

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS : UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

Rachid BOUGDAL*, Djelloul BELHAI* et Pierre ANTOINE**

RÉSUMÉ

La carte géologique de Constantine a été levée à l'échelle du 1/10 000ème et couvre la superficie de son Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU), soit 100 km² environ. Elle met en évidence une série lithostratigraphique variée, composée d'un substratum calcaire et marno-calcaire, d'âge crétacé, de l'unité néritique constantinoise et d'une couverture post-nappes mio-pliocène et quaternaire, argilo-conglomératique.

Outre les déformations alpines d'âge éocène et miocène inférieur, qui ont affecté le substratum anténéogène, la tectonique néogène post-nappes et quaternaire, se distingue par des plis d'échelle kilométrique, à grand rayon de courbure, de direction N10 à N30°E, et des failles à rejet vertical important, dont les principales directions sont : N10, N130 et N150°E.

La morphologie actuelle est conforme, dans ses grands traits, à cette structure tectonique récente. L'oued Rhumel franchit, par des gorges profondes (150m) l'assise calcaire cénomano-turonienne, à la faveur de ces grands accidents.

Les formations argilo-conglomératiques néogènes, qui forment la grande partie de la zone étudiée, sont fracturées et extrêmement sensibles en présence d'eau, ce qui les rend propices aux glissements de terrain.

Mots clés - Tectonique néogène - Calcaire néritique - Conglomérats et argiles - Calcaires lacustres - Géomorphologie - Glissements de terrain.

* Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie, USTHB, BP. 32, El Alia, Alger, 16111.

** Université J. Fourier, Laboratoire de Géologie et de Mécanique, Grenoble, France.

- *Manuscrit déposé le 04 Janvier 2006, accepté après révision le 10 Juillet 2006.*

DETAILED GEOLOGY OF CONSTANTINE CITY : A BASIC DATUM FOR LANOSLIDES STUDY

ABSTRACT

The Constantine geological map of 1/10 000 scale, concerns the Directory Urban Plan of this city, equivalent to 100 km². It shows a various lithostratigraphic series, including cretaceous limestone and marls bed rock, neritic limestone unit and mio-pliocene to quaternary clays and conglomerates.

Beside alpin deformations of eocene to low miocene age, which affected the bed rock, the quaternary and neogene tectonic are characterised by kilometric folds of N10 to N30°East directions, vertical faults of N10, N130 and N150°East directions with very important vertical displacement.

The actual morphology is conformed in its large features, to this recent tectonic. The Rhumel river crosses, by very deep cliffs (150m), the cenomanian-turonian, thick and hard limestone formation, through these main neogene faults.

The neogène clays and the conglomerates formations, covering a large surface of the Constantine urban plan, are failed with a very sensitive water presence, and then, are subject to landsliding.

Keys words - Neogene tectonic - Neritic limestone - Clays and conglomerates - Lacustrian limestone - Geomorphology - Landslides

1 - INTRODUCTION

Plusieurs fois millénaire, la ville de Constantine est bâtie sur un site impressionnant : le Rocher du même nom (photo 1). Celui-ci est découpé en deux par l'oued Rhummel, qui lui donne son double aspect, pittoresque et singulier.

Pendant des siècles, la ville s'est limitée au strict site du massif calcaire, elle n'en est sortie que lors de la colonisation française qui en a fait la capitale de l'Est algérien en tant que chef-lieu de département. En dehors de cette assise stable, l'extension de l'urbanisation est confrontée de plus en plus, à des terrains moins favorables. Aujourd'hui, l'espace immédiat constructible est presque entièrement consommé; la ville devient une véritable métropole où de petites villes et villages, naguère éloignés de Constantine (Aïn el Bey, Khroub, Hamma Bouziane, Békira) feront, dans un avenir proche, partie de la périphérie de celle-ci.

C'est justement hors de l'assise calcaire, dans des terrains moins résistants, que les extensions urbaines, coloniales et plus récentes, sont confrontées à de sérieux problèmes d'instabilité. Ces derniers se manifestent par de nombreux glissements de terrains évoluant de façon progressive et menaçant sérieusement les populations concernées.

L'étude de ces glissements de terrain et l'analyse plus globale de la vulnérabilité de la ville de Constantine, sont menées sur la base d'une connaissance détaillée de la géologie locale que nous présentons ici, et qui commande étroitement ces mouvements gravitaires.

La carte géologique est levée à l'échelle du 1/10 000^{ème} (R. Bougdal, 1987) couvre le périmètre du PDAU et circonscrit tous les glissements de terrain à étudier. Cette carte (fig.6) est accompagnée de deux (2) coupes géologiques synthétiques (fig. 7, coupes AA' et BB').

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

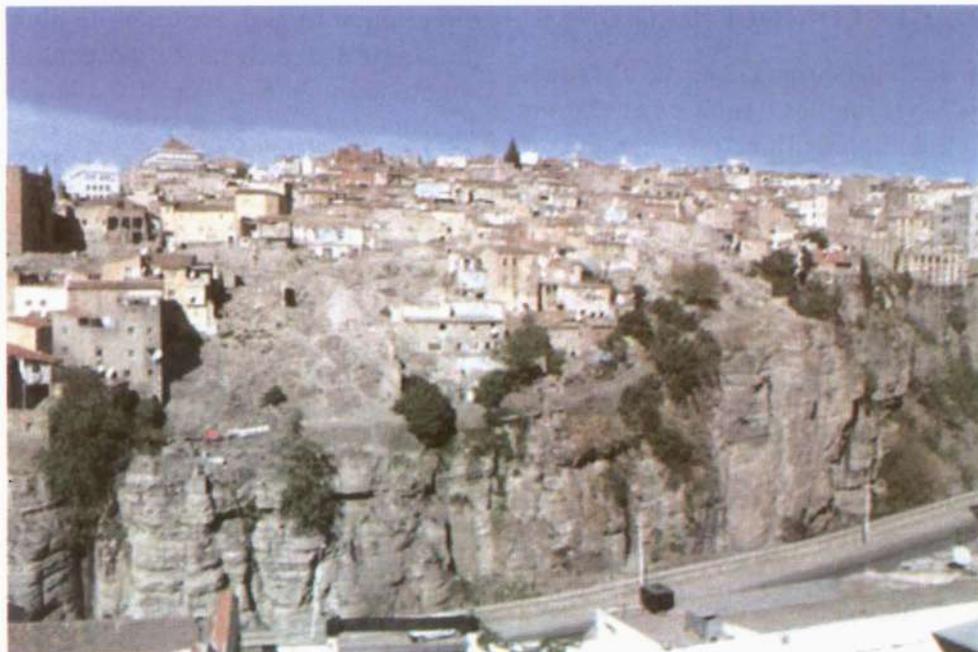


Photo 1 - La vieille ville de Constantine et son terrain de fondation :
le calcaire néritique massif

Constantine old city and the neritic limestone level of fondation

Les principaux documents consultés sont :

- la carte géologique de Constantine au 1/200 000^{ème} (J.M. Vila, 1977);
- les cartes géologiques au 1/50 000^{ème} de Constantine (M. Ficheur, 1899) et d'El-Aria (P.E. Coiffait, J.M. Vila et S.Guellal, 1977);
- la thèse es-Sciences de J.C. Lahondere (1987) : « les séries ultratelliennes d'Algérie Nord Orientale et les formations environnantes, dans leur cadre structural ».
- la thèse de P.E. Coiffait (1992): « Un bassin post-nappes dans son cadre structural : l'exemple du bassin de Constantine (Algérie Nord-Orientale) ».

Une carte géologique au 1/10 000^{ème}, a été élaborée dans le cadre du projet d'étude des glissements de terrain de la ville de Constantine.

Elle repose sur un travail de terrain et l'interprétation d'une série de photos aériennes à l'échelle du 1/20 000^{ème} et du 1/4000^{ème} prises, respectivement, en 1975 et 1995.

L'âge des formations géologiques cartographiées est repris à partir de la synthèse bibliographique et notamment des travaux de P.E. Coiffait, en ce qui concerne le Néogène post-nappes. Les difficultés rencontrées en matière de cartographie en milieu urbain (rareté des affleurements), nous ont contraints à regrouper les unités telliennes marneuses et pélitiques (nappes de charriage) dans une même formation. Nous avons par ailleurs, volontairement omis de représenter les remblais et les formations superficielles, lorsque ces terrains nous ont paru peu épais, afin de mieux rendre compte de la structure lithologique sous les surfaces bâties.

2 - CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

La région de Constantine fait partie des zones externes des Maghrébides (Aubouin et Durand Delga, 1971), domaine allochtone, caractérisé par les nappes de charriage essentiellement à vergence sud, mises en place au cours des phases tectoniques alpines.

Ces Maghrébides sont formés par la juxtaposition de deux domaines dont les unités sont tectoniquement superposées et paléogéographiquement distinctes :

Au Nord, le domaine interne appelé domaine kabyle. Celui-ci est formé du nord au sud, d'un socle métamorphique d'âge très controversé (précambrien, hercynien, voire alpin), d'un Paléozoïque peu ou pas métamorphique (allant du Cambrien au Carbonifère moyen) et d'une dorsale kabyle comportant des terrains d'âge triasique à éocène, surmontée par une couverture d'âge éo-oligo-miocène inférieur. Ces unités proviennent de la dilacération d'une microplaque dite d'Alboran, située jusqu'au Paléogène, entre l'Afrique et l'Europe (J. Andrieux et al., 1971). Séparant l'Afrique de cette microplaque et de sa plate-forme carbonatée située dans sa partie méridionale, un domaine profond où se sont sédimentés, au cours du Crétacé et du Nummulitique inférieur, des flyschs. Il s'agit des flyschs, maurétanien à affinité septentrionale et massylien à affinité plus méridionale, c'est-à-dire externe. Le flysch maurétanien admet respectivement, des couvertures éo-oligocènes, détritiques : le grés-micacé et le flysch numidien.

Au sud du domaine des flyschs se sont déposées dans un bassin tellien, des formations à substratum africain appelées unités telliennes. Ces unités telliennes ont un faciès qui ne répond pas aux critères de sédimentation dans la zone de dépôt des flyschs mais qui peut être profond et fermé (euxinique) avec des variations latérales notamment suivant une

direction nord-sud. Le terme le plus interne, à proximité du flysch massylien, est l'ultratellien, connu uniquement dans l'Est algérien et en Tunisie.

Après les phases alpines éocène et miocène inférieur, les deux domaines interne et externe, se sont affrontés suite à une convergence d'abord oblique, des plaques lithosphériques Europe et Afrique (J.F. Raoult, 1974; Y. Mahdjoub, O. Merle, 1990; D. Belhaï et al., 1990). Il en est résulté la fermeture du sillon des flyschs, celle des sillons telliens, l'écaillage de la chaîne calcaire et des unités sous-jacentes et le déplacement des flyschs et des unités telliennes en nappes pelliculaires, loin vers le sud, en plusieurs unités dont les nomenclatures sont très variées selon la géographie et les auteurs.

Du Nord au Sud, on distingue respectivement les dorsales interne, médiane et externe, le flysch maurétanien avec ses différentes variations locales, le flysch massylien et les unités telliennes qui chevauchent l'avant pays pré-atlasique.

Après la mise en place des nappes, un nouveau schéma paléogéographique apparaît au Néogène, où des bassins sont nés à l'emporte-pièce sur l'édifice déjà structuré. Le bassin de Constantine en est un exemple.

3 - GÉOLOGIE LOCALE

La carte géologique au 1/10 000^{ième} de Constantine et de ses alentours montre quatre grands ensembles géologiques distincts : les formations anté-nappes, les nappes de charriages, le Néogène post-nappes et le Quaternaire. L'ensemble anté-nappes correspond aux formations anté-néogènes dont le Crétacé néritique constitue le soubassement et dont l'enracinement ou le flottement fait l'objet de grandes controverses. C'est pourquoi, il est

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS :
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

appelé môle néritique constantinois. Les unités supérieures sont considérées allochtones : nappes telliennes (épitelliennes), ultratelliennes, flysch massylien (à microbrèches) et flysch numidien. Ce dernier est largement développé dans le dj. Ouahch, au-delà de la limite NE du secteur étudié.

L'ensemble post-nappes est constitué de formations détritiques rouges du Miocène moyen, de marnes à gypses, de marnes brunes et de calcaires lacustres, scellés par du Quaternaire continental argilo-conglomératique.

3. 1 - Présentation des séries stratigraphiques anté-nappes

Le Néritique Constantinois (NC)

Le « Rocher » de Constantine, sur lequel est bâtie l'antique Cirta (époque romaine), est découpé par les gorges profondes du Rhummel (photo1) qui offrent la série la plus complète du Néritique constantinois. Joleaud (1912) donne une description détaillée de ce Crétacé moyen et J.M.Vila (1977) en précise la structure et le contenu micropaléontologique.

A Constantine, le Crétacé moyen néritique affleure largement dans la partie nord-centrale de la ville. Il est limité par un réseau de failles conjuguées sub-verticales (N010-N020, N80 et N130°E), des unités telliennes et du Miocène post-nappes.

Sa limite Nord correspond aux falaises de Sidi M'Cid.

- Au Sud et à l'Ouest, il est limité par une faille de direction N130 qui le met en contact avec les conglomérats néogènes et les marnes pélitiques telliennes. Cet accident, bien visible à l'entrée amont des gorges du Rhummel (pont de Sidi Rached), se prolonge vers le NO en passant par la place de la « Brèche ».

- A l'Ouest, par la faille N010 longeant la falaise la plus occidentale entre les quartiers Belouizdad et la vieille ville (Casbah).

- A l'Est, c'est une limite qui longe sensiblement la rue Chihani Bachir, orientée N20, le long d'accidents sub-méridiens.

Ces grands accidents qui délimitent bien le Rocher, sont associés à une fracturation secondaire qui découpe le massif et favorise notamment l'entaille des gorges du Rhummel, suivant des directions prédominantes N10, N100 à N130, depuis le pont de Sidi Rached jusqu'au Nord du Pont de Sidi M'Cid.

La succession stratigraphique décrite par J.M. Vila (1980), P.E. Coiffait (1992), complétée par nos observations personnelles, est la suivante :

- A la base, des calcaires massifs cristallins à rudistes et orbitolines (8m). Par analogie de microfaciès avec le Djebel de Debar, il s'agirait du Cénomaniens.

- Des calcaires azoïques cristallins, parfois massifs, gris-jaunâtre, alternant avec des calcaires fins, blancs (azoïques), d'une puissance de 105 m.

- Des calcaires gris plus ou moins noirâtres, à riche association de Miliolidés et d'autres foraminifères qui ont permis de dater le Cénomaniens (30 m).

- Des calcaires gris, rubanés à pâte fine avec quelques bioclastes. Nous y avons reconnu des faciès qui correspondent au Turonien supérieur.

Au niveau du pont de Sidi M'Cid, sous l'hôpital, on peut observer le Turonien et le Sénonien en bancs métriques, reposant sur le Cénomaniens. Au-dessus, se développe une vingtaine de mètres de calcaires noirs légèrement fétides, biodétritiques. Ces derniers se terminent par des calcaires à rognons de silex. La présence de *Globotruncana* permet d'affirmer qu'il s'agit du Sénonien.

Une controverse subsiste sur la nature des marnes qui surmontent les calcaires du Rocher. Pour J.M.Vila (1974; 1980), ces marnes constitueraient une unité tectonique (nappe sénonienne) au-dessus du rocher de Constantine, alors que pour P.E.Coiffait (1992), elles seraient la suite progressive des termes précédents, d'âge maestrichtien.

Vers le Sud, au niveau de la culée rive droite du pont de Sidi Rached, nous avons observé un passage sans accident (contact normal) entre les calcaires néritiques massifs et les marno-calcaires sus-jacents. Le passage se réalise suivant une surface durcie (hard ground) dont les termes sommitaux, gris, tendent vers les teintes jaunâtres liées à l'oxydation. Des fractures nettes affectent les termes antérieurs qui ne ressortent pas au-dessus de la surface durcie, montrant un événement tectonique certain avant les dépôts des marno calcaires et après celui des calcaires néritiques.

Au pont de Sidi Rached, à l'intérieur du dépôt de carburants de Naftal, nous relevons, de bas en haut, la coupe ci-après :

- Des calcaires néritiques,
- Un niveau brun clair oxydé et raviné (hard ground),
- Des pélites et grès calcaires.

Il est clair que la controverse est justifiée par le fait que l'idée de nappe sénono-éocène est admise par beaucoup d'auteurs, alors que les données de terrain semblent par endroit, confirmer un passage normal progressif depuis le Cénomano-Turonien vers le Maestrichtien. La surface durcie est un élément significatif d'un contact stratigraphique normal entre les calcaires du Rocher et les marnes sus-jacentes. Mais s'agit-il d'une autre unité superposée, au dessus des marnes liées au Rocher ?

Les formations telliennes sensu stricto

Mise à part la controverse, et quel que soit leur âge, les marno-calcaires et marnes grises à lentilles calcaires ocres, surmontant les calcaires massifs, sont d'affinité tellienne.

Ces marnes ont le même faciès : marnes grises légèrement verdâtres avec des lentilles et boules jaune ocre (photo 2). Cette formation (Sénono-Eocène à boules jaunes) a le même faciès que l'unité épitellienne du Centre et de l'Ouest (Durand Delga, 1969, A.Caire, 1957)

Ces marnes telliennes qui entourent Constantine sont souvent appelées marnes à blocs.

Ces blocs sont soit de faciès néritique, soit des boules jaunes ocre classiques des faciès telliens plus septentrionaux (photo 3), ou des blocs plus superficiels qui proviennent de la destruction et des écroulements des calcaires lacustres du Pliocène avec comme témoin, un conglomérat de base à éléments du Numidien, remaniés.

Ils continuent jusqu'au Priabonien que les auteurs désignent sous le vocable de Priabonien à blocs, puisque des termes priaboniens y ont été datés.

Dans notre cartographie et compte tenu de la rareté des affleurements, nous avons volontairement voulu éviter ce genre de controverses d'écoles. Nous avons rangé, pour des besoins pratiques, tous les termes telliens (ultratelliens et épitelliens (marnes à blocs, Sénonien) dans un même faciès appelé tellien (nappe tellienne).

Ces marnes pélitiques, plissées et très fracturées, peuvent être mobilisées dans des glissements de terrain, lorsqu'elles sont saturées et que les pentes sont suffisamment accentuées. C'est le cas du versant qui domine la gare ferroviaire et la rive droite du Rhummel (photo 3).

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN



Photo 2 - Marnes telliennes à boules jaunes. Versant rive gauche du Bou Merzoug.
Tellian marls with yellow balls, slope left side of Bou Merzoug river.



Photo 3 - Marnes schisteuses, très altérées et fissurées du complexe tellien allochtone, Talus de la gare ferroviaire
Schisteous marls, very weathered and fissurated of allochtoneous tellian formation, Rail way station slope

Le flysch massylien à microbrèches

Au SE de l'Université, sur la rive gauche de l'oued Boumerzoug, et au SO du parc du Djebel Ouahch (route de Mechta Tafrent), une série typique de flysch à microbrèches d'âge crétacé supérieur à affinité massylienne, affleure largement (photo 4). Ce faciès tranche nettement avec les faciès telliens. Il constitue une nappe bien individualisée sans risque de confusion. Il s'est manifestement déposé dans un domaine paléogéographique différent du domaine tellien et vraisemblablement immédiatement au nord de l'aire de dépôt de l'ultratellien (Bouillin, 1977; P.E. Coiffait, 1992).

Il s'agit d'une alternance de calcaires microbréchiques et de pélites marneuses souvent micacées. Les alternances sont organisées en

séquences turbiditiques typiques des faciès flyschs. Leur position dans le bassin est nettement distale (séquence c à e) dans la séquence de Bouma; ce qui est classique pour ce flysch massylien relativement au flysch maurétanien plus au nord et plus proximal. Il surmonte les marno-calcaires telliens et toujours en supra-structure dans cette région de Constantine.

Le flysch numidien

Au Djebel Ouahch et juste au-delà de la limite NE de la carte géologique, affleure une formation gréseuse massive, à patine brune et à base argileuse. C'est le Numidien du Djebel Ouahch. Il s'agit d'une nappe de charriage dont le contact de base a été cartographié pour la première fois par Joleaud (1912).



Photo 4 -Flysch massylien de Chabet ersas, rive gauche de Bou Merzoug.
Alternance: pélites et grés

Massylian flyshs of Chabet ersas, Left side of Boumerzoug river: claystones and sandstones

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

3. 2 - Présentation des séries stratigraphiques post-nappes

La ville de Constantine est située sur la bordure méridionale du bassin néogène constantinois. Les formations rencontrées sont continentales et lacustres.

3. 2. 1 - Le Miocène

La mise en place des nappes et des grands chevauchements des Maghrébides, fût suivie immédiatement par l'ouverture de bassins d'orientation latitudinale, souvent intra-montagneux, depuis l'Atlantique jusqu'en Sicile.

Ces bassins sont ouverts dans un édifice déjà structuré au cours des phases alpines. Ils sont dits post-nappes et scellent des contacts tectoniques qui juxtaposent des unités structurées en nappes (nappes de flyschs, nappes telliennes).

A Constantine, ce sont surtout des formations sédimentaires qui sont liées à un bassin dont la mise en place débute au Miocène moyen.

Dans le bassin de Constantine, le Néogène a été étudié par plusieurs auteurs: Pomel, (1889) puis Ficheur (1894) et Joleaud (1912).

Nous avons, pour notre part, et pour des commodités cartographiques, distingué six (6) faciès dans ce Néogène post-nappes (coupe) :

- Les conglomérats rouges tels que ceux du Koudiat et du Bardo (photo 5). Ils correspondent aux « conglomérats de Chettabah » de PE. Coiffait (1992);
- Les argiles rouges comme celles des environs de l'Université ou du Ciloc;
- Les grès bruns et conglomérats de Koudiat Touifez;



Photo 5 . Conglomérat rouge mio-pliocène du Bardo. remarquer la faille normale subverticale (F) qui sera commentée en tectonique

Bardo mio-pliocene red conglomerates. Note the vertical, normal fault which will be commented in tectonic chapter

- Les marnes à gypse du Polygone d'artillerie (photo 6) avec leur conglomérat à éléments hétérogènes, bien roulés et grès gris-marron . Ces marnes fossilifères, renferment des niveaux riches en gastéropodes (*Hélix*) et des fragments de vertébrés (photo 7);

- Les marnes brunes à galets;

- Les calcaires lacustres, parfois travertineux de Salah Bey, Mansourah et Aïn el Bey, avec leurs termes de base sablo-conglomératiques (photo 8).

Selon P.E. Coiffait (1992), les conglomérats, argiles, grès et marnes sont d'âge astarasien (équivalent continental du Serravalien), tandis que les calcaires lacustres et leur base sablo-conglomératique, sont du Quaternaire ancien. Il existe de fréquents passages latéraux dans les forma-

tions astarasiennes, qui ont rendu la cartographie difficile et l'interprétation mal aisée.

Il existe des passages entre les conglomérats de base (de Koudiat et de Chattabah) et les marnes brunes à gypse au cœur du synclinal de l'Oued Mellah. On distingue aussi la disparition progressive des conglomérats vers l'Université, qui sont relayés par des argiles vers le haut. Ces dernières couvrent vers l'Ouest, les marnes à gypse.

Plusieurs coupes de terrain ont permis de faire la lumière sur la succession des faciès néogènes à Constantine et ses environs immédiats.

Trois (3) coupes de terrain et quelques coupes de sondage permettront de clarifier avec précision la succession lithostratigraphique du Mio-Pliocène de Constantine :



Photo 6 - Marnes miocènes à lamelles de gypse remplissant les fractures.
Versant nord d'Aïn el Bey

Miocene marls with gypsum blades, filling the fractures, North slope of Aïn el Bey

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN



Photo 7 - Grès et conglomérats lenticulaires, à Hélix, dans les marnes gypseuses miocènes
Lense structure of sandstone and conglomerates, with Helix, into miocene gypsum marls



Photo 8 - Sables de base (S) du plateau calcaire de Salah Bey (C) : Calcaire travertineux quaternaire
The sand base (S) of the Calcareous Salah Bey plateau (C): quaternary travertin limestone

- La coupe A, entre Le Bardo et l'Institut d'Architecture (au sud de l'Université)
- La coupe B, entre la Koudiat Touifez et le sud du Polygone d'artillerie
- La coupe C, entre Bellevue et Chaabet Habet (El merdja)

Coupe A, entre Le Bardo et l'Institut d'Architecture

Cette coupe (fig. 1) montre :

- un faciès tellien marno-calcaire qui affleure au nord du Bardo. Il est sous-jacent aux formations conglomératiques avoisinantes du Bardo.
- Les conglomérats rouges, du Bardo, polygéniques à nombreux galets du Numidien, très bien cimentés. La coupe d'un des sondages de Bellevue (SV1), permet d'en montrer la succession précise. En surface, ils apparaissent comme des alternances de conglomérats et d'argiles rougeâtres. Ces

conglomérats sont hétérogènes et hétérométriques à lits argileux fins, décimétriques à centimétriques, montrant des stratifications entrecroisées, témoignant de leur caractère fluviatile. Certains blocs dépassent le mètre. Ils sont bien cimentés par une matrice gréso-argileuse. Les éléments sont surtout gréseux, rarement carbonatés et siliceux (silex). Les éléments gréseux ont un faciès numidien tandis que les éléments carbonatés proviennent des unités telliennes sous-jacentes au Numidien. Les silex proviennent de la destruction de la partie terminale du néritique (Sénonien).

Sur la rive gauche de Boumerzoug et la rive droite du Rhummel (sous la cité universitaire de jeunes filles) affleure le dernier conglomérat massif le plus méridional. Plus haut, arrivent sous l'Université, des argiles peu graveleuses, discordantes sur l'unité tellienne (marno-calcaire).

Ces argiles sont rouges et se continuent vers le haut en incluant des lentilles conglomératiques de plus en plus friables, dont les éléments sont

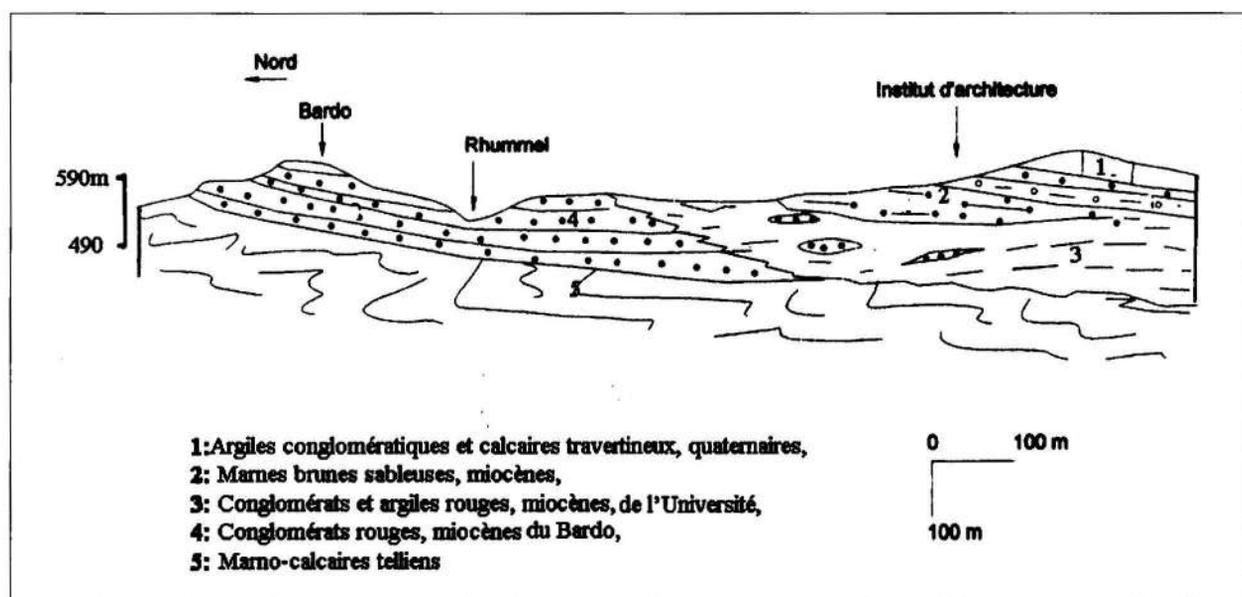


Fig. 1 - Coupe géologique du Bardo

Cross section of Bardo

surtout carbonatés avec des calcaires marneux, des calcaires néritiques et des silex fins puis des blocs de silex entiers.

Ces argiles constituent la couverture commune aux conglomérats et aux marnes gypseuses visibles latéralement au niveau du Polygone d'artillerie. D'après les coupes de sondages récents de Belle-Vue, ces argiles sont l'équivalent latéral sommital des conglomérats du Bardo et recouvrent vers le sud une épaisse série marneuse compacte à passées graveleuses qui est elle-même l'équivalent des conglomérats et probablement des marnes gypseuses du Polygone d'artillerie.

Au-dessus des argiles arrivent des marnes brunes, sableuses à galets peu consolidés. Elles suivent progressivement les argiles sous-jacentes qui sont, à part les nuances de couleur, très difficiles à distinguer les unes des autres.

Tout à fait au sommet, vers le plateau d'Aïn El Bey, arrivent des calcaires en bancs bien réglés, lacustres, parfois sous forme de travertins. Ces calcaires, d'âge quaternaire ancien, peuvent admettre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur et forment les crêtes occidentales élevées du plateau d'Aïn El Bey. Ils reposent sur une formation de base, détritique, sableuse et argilo-conglomératique de quelques mètres d'épaisseur, dont la couleur blanchâtre et l'aspect friable, la distingue des formations conglomératiques plus anciennes (miocènes).

Sur le plateau d'Aïn El Bey proprement dit, cette formation est scellée par des dépôts limoneux roux et des niveaux encroûtés.

Sur le plateau de Mansourah-Sidi Mabrouk, cette formation est la moins épaisse. Elle est caractérisée par un conglomérat de base, grossier, et une dalle calcaire robuste de quelques mètres d'épaisseur. Elle repose en discordance sur les marnes telliennes qui affleurent par endroits.

Au niveau du village de Salah Bey, cette formation débute par des sables moyens lenticulaires, consolidés (5 à 8m) et se poursuit par une vingtaine de mètres de calcaire poreux, en bancs demi-métriques, formant quelques escarpements au-dessus des terrasses alluviales du Rhummel (Photo 8).

Les conglomérats et argiles rouges ainsi que les marnes brunes sont d'âge miocène moyen (astarasien) alors que les sables, argiles conglomératiques et calcaires lacustres sont attribués au Quaternaire ancien.

Coupe B, du versant Nord de Zouaghi

Au Polygone d'artillerie, sur la nouvelle route, immédiatement au sud du Rhummel, la coupe suivante a été levée (fig.2) :

- des marnes brunes à gypse, gris sombres. Les cristaux de gypse sont fibreux et cristallisent dans des fractures ayant des jeux variables (stries portées sur les épontes).

- des grès lenticulaires de puissance métrique, à patine gris-jaunâtre, cassure grise, carbonatés, contenant une faune très variée. Conglomératiques à la base, les éléments grossiers sont, soit des débris calcaires empruntés au néritique ou au tellien (ss), soit des grès et des débris de silex noir. Ils renferment des macrofossiles bryozoaires, des lamellibranches et gastéropodes et quelques traces de vertébrés.

Les gastéropodes sont des moules internes; il s'agit surtout des *Hélix*, épigénisés en gypse, décrit pour la première fois par Ficheur en 1894.

Dans ces grès lenticulaires, nous avons trouvé, dans un état dilacéré, des vertébrés dont la détermination serait d'un bon apport à la connaissance du patrimoine paléontologique des vertébrés du Miocène en Afrique du Nord.

- Des niveaux conglomératiques lenticulaires dont les éléments sont bien lavés, aplatis, hétérogènes et hétérométriques, contenant au sommet, un lit millimétrique ferrugineux, témoignant de la proximité du littoral.

- Les marnes à gypse se poursuivent sur quelques dizaines de mètres et passent vers le haut à des argiles sableuses.

- Des marnes sableuses avec des teintes plus rousses au début, contenant parfois des galets remaniés (conglomérats non consolidés).

- Des argiles limoneuses et galets, suivi de décharges détritiques mal roulées et très peu consolidées.

- Des couches calcaires alternant avec des lits d'argiles rouges ou roses. Il s'agit de calcaires lacustres dont la patine générale est rousse à rose bien visible dans le paysage, formant des falaises remarquables vers Zouaghi (Aïn El Bey). A la base, ces calcaires sont micritiques et passent progressivement au sommet vers des

faciès plus grumeleux et crayeux, donnant l'aspect de travertin « calcaires travertineux ».

L'âge des marnes à gypse a été donné avec précision par B.Coiffait-Martin, *in* Coiffait, 1992, grâce à une microfaune de foraminifères, soit 13 Ma pour ce gisement du Polygone.

Coupe C, entre Bellevue et Chaabet El Merdja

Cette coupe (fig 3), montre les termes suivants :

- des conglomérats polygéniques bien cimentés sur plusieurs dizaines de mètres (d'après les sondages carottés réalisés récemment), équivalents des conglomérats du Bardo.

- des argiles rouges et lentilles conglomératiques au niveau du Ciloc. Ces argiles dominent largement par rapport aux conglomérats qui sont beaucoup plus répandus à la base de la série vers le centre de la ville et vers Bellevue.

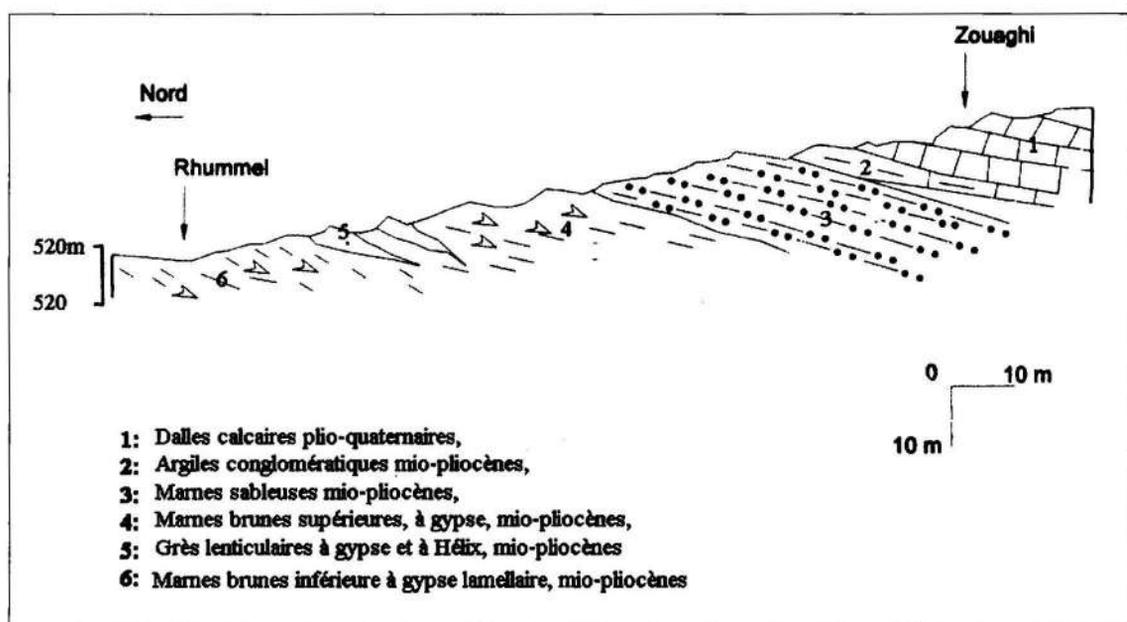


Fig. 2 - Coupe du versant nord de Zouaghi
 Cross section of Zouaghi north slope

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

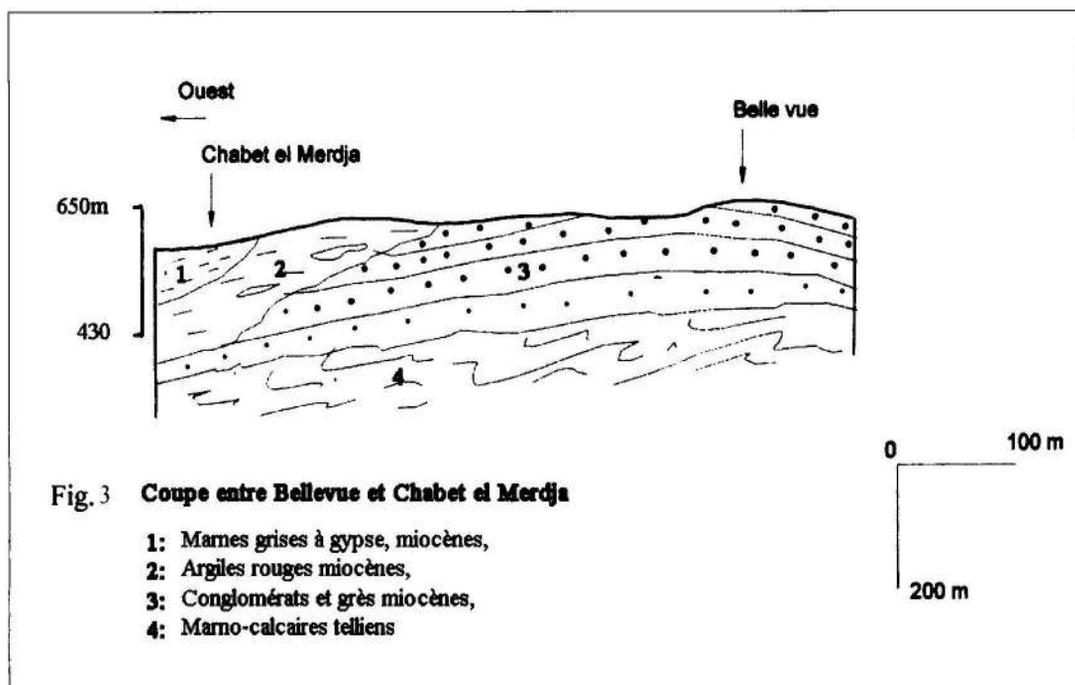


Fig. 3 - Coupe de Bellevue
Cross section of Bellevue

Remarque

Les conglomérats et argiles rouges méritent une attention lithostratigraphique particulière dans la mesure où ils occupent de grands espaces, aussi bien à l'affleurement que sous les espaces bâtis et sont le siège des glissements de terrains les plus préoccupants (Bélouizdad, Kitouni, Kri-Kri, Bardo, Université).

C'est à Aouinet El Foul, en contrebas des quartiers de Bélouizdad et Kitouni que ces conglomérats affleurent le mieux, à la faveur d'un relief escarpé et d'un réseau hydrographique profondément encaissé. Ils montrent une puissance de l'ordre de la centaine de mètres, confirmée par l'analyse d'archives de quelques sondages géotechniques effectués par le LTPE sur le plateau de la Kouidia

Cette puissance persiste plus à l'Est de ce plateau, dans le quartier du Bardo, sachant que

le conglomérat forme tout le talus abrupt (soutenu par d'anciens murs en maçonnerie) compris entre l'oued Rhummel et l'Hôtel transatlantique.

Une comparaison entre les observations de terrain et les carottes de sondages récents, réalisés sur le glissement de terrain de Bélouizdad, montre que ces conglomérats très grossiers en surface (à éléments prédominants gréseux numidiens, roulés), renferment de fréquentes intercalations argilo-sableuses, lenticulaires, compactes, de plusieurs mètres d'épaisseurs (photo 9). En profondeur, ces conglomérats passent à une brèche épaisse (plus de 30m) et bien cimentée. Les éléments marno-calcaires et calcaires qui la constituent proviennent du tellien et du néritique, ils sont anguleux et de taille centimétrique à décimétrique. Cette brèche affleure largement sur le flanc oriental du Dj. Chettabah, au-delà de la limite du PDAU.

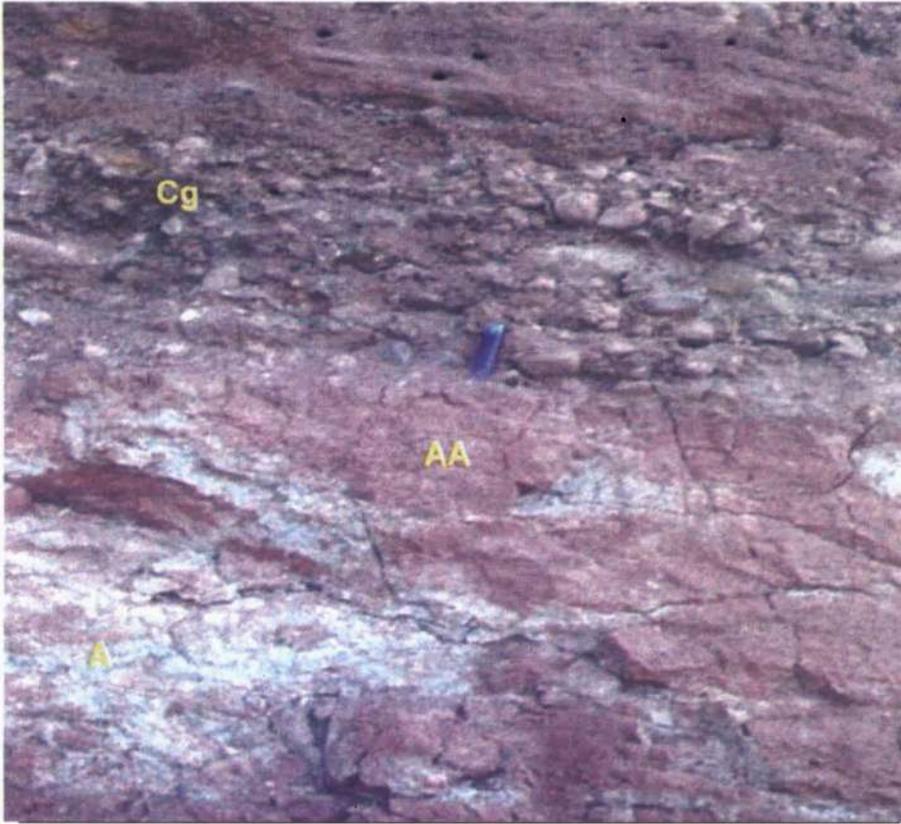


Photo 9 - Intercalation argileuse (A) à patine rousse dans les conglomérats mio-pliocènes (Cg) à Aouinet el Foul
Alternating clay (A) with external red colour, in the mio-pliocene conglomerates (Cg) at Aouinet el Foul

Vers le sud, ces conglomérats passent progressivement et latéralement, à un faciès rouge argileux en surface, marneux grisâtre en profondeur, à partir de la latitude passant approximativement par la mosquée E. Abdelkader et la cité universitaire de jeunes filles. Ces argiles et marnes graveleuses, recoupées par des sondages récents dans le quartier Mosquée- Belle vue, montrent des épaisseurs supérieures à 80m.

Le Pliocène

Les terrains pliocènes n'affleurent pas dans le secteur étudié. Les calcaires lacustres d'Aïn El Bey et de Mansourah, longtemps rangés dans le Plio-Quaternaire, sont datés du Quaternaire ancien par P.E. Coiffait. Ils se distinguent des

calcaires lacustres pliocènes qui affleurent massivement sur la route d'Aïn Smara (au-delà de la limite Sud-Ouest du secteur étudié) par leur base sablo-conglomératique et par leur épaisseur plus réduite. Cette précision stratigraphique est importante à souligner sur le plan de la tectonique récente du bassin.

Le Quaternaire

Les terrains quaternaires sont représentés essentiellement par les calcaires lacustres des plateaux de Mansourah, Aïn El Bey et Salah Bey et les terrasses alluviales des oueds Rhummel et Bou Merzoug. Les autres formations correspondent à des dépôts de pentes hétérogènes, peu épais, et à dominante argileuse.

Le Quaternaire ancien

Les calcaires lacustres se distinguent des autres formations quaternaires par des dalles robustes qui coiffent la série et favorisent la morphologie de plateaux. La série la plus complète est observée vers la limite méridionale de la ville de Constantine : plateau d'Aïn El Bey et son prolongement occidental. On distingue, de bas en haut :

- des conglomérats à matrice argileuse et des sables épais (30 à 40m);
- des couches calcaires alternant avec des lits d'argiles rouges ou roses. Il s'agit de calcaires lacustres micritiques, dont la patine générale est rousse à rose bien visible dans le paysage (10m);
- des calcaires plus grumeleux et crayeux (5 à 10m), donnant l'aspect de travertin « calcaires travertineux ».

Cette série est scellée, sur le plateau d'Aïn El Bey proprement dit, par des limons roux encroûtés et des paléosols, du Quaternaire plus récent.

Plus au Nord, le plateau de Salah Bey montre des sables plus ou moins grésifiés à la base (5 à 7m), surmontés par des calcaires poreux (6 à 8m), en bancs métriques. Le plateau de Mansourah offre la série la plus réduite avec un conglomérat grossier de quelques mètres d'épaisseur et une dalle calcaire très dure de 2 à 4m.

Le Quaternaire moyen à récent

Hormis les alluvions actuelles, graveleuses, qui jonchent les lits mineurs, 03 terrasses alluviales étagées, sont identifiées de part et d'autre des rives du Rhummel et du Bou Merzoug :

A. La terrasse récente : Située entre 03 et 5m d'altitude par rapport aux lits mineurs, elle occupe les rives immédiates de ces cours d'eau, dont elle forme les lits majeurs (photo 10). Elle est de nature limoneuse, finement sableuse. Cette terrasse est exposée au risque d'inondation.

B. La terrasse intermédiaire : Elle est située plus en retrait de ces cours d'eau, à une plus haute altitude : 3 à 6 m. Elle est plus sableuse et renferme des galets hétérogènes, roulés. Cette terrasse, est de plus en plus sollicitée par des constructions diverses ; c'est le cas de la zone industrielle (O. Rhummel) et du nouveau complexe sportif (O. Bou Merzoug). Elle est également exposée au risque d'inondation, à la faveur de crues exceptionnelles des oueds Bou Merzoug et Rhummel.

C. La terrasse ancienne : est dans sa grande partie, recouverte par des constructions relativement anciennes ; c'est le cas de Sidi Mabrouk Inférieur et celui de la cité située en contrebas de Bellevue. A l'affleurement, elle ne subsiste qu'en quelques lambeaux (non cartographiables), au-dessus de la terrasse intermédiaire (photo 11). Elle correspond à la terrasse la plus élevée dont les altitudes, très variables, peuvent atteindre 25m. P.E. Coiffait l'a observée à plus de 40m, sur les versants du Rhummel, plus au nord du secteur étudié. Elle se distingue des autres terrasses (à matériel fin), par sa nature franchement conglomératique. Cette terrasse est suffisamment élevée pour être épargnée du risque d'inondation.

Cette disposition étagée des terrasses, dont les plus anciennes sont particulièrement élevées par rapport à la côte des cours d'eau voisins, est connue dans les bassins néogènes tectoniquement actifs : Chéelif, Mitidja, Isser. Elle est souvent interprétée comme la conséquence d'un simple abaissement du niveau de base des cours d'eau. Elle résulte, en réalité,

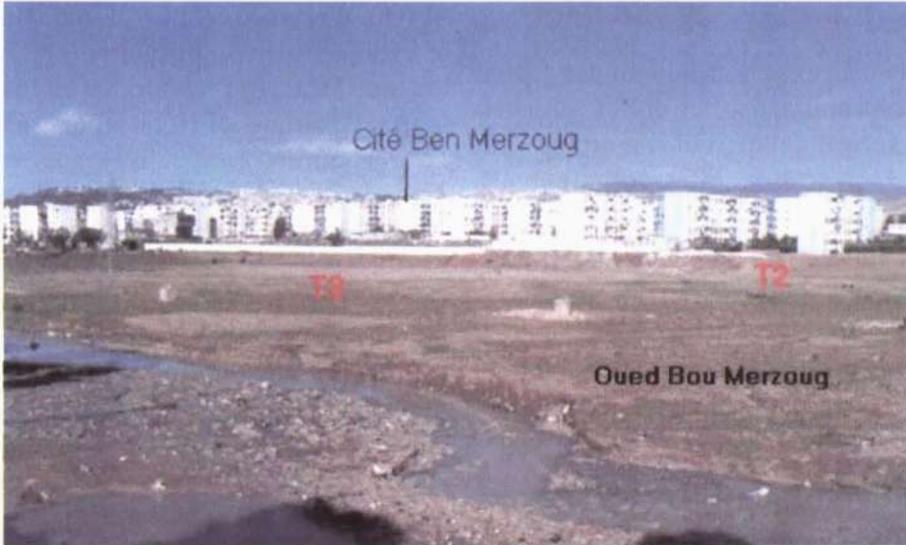


Photo 10 - Terrasses alluviales de l'oued Bou Merzoug T3 : terrasse récente inondable
T2 : terrasse intermédiaire portant la cité de Bou Merzoug

Alluvial terraces of Bou Merzoug river T3: recent flooding terrace T2: middle terrace (foundation level of Bou Merzoug city)

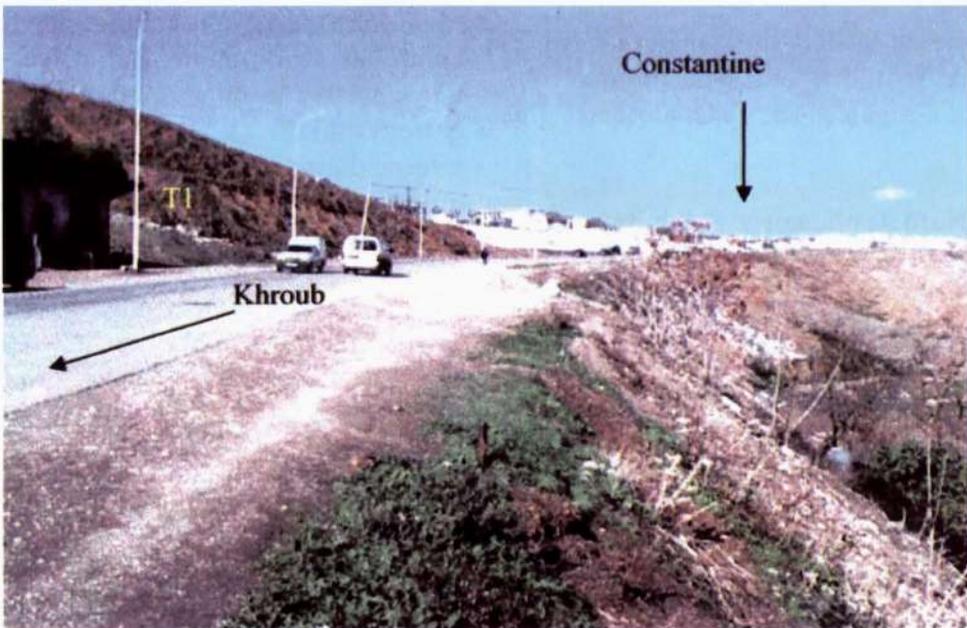


Photo 11 - Localisation de la terrasse ancienne (T1) de l'Oued Bou Merzoug, à 10 m d'altitude par rapport à la côte du cours d'eau

Old terrace of Bou Merzoug river (T1) located in 10m above river water level

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

de la déformation tectonique, souvent discrète, ayant pour effet la surélévation irrégulière de ces terrasses (dont les plus anciennes sont les plus déformées) et pour conséquence la surimposition des cours d'eau.

latérales de faciès dans les formations miocènes. A cette complexité géologique s'ajoute l'handicap d'une cartographie en milieu urbain. Cependant, les grands ensembles lithologiques peuvent être illustrés par la colonne suivante (fig.4).

3-2-4 Colonne stratigraphique synthétique

La ville de Constantine et sa périphérie offrent, sur un espace relativement réduit, une grande variété de terrains sédimentaires d'âge crétacé à quaternaire. Leur structure géométrique est difficile à maîtriser par suite d'une tectonique alpine et néogène complexe, et de fréquentes variations

3. 3 - Tectonique

La région de Constantine a subi une déformation polyphasée, caractérisée par des schistosités, des plis et des fractures : failles et fentes d'extension qui se manifestent surtout dans les terrains carbonatés du Néritique. Les marqueurs de la déformation sont nombreux et les différentes discordances permettent de caler

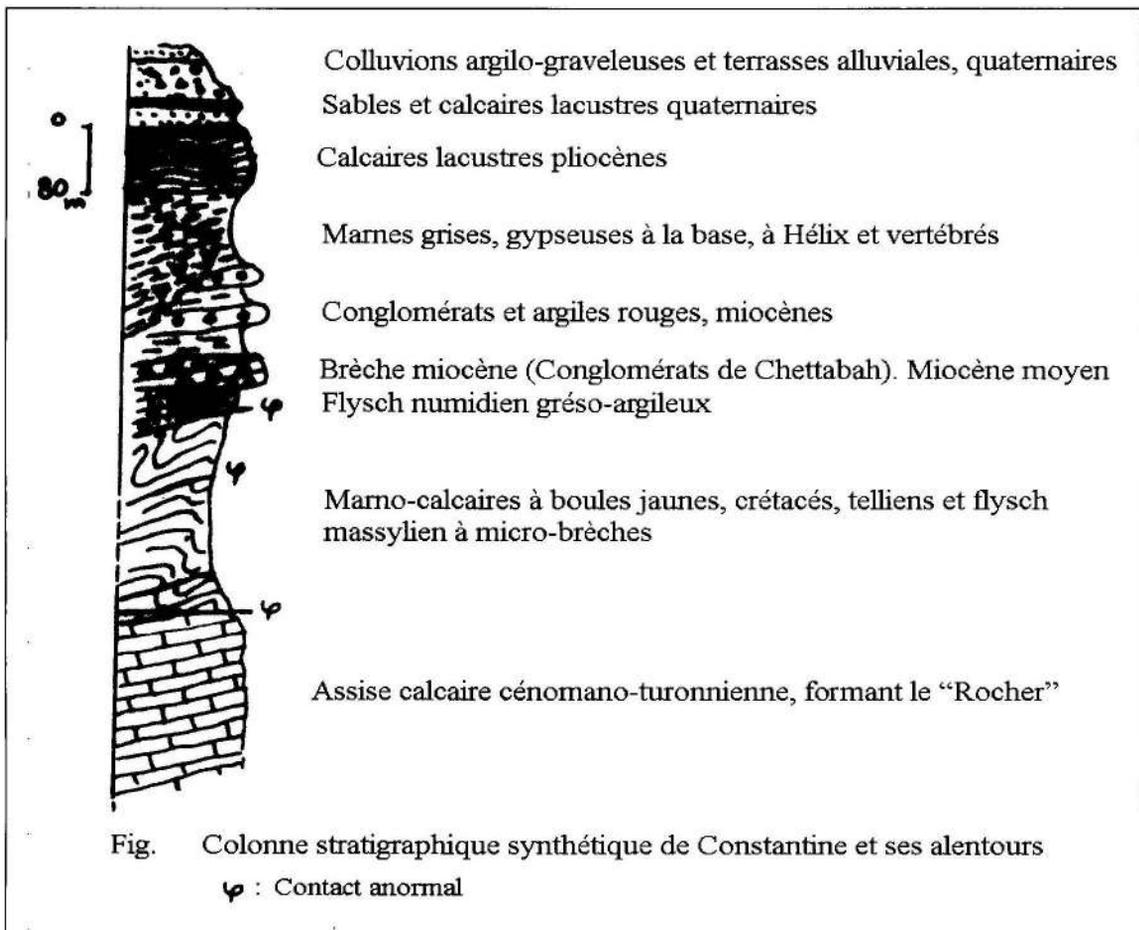


Fig. 4 - Colonne stratigraphique synthétique
Synthetic stratigraphic column

l'âge approximatif des grandes phases tectoniques. On peut distinguer deux tectoniques majeures : une tectonique anté-nappes et synchronappes, c'est-à-dire produite avant et pendant le déplacement des nappes et une tectonique post-nappes, caractéristique de la région de Constantine comme du reste de la chaîne tellienne.

3.3.1 -Tectonique anté-nappes

Les phases crétacées

La région de Constantine a subi plusieurs déformations depuis le Crétacé supérieur. L'existence d'une surface durcie dans les termes sommitaux du calcaire néritique, est un élément significatif d'une émergence au cours du Turono-Sénonien, compatible avec une phase décrite dans le Nord de l'Algérie et dans l'Atlas saharien.

Cette tectonique reconnue au Nord comme syn-métamorphique à vergence nord dans les massifs à schistosité du Chélib et des Babors, résulte d'une transpression sénestre qui n'est pas toujours évidente sur le terrain dans le domaine sud tellien ou dans le Constantinois. Dans l'Atlas saharien, cette phase dite Emsérienne (Kazi-Tani, 1986) serait responsable des discordances progressives signalées un peu partout pendant l'époque intra-sénonienne.

La phase éocène (atlasique)

La sédimentation de blocs dans des marnes et argiles priaboniennes des unités épitelliennes et ultratelliennes, milite en faveur d'une phase éocène largement connue aussi bien dans l'Atlas saharien (Laffite, 1939) que dans la chaîne calcaire (Glangeaud, 1932, Durand Delga, 1969 ; Raoult, 1974; et Belhaï, 1987) et dans le Tell oranais (Fenet, 1977).

La phase éocène est partout décrite maintenant comme transpressive dextre (Belhaï et *al.*, 1990 ; Mahdjoub et Merle, 1990). La phase éocène étant transpressive dextre (D. Belhaï, 1996) aucun élément de cette transpression n'est visible dans des terrains de la supposée nappe que nous avons cartographiée sur le terrain (tellien). Les marqueurs d'une telle déformation sont probablement dans le néritique qui montre, en de rares endroits, des fentes en échelon et des cisaillements. Ces marqueurs ne nous ont pas permis de distinguer ni leur âge ni la cinématique correspondante.

La phase miocène inférieur

Les nappes se sont mises en place au cours du Miocène inférieur, postérieurement au dépôt du Numidien et antérieurement aux premiers dépôts du Néogène continental. Cette phase miocène est largement connue. Elle est hétérochrone, plus ancienne au Nord, plus récente au Sud. Reconnue depuis que les nappes telliennes furent admises définitivement en Algérie, car un bassin miocène synchro-nappes existe juste au Sud de Constantine qui confirme cet âge.

Dans le Constantinois, seul les derniers niveaux du Numidien (argiles supra-numidiennes) pris dans les contacts de nappes et les premiers dépôts post-nappes (argiles de Mila et les marnes à gypse), permettent de donner une fourchette de cette phase majeure, c'est-à-dire au post-aquitainien et anté-serravalien.

3.3.2 - Tectonique post-nappes

La tectonique néogène, post-nappes est bien exprimée sur le terrain. Elle se distingue par une évolution de la déformation qui est intense, dans les formations du Miocène au Quaternaire ancien, plus discrète dans les formations plus récentes.

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

Les structures tectoniques les plus apparentes affectent les conglomérats et argiles rouges, miocènes. Il s'agit :

a - des plis N10 à N20 d'échelle kilométrique, qui sont, d'Ouest en Est :

- le synclinal dissymétrique de l'oued El-Mellah (Photo 12), à flanc ouest très redressé (60 à 65°);

- la structure à valeur anticlinale de Koudiat Touifez-Bélouizdad,

- la structure à valeur synclinale de l'oued Rhummel, en amont de sa confluence avec l'oued Bou Merzoug.

b - des failles N10, (Photos 14 et 15), N110 et N130 (photo 14) à rejet vertical important (pluri-décamétrique).

Ces structures plissées sont très déformées par les rejets importants des failles plus tardives (ce qui justifie l'usage du terme « à valeur synclinale et anticlinale »). Elles sont discordantes sur les formations telliennes qui affleurent, à l'ouest, sur le massif de Chettabah, et à l'Est, dans les quartiers urbains limitrophes (Gammas, Riad, Sarkina). Les failles N10 et N130, sub-verticales, qui délimitent le massif néritique, mettent en contact ce dernier avec l'assise conglomératique miocène.

Ces accidents sont donc soit néogènes, soit plus anciens mais réactivés postérieurement aux dépôts conglomératiques.

Le synclinal de oued El-Mellah est traversé par une faille N20 qui met en contact la structure horizontale de la zone axiale du pli (rive gauche de o. Mellah) avec un compartiment basculé du pli (rive droite de o. Mellah).

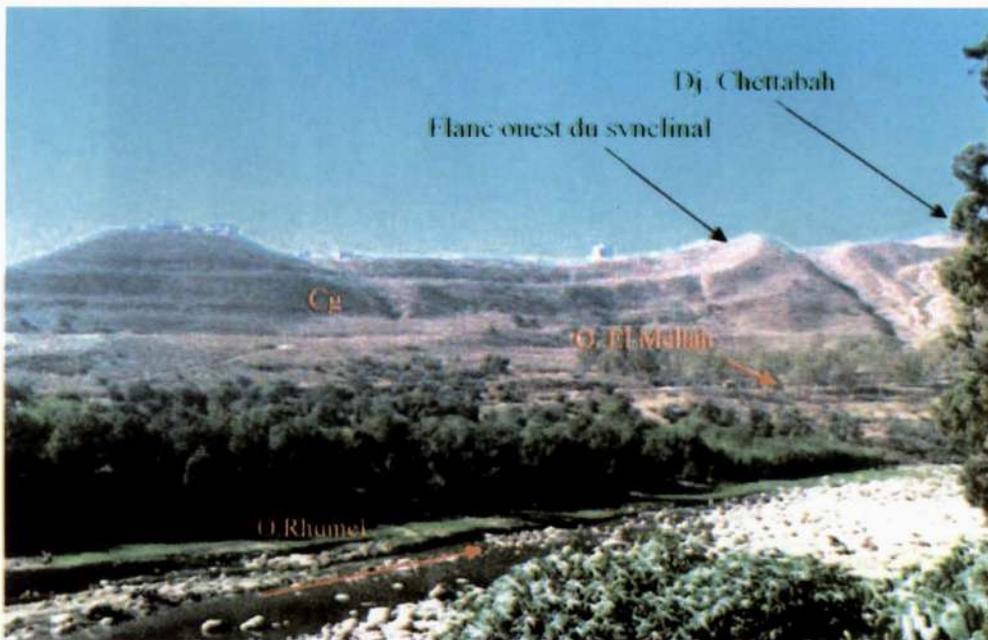


Photo 12 - Flanc ouest du synclinal de O. El Mellah Cg : Conglomérat bréchiqne miocène

West side of El Mellah river syncline, Cg : miocene conglomerates

Le talus conglomératique du Bardo est traversé par des failles verticales, méridiennes, de rejet métrique (Photos 5 et 13).

Le Pliocène affleurant plus au Sud-Ouest du secteur étudié, est discordant sur les conglomérats miocènes (P.E. Coiffait, 1992).

Le Quaternaire ancien, disposé en superstructure sur le néogène et le substratum plus ancien, est très peu plissé. Les dalles calcaires sommitales, soulignent bien la structure tectonique :

- à Mansourah, il forme un plateau surélevé (680m) légèrement incliné vers l'Est,
- à Salah Bey, le plateau calcarénitique peu élevé (450m), présente un faible pendage Nord,
- à Aïn El Bey et son prolongement occidental, les structures sont sub-horizontales et surélevées (650 à 750m).

La déformation cassante est par contre, mieux exprimée que le plissement. En accord avec P.E. Coiffait, elle est à l'origine des grandes variations d'altitude, soulignées ci-dessus ou du moins, en partie.

Nous attribuons la surélévation du plateau de Mansourah à la surrection tardive de l'ensemble du massif néritique et de son prolongement oriental (Mansourah, Sidi Mabrouk), par le rejeu postérieur au Quaternaire ancien, des failles N10 et N130 voisines du massif.

Le plateau abaissé du village de Salah Bey est ainsi, situé sur le compartiment occidental abaissé par ces grands accidents. Cette cinématique est par ailleurs respectée localement, par une faille N50 qui met en contact, la limite sud du plateau de Salah Bey avec les conglomérats miocènes plus anciens.



Photo 13 - Brèche de la faille normale du Bardo montrant la fracturation en distension d'un bloc gréseux.

Breccia associated with normal fault of Bardo, showing in distension the broken sandstone block

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

Les accidents post-pliocènes les plus spectaculaires sont observés sur la route de Aïn Smara, à l'extrémité SO du secteur étudié et au-delà. Le Pliocène est affecté par des failles sub-méridiennes à rejet pluri-décamétrique. L'oued Rhummel occupe localement, un de ces accidents jalonnés par de larges brèches de failles. C'est à proximité de cette faille majeure et dans sa direction, qu'un tronçon de l'autoroute Est-Ouest, est en cours de réalisation.

Dans les terrains plus récents, telles que les terrasses alluviales, la déformation est moins aisée à mettre en évidence, d'autant plus que leur consistance meuble enregistre moins bien la déformation. La terrasse alluviale la plus ancienne n'affleure qu'en quelques lambeaux qui ne permettent pas suffisamment d'observations. Néanmoins, son altitude, élevée d'une part, et irrégulière d'autre part, milite en faveur de la continuité de

la déformation tectonique dans les temps récents.

CONCLUSIONS

La ville de Constantine et sa périphérie se distinguent par des formations sédimentaires variées d'âge crétacé à quaternaire. Les formations néogènes post-nappes, de consistance meuble, sont les plus répandues, par opposition aux formations plus anciennes, crétacées, de consistance plus rocheuse.

Les structures géologiques observées sont l'héritage d'une tectonique alpine et néo-alpine, évolutive :

- Les grands accidents N20 et N130 qui délimitent le Rocher néritique sont probablement anciens mais certainement réactivés au Néogène post-nappes et au Quaternaire moyen.

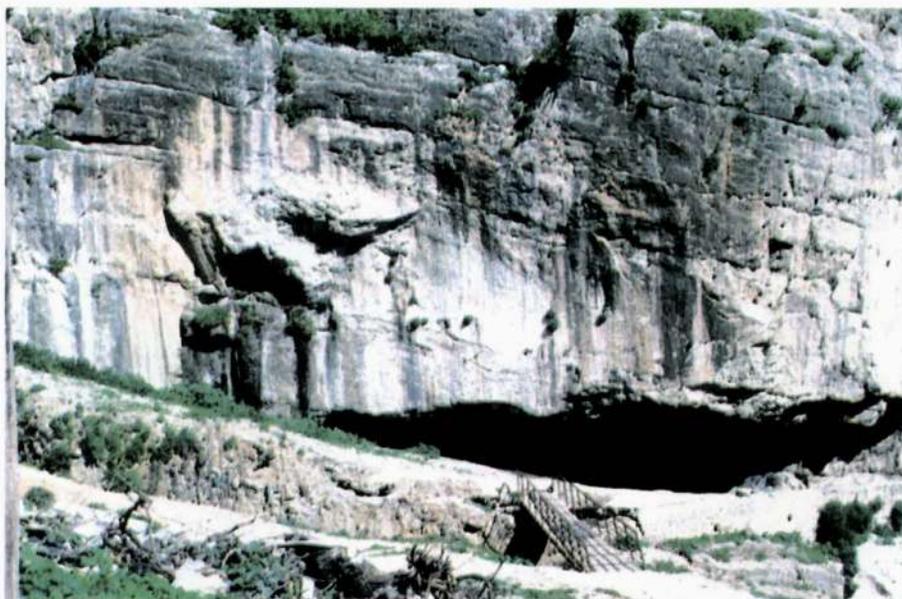


Photo 14 - Miroir de faille verticale N130°E mettant en contact le calcaire néritique et le tellien, sous le pont de Sidi Rached (rive droite du Rhummel).

N130°E vertical fault making lateral contact between the neritic limestone and the tellian unit, under Sidi Rached bridge (right side of Rhummel)

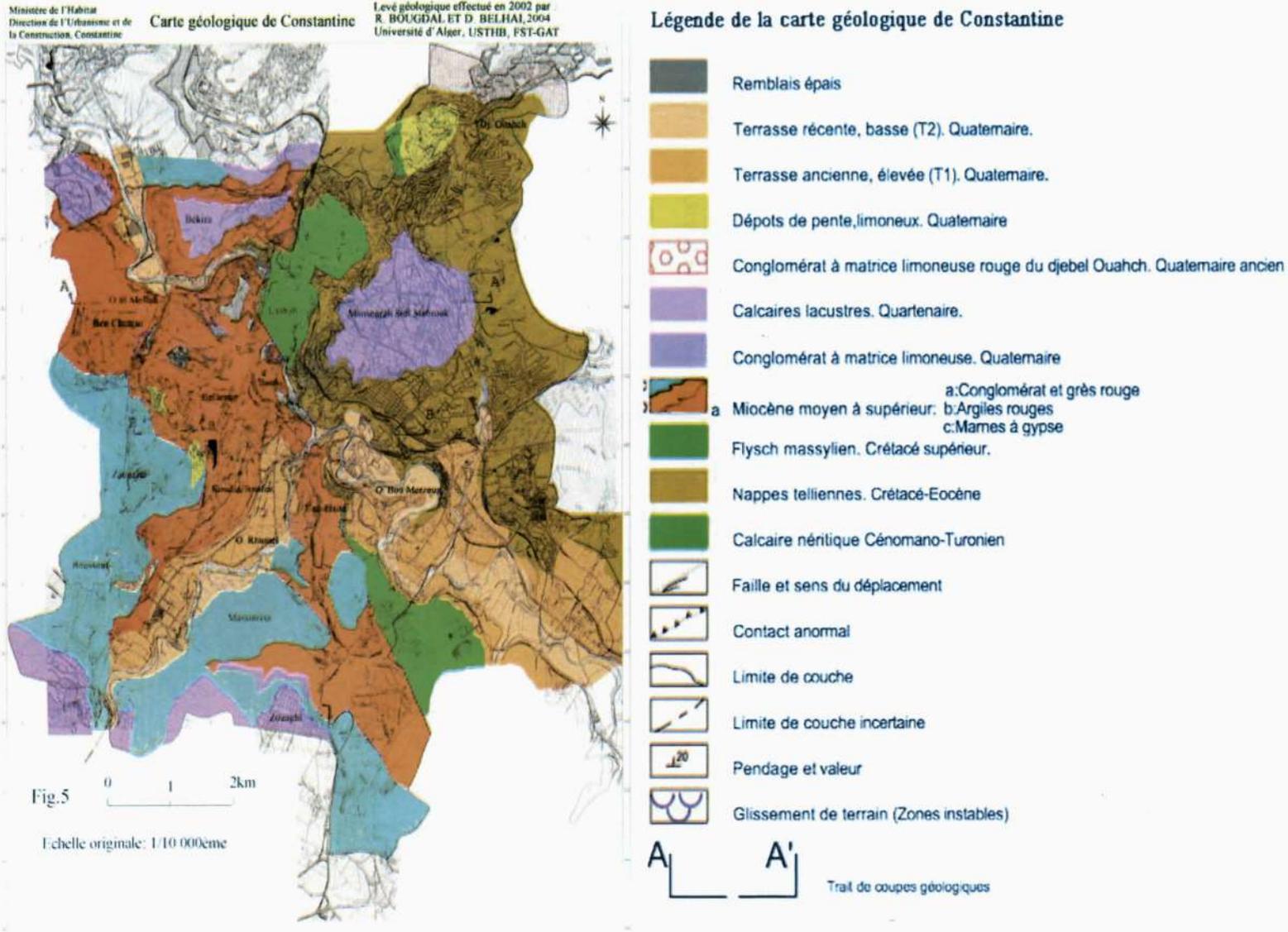


Fig. 5 - Carte géologique de Constantine + légende
 Geological map of Constantine + legend

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

- Au Miocène supérieur, les formations conglomératiques sont plissées à l'échelle kilométrique, suivant une direction N10 à N20, Au Pliocène et au Quaternaire ancien, des accidents sub-méridiens, affectent les formations, suivant des rejets verticaux d'échelle pluri-décamétrique;

- Au Quaternaire moyen, les terrasses alluviales les plus anciennes, sont probablement surélevées par les déformations les plus récentes. Une observation minutieuse de ces terrasses reste à faire, afin d'apprécier l'activité des failles néogènes vis à vis de l'aléa sismique.

Les grands traits orographiques sont conformes à la tectonique néogène :

- les structures synclinales occupent les zones les plus basses (o. El- Mellah);

- les structures à valeur anticlinale sont surélevées (axe : Koudiat Touifez- Bellevue, Bélouizdad);

- Les failles majeures contrôlent les grands dénivelés du relief (le Rocher par exemple).

- Le relief est aussi la conséquence de la nature lithologique : les formations dures (calcaire néritique et dalles pliocènes) forment relief tandis que les formations argilo-marneuses sont érodées.

Le réseau hydrographique, imprimé notamment par le Rhummel et le Bou Merzoug, est lui-même étroitement lié aux directions d'accidents N20 et N130.

Les facteurs structuraux maintiennent ainsi, un relief escarpé malgré la sensibilité des terrains aux agents de l'érosion qui tendent à l'aplanir. Il en résulte alors, des conditions favorables aux glissements de terrain.

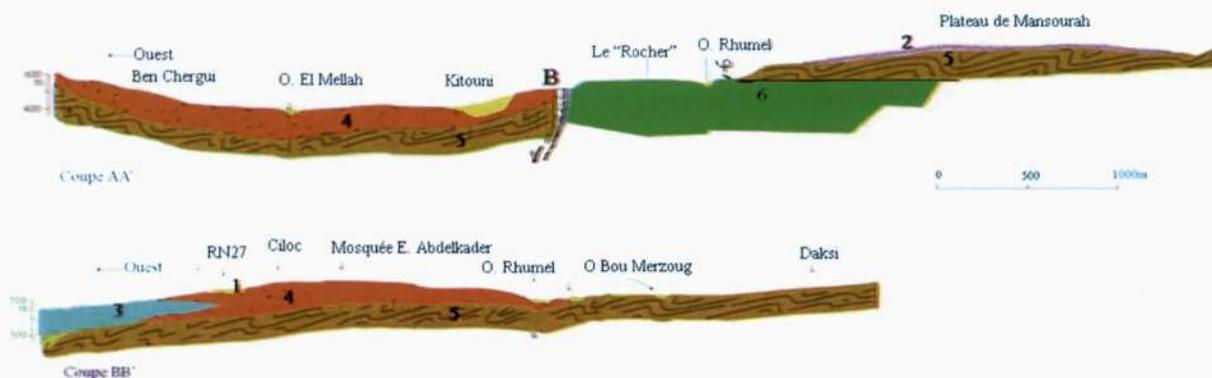


Fig 21 Coupes géologiques interprétatives

- 1:** Terrasses alluviales et colluvions, récentes
- 2:** Calcaire lacustre, quaternaire de Mansourah
- 3:** Marnes à gypse, miocènes
- 4:** Conglomérats et argiles rouges, miocènes
- 5:** Marno-calcaires crétacés, telliens
- B:** Brèche de faille
- ∅:** Contact anormal

Fig. 6 - Coupes géologiques synthétiques AA' et BB'
Synthetic cross section AA' and BB'

Remerciements : Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet d'étude des glissements de terrain de la ville de Constantine, par le Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie (USTHB, FST-GAT) en collaboration avec le Bureau d'étude ARCADIS. Nous remercions particulièrement Messieurs Mechaar A. Ingénieur et Président de l'APC de Constantine, qui nous a fait découvrir cette ville et ses grands problèmes géotechniques et Alloul B. pour toutes les discussions fructueuses sur le terrain.

Bibliographie

- ANDRIEUX, J., FONTBOTE, J. ET MATTAUER, M.M., 1971.** Sur un modèle explicatif de l'arc de Gibraltar. *Earth and Planet. Sci. Let.*, vol. 12, pp. 191-198, 6 fig., Amsterdam.
- AUBOINS, J. ET DURAND DELGA, M., 1971.** La chaîne des Maghrébides. *Encyclopedia Universalis*
- BELHAI, D., 1987.** Massif de Chenoua (Algérie) : mise en place des flyschs en relation avec un cisaillement transcurrent E-W responsable de la structure en éventail. *Thèse de Magister, USTHB*, 135 p.
- BELHAI, D., MERLE, O. ET SAADALLAH, A., 1990.** Transpression dextre à l'Eocène supérieur dans la chaîne des Maghrébides (Massif du Chenoua, Algérie). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 30, série II, p. 795-800.
- BELHAI, D., 1996.** Evolution tectonique de la zone ouest algéroise (Ténès-Chenoua) : Approche stratigraphique et structurale. *Thèse de Doctorat d'Etat, USTHB*, 1 carte et 10 pl. ht.
- BOUGDAL, R., 1987.** Etude géologique et géotechnique d'une région sismique : Ech Chéelif, application aux études et travaux d'aménagement. *Thèse de Magister, USTHB*, 198p.
- BOUGDAL, R. ET BELHAI, D., 2004.** Etude des glissements de terrain de Constantine. Rapport inédit.
- BOUILLIN, J.P., 1977.** Géologie alpine de la Petite Kabylie dans la région de Collo et d'El Milia. *Thèse de doctorat d'Etat, univ. Paris VI, Mém. Soc. géol. Fr.*, (1978), n°135, 84 p.
- CABY, R., 1982.** Données nouvelles sur la tectonique tangentielle en Grande Kabylie : existence d'un chevauchement alpin de type himalayen. *9^{ème} Réunion. Ann. Sci. Terre, Paris*, p. 105.
- CAIRE,, A., 1957.** Etude géologique de la région des Bibans. *Thèse Sc. Publ. Serv. Carte géol. Algérie*, NS. Bull. n°16, 2 vol., 818 p., Alger
- COIFFAIT, P.E., VILA, J.M. ET GUELLAL, S., 1977.** Carte géologique de l'Algérie au 1/50 000, Feuille n°74 El Aria avec notice explicative détaillée.
- COIFFAIT, P.E., 1992.** Un bassin post-nappes dans son cadre structural : l'exemple du bassin de Constantine (Algérie Nord-Orientale). *Thèse Doctorat Es-Sciences, Paris*
- DURAND DELGA, M., 1969.** Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. *Bull. Serv. géol. Algérie*, n°39, p. 89-131.
- FENET, B., 1977.** La phase lutétienne est une phase majeure dans les zones externes de l'orogène nord-maghrébin. *C. R. Acad. Sci. Paris (D)*, t.289, p. 283-286, 2 fig .
- FICHEUR, M., 1894.** Les terrains d'eau douce du bassin de Constantine. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3) XXII, p.544-575
- FICHEUR, M., 1899.** Carte géologique à 1/50 000 de Constantine.
- GLANGEAUD, L., 1932.** Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. *Thèse Sci., Paris, publ. Serv. Carte géol. Algérie, (2) Bull.* n°8, 590 p., Alger
- JOLEAUD, L., 1912.** Etude géologique de la chaîne numidique et des monts de Constantine. *Thèse es Sci. Paris, Montpellier, Montane-Sicardist Ed.*, 438 p., 9 pl. 1 carte en coul.

GÉOLOGIE DÉTAILLÉE DE LA VILLE DE CONSTANTINE ET SES ALENTOURS:
UNE DONNÉE DE BASE POUR L'ÉTUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

- KAZI-TANI, N.E., 1986.** Evolution géodynamique de la bordure nord africaine : le domaine intraplaque nord algérien. Approche séquentielle. *Thèse d'Etat, Univ. de Pau*, 2 t., 871 p.
- LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DE L'EST (LTPE).** Archives d'études de sols de la ville de Constantine. Période : 1970-1990.
- LAFFITE, R., 1939.** Etude géologique de l'Aures., *Publ. Serv. Carte géol. Algérie, (2) Strati. Descr. région.*, Bull. n° 15, 451 p., Alger.
- LAHONDERE, J.C., 1987.** Les séries ultratelliennes d'Algérie Nord Orientale et les formations environnantes, dans leur cadre structural. *Thèse es-Sciences, Paris*.
- MAHDJOUB, Y. ET MERLE, O., 1990.** Cinématique des déformations tertiaires dans le massif de Petite Kabylie (Algérie orientale). *Bull. Soc. Géol. France*, 8, VI, n°4, p. 629-634.
- POMEL, A., 1989.** Description stratigraphique générale de l'Algérie pour servir à l'explication de la 2^e édition de la carte géologique provisoire (S.C.G.A., Alger, in-8°).
- RAOULT, J.F., 1974.** Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord du Constantinois). Thèse de doctorat d'Etat Paris. *Mém. Soc. géol. Fr., N.S, LIII*, mém. N° 121, p.1-163, 62 fig. pl. ht. Carte géol.ht. Paris
- VILA, J.M., 1971.** Paléogéographique et tectonique des unités allochtones de type tellien et de type flysch à microbrèches dans le Nord-Est du Constantinois (Algérie). *C.R. Acad. Sc., (D), t. 272*, p. 1047-1050, 1 fig., Paris.
- VILA, J.M., 1977.** Carte géologique de Constantine à 1/200 000. *Serv. Carte, géol. Algérie*.
- VILA, J.M., 1980.** La chaîne alpine orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse Es-Sci. Paris*, VI, 2 tomes, 665 p.