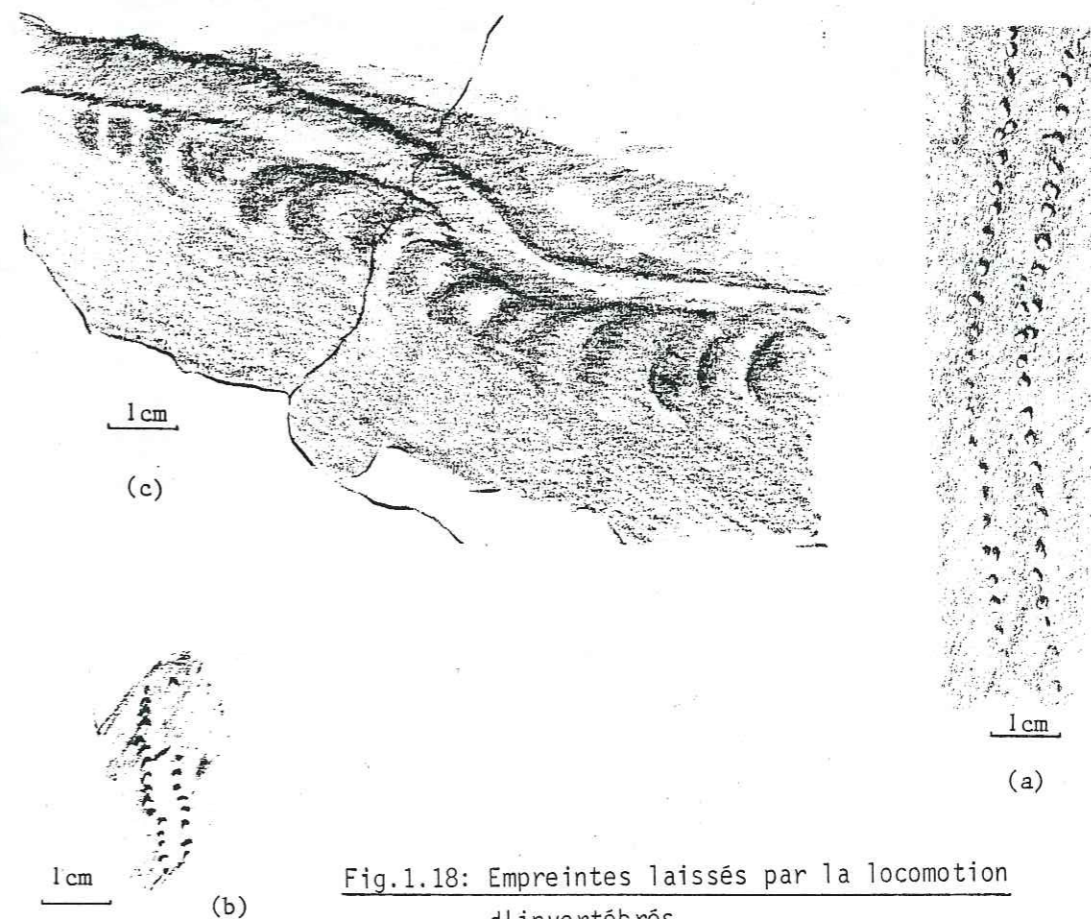


Fig.1.18: Empreintes laissés par la locomotion d'invertébrés

Légende de la figure 1.17.

Concrétions calcaires
(formation 4)

1;2;3;4; : Structure soulignée par de l'hématite

5; : Phénomène de "croix noire" en lumière polarisée dans une concrétion

6; : Structure radière

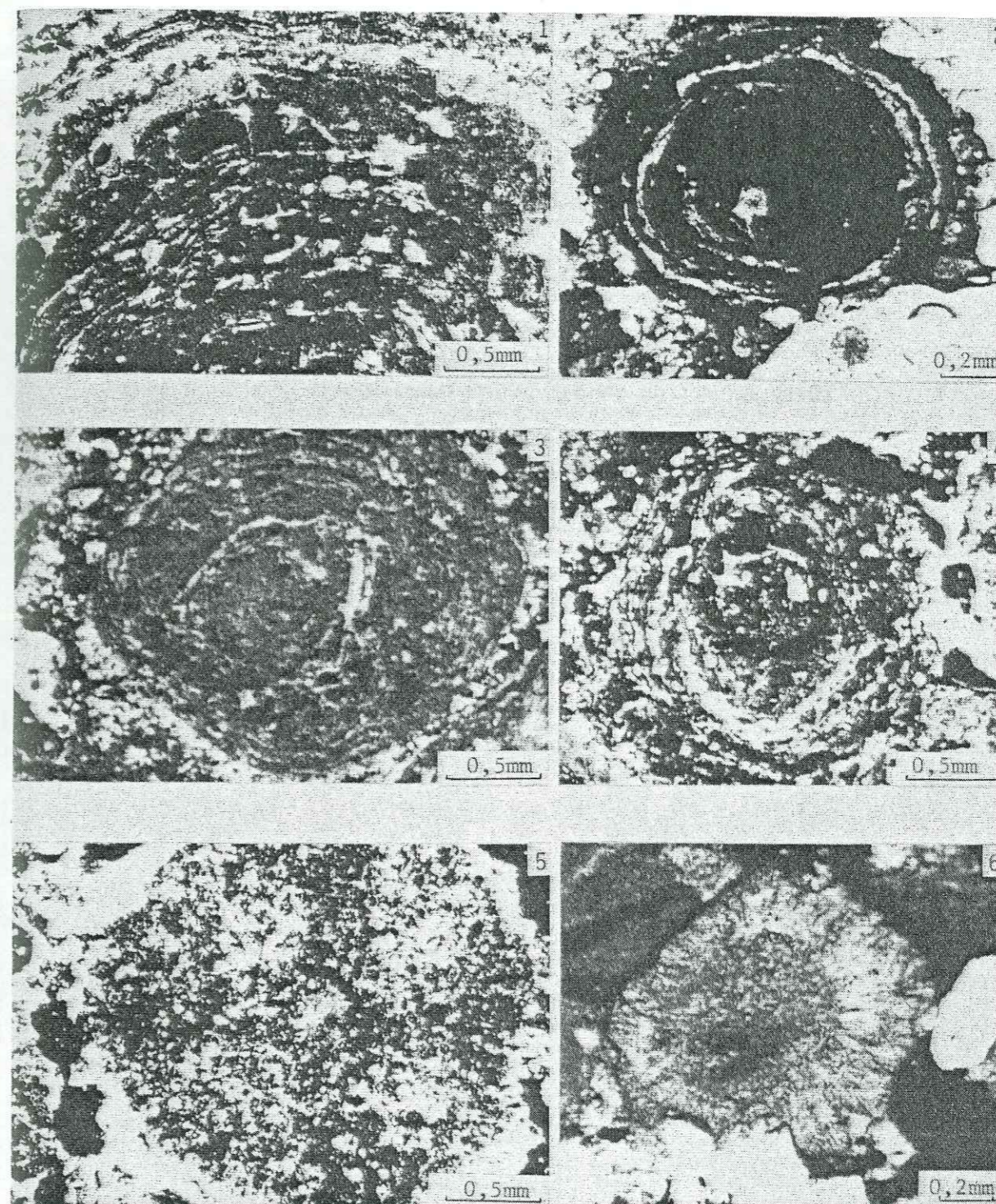


Fig.1.17: Concrétions calcaires

Légende de la figure 1.19.

Empreintes de pas de vertébrés
(base de la formation 5)

Photo 1 : les grosses (en couple:patte antérieure, patte postérieure) : Chirothérium
les petites : Rhynchosauroides

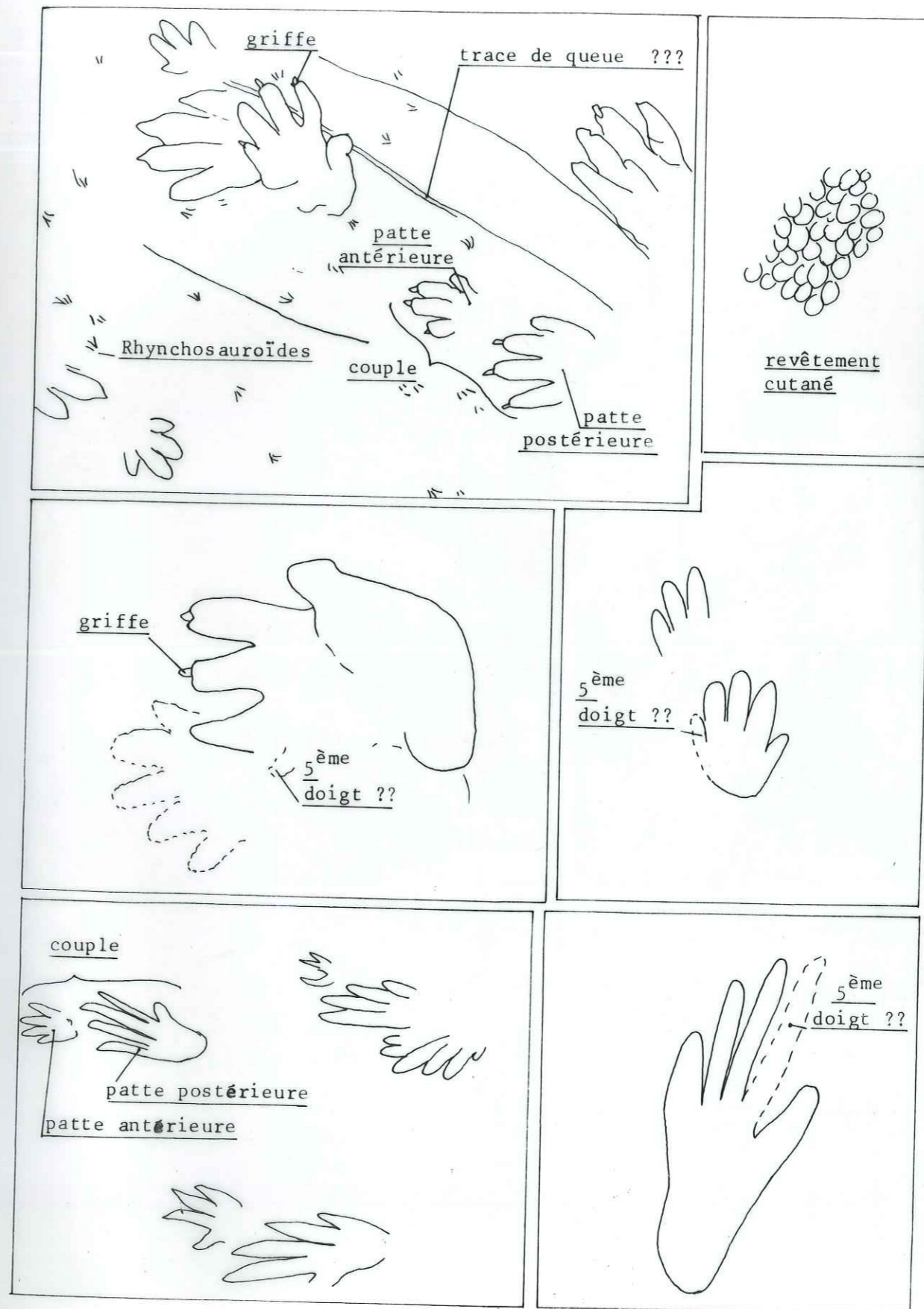
Photo 2 : détail de la photo 1 montrant le moulage du revêtement cutané

Photo 3 : Chirothérium

Photo 4 : petite trace : petits mammifères??

Photo 5 : trace en couple (patte antérieure, patte postérieure) : Apotopus??

Photo 6 : Apotopus??



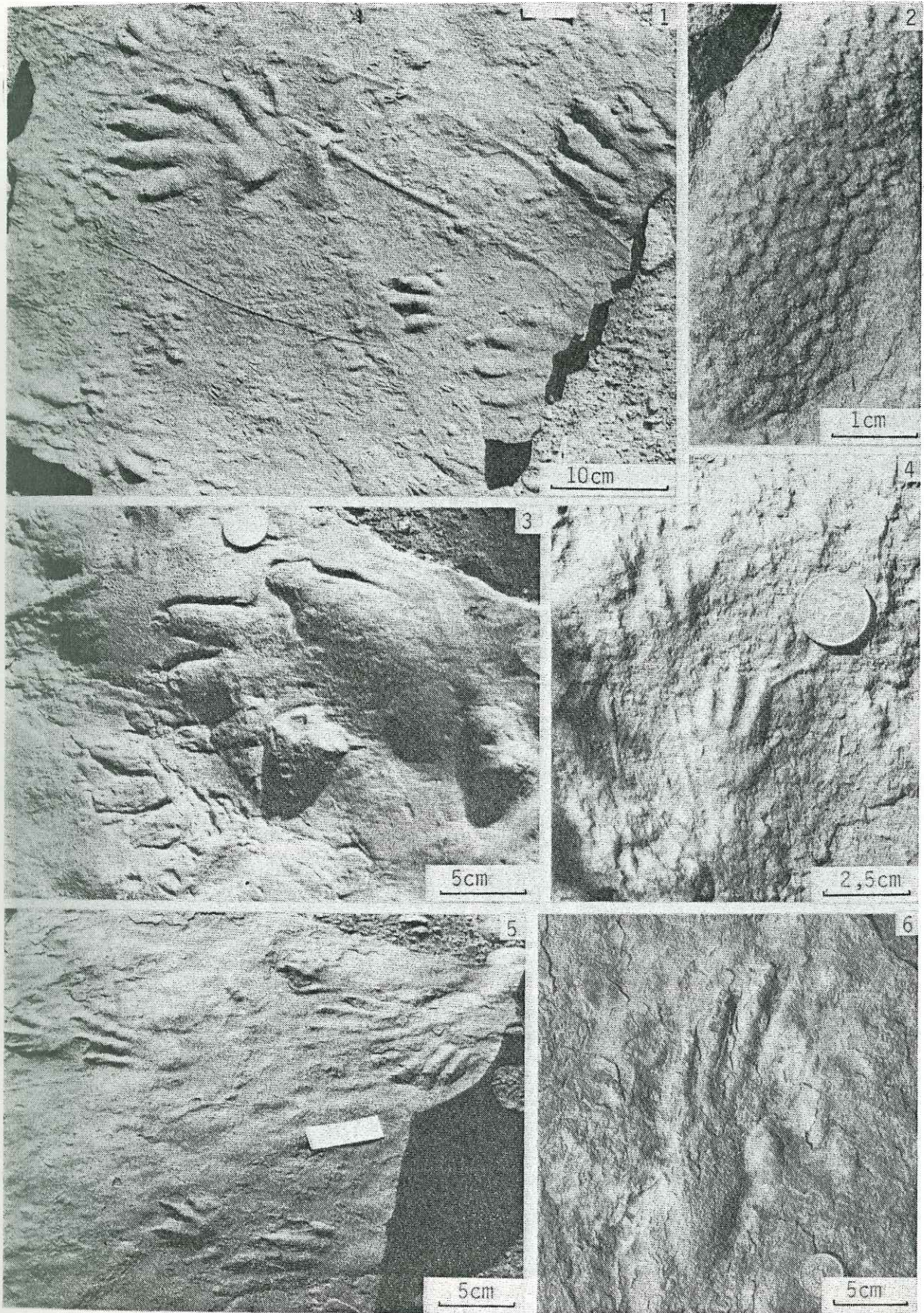


Fig.1.19: Empreintes de pas de vertébrés



Fig.1.19: Empreintes de pas de vertébrés

Légende de la fig.1.20.

- 1: Bois fossile
- 2: Coupe transversale montrant une zone d'accroissement
- 3: Vue générale d'une coupe tangentielle montrant les rayons ligneux unisériés avec une prédominance pour les rayons bas
- 4: Coupe tangentielle avec ponctuations radiales en coupe
- 5: Vue générale d'une coupe radiale
- 6: Coupe radiale montrant les ponctuations radiales unisériées écrasées
- 7: Ponctuations de champ de type araucarioide: 3 à 15 oculipores par champ ayant une disposition non étagée

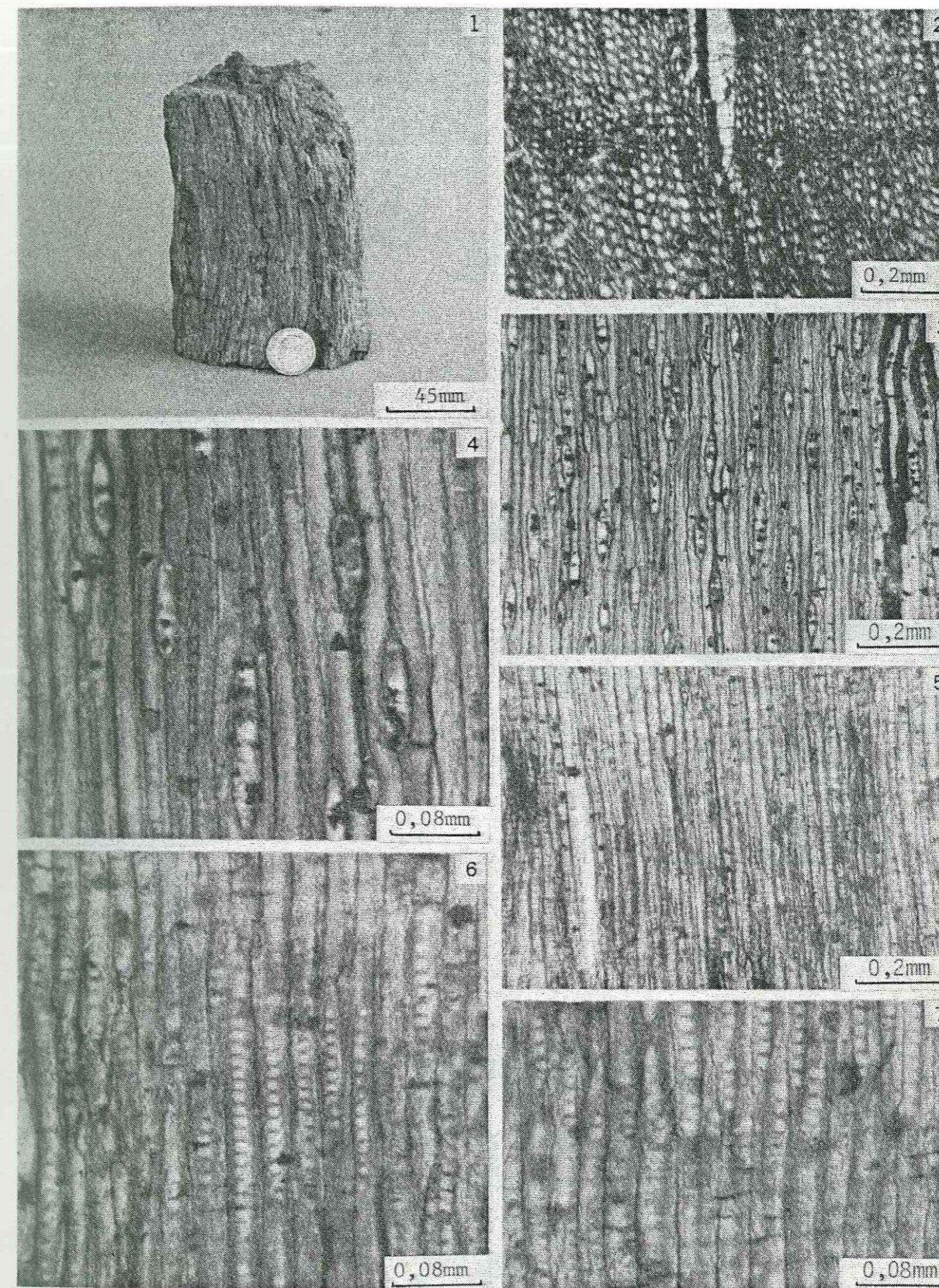
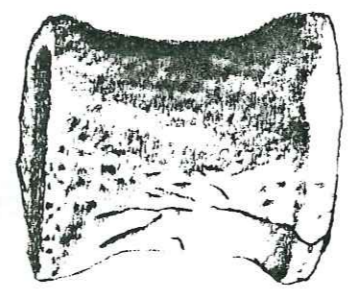


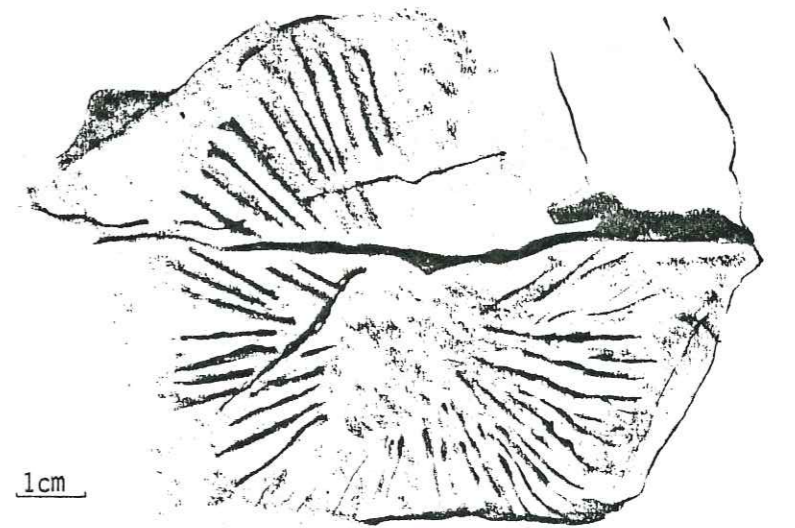
Fig.1.20: Bois fossile des niveaux basaltiques

Fig.1.21: Ossements



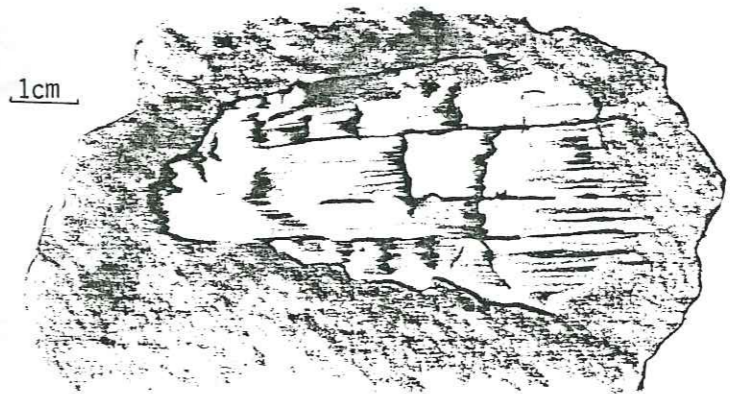
1cm

Vertèbre de Phytosaure



1cm

Plaque cranienne
de Stégocéphale



1cm

Os long ?

Légende de la fig.1.22. Lamellibranches

(base de la formation 4)

- 1: Sousface de banc remplie de lamellibranches en position de vie
- 2: Croissants de plage créés par des lamellibranches
- 3: Contre-empreintes de lamellibranches (des bourrelets sont visibles autour des animaux)
- 4: Homomya
- 5: Pleuromya
- 6: Lamellibranches se terminant par une protubérance énigmatique (pied?, siphon?)
- 7: Homomya

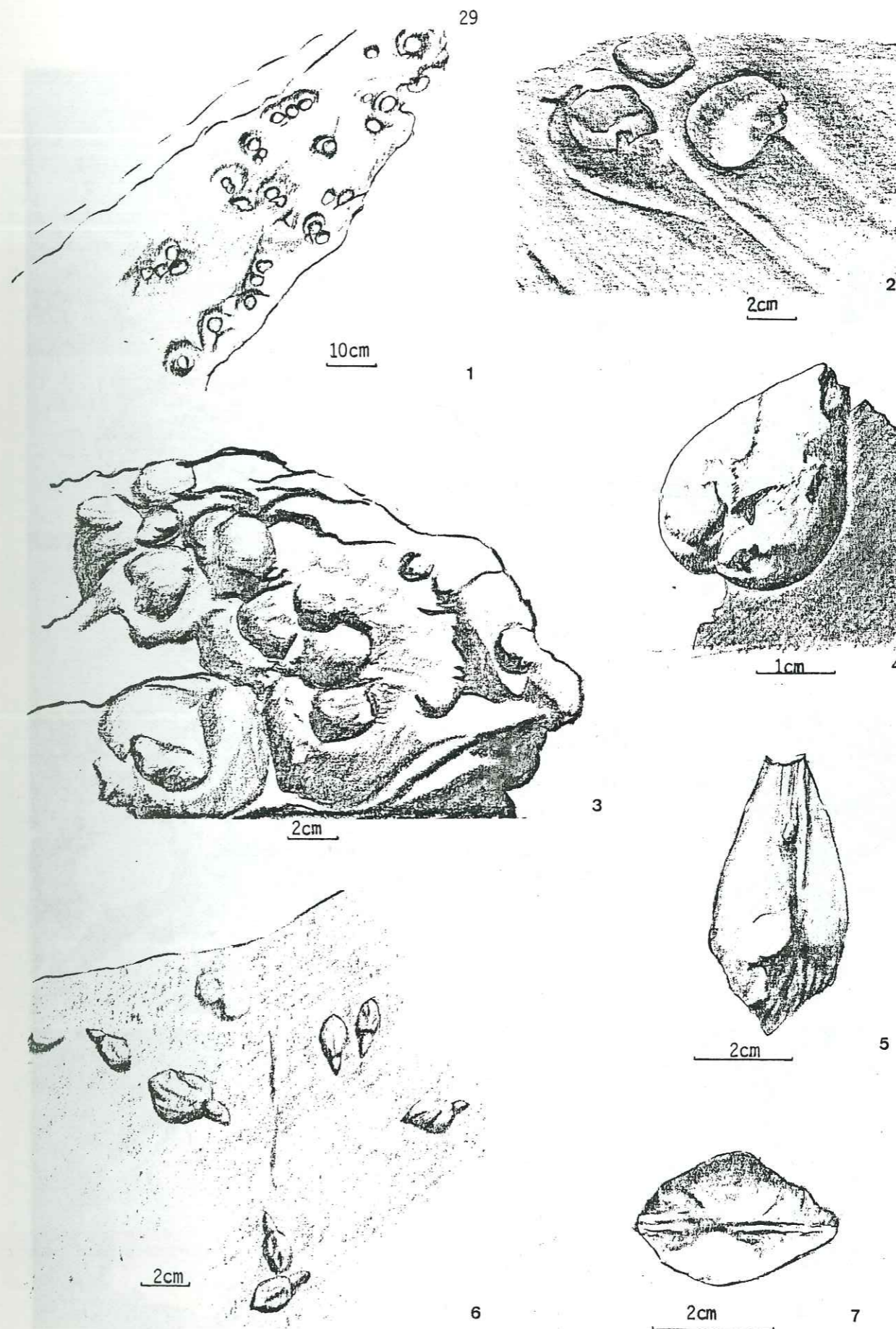


Fig.1.22: Lamellibranches

Légende de la figure 1.23 et 1.24

1;2;3;4; : Morceaux de plaque d'Echinodermes
(formation 4 et 5)

5; : Morceaux de coquille de Brachiopodes
(formation 4)

6; : Détail de la photo 5
des ponctuations sont visibles

7; : Nourrissage de grains de quartz

8; : Morceau de coquille de Lamellibranches,
structure en deux couches du têt
(formation 4)

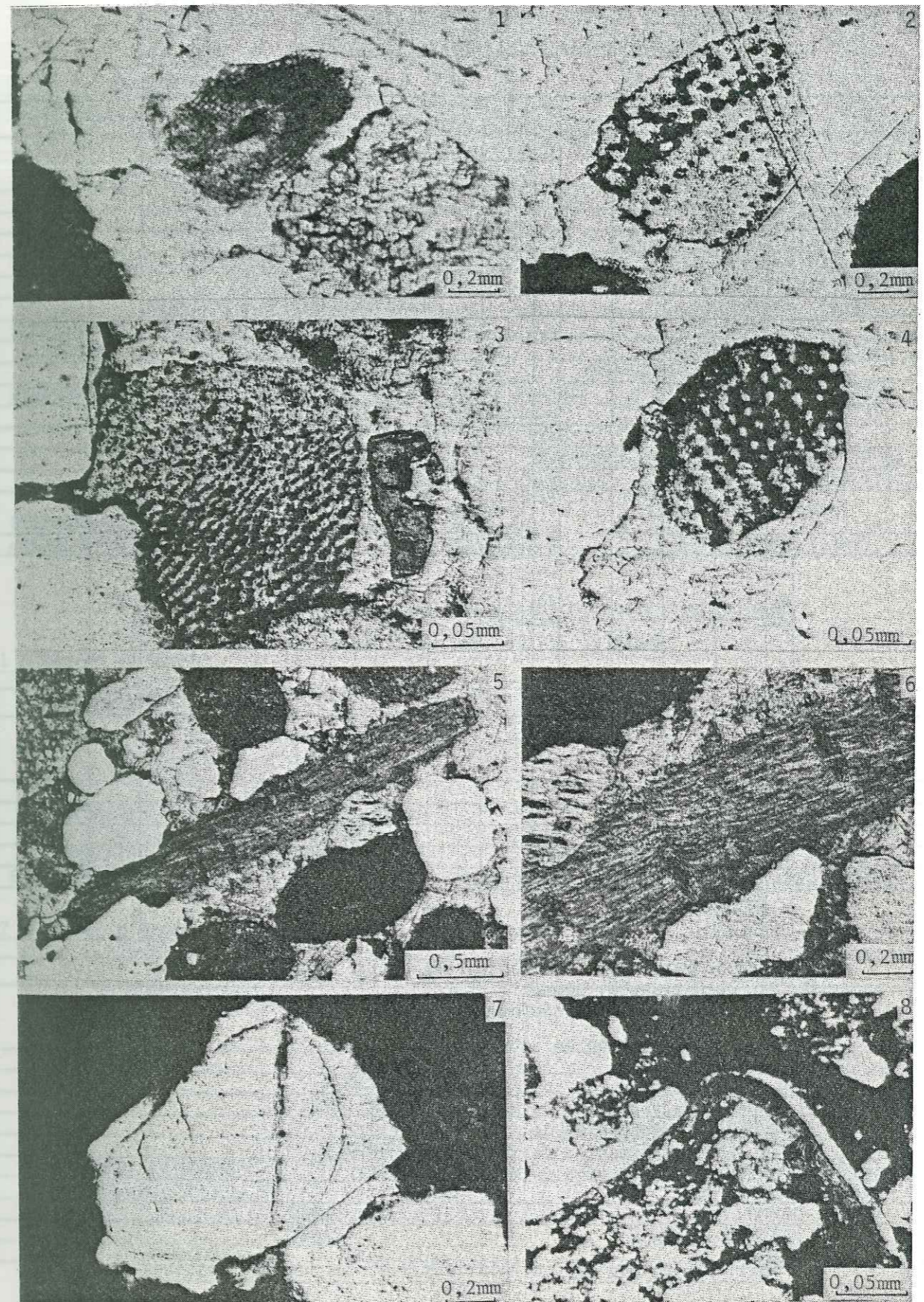
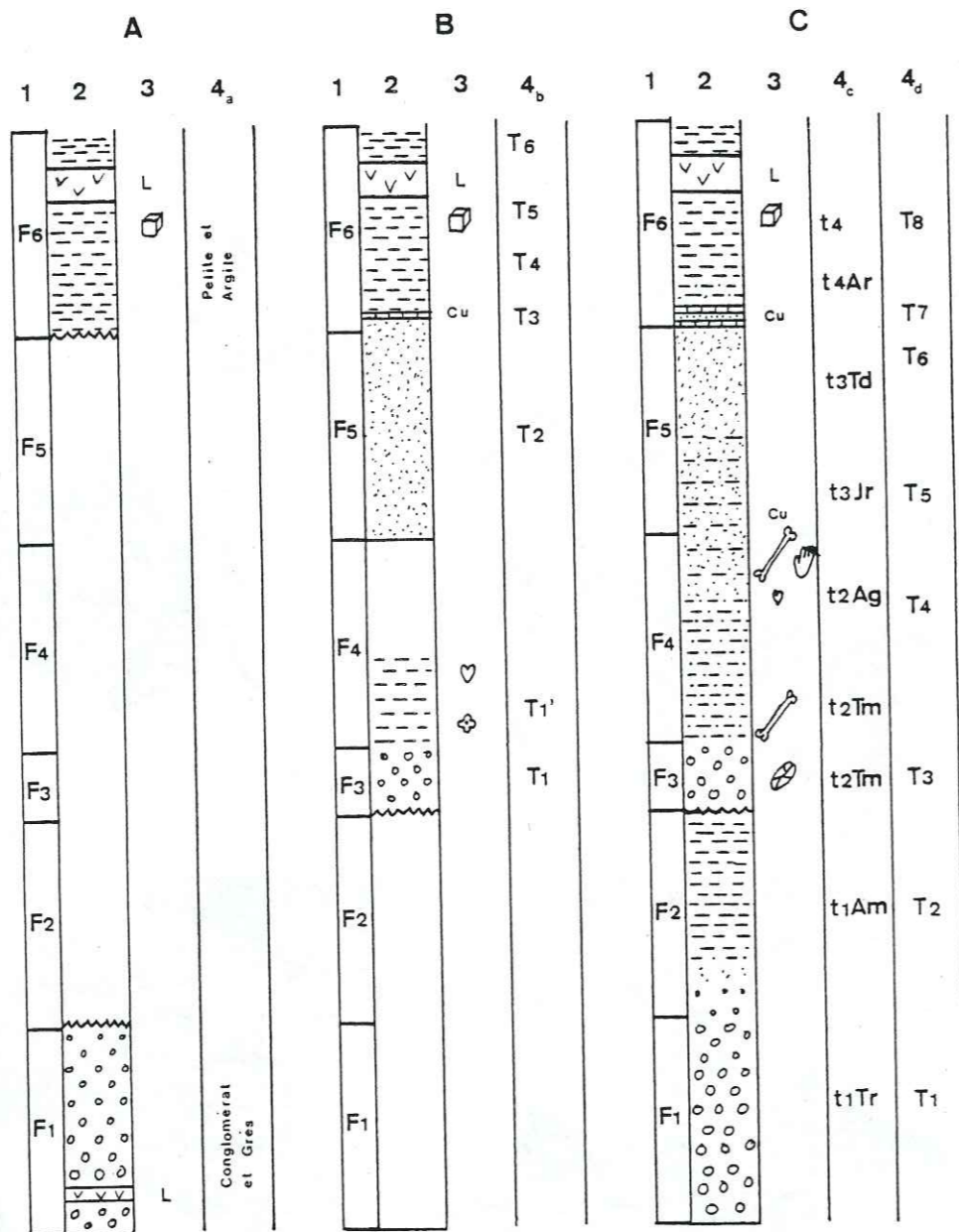


Fig.1.23: Echinodermes (1;2;3;4)

Fig.1.24: Brachiopodes (5;6;)



A: Nord de Marrakech: la Méséta, les Jbilet et le Moyen Atlas
 B: Est de Marrakech: Demnat
 C: Ouest de Marrakech: couloir d'Argana

- 1: Formation de l'Ourika
- 2: Facies
- 3: Niveaux de corrélations
- 4: a/formation de H.Termier(1936)
- b/formation de A.Le Marrec(1977)
- c/formation de M.Avertchenko(1973)
- d/formation de M.Tixeront(1973)

Fig.1.25: Tableau des corrélations avec les régions voisines

Fig.1.26: Historique des résultats chronostratigraphiques du Permo-Trias dans l'Atlas de Marrakech

Stephanien	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Lias	Auteurs
Série de l'Ourika (P.E.Biron,1982)								
PERMIEN		?		TRIAS			P.LEMOINE (1905)	
PERMIEN				PERMIEN		A.BRIVES (1909)		
PERMO-TRIAS						L.GENTIL (1910)		
STEPHANIEEN ?	PERMIEN	?		TRIAS			L.MORET (1931)	
STEPHANO-TRIAS						L.CLARIOND (1934)		
STEPHANO-LIAS						H.TERMIER (1938)		
STEPHANO-AUTUNIEEN	PERMO-INFRA LIAS					E.ROCH (1950)		
STEPHANIEEN	PERMO-TRIAS					G.CHOUBERT (1956)		
PERMIEN						TRIAS	LIAS	F.PROUST (1961)
STEPHANO-AUTUNIEEN?					TRIAS (Keuper)		G.CHOUBERT (1962)	
AUTUNIEEN						TRIAS		A.F.MATTIS (1975)
						TRIAS (sup.)		LIAS
(Carnien)						TRIAS (sup.)	(Norien)	LIAS
STEPHANO-AUTUNIEEN						TRIAS		LIAS
STEPHANO-AUTUNIEEN	PERMIEN (inf.)		TRIAS (sup.)			LIAS		P.E.BIRON (1982)

Fig.1.27: Historique des résultats chronostratigraphiques du Permo-Trias des régions voisines

1 / Région de Demnat

Stephanien	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Auteurs
Série de Demnat (A.Le Marrec,1977)							
PERMO-TRIAS						L.GENTIL (1912)	
STEPHANIEEN	PERMO-TRIAS					L.MORET (1931)	
STEPHANO-TRIAS						E.ROCH (1939)	
STEPHANIEEN	PERMIEN			TRIAS			P.LEVEQUE (1962)
STEPHANO-AUTUNIEEN	PERMO-TRIAS						A.LE MARREC (1977)

2 / Région d'Argana

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Auteurs
Série d' Argana (M.Tixeront,1971)								
PERMIEN		?		TRIAS			A.BRIVES (1905)	
AUTUNIEEN	PERMO-TRIAS					E.ROCH (1926)		
PERMO-TRIAS						J.DRESCH (1941)		
						Keuper (moy.)		S.DEFRETIN (1951)
TRIAS						G.DE KONING (1957)		
STEPHANIEEN	AUTUNIEEN	TRIAS			R.AMBROGGI (1963)			
PERMIEN				TRIAS		F.DUFFAUD (1966)		
PERMO-TRIAS						M.TIXERONT (1971)		
TRIAS						LIAS		R.H.BROWN (1974)
PERMIEN (inf.)			TRIAS (sup.)			J.M.DUTUIT (1976)		

Légende de la figure 1.29.

- 1: Importante faune; Khénifra; H.Termier(1936)
- 2: Mégalodus, Diplopores; Moyen-Atlas; L.De Loczy(1948)
- 3: Lumachelle; Mechra-Ben-Abbou; L.Gentil(1905)
- 4: Anoplophora lettica; région de Jérada; B.Owodenko(1946)
- 5: Ages radiométriques; Ourika; A.F.Mattis(1975)
- 6: Lumachelle; Tizimoult(Atlas de Marrakech); L.Moret(1931)
- 7: Voltzia; région de Khénifra; H. et G.Termier(1948)
- 8: Phyllopes; Argana; S.Defretin(1951)
- 9: Pollen; Demnate; A.Le Marrec (comm. orale)
- 10: Bivalves; Demnate; A.Le Marrec (comm. orale)
- 11: Pollen; Oukaïmeden; H.L.Cousminer et W.Manspeizer(1976)
- 12: Reptiles; Argana; J.M.Dutuit(1976)
- 13: Stégocéphale; Ourika; P.E.Biron(1982)
- 14: Pollen; Ourika; P.E.Biron et B.Courtinat(1982)
- 15: Reptiles; Argana; J.M.Dutuit(1976)
- 16: Stégocéphale; Ourika; P.E.Biron(1982)
- 17: Lamellibranche; Ourika; P.E.Biron(1982)
- 18: Lamellibranche; Argana; M.Avertchenko(1973)
- 19: Stéréospondyles, Phytosaures; Oued Zat; J.M.Dutuit(1976)
- 20: Stégocéphale; Ourika; P.E.Biron(1982)
- 21: Lamellibranche; Ourika; P.E.Biron(1982)
- 22: Stégocéphale; Ourika; P.E.Biron(1982)
- 23: Reptiles; Argana; J.M.Dutuit(1976)
- 24: Lépospondyles; Argana; J.M.Dutuit(1976)
- 25: Walchia piniformis; Sud d'Asni; C.Gréber et F.Proust(1958)
- 26: Unio; Argana; R.Ambroggi(1963)
- 27: Walchia piniformis; Khénifra; H.Termier(1936)
- 28: Equisétites; Argana; E.Roch(1926)
- 29: Walchia, Odontoptéris Dufresnoyi; Tessaout; E.Roch(1939)
- 30: Voltzia hétérophylla; Ida-ou-Zal; G.De Koning(1957)
- 31: Magnétisme; Chougrane; L.Daly et al(1974)
- 32: Flore; Bou-Achouch; G.Choubert(1956)
- 33: Pollen; Khénifra; H.L.Cousminer et W.Manspeizer(1977)
- 34: Magnétisme; Chougrane; Méchra-Ben-Abbou; M.Westphal(1979)
- 35: Age radiométrique; Ourika; F.B. Van Houten(1977)
- 36: Age radiométrique; Ourika; F.B. Van Houten(1977)
- 37: Flore+Lave; Jbilet orientales; P.Huvelin(1977)
- 38: Walchia linéarifolia...; Ait-Ziffa; L.Clariond et F.Leca(1933)
- 39: Flore; Ida-ou-Zal; W.J.Jongmans(1950)

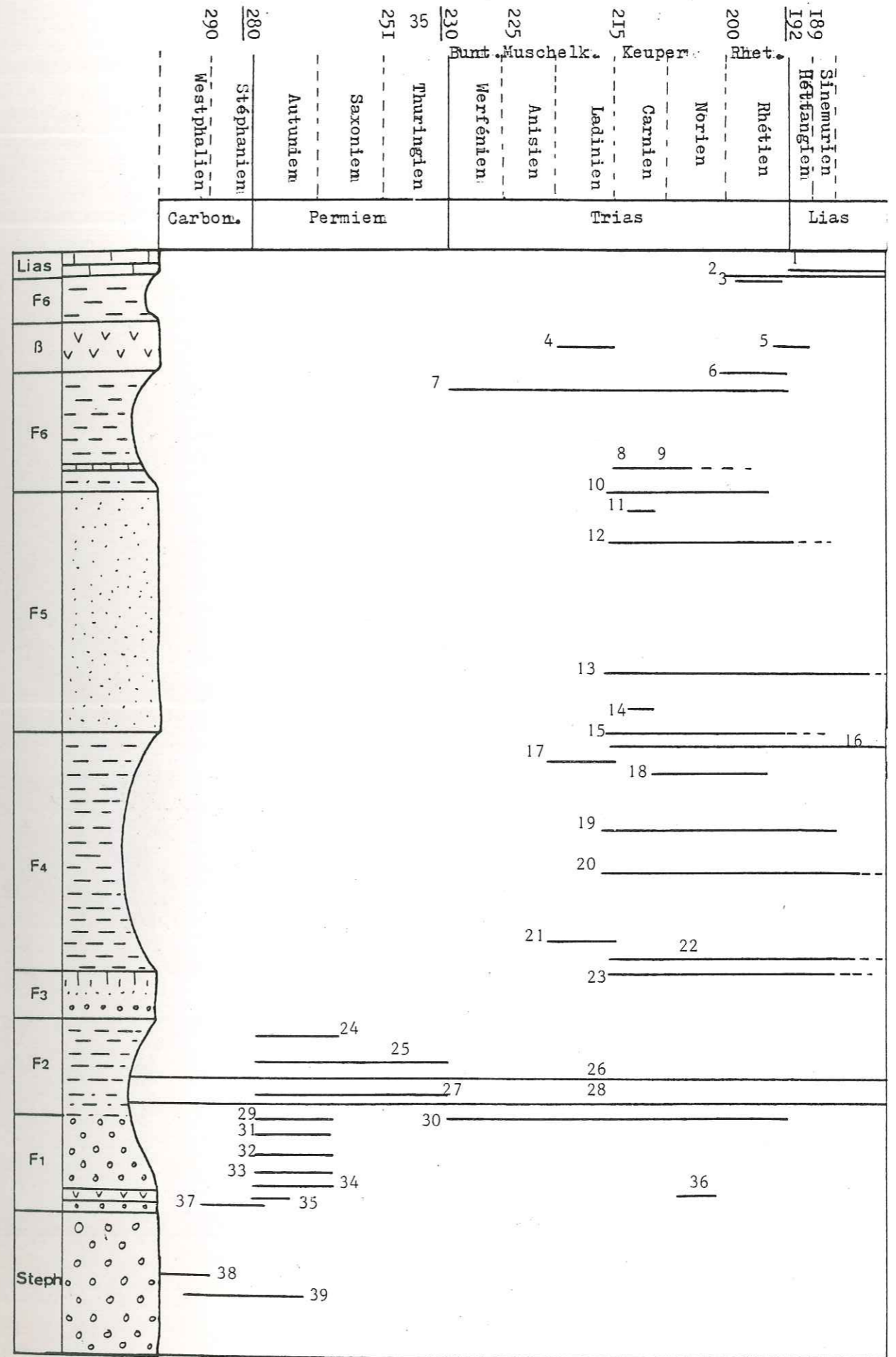
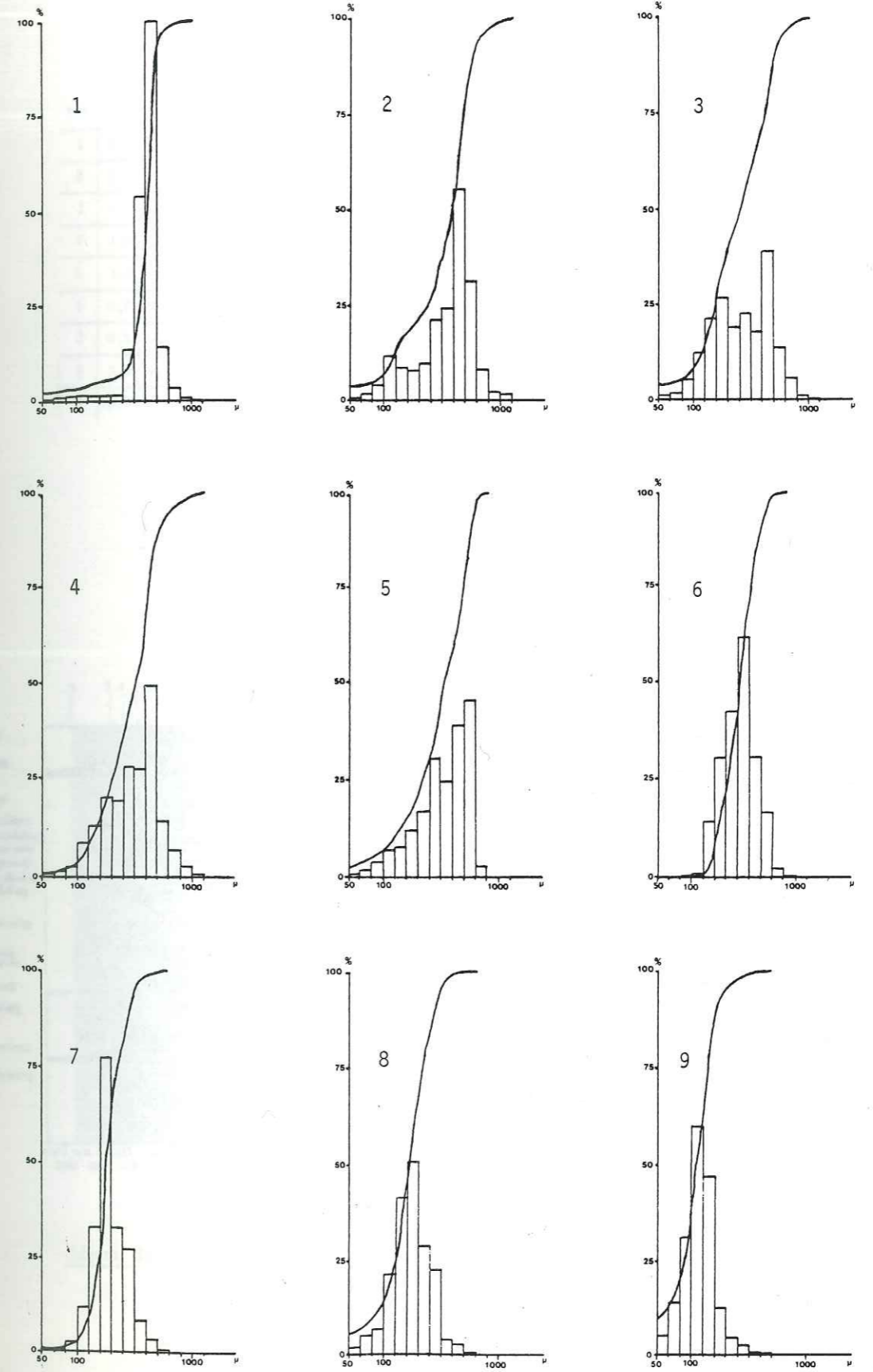


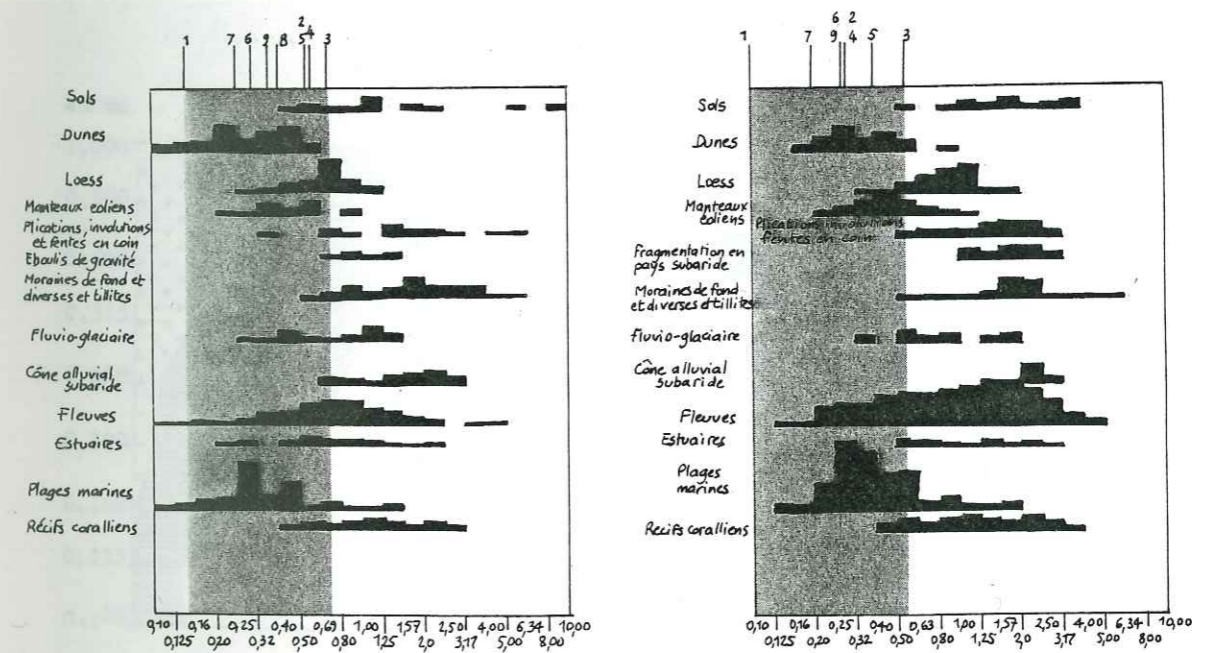
Fig.1.28: Tableau des éléments de datation du Permo-Trias au Maroc

Fig.2.1: Courbes granulométriques



Ech. %	50	calculé en mm					calculé en unité Phi							
		Mode	Q1	Q2	Q3	Qd	Hé	So	S	Kg	Si	Ski	M	
1	2,5	0,450 "B"	0,370	0,420	0,460	0,15	0,10	1,1	0,96	2,35	0,39	0,46	1,29	F3
2	3,5	0,450 "B"	0,230	0,400	0,490	0,55	0,30	1,5	0,70	1,13	0,92	0,55	1,68	
3	4,0	0,450 "B"	0,160	0,255	0,420	0,70	0,60	1,6	1,03	0,94	0,94	0,19	1,99	
4	1,0	0,450 "B"	0,205	0,325	0,450	0,60	0,30	1,5	0,87	1,01	0,82	0,39	1,75	
5	3,0	0,560 "B"	0,230	0,350	0,490	0,55	0,40	1,5	0,92	1,07	0,83	0,37	1,43	F5
6	0,0	0,280 "U"	0,205	0,255	0,320	0,30	0,28	1,2	1,01	0,93	0,48	-0,04	1,96	
7	0,5	0,180 "U"	0,160	0,185	0,235	0,25	0,20	1,2	1,10	1,10	0,45	-0,14	2,37	F6
8	5,5	0,180 "U"	0,128	0,170	0,210	0,40	0,40	1,3	0,93	1,23	0,77	0,23	2,60	
9	10,0	0,110 "U"	0,087	0,110	0,135	0,35	0,28	1,2	0,97	1,13	0,72	0,30	3,24	

Fig.2.2: Tableau des valeurs des indices granulométriques



Qdphi de Krumbein

Indices d'hétérométrie de Cailleux

Fig.2.3: Tableau des Qdphi et de l'hétérométrie

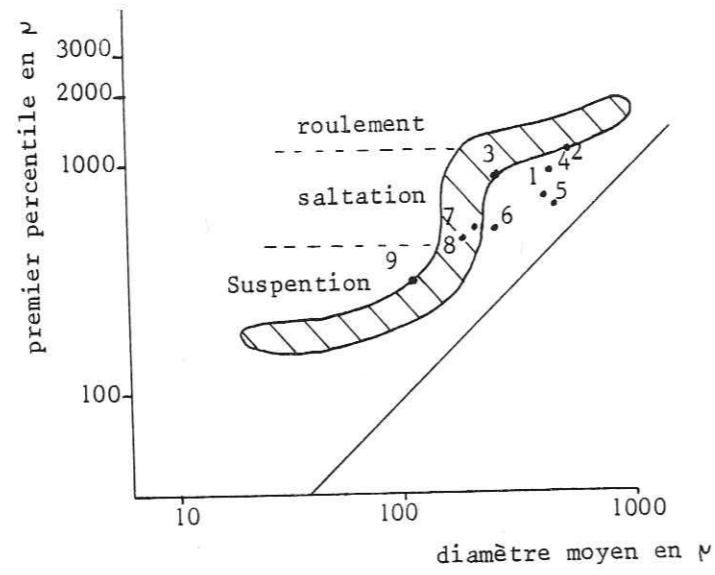


Fig.2.4: Diagramme de Passega

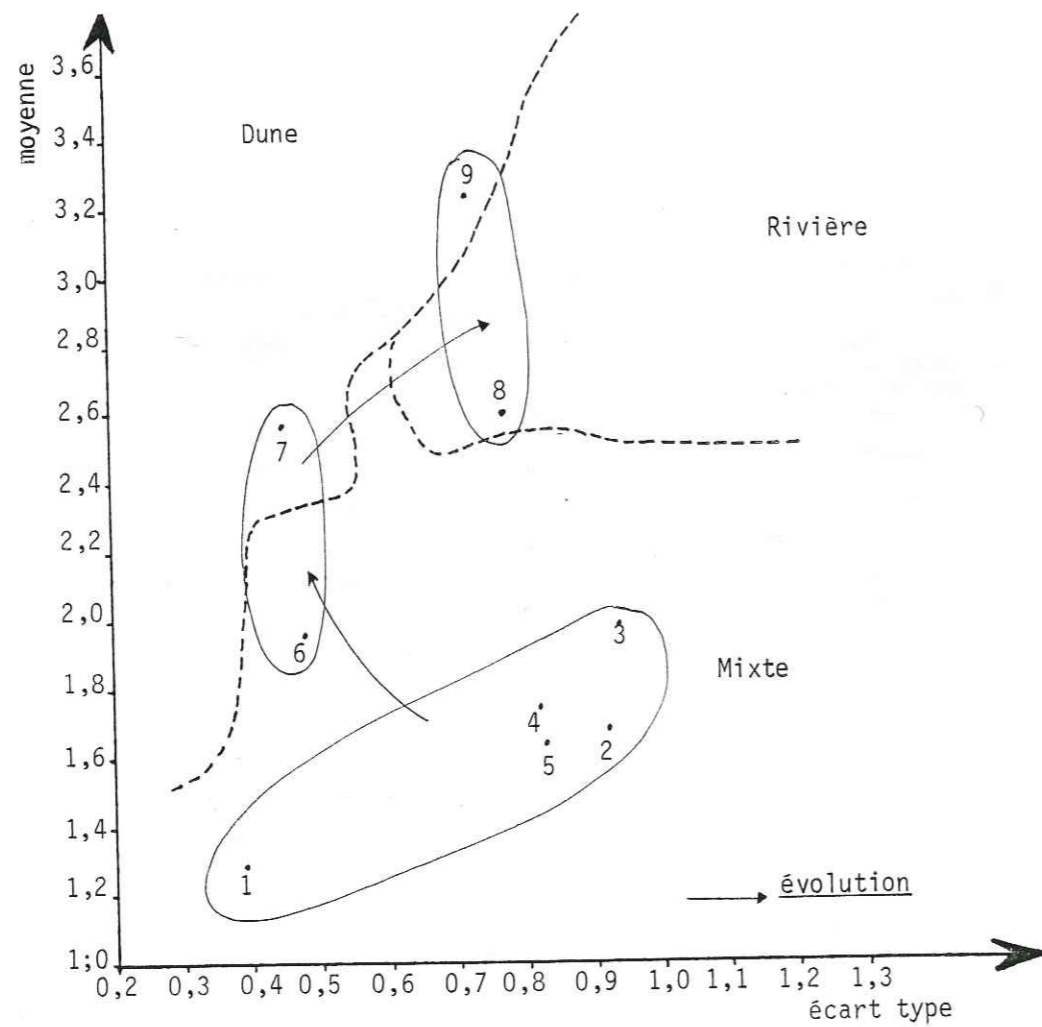


Fig.2.5: Relation : écart type / moyenne d'après G.M.Friedman (1967)

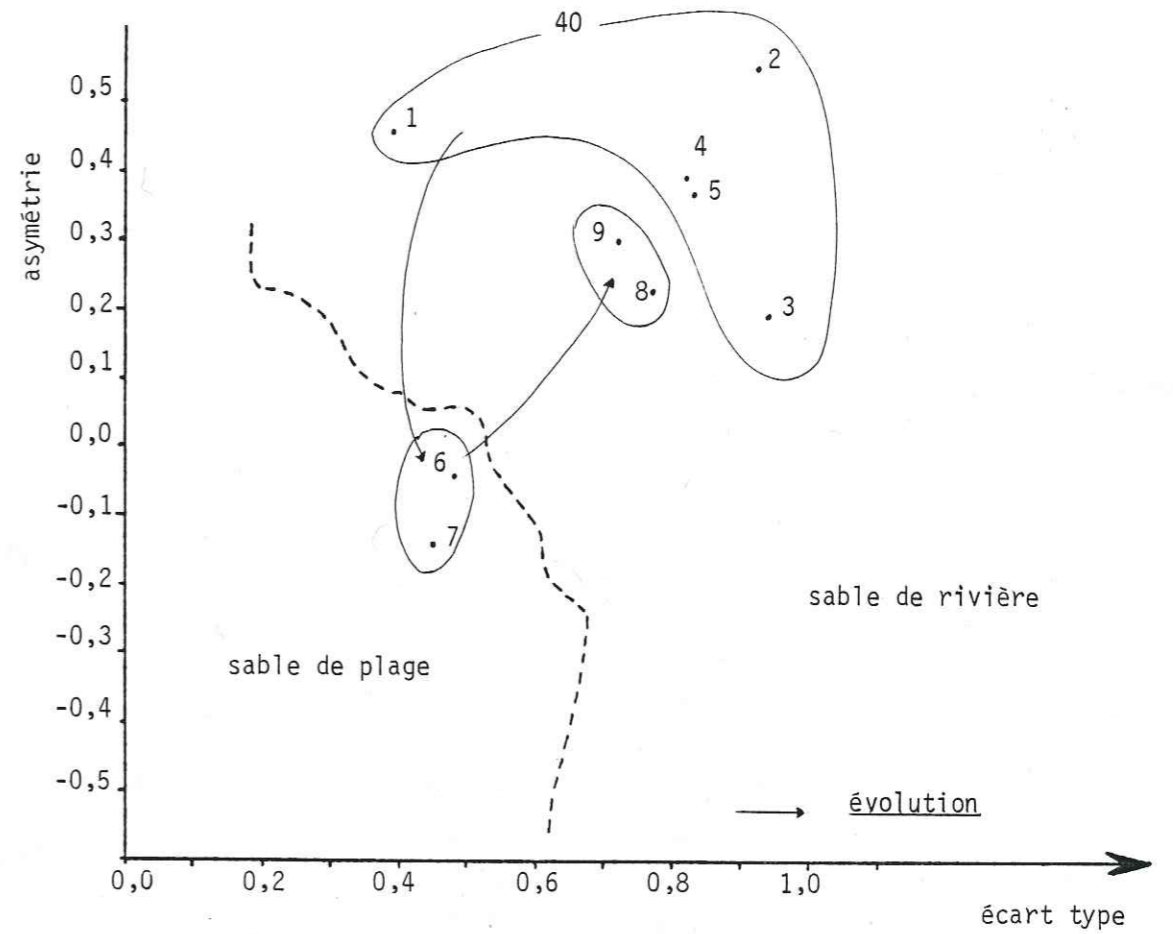


Fig.2.6: Relation : écart type / asymétrie d'après G.M.Friedman (1961)

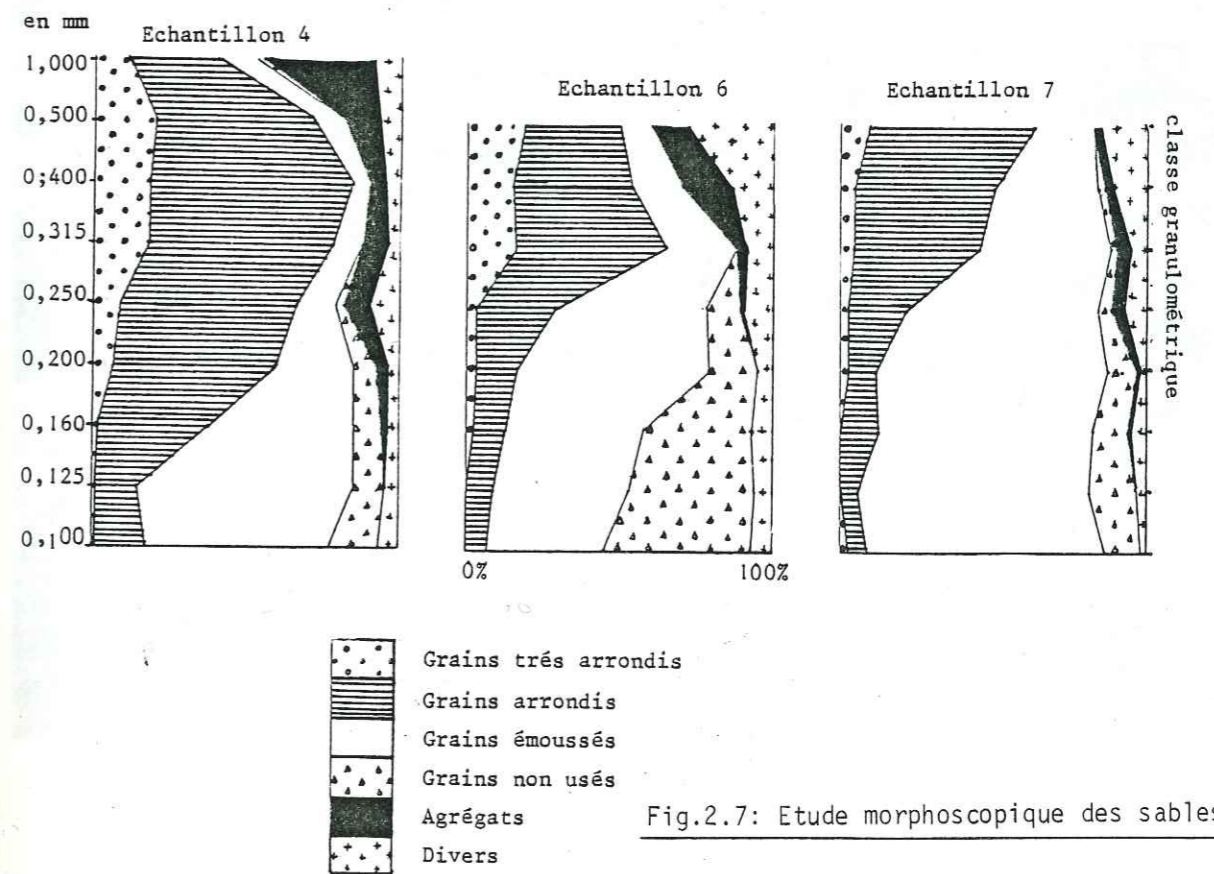


Fig.2.7: Etude morphoscopique des sables

Légende de la figure 2.8.

ExoscopieEchantillon 6 (formation 5 supérieure)

- Lot A : photo 2 ($\times 5,7 \cdot 10^{-4}$)
 photo 5 ($\times 1,4 \cdot 10^{-2}$)
Lot B : photo 1 ($\times 1,4 \cdot 10^{-2}$)
 photo 4 ($\times 5,7 \cdot 10^{-3}$)
 photo 7 ($\times 1,4 \cdot 10^{-2}$)
 photo 10 ($\times 2,8 \cdot 10^{-3}$)
Lot C : photo 3 ($\times 2,8 \cdot 10^{-2}$)
 photo 6 ($\times 2,8 \cdot 10^{-2}$)
 photo 8 ($\times 1,4 \cdot 10^{-3}$)
 photo 9 ($\times 5,7 \cdot 10^{-3}$)

Echantillon 1 (formation 3)

- Lot A : photo 15 ($\times 1,4 \cdot 10^{-2}$)
Lot B : photo 11 ($\times 1,4 \cdot 10^{-2}$)
 photo 13 ($\times 5,7 \cdot 10^{-3}$)
Lot C : photo 12 ($\times 2,5 \cdot 10^{-2}$)
 photo 14 ($\times 1,4 \cdot 10^{-3}$)

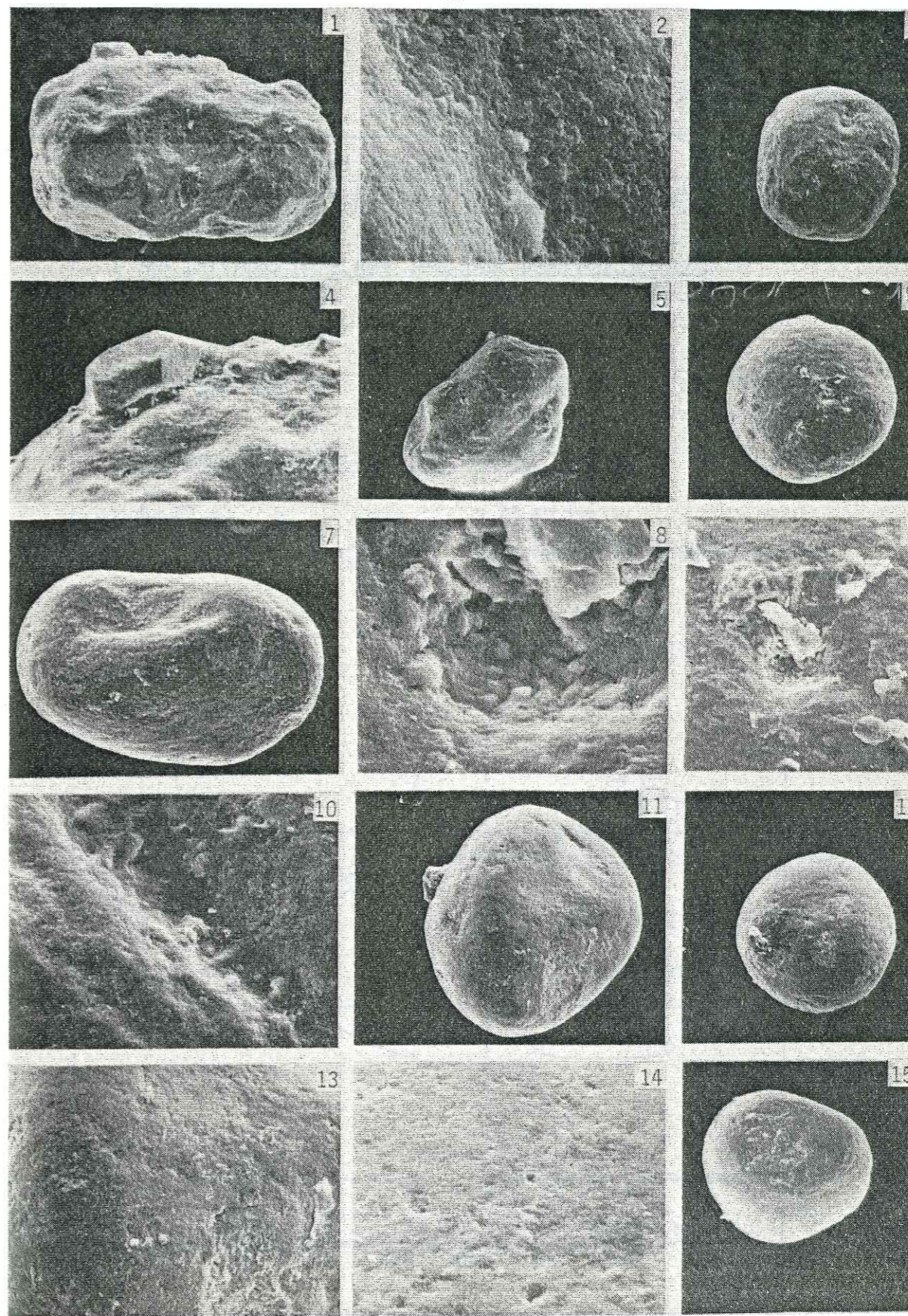


Fig.2.8: Exoscopie

	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Ech.A	30	100	450	115	175	319	510	640	900
Ech.B	30	130	680	119	214	553	500	600	940
Ech.C	120	310	590	131	196	294	500	640	800
Ech.D	200	410	850	127	196	362	500	590	870

Fig.2.9: Tableau des résultats de morphométrie

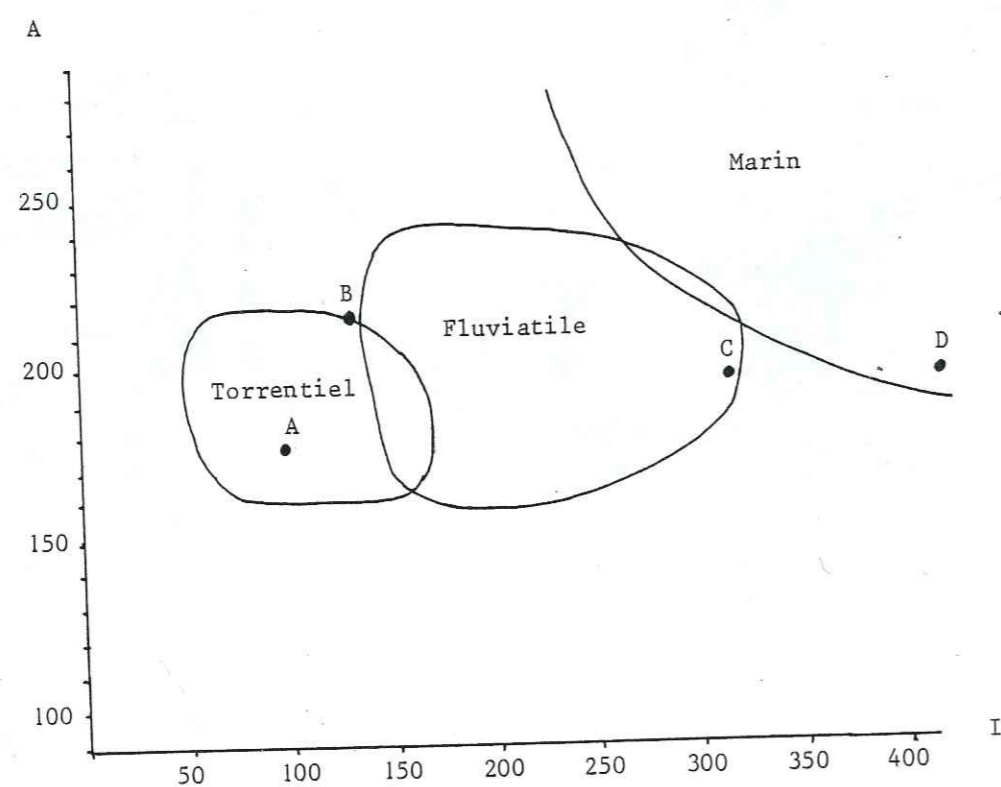


Fig.2.11: Graphique de J. TRICART

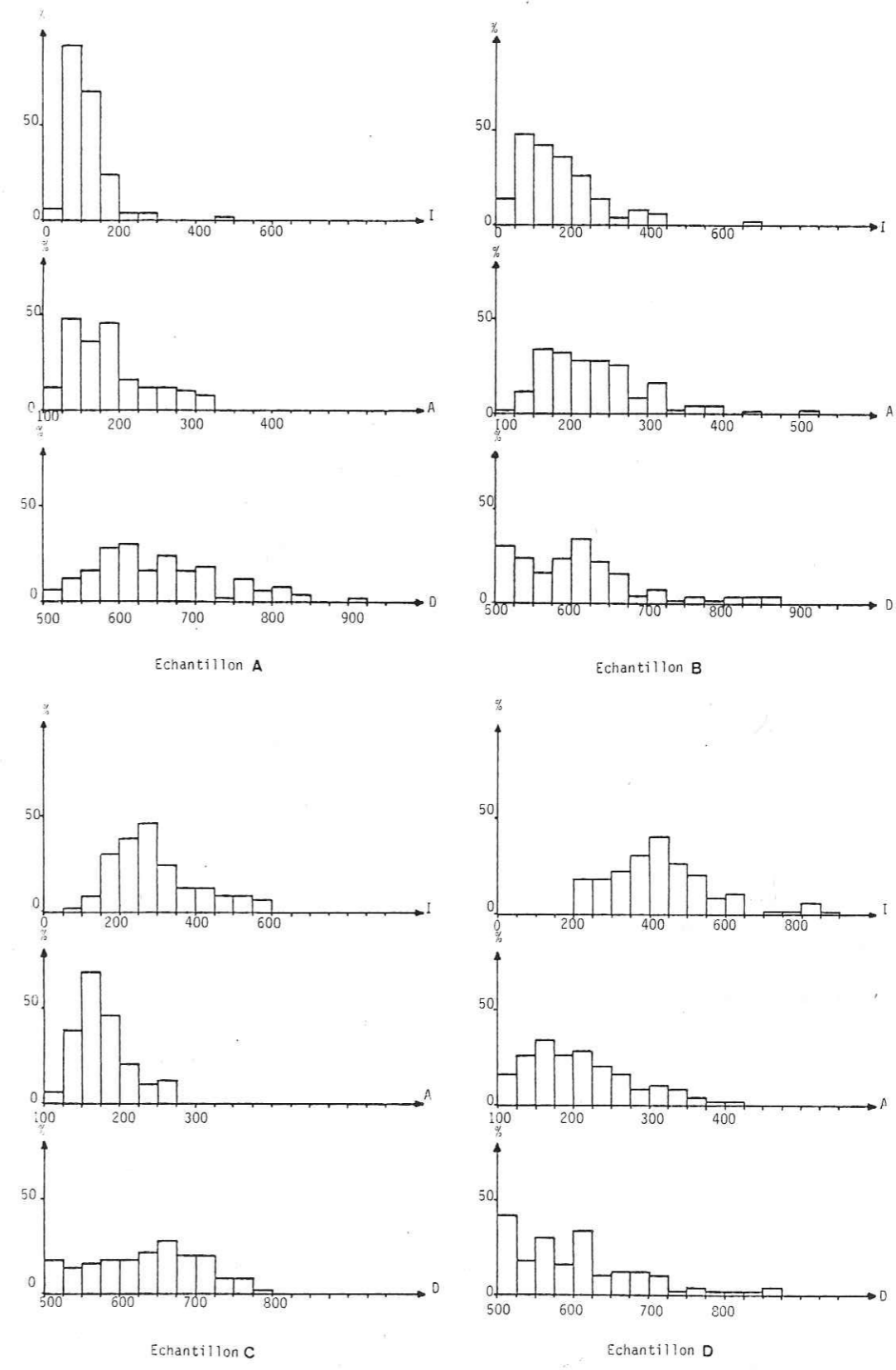


Fig.2.10: Histogramme des indices I,A,D,

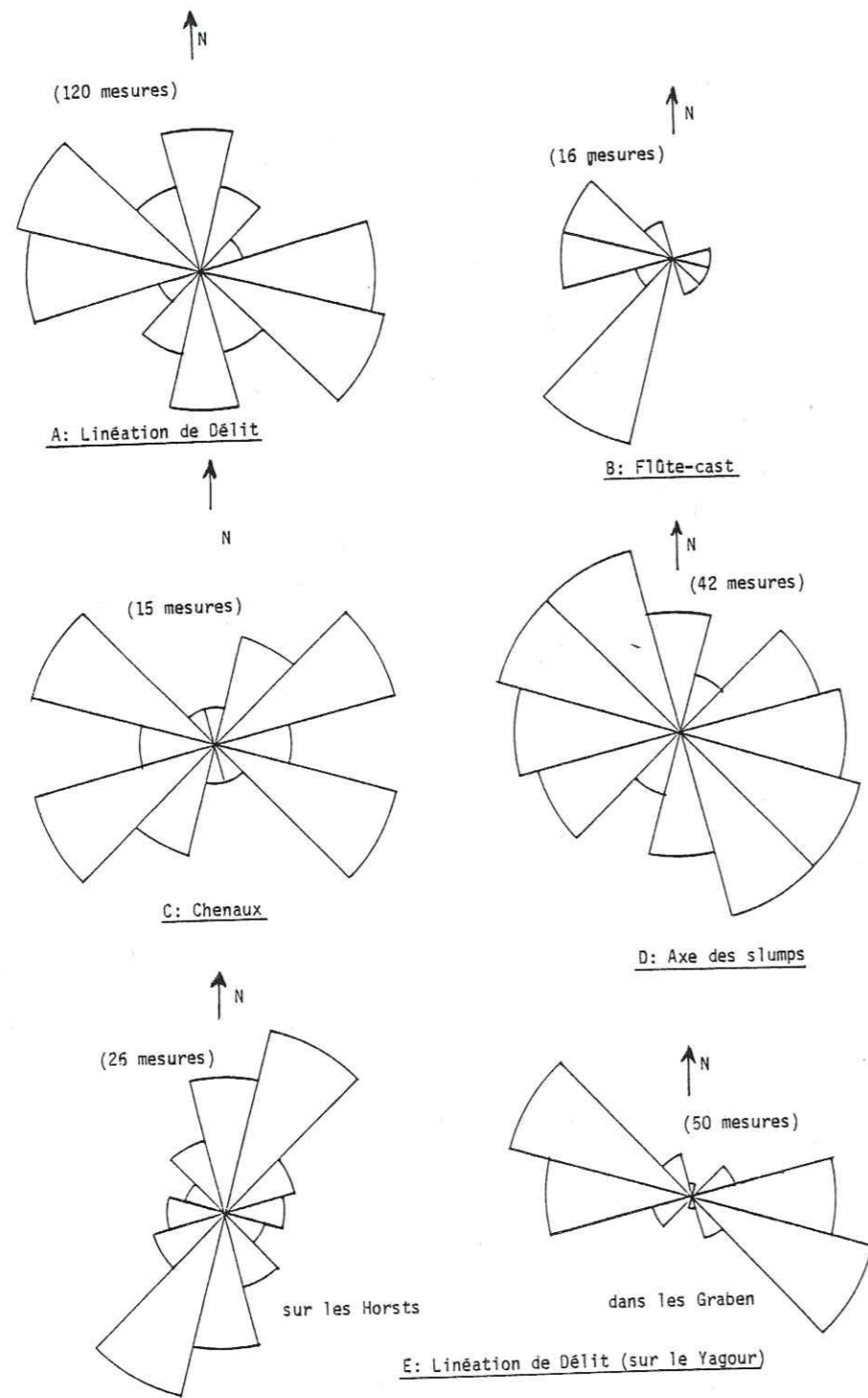


Fig.2.12: Mesures de direction de courant au sommet de la formation 5

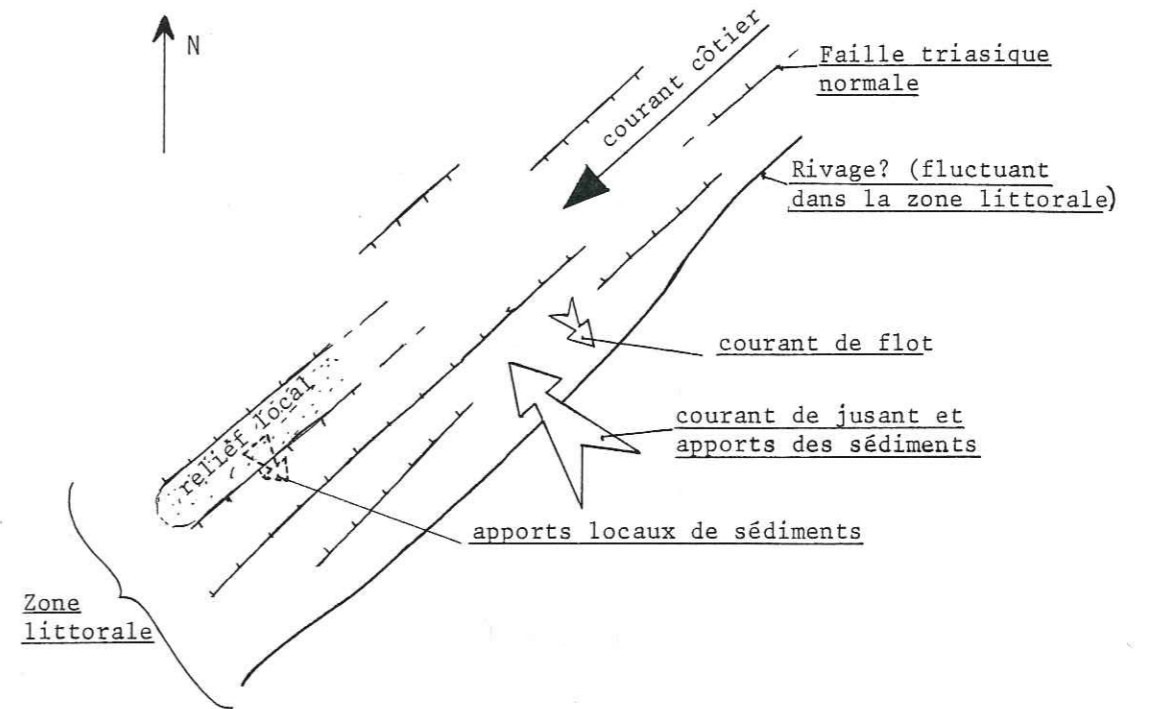


Fig.2.13: Schéma de la paléogéographie en fonction des palécourants

Ech.	1				2				3				4				5				6				7			
	α	β	γ	δ	α	β	γ	δ	α	β	γ	δ	α	β	γ	δ	α	β	γ	δ	α	β	γ	δ	α	β	γ	δ
granulométrie																												
minéraux opaque	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
barytine	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
tourmaline brune	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
zircon																												
rutile																												
staurotite																												
anatase jaune																												

classes granulométrie: :200 à 500 μ : très abondant
 :125 à 200 μ : abondant
 : 80 à 125 μ : peu abondant
 : 50 à 80 μ : rare

Fig.2.14: Tableau des résultats des minéraux lourds (analyse et détermination faites par G.BELLION)

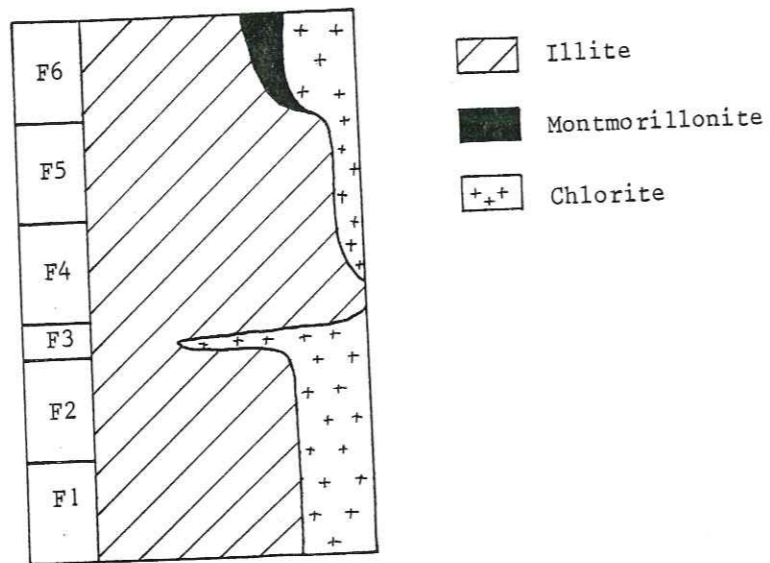


Fig.2.15: Répartition des différentes argiles

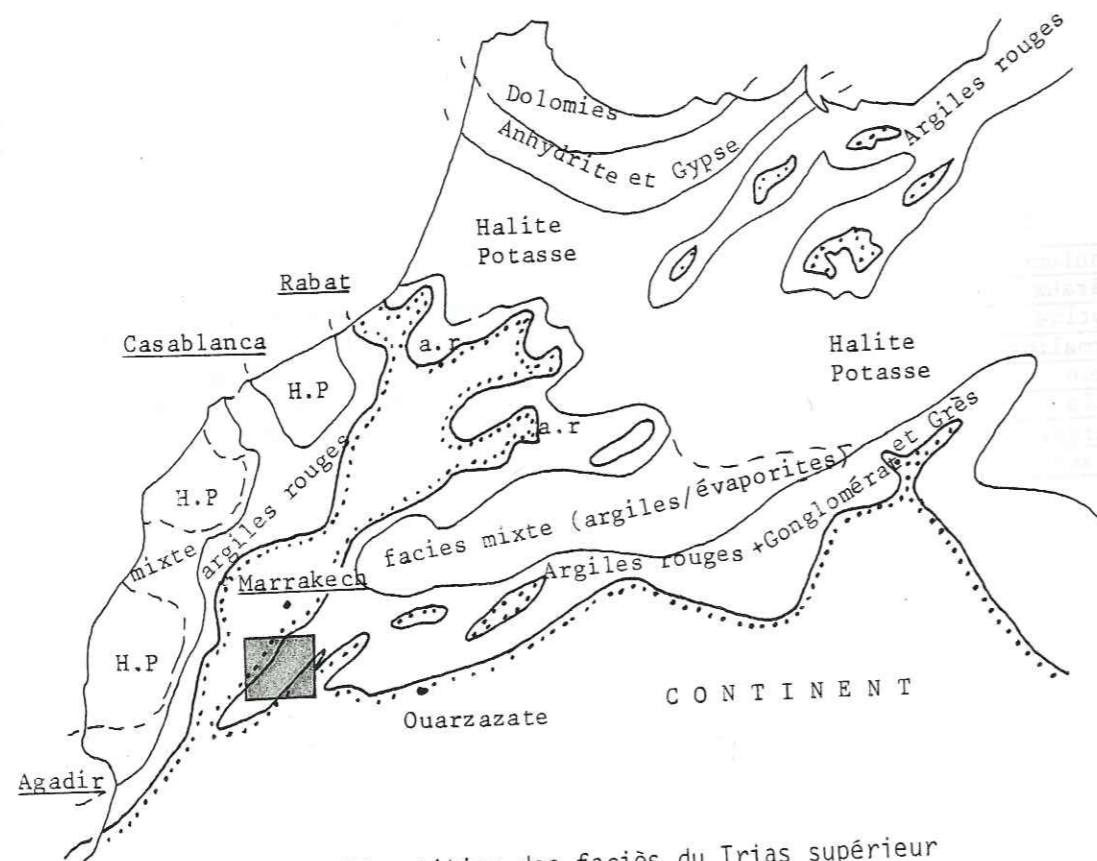


Fig.2.16: Répartition des faciès du Trias supérieur du Maroc, d'après H. SALVAN (1974)

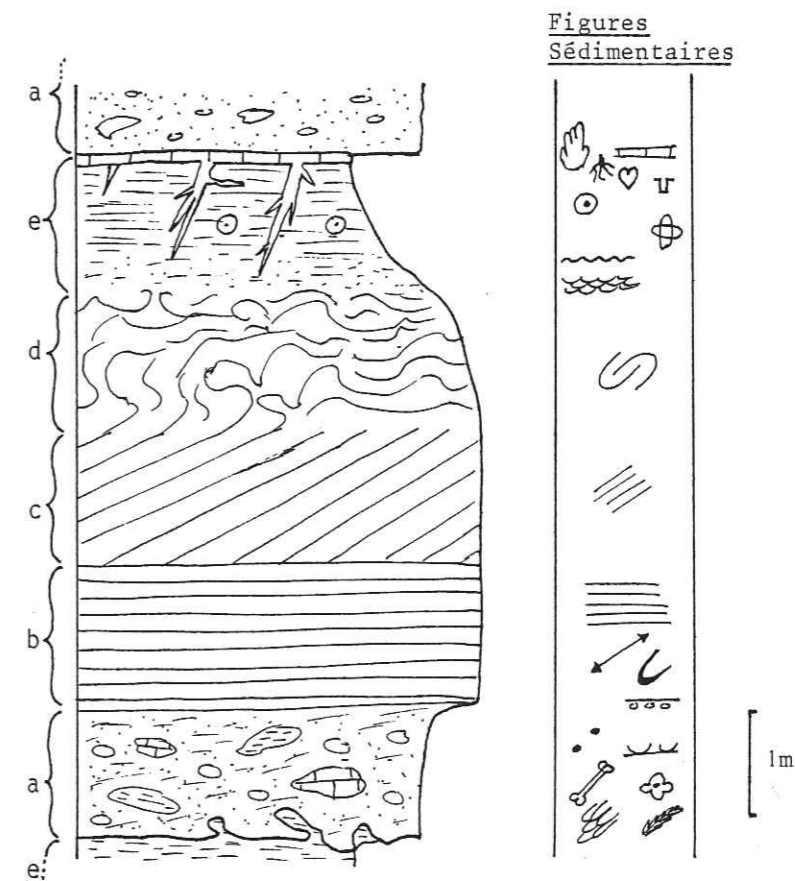


Fig.2.17: Séquence complète de la formation 5

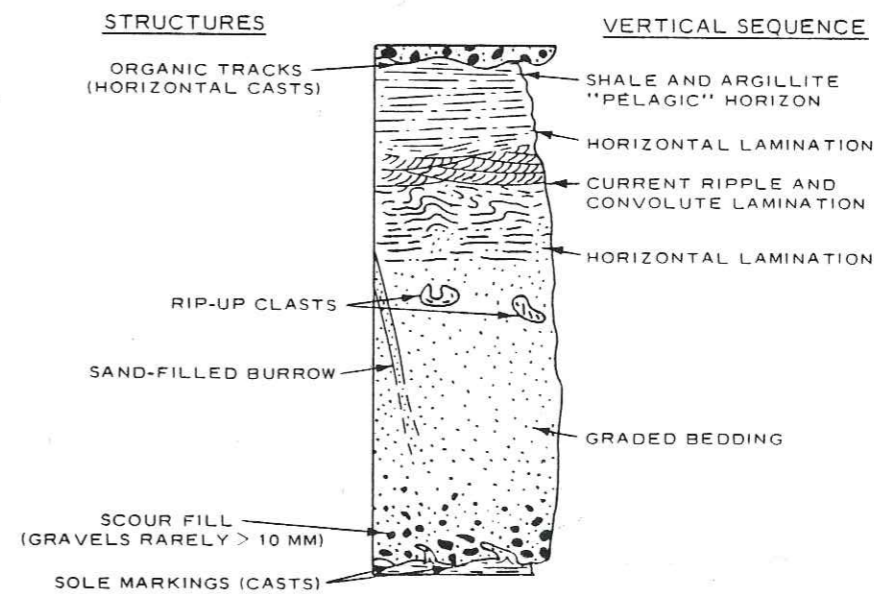


Fig.2.18: Séquence : type turbidite

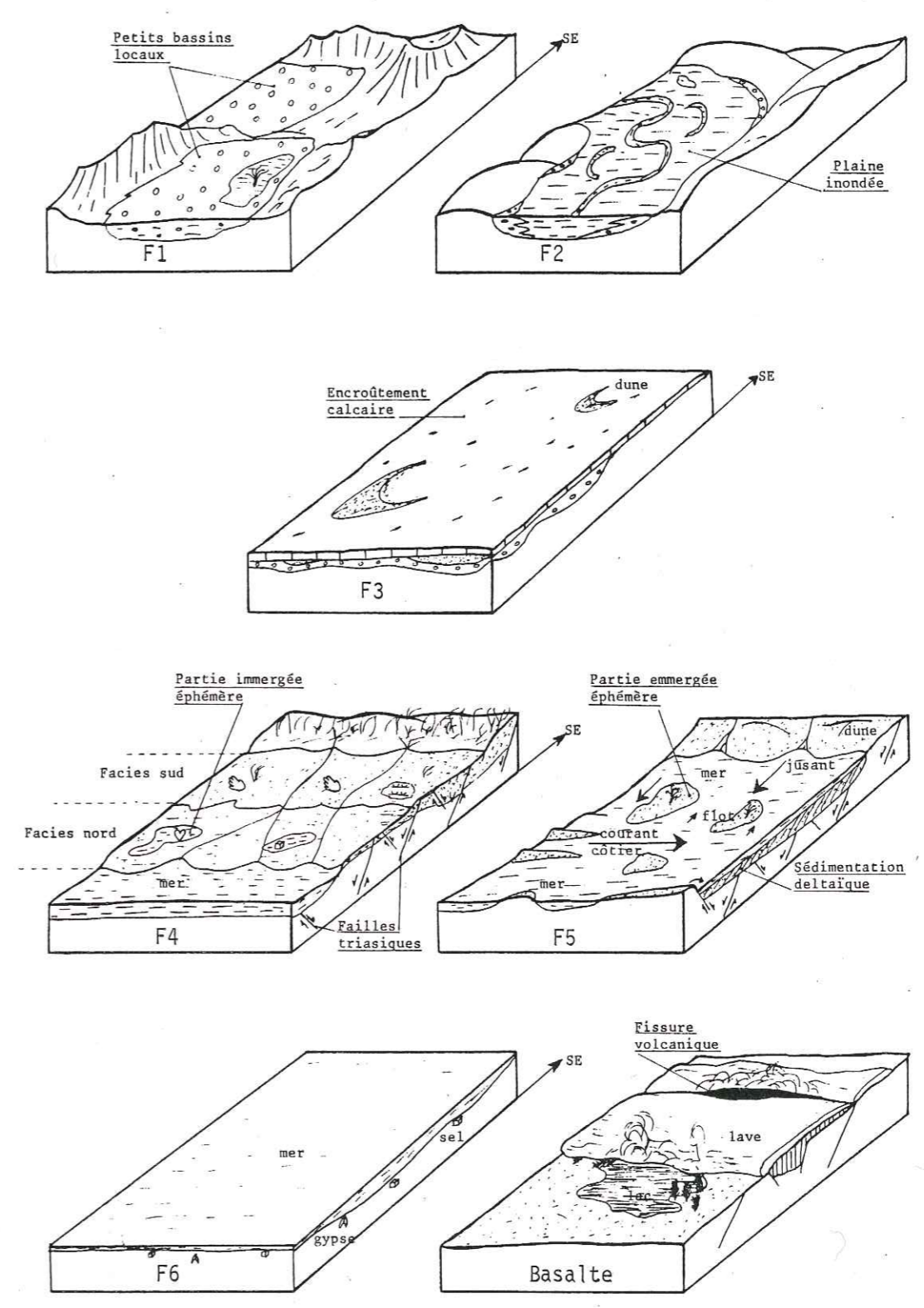


Fig.2.19: Reconstitution paléogéographique

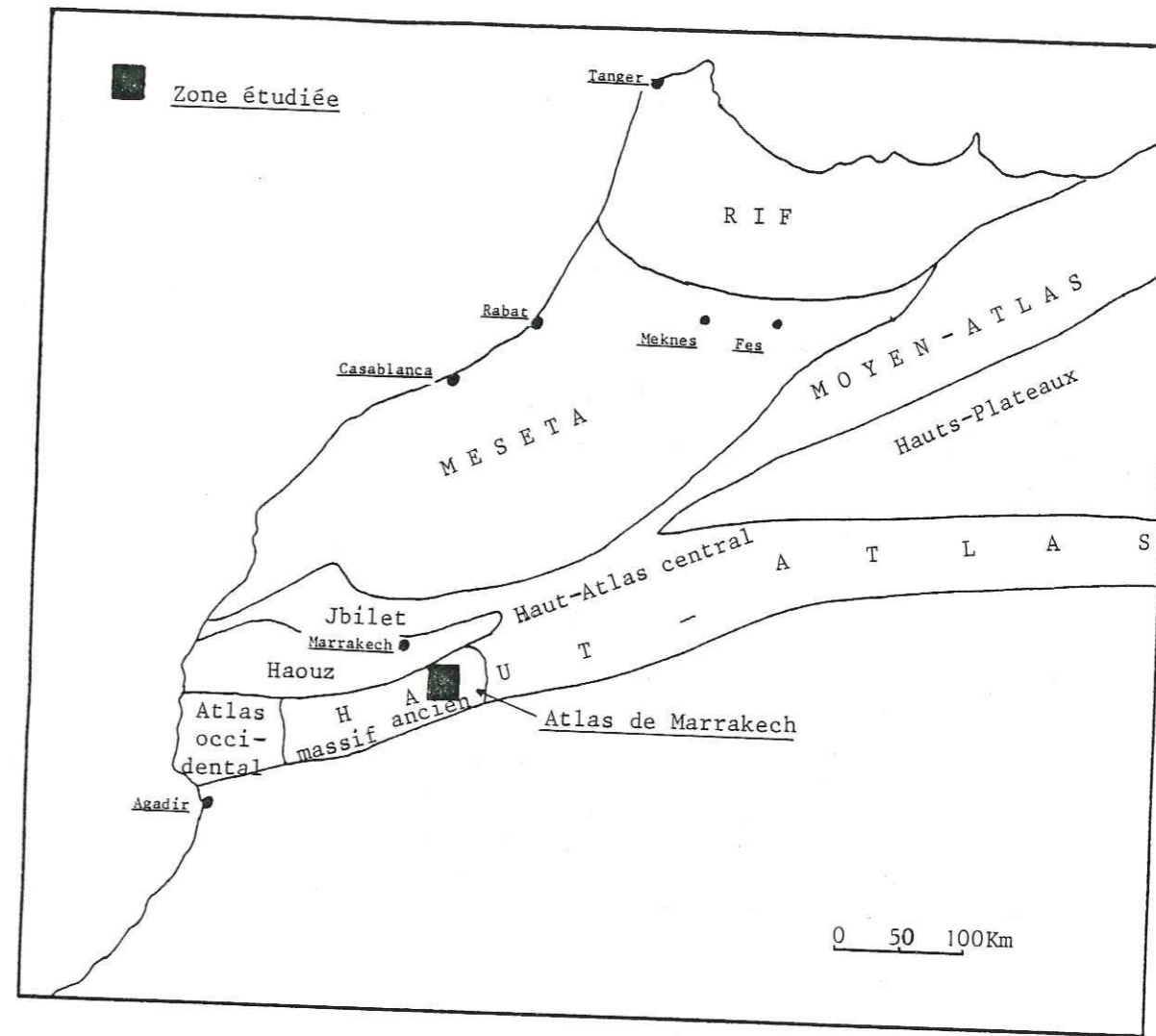


Fig.3.1: Schéma structural du Maroc

Fig.3.2: Coupes du versant nord de l'Atlas, au niveau de la vallée de l'Ourika (d'après F.Proust 1973, simplifiées et modifiées)

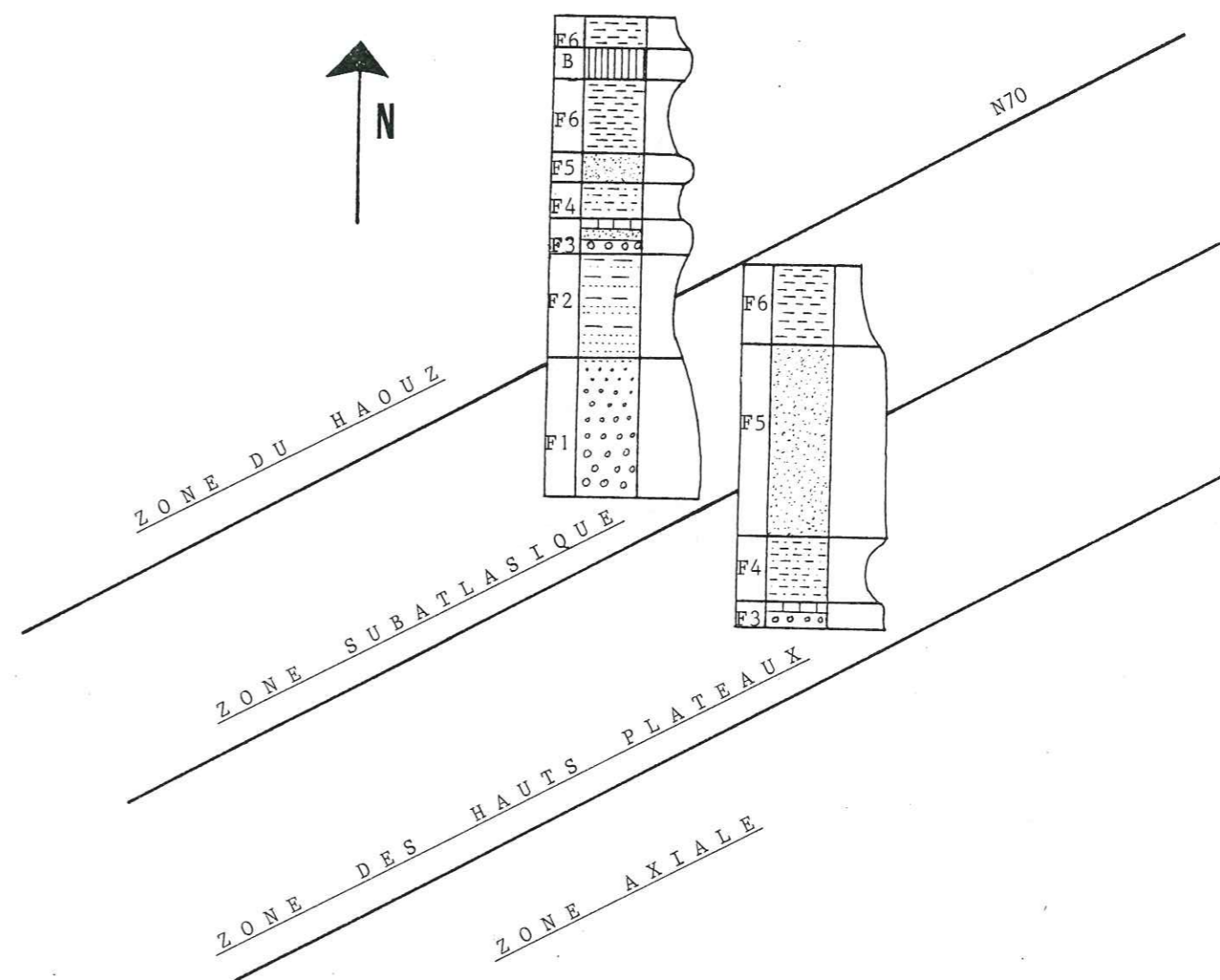
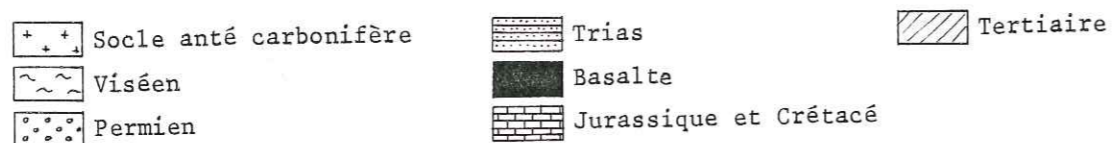
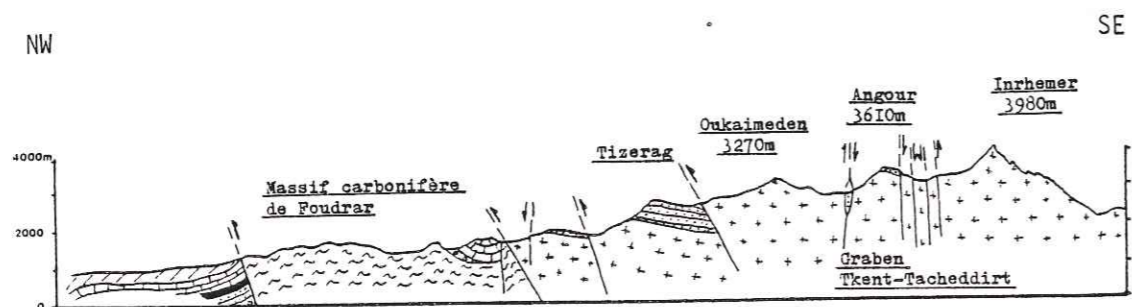
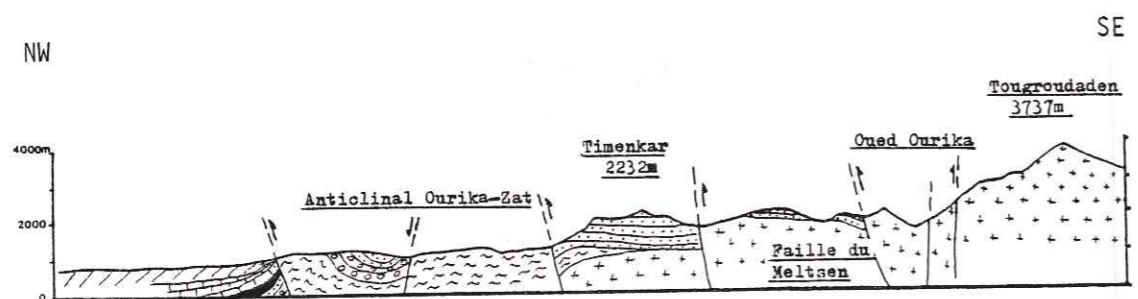
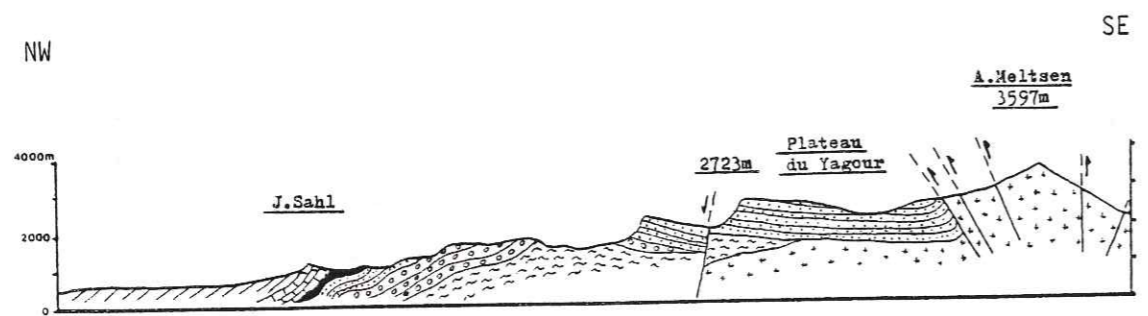


Fig.3.3: Zones structurales sur le versant nord de l'Atlas de Marrakech et facies "Permo-Trias" correspondant

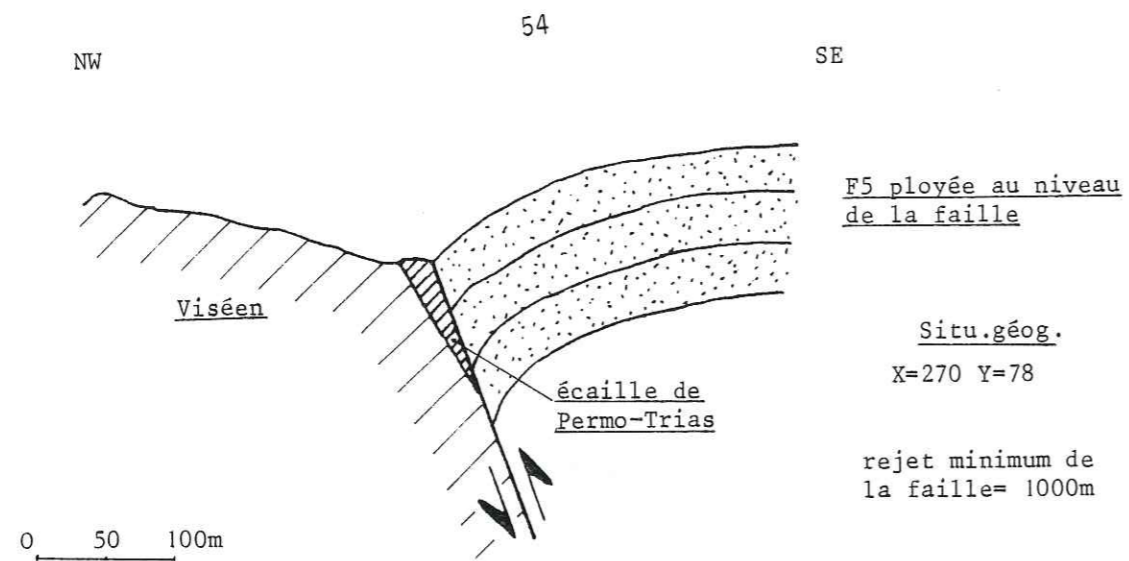


Fig.3.4: Faille de Sidi-Ali-ou-Fars au niveau de la barrière de neige de la route de l'Oukaïmeden

Remarque: Cartographiquement on pourrait voir une faille normale car le terrain le plus jeune (au SE sur la figure) appartient au compartiment effondré, ici le rejet en faille inverse est inférieur au rejet en faille normale (antérieur)

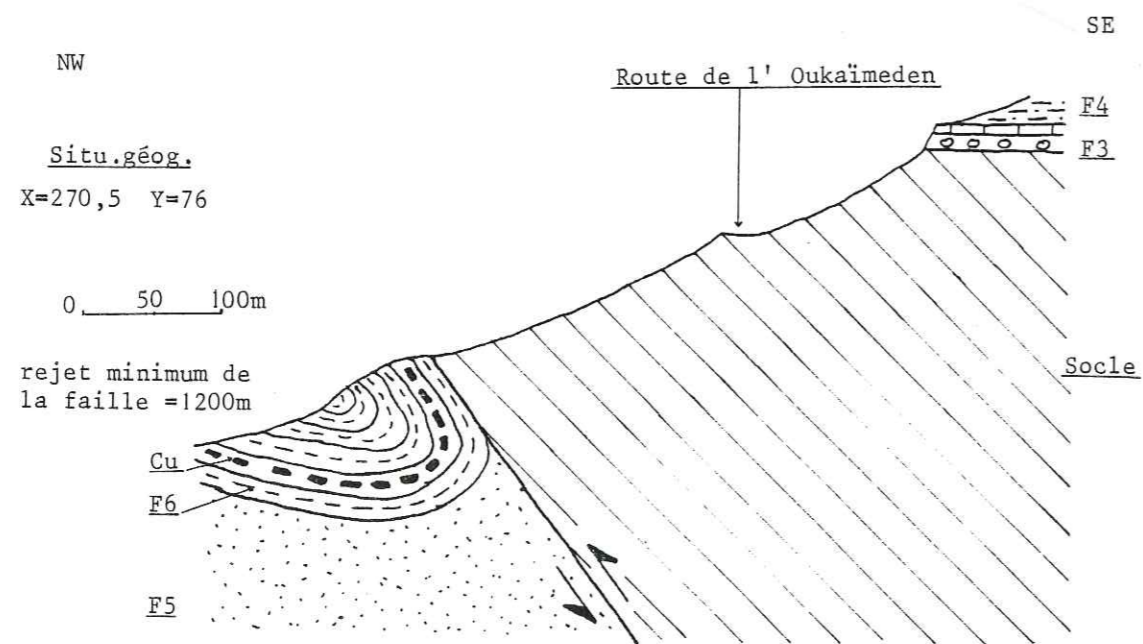


Fig.3.5: Faille d'Agzarane juste à l'Ouest de cette localité

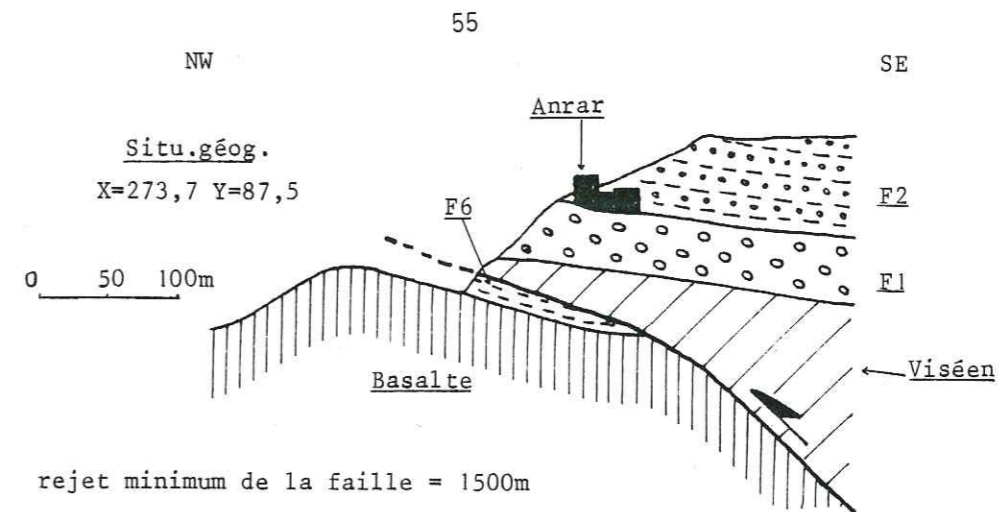


Fig.3.6: Faille inverse chevauchante d'Anrar

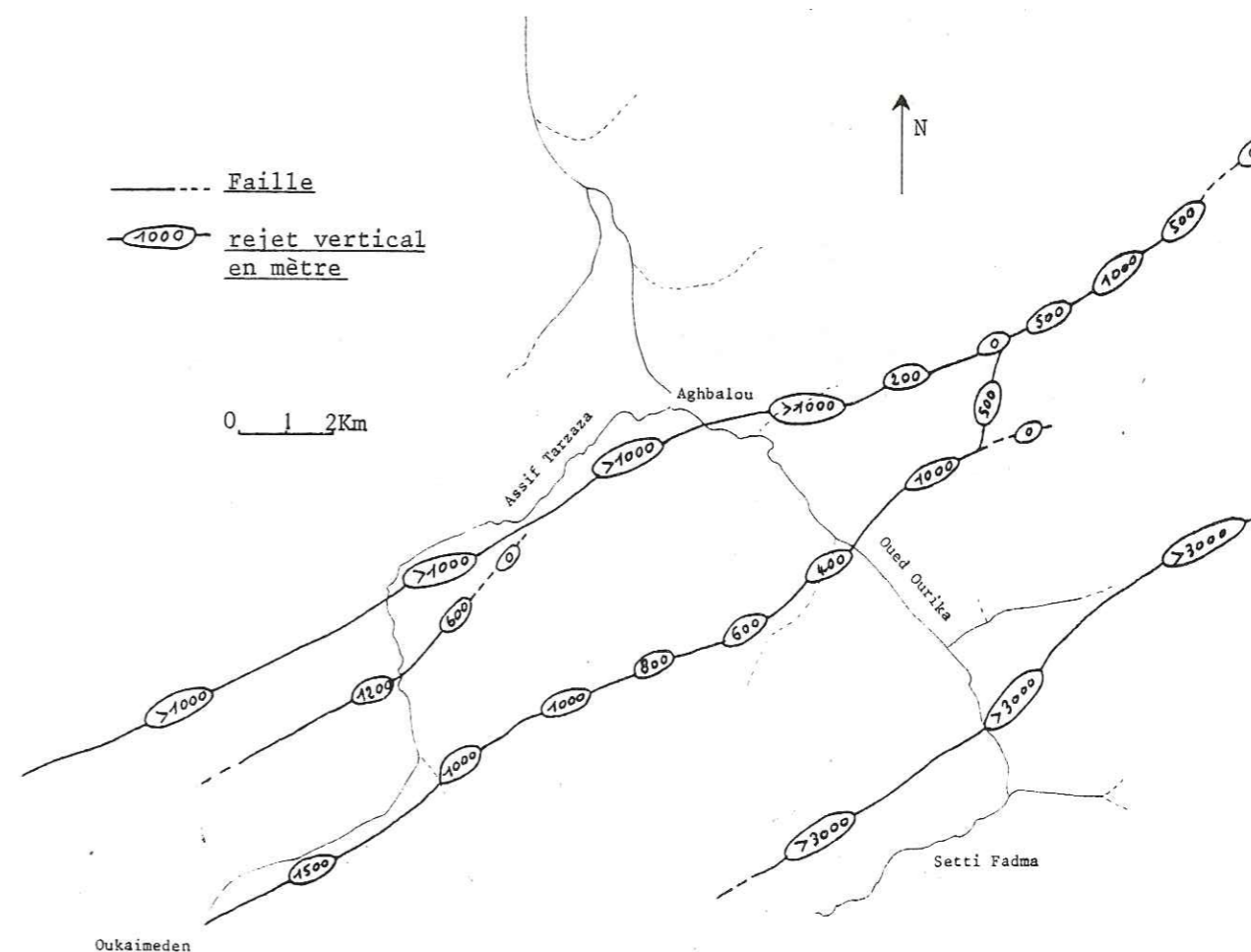


Fig.3.7: Variation du rejet vertical des failles atlasiques majeures de la zone des Hauts-Plateaux

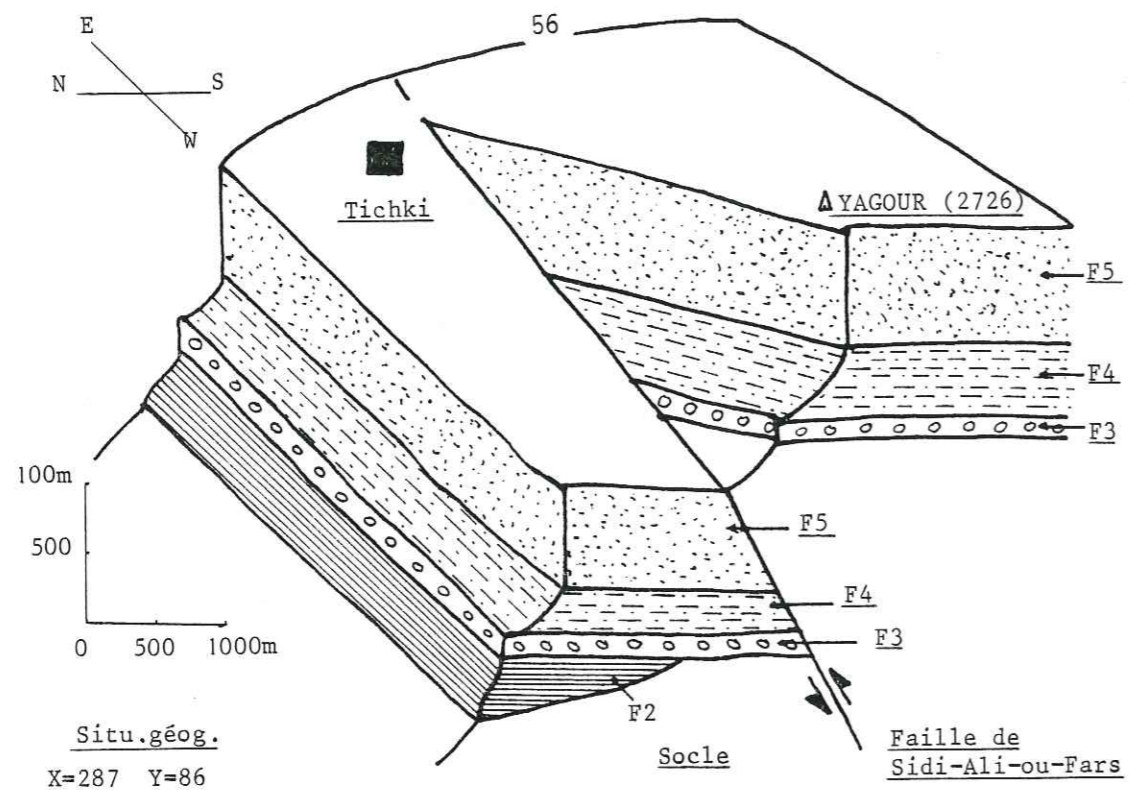


Fig.3.8: Amortissement brusque de la faille de Sidi-Ali-ou-Fars

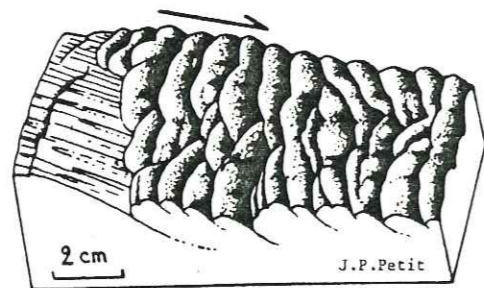


Fig.3.9: Miroir de failles hydroplastiques

Ce miroir de faille montre une striation particulière, liée à un matériel manifestement hydroplastique (sédiments incomplètement indurés)

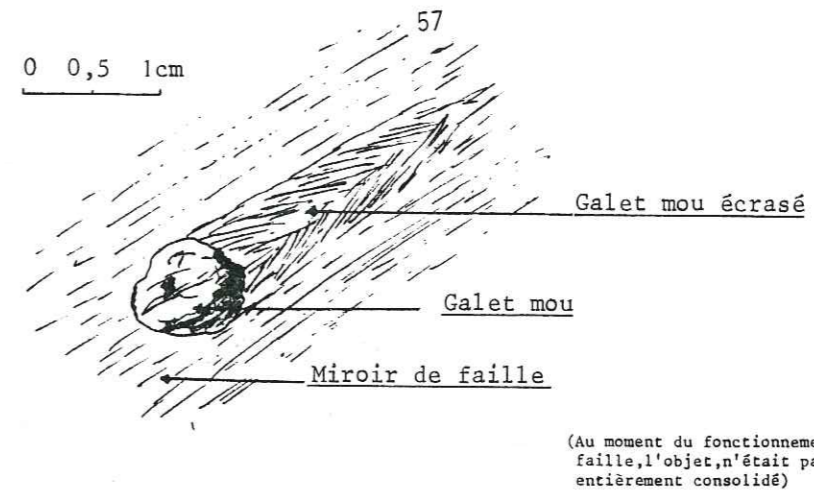


Fig.3.10: Objet striateur

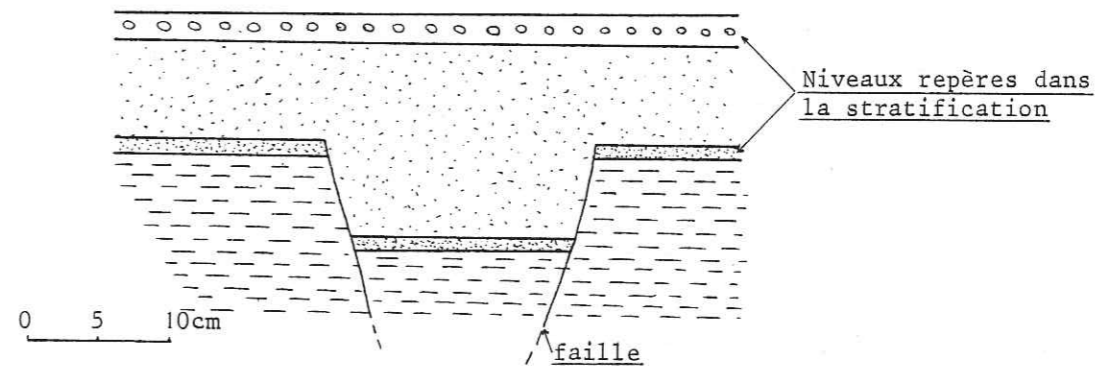


Fig.3.11: Mini graben synsédimentaire

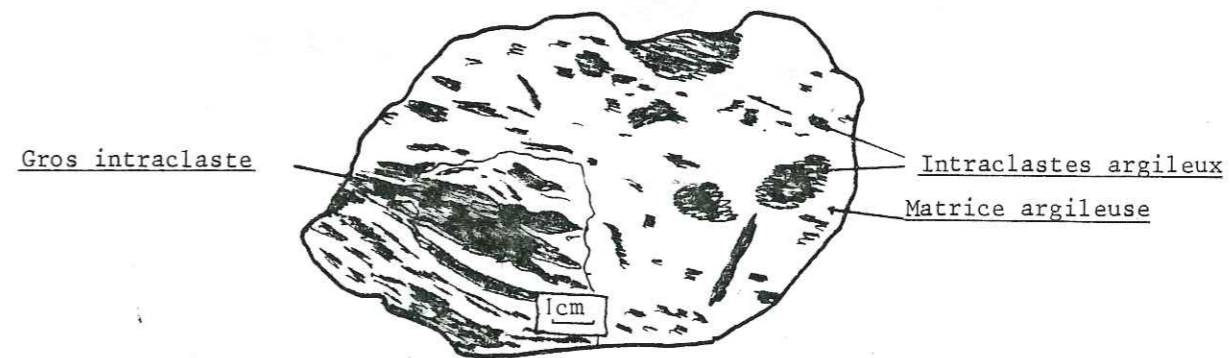


Fig.3.12: Echantillon montrant un facies de remaniement

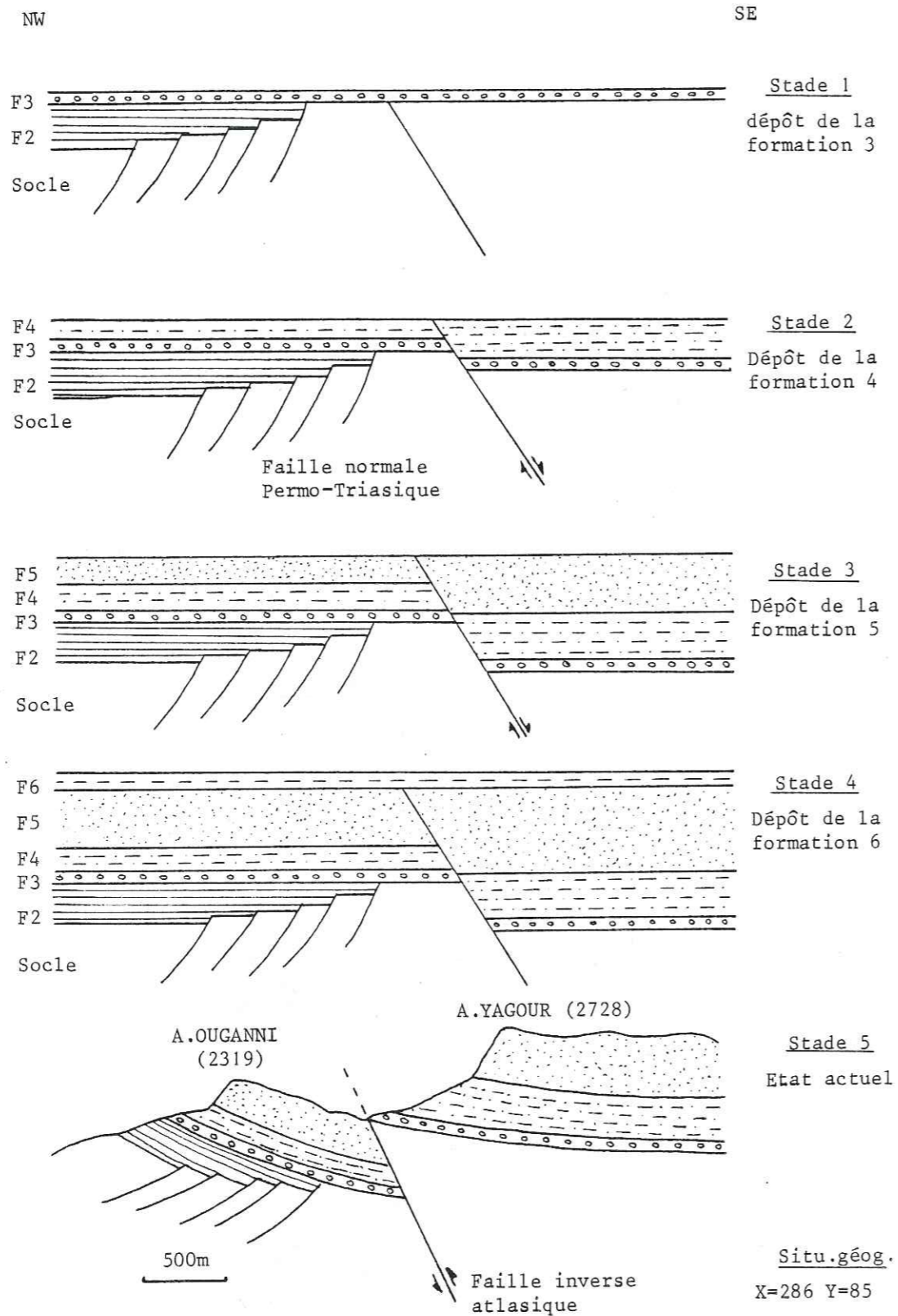


Fig.3.13: Faille de Sidi-Ali-ou-Fars au niveau du pied nord du Yagour

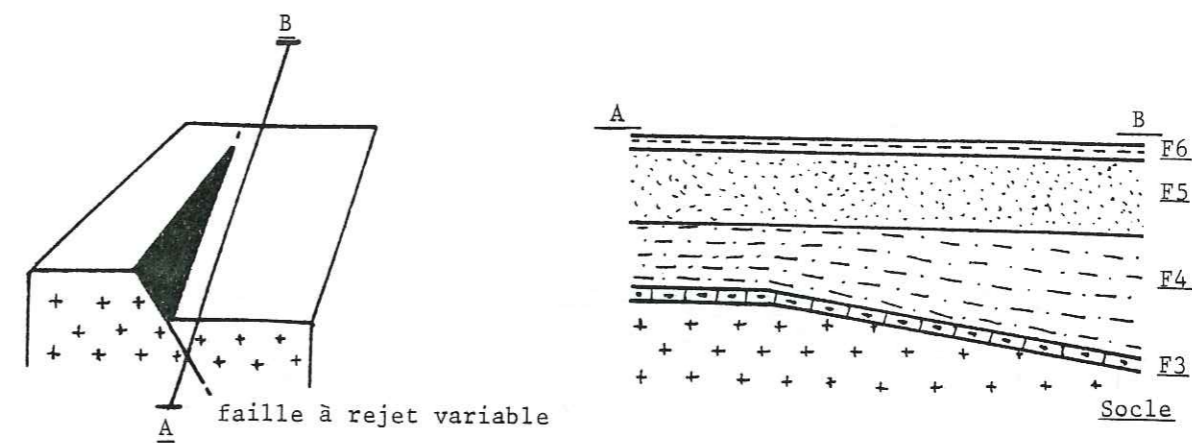


Fig.3.14: Modèle d'un épaissement longitudinal

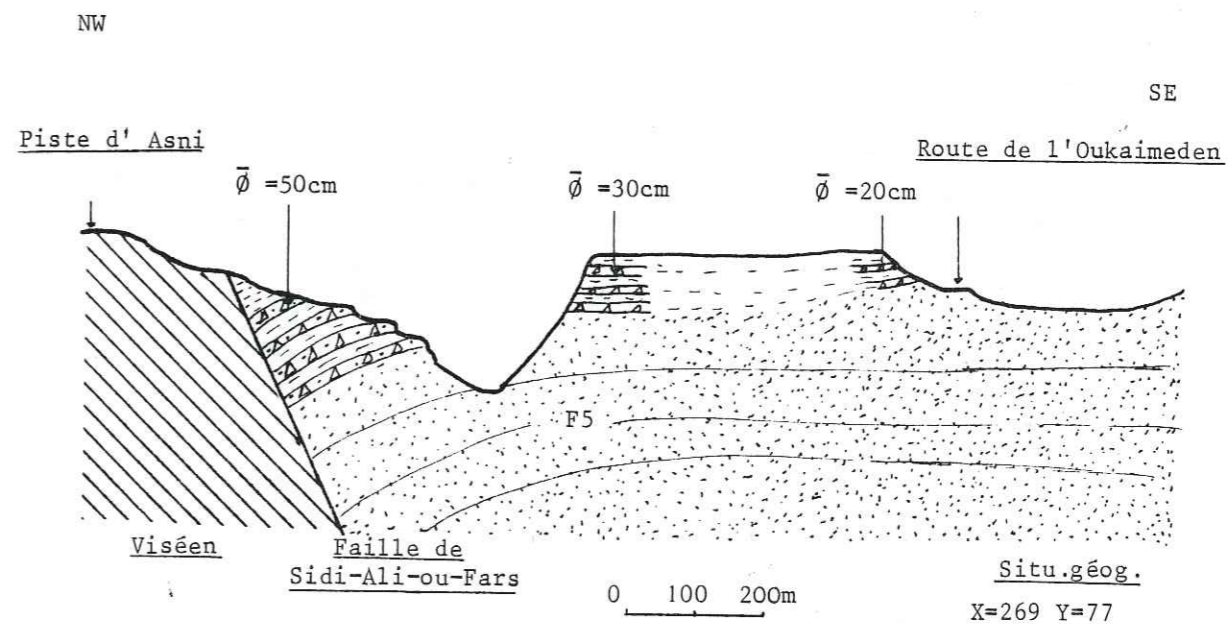


Fig.3.15: Eléments anguleux dans la sédimentation de la formation 5 le long de la faille de Sidi-Ali-ou-Fars

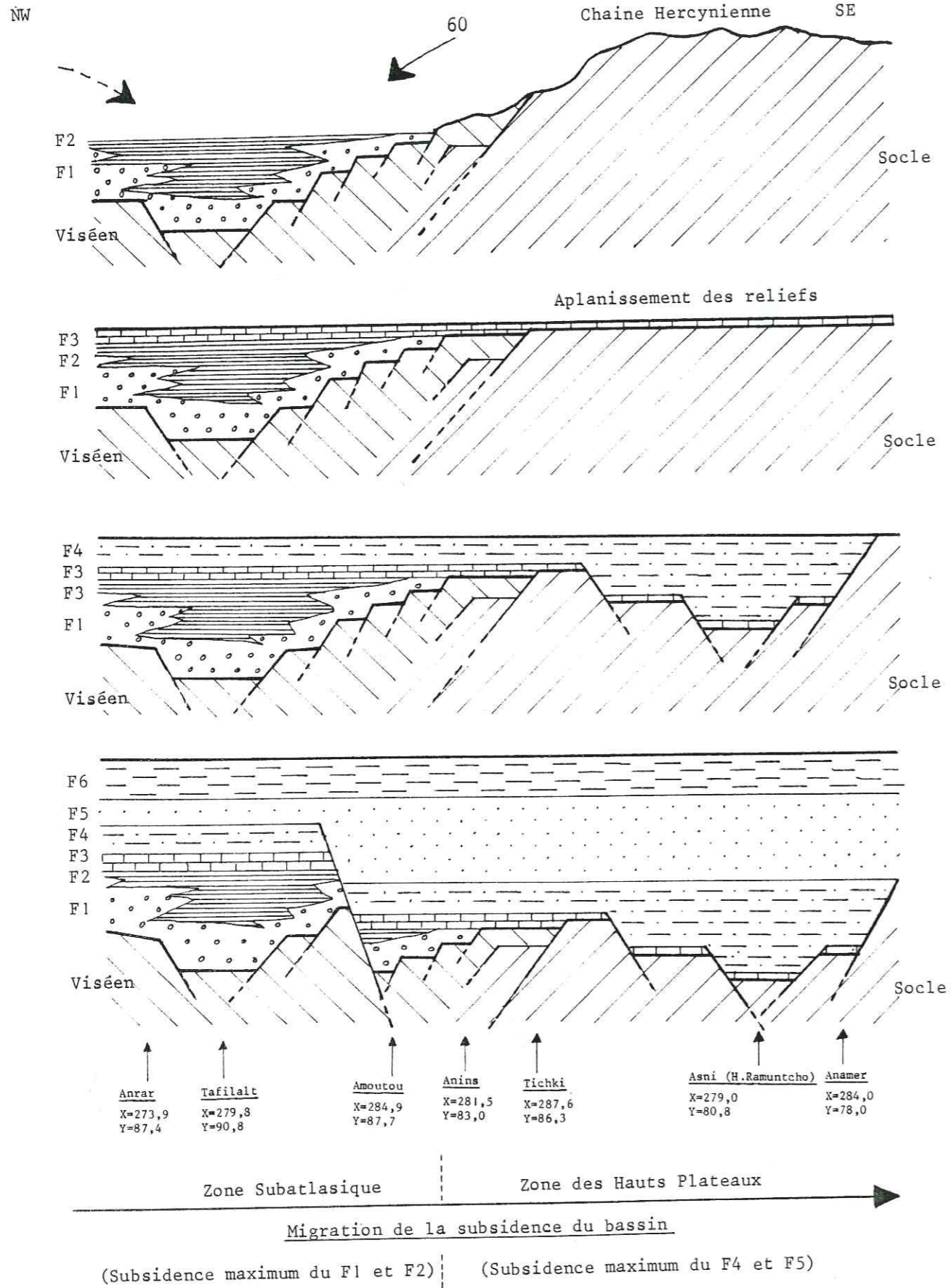


Fig.3.16: Histoire tectonique du bassin (reconstitution schématique)

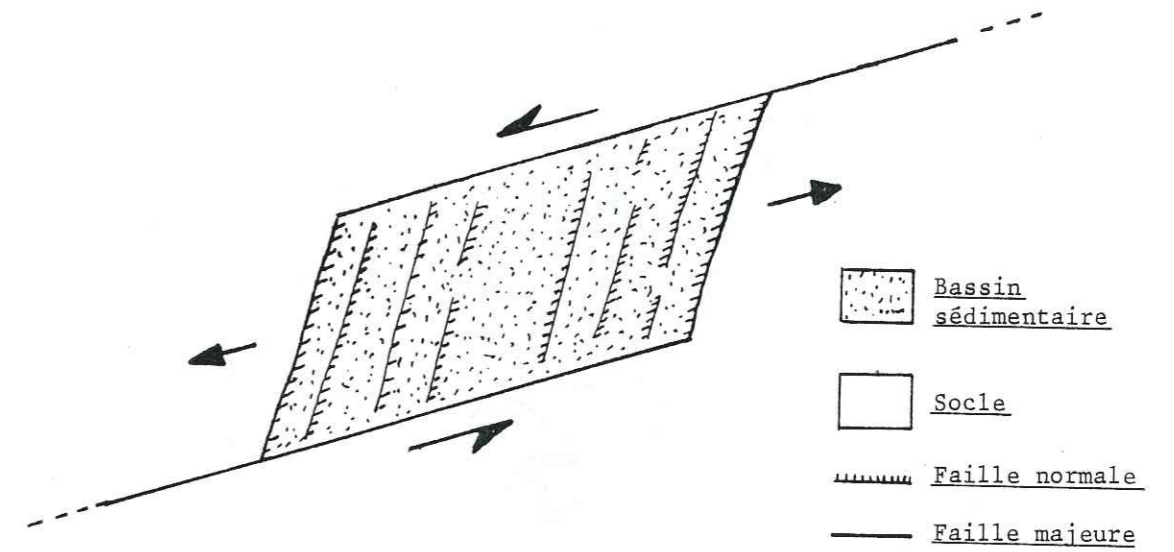


Fig.3.17: Bassins sur relais d'accidents, bassins de déchirement ("Pull-Apart basin")

- ①: Faille normale
- ②: Faille à rejet variable
- ③: Horst secondaire
- ④: Graben secondaire
- ⑤: Dissymétrie du graben

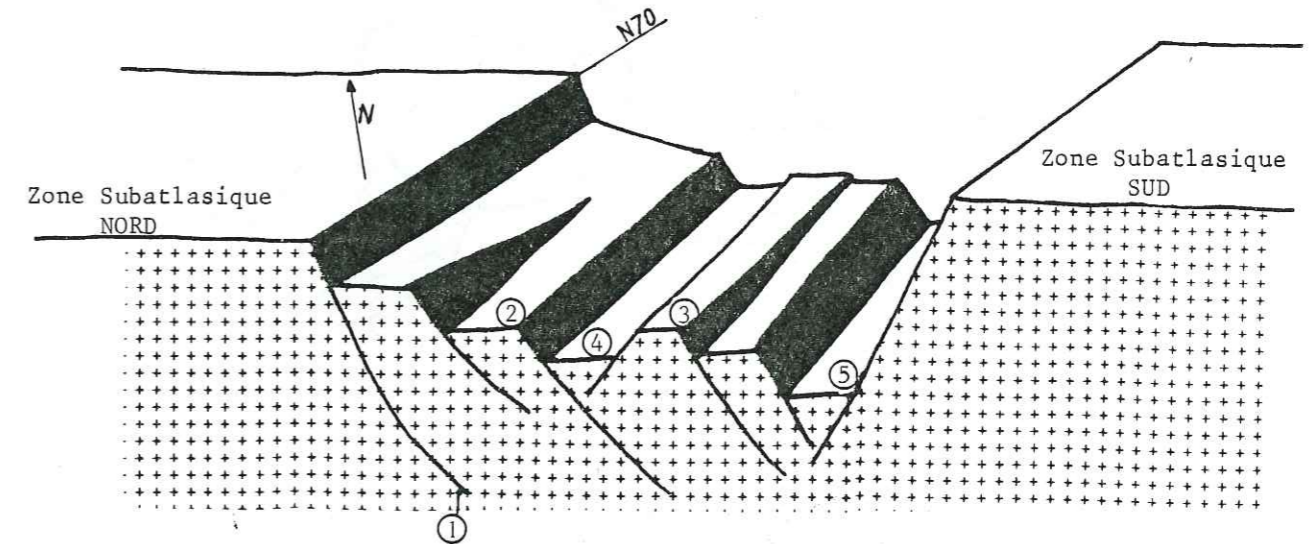


Fig.3.18: Schéma du graben triasique et de ses anomalies possibles sur le substratum antétriasique

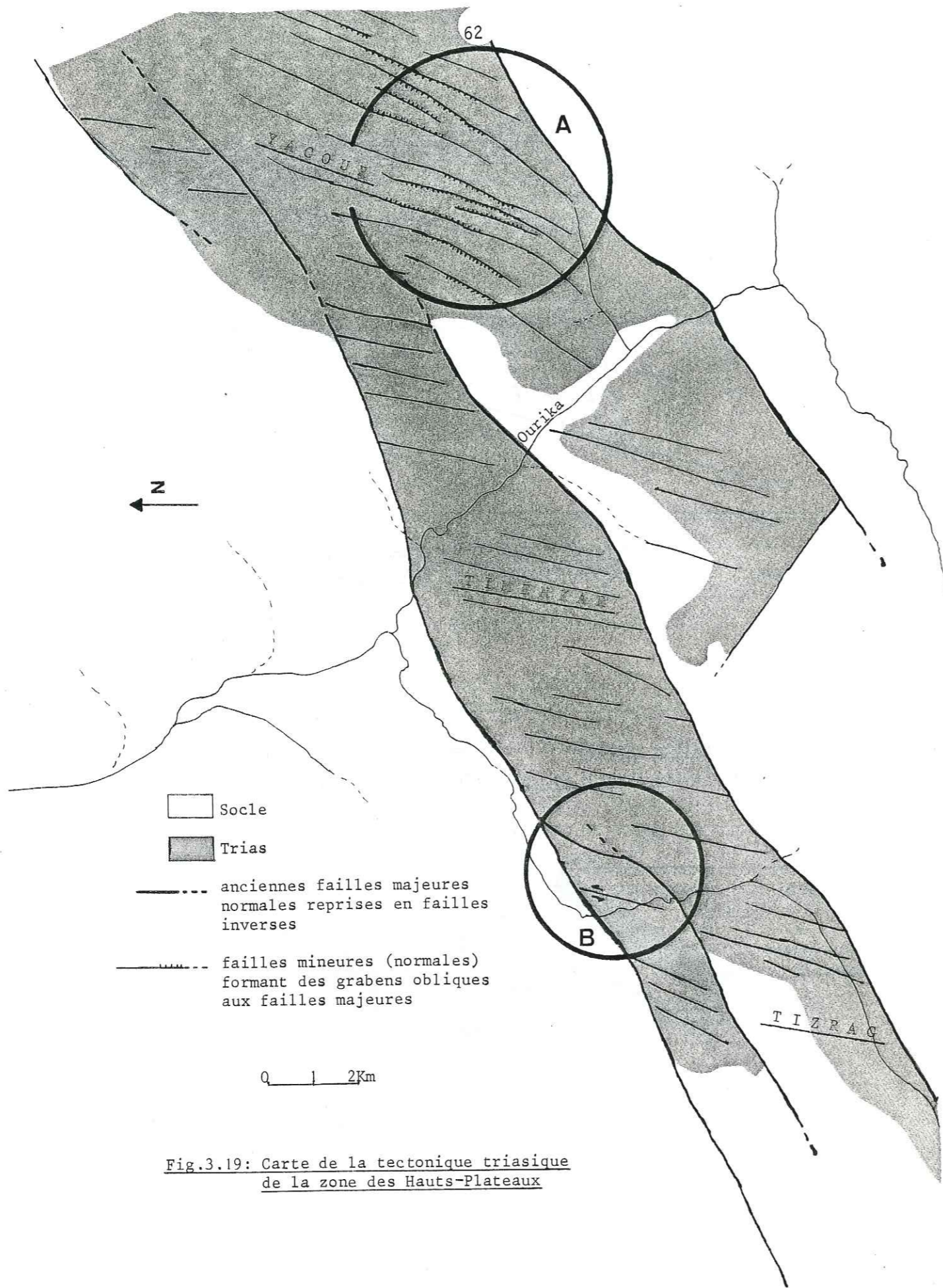


Fig.3.19: Carte de la tectonique triasique de la zone des Hauts-Plateaux

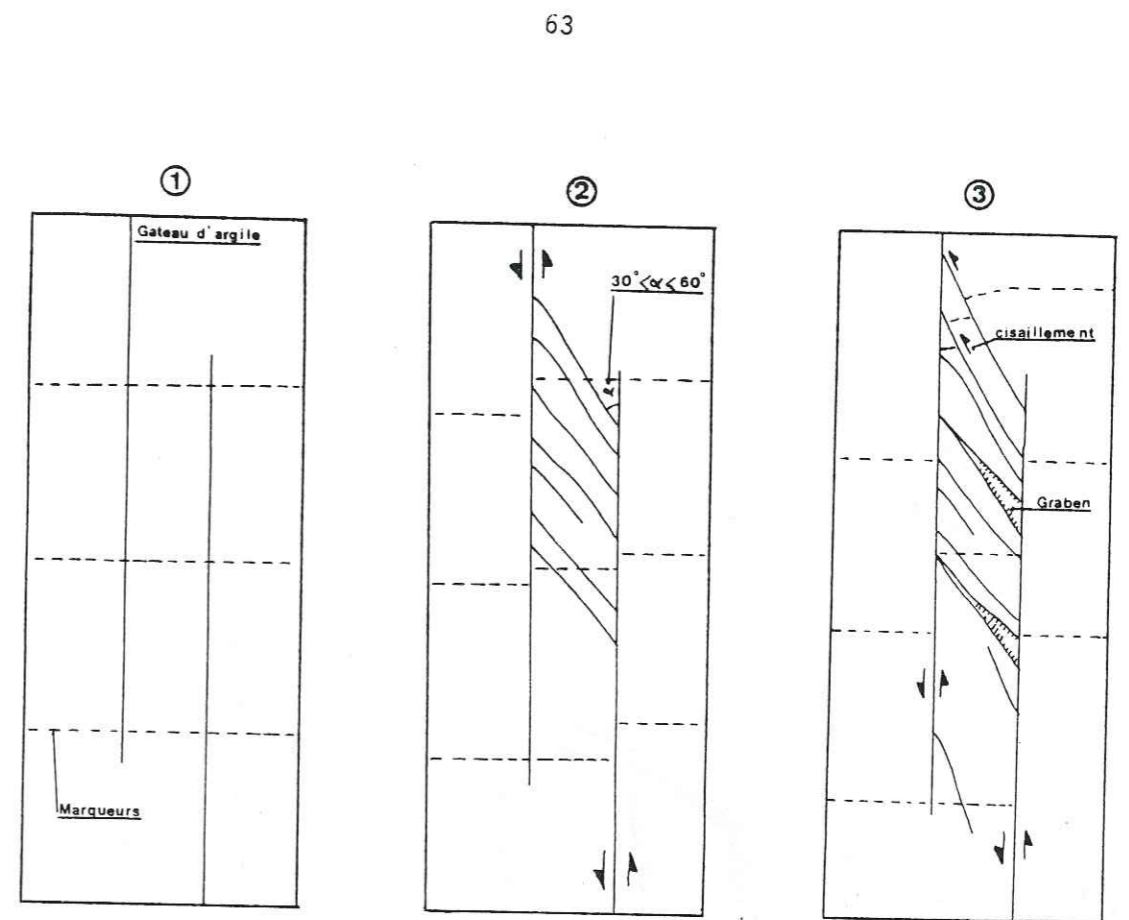


Fig.3.20: Schéma systématique de l'évolution d'une zone de relais d'après : S.Raynaud (simplifié)

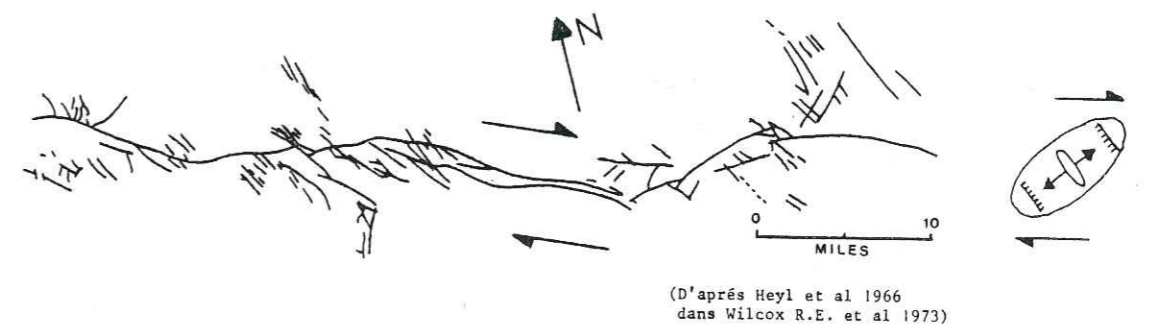


Fig.3.21: Décrochement du "Cottage Grove" (Illinois)

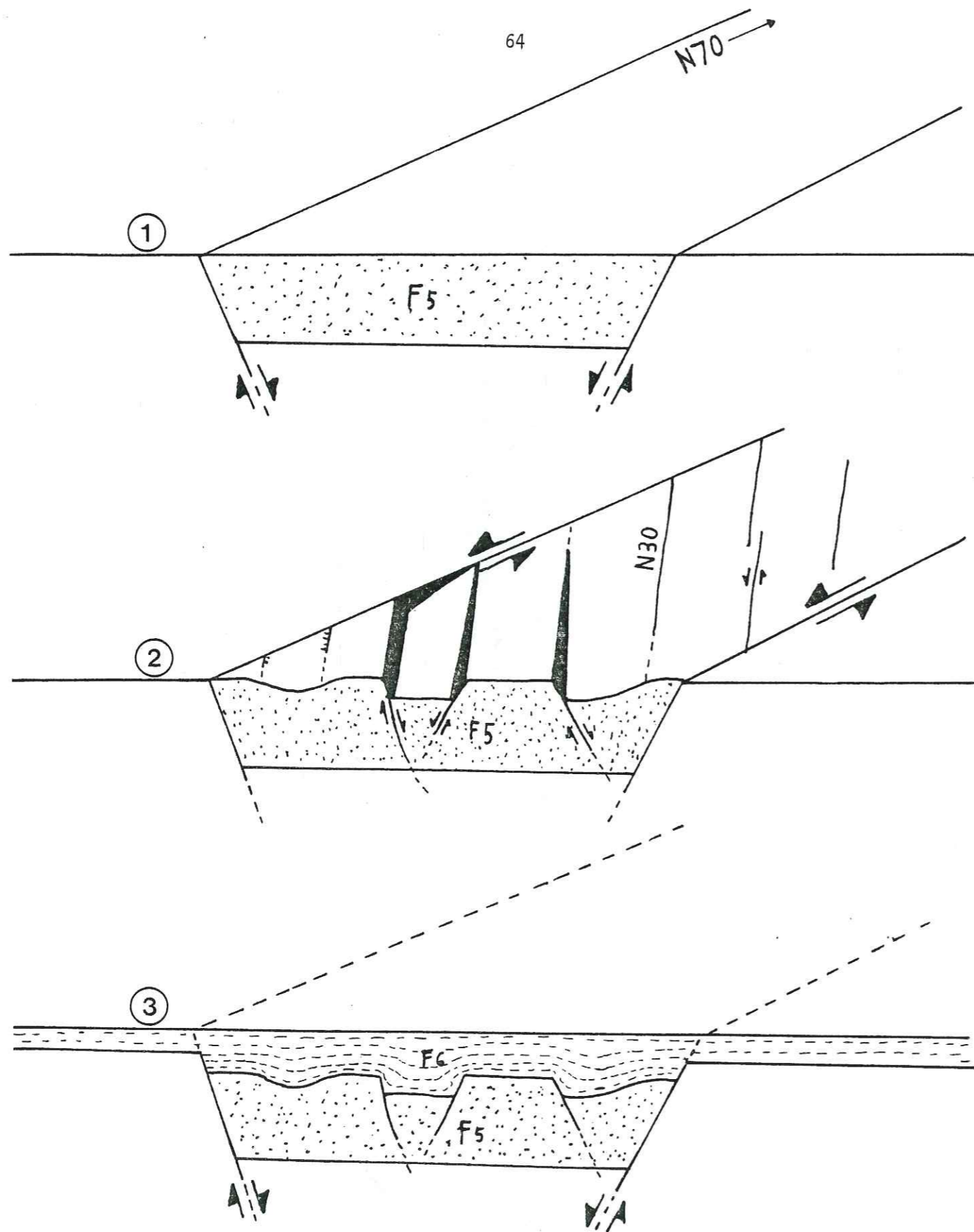


Fig.3.22: Rapport possible entre les failles mineures et les failles majeures

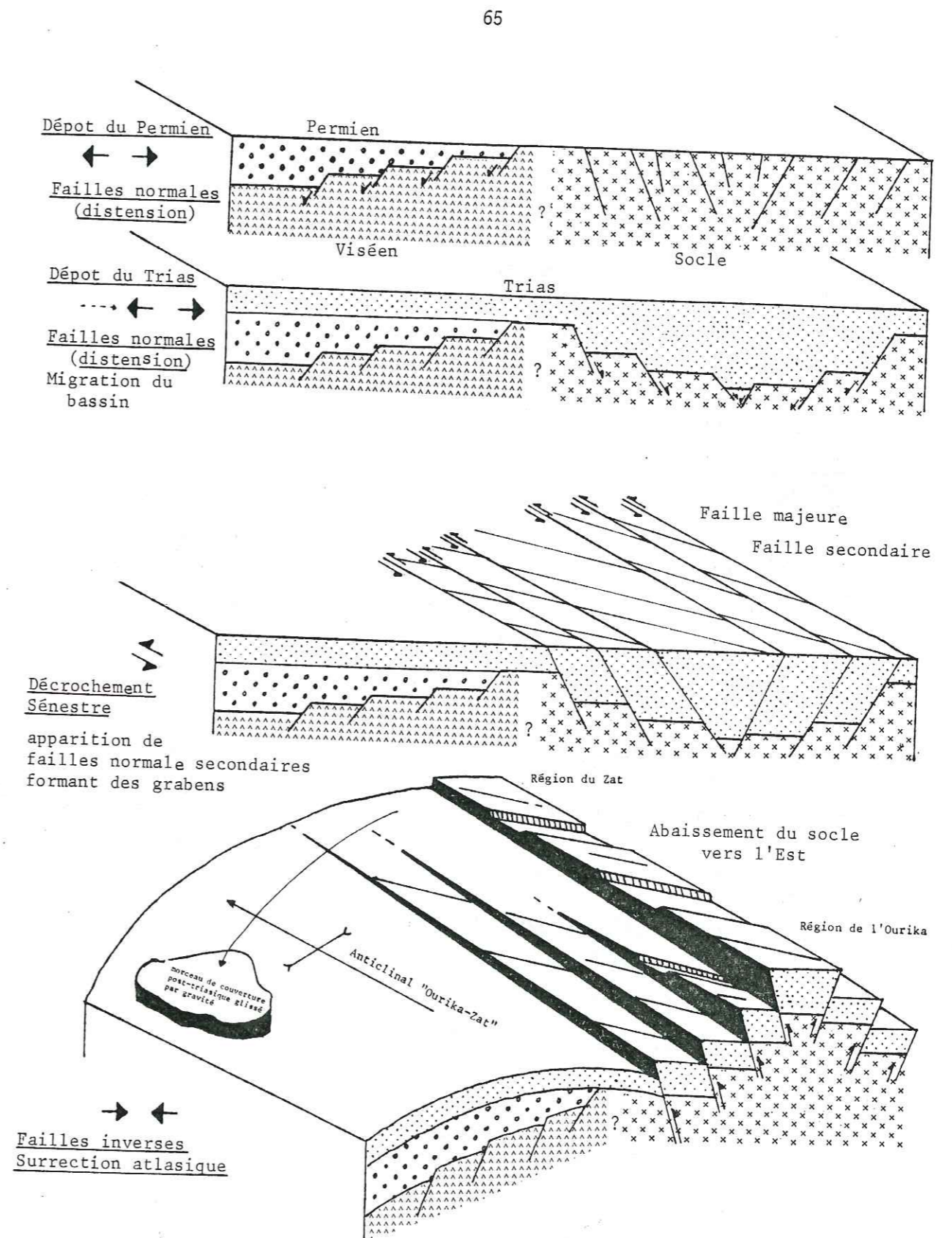

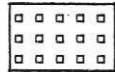
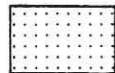


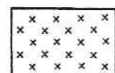






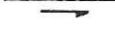



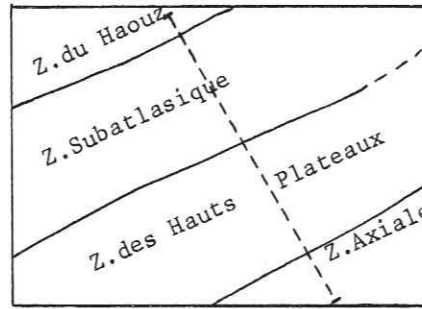


Fig.3.23: Schéma de l'évolution tectonique du Haut-Atlas de Marrakech

Remarque: entre 3 et 4 il y a des décalages horizontaux sèneſtres pluri-kilométriques

Légende de la figure 3.24.

-  Tertiaire et Quaternaire
-  Jurassique et Crétacé
-  Trias
-  Permien
-  Carbonifère
-  Paléozoïque et Cristallin
-  Surface de décollement
-  Faille inverse
-  Faille normale
-  Contact tectonique
-  Decrochement
-  Stratigraphie horizontale
-  Stratigraphie verticale
-  Signes de pendages
-  Axe anticlinal
-  Contact stratigraphique



--- coupe de la figure 3.25.

- 1: Faille du Meltsene
- 2: Faille de Oukaïmeden
- 3: Faille de Sidi-Ali-ou-Fars
- 4: Faille d'Agzarane
- 5: Faille de Timalizène
- 6: Faille d'Anrar

Fig.3.24: Schéma structural

500m

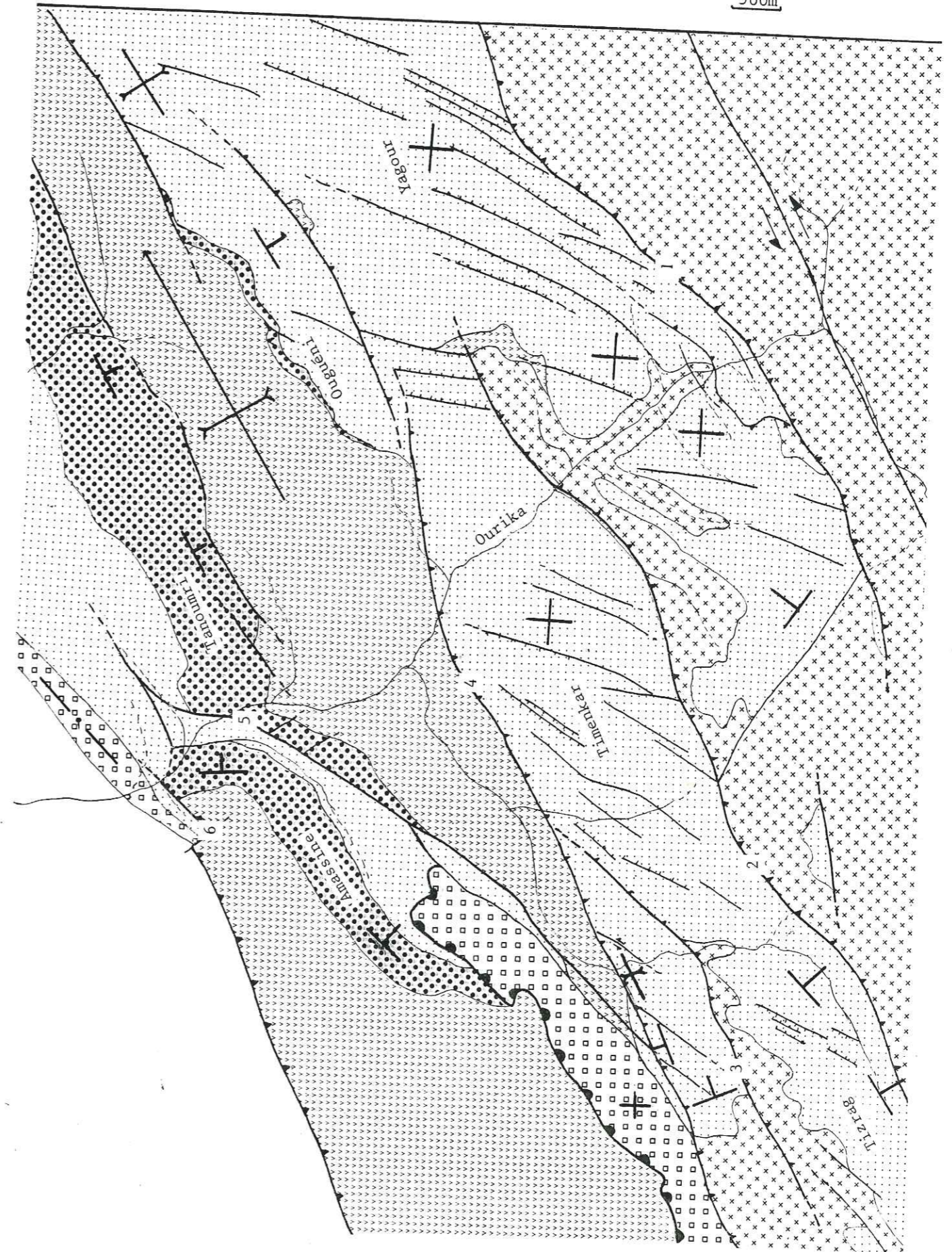
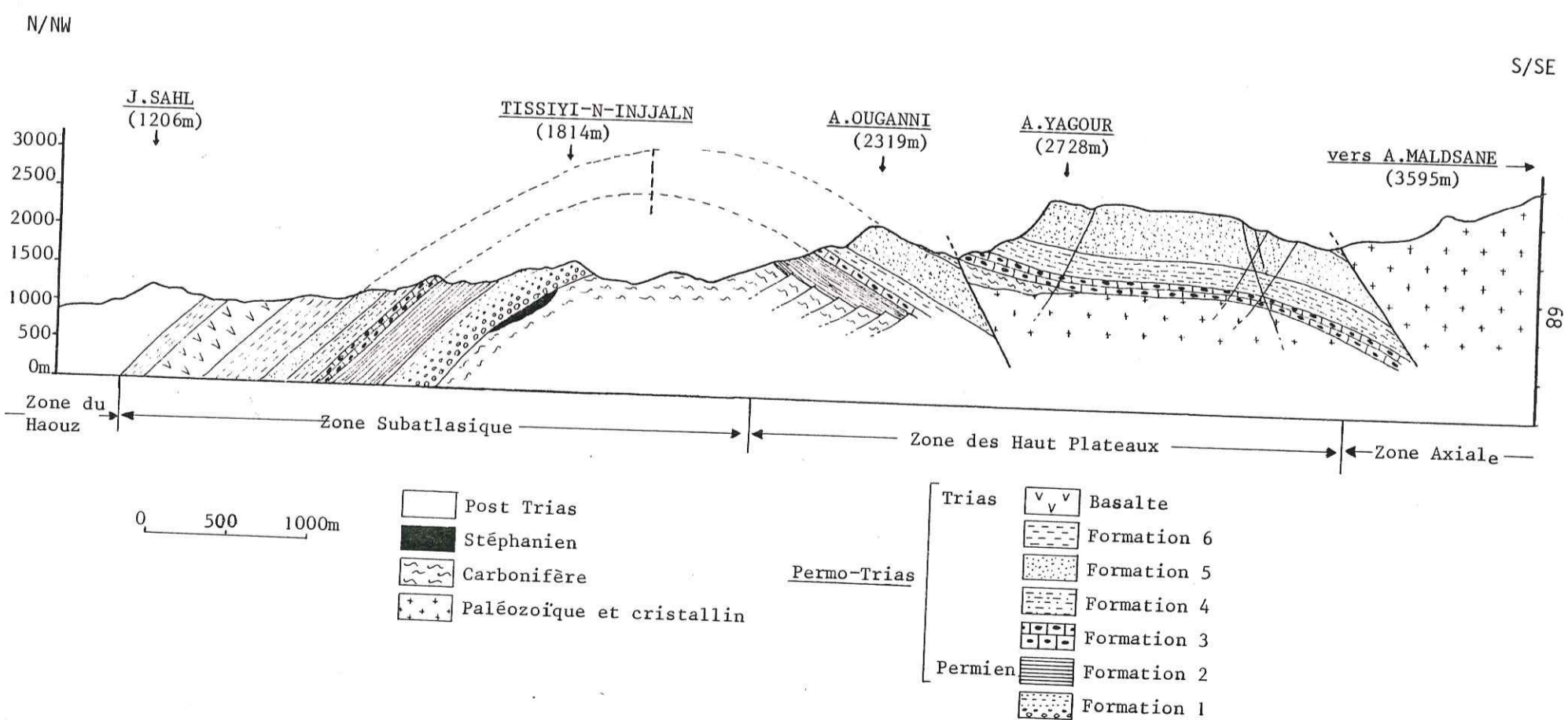


Fig.3.25: Coupe du versant nord de l'Atlas de Marrakech



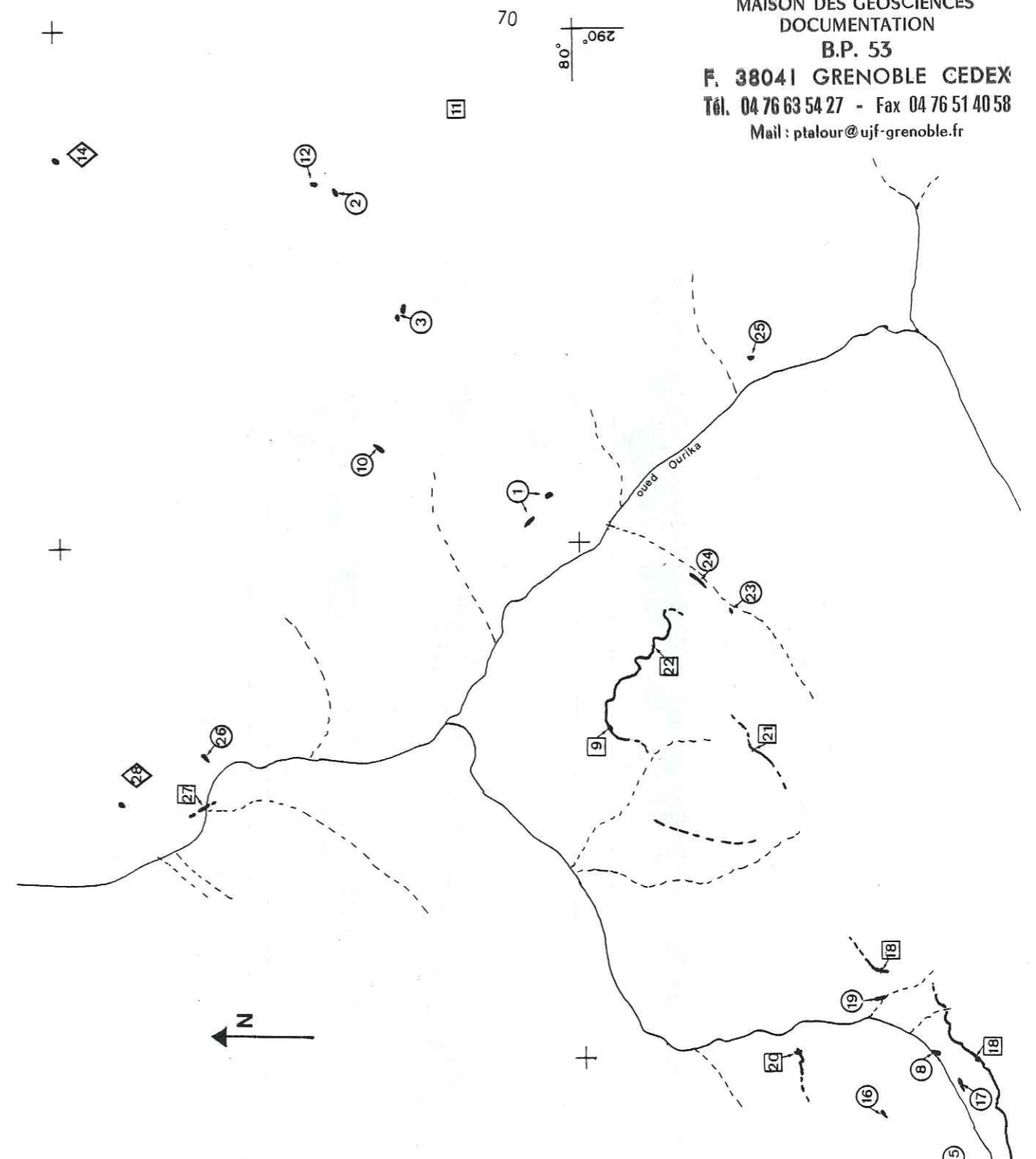


Fig.4.I: Anomalies cupro-uranifères dans le
 Fermo-Trias de la région de l'Ourika

- ◇ Anomalies diverses
- Anomalies de gites lenticulaires
- Anomalies de gites stratiformes
- - - Niveaux porteurs

0 3km

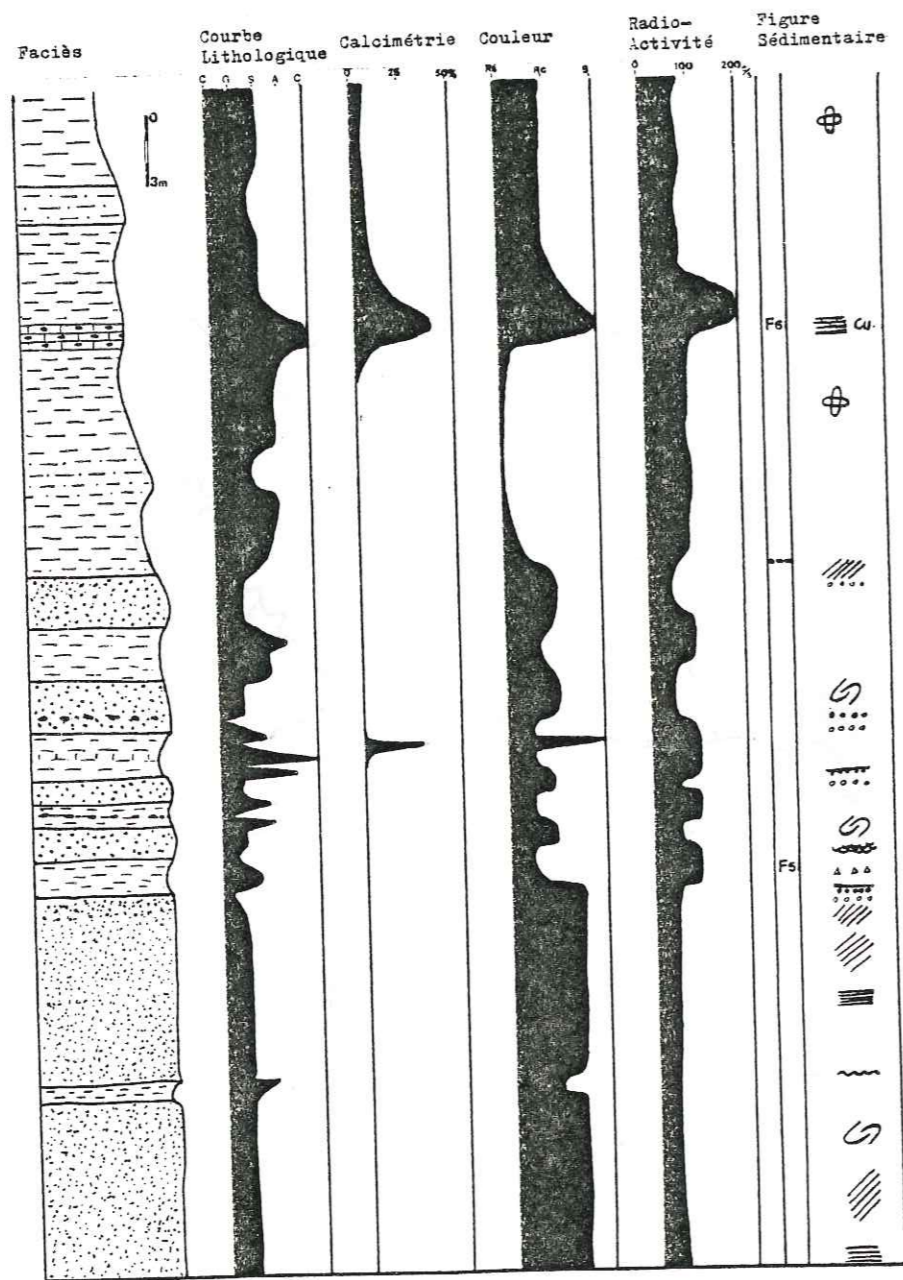


Fig.4.2: Environnement lithologique de l'anomalie 18

Faciès

- Calcaire
- Calcaire argileux
- Siltite argileuse
- Siltite
- Grès silteux
- Grès
- Conglomérat

Couleur

- R: rouge
- Rc: rouge claire
- Rb: rouge "brique"
- Rch: rouge "chocolat"
- Rs: rouge sombre
- B: blanc
- G: gris
- N: noir

Figures sédimentaires

- Litages horizontaux
- Litages obliques
- Litages courbes
- Litages slumpés
- Galets ronds
- Galets anguleux
- Galets mous
- Quartz sphériques
- Surfaces ridées
- Microcuvettes
- Granoclassement
- Linéations de délit
- Flute cast
- Croissants de plage
- Racines
- Petites matières végétales
- Grosses matières végétales
- Ooïdes
- Lamellibranches
- Bioturbation
- Terriers
- Os
- Traces de vertébrés
- Anneaux de Liesegang

Fig.4.3: Légende générale des figures du chapitre 4

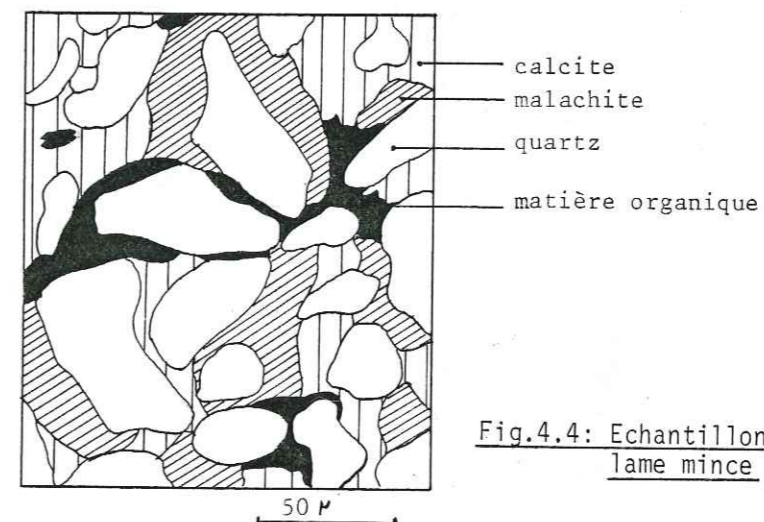
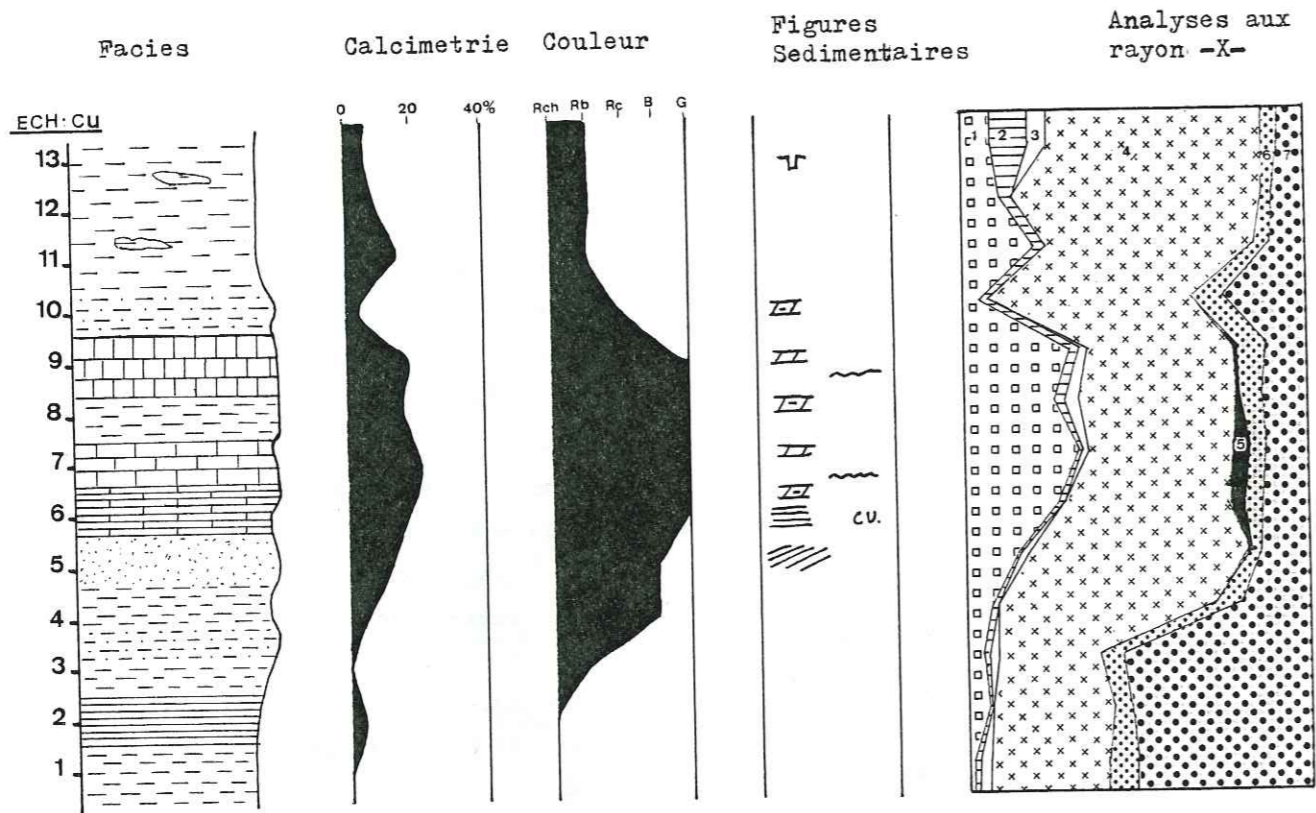


Fig.4.4: Echantillon Cu 9 en lame mince



- 1) Calcite 2) Plagioclase 3) Feldspath potassique 4) Quartz
5) Malachite 6) Chlorite 7) Mica Blanc

Fig.4.5: Coupe lithologique de l'anomalie 18

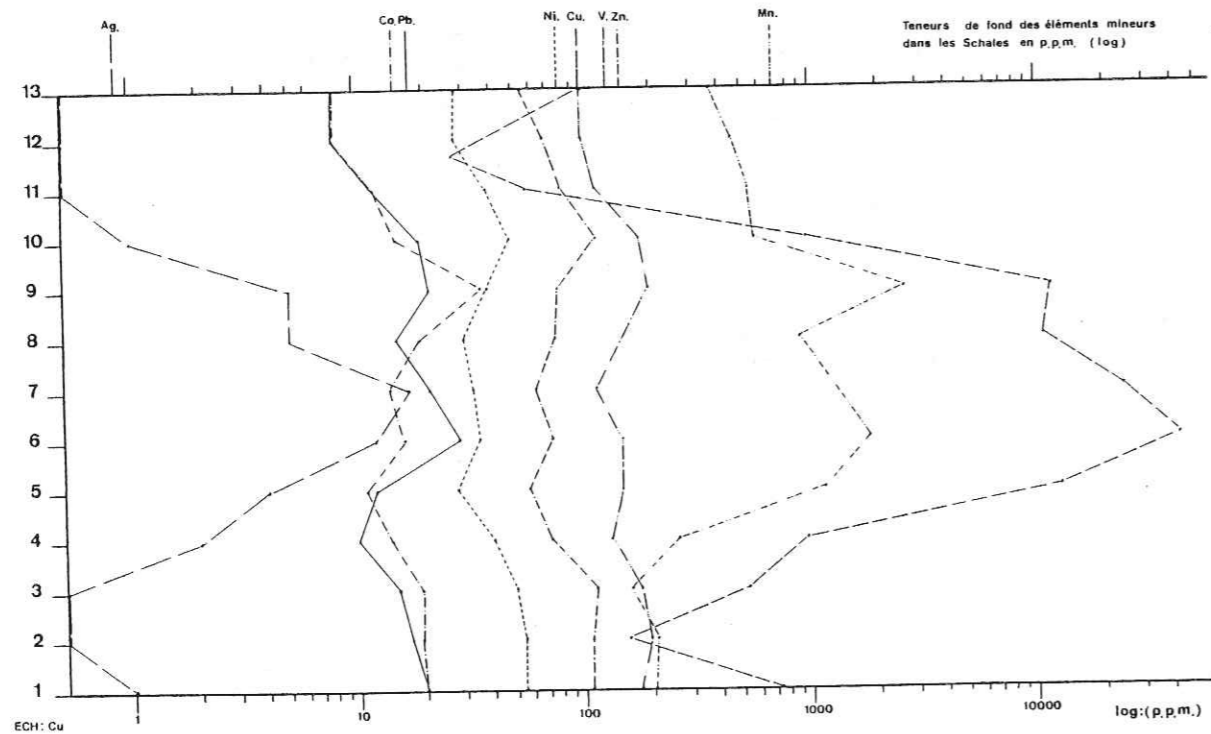


Fig.4.6: Analyses chimiques sur l'anomalie 18

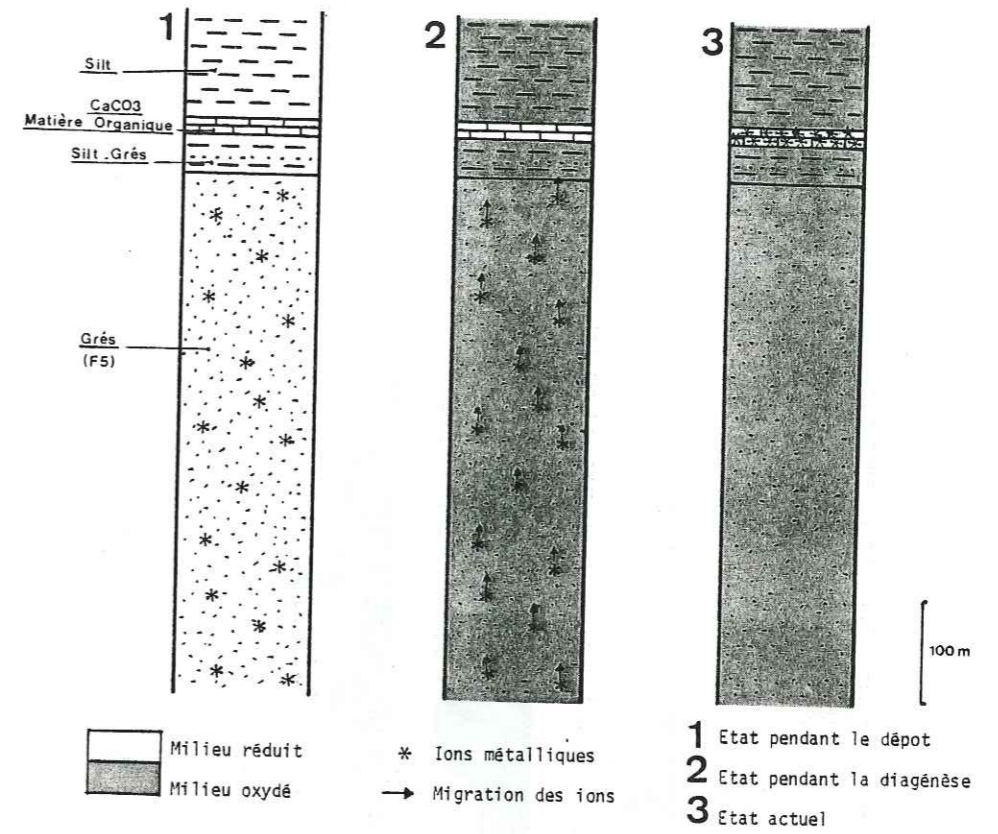


Fig.4.7: Schéma d'une concentration minéralisée stratiforme

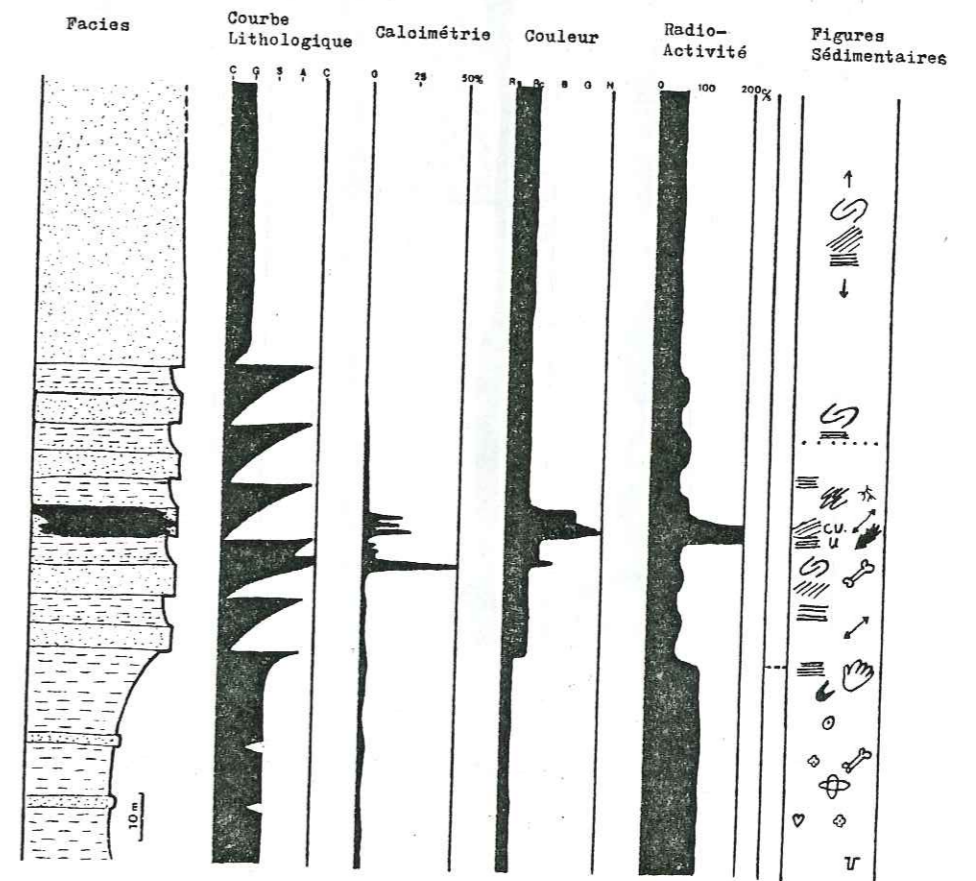


Fig.4.8: Environnement lithologique de l'anomalie 17

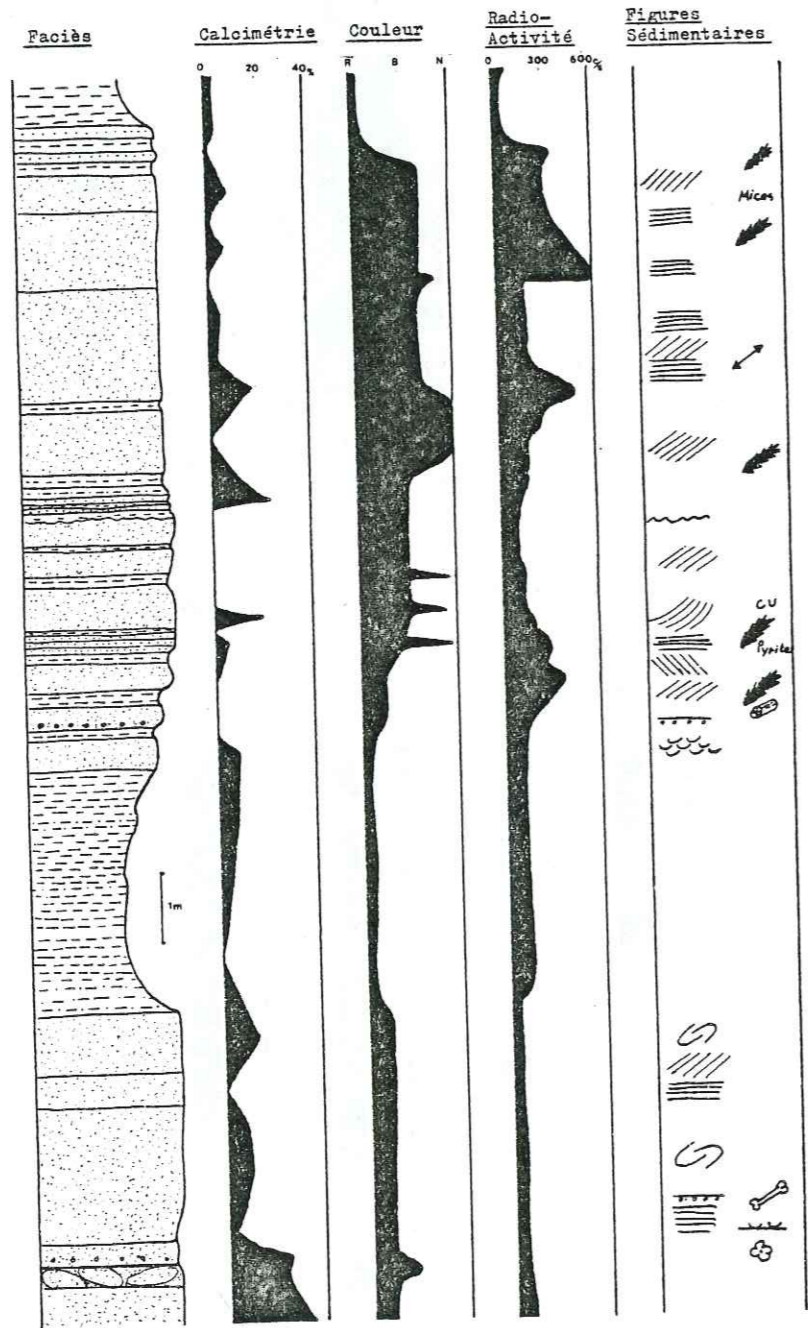


Fig.4.9: Coupe lithologique de l'anomalie 17

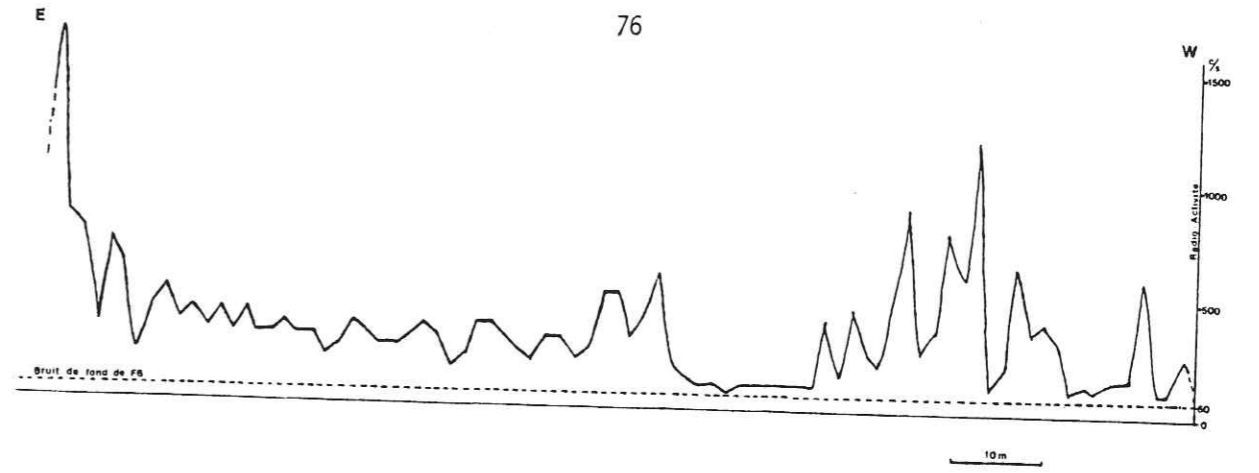


Fig.4.10: Profil en long radiométrique de l'anomalie 17

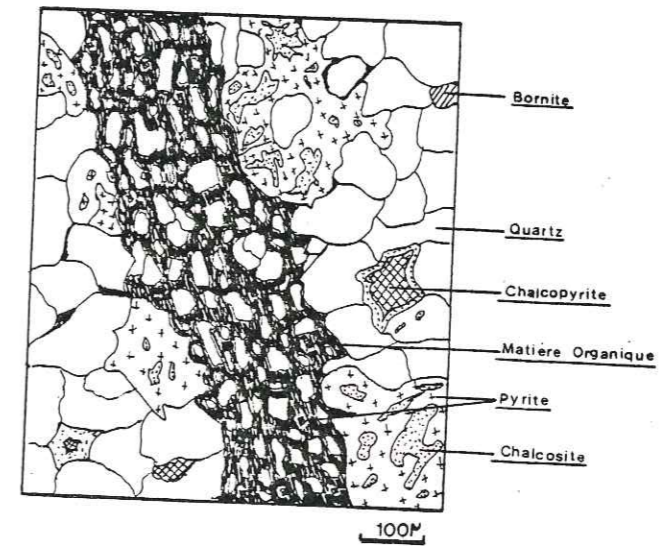


Fig.4.11: Section polie de grès minéralisé de l'anomalie 17

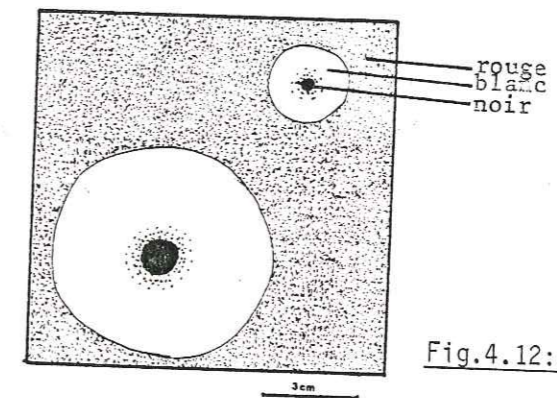


Fig.4.12: Anneaux de Liesegang

FIGURES DU CHAPITRE 1

-
- Fig. 1. 1. Tableau des formations du Permo-Trias du Haut Atlas de Marrakech.
- Fig. 1. 2. Carte de localisation des coupes, des noms de formations et de groupes.
- Fig. 1. 3. Légende générale des logs et des tableaux.
- Fig. 1. 4. Log de la série dans le faciès nord.
- Fig. 1. 5. Tableau des observations microscopiques de la série dans le faciès nord.
- Fig. 1. 6. Log de la formation 1 du Faciès nord.
- Fig. 1. 7. Tableau des observations microscopiques de la formation 1 du faciès nord.
- Fig. 1. 8. Log de la série dans le faciès sud.
- Fig. 1. 9. Tableau des observations microscopiques de la série dans le faciès sud.
- Fig. 1.10. Log de la formation 4 du faciès sud.
- Fig. 1.11. Tableau des observations microscopiques de la formation 4 du faciès sud.
- Fig. 1.12. Faciès intermédiaire corrélé avec les faciès nord et sud.
- Fig. 1.13. Caractères lithologiques des différentes formations.
- Fig. 1.14. Carte géologique du Permo-Trias de la région de l'Ourika.
- Fig. 1.15. Schéma des corrélations des affleurements permo-triasiques de la région de l'Ourika.
- Fig. 1.16. Terriers
- Fig. 1.17. Concrétions calcaires.
- Fig. 1.18. Traces de locomotion d'invertébrés.
- Fig. 1.19. Empreintes de pas de vertébrés
- Fig. 1.20. Bois fossile des niveaux basaltiques.
- Fig. 1.21. Ossements.
- Fig. 1.22. Lamellibranches
- Fig. 1.23. Echinodermes
- Fig. 1.24. Brachiopodes
- Fig. 1.25. Tableau des corrélations avec les régions voisines.
- Fig. 1.26. Historique des résultats chronostratigraphiques du Permo-Trias dans l'Atlas de Marrakech.
- Fig. 1.27. Historique des résultats chronostratigraphiques du Permo-Trias des régions voisines.
- Fig. 1.28. Tableau des éléments de datation du Permo-Trias au Maroc.

RESUME

Le Permo-Trias de la région de l'Oued-Ourika peut être subdivisé en trois groupes et 6 formations, de haut en bas :

- *Groupe de Rojdama.*
 - Formation 6 : Siltite de Tafilalt
- *Groupe du Timenkar.*
 - Formation 5 : Grès de l'Oukaïmeden
 - Formation 4 : Siltite d'Anouffig
 - Formation 3 : Conglomérat de Timalizène
- *Groupe de Tanoumri.*
 - Formation 2 : Siltite de Cham-el-Houa
 - Formation 1 : Conglomérat d'Anrar

Chacun de ces groupes est discordant par rapport aux autres.

Deux faciès ont été reconnus : l'un au Nord ou faciès subatlasique, l'autre au Sud ou faciès des Hauts-Plateaux marqué par l'absence du groupe inférieur.

Des fossiles ont été découverts : Os et empreintes de vertébrés, lamellibranches, flores et pollens, brachiopodes et échinodermes...

Des corrélations établies avec les régions voisines ont contribué à préciser l'âge des formations de notre région :

- Les formations 1 et 2 seraient d'âge permien (Autunien ?).
- Les formations 4, 5, 6 seraient du Trias supérieur.
- La formation 3 représente une série condensée ou une lacune de sédimentation, d'âge indéterminé.

La paléogéographie a été précisée : De petits bassins continentaux permien (formations 1 et 2) ont évolué en un vaste encroûtement (formation 3) balayé par les vents, s'étalant sur toute la région.

Sur cette surface très plate s'est installée une sédimentation littorale, deltaïque dont l'influence marine s'accroît depuis la base de la formation 4 jusqu'au sommet de la formation 5. Le rivage, allongé du NE au SW, était parcouru par un fort courant marin venant du NE et séparait le continent (au SE) du domaine marin (au NW).

Avec la formation 6, le bassin s'élargit sur l'ensemble du Maroc et se comble ; des évaporites apparaissent, une sédimentation continentale s'installe avec des épanchements basaltiques aériens ou lacustres.

Cette sédimentation était contrôlée par une *tectonique distensive* de failles normales N.70 héritées des époques hercyniennes ; au Carnien apparaît une composante horizontale sénestre dans le rejet de ces failles, révélée par l'existence d'un système distensif de horsts et grabens, oblique par rapport à la direction N.70 et visible au sommet de la formation 5 sur la zone des hauts-Plateaux.

Cette tectonique permo-triasique, contrôlait la subsidence qui a migré du Nord (Permien) vers le Sud (Trias).

Au sein de cette série permo-triasique détritico-rouge, une minéralisation en cuivre et uranium associée à la matière organique est concentrée dans des lentilles à la base de la formation 5 (type pénécordant) et dans un niveau stratiforme au sommet de cette formation 5.

L'origine de cette minéralisation, qui semble être endogène, permet de rejeter l'hypothèse d'une origine primaire de la coloration rouge de cette série.

MOTS-CLES

Permien ; Trias ; calcrète ; sédimentation continentale, littorale ; paléontologie (ichnologie, lamellibranche) ; tectonique synsédimentaire ; graben ; minéralisation (cuivre, uranium) ; coloration rouge ; Maroc (Atlas de Marrakech).

22 AVR. 1982

UNIVERSITE DE GRENOBLE I
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE GIGNOUX
F 38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43