

Géologie du Nord de l'Algérie

Le Nord de l'Algérie fait partie de la chaîne alpine (**Maghrébides**) de la Méditerranée résultant de l'évolution géodynamique de la **Téthys**. Les grandes étapes géodynamiques principales qui ont structuré le Nord de l'Algérie peuvent être résumées par trois grandes époques qui sont : la période de **rifting** (Trias-Lias), la période de **post-rifting** (Jurassique moyen à Crétacé supérieur), et la période d'**inversion** qui débute tout début du Tertiaire et se poursuit jusqu'à nos jours.

Age	Geodynamic events		Areas
		Phases	
Villafranchian	Convergence	Compression	South atlasic front (East)
Pliocene		Distension	Aures mountains
Tortonian		Compression	1-Chellif 2-Aures mountains and Tell
Early Miocene		Distension	Aures mountains
Oligocene			
Late Eocene		Compression	Saharan Atlas
Late Cretaceous Early Palaeocene			
Late Cretaceous	Post rifting (1)		
Middle Cretaceous		Distension	Aures mountains
Lower Cretaceous		Distension (2)	(1) -Saharan Atlas (2) Tell and Aures mountains
Malm		Diapiric events	(1) Western Saharan Atlas
Dogger			
Liassic	Rifting	Distension	Saharan Atlas Telagh, Aurès mountains
Triassic	Pre-Rifting	Distension	

Les principaux événements géodynamiques dans le nord de l'Algérie
(Extrait de Bracene *et al.*, sous presse, voir article III)

La période de rifting : Trias- Lias

La première période permo-triasique est contemporaine du début de la fragmentation de la Pangée qui s'est accompagnée par l'étirement de la croûte continentale, située entre l'Afrique et l'Europe aboutissant à l'initiation de la marge nord- africaine ainsi que la mise en place d'un important cortège de roches volcaniques (roches vertes du Trias), le continent Gondwana subi une première phase d'extension durant le Trias. C'est un événement qui est reconnue sur la marge sud téthysienne, particulièrement dans le domaine atlasique. Cet événement se caractérise par des structures en blocs basculés et une sédimentation détritique argilo-gréseux dans le domaine atlasique. Cette géométrie, parfois diffuse, est scellée par les évaporites « trias supérieur- lias inférieur ».

Une seconde phase d'extension succède durant le Lias, la tectonique extensive et caractérisée par des accidents de direction NE-SW. Ces accidents déterminent des blocs basculés de dimension plurikilométriques, le développement des structures en horsts et grabens associés à des bassins subsidés. Durant le Lias, les dépôts sont essentiellement carbonatés et montrent des variations de faciès et d'épaisseurs. Cette phase de rifting est accompagnée par les premiers mouvements du matériel évaporitique pour former des dômes dont certains évaluerons par la suite en diapirs.

La période de post-rifting : Jurassique moyen-Crétacé supérieur

Durant cette période, dans les monts du Hodna et des Aurès et le nord tell, des failles normales demeurent encore active. Au cours du Crétacé, les failles normale d'orientation SW-NE sont observables dans le Hodna et les Aurès.

Sur le plant sédimentaire, l'Atlas Saharien occidental (Mont des Ksour), l'Atlas central, le sillon de Telagh subissent un épandage gréseux durant le Jurassique moyen se poursuivant au Jurassique supérieur dans l'Atlas Saharien occidental.

La généralisation des dépôts détritiques à l'ensemble de la marge sud téthysienne commence au crétacé inférieur en atteignant le domaine des flyschs. Cet épandage est cependant interrompu par l'intermède carbonaté Aptien et reprend de nouveau durant l'Albien. Les dépôts détritiques se font rares et disparaissent à partir de l'Albien supérieur dans les zones atlasiques pour être relayés par des dépôts carbonatés jusqu'au l'Oligocène. Durant l'Albien supérieur et le Turonien se déposent des faciès dans un environnement anoxique. Ils constituent les principales roches-mères les mieux définies sur le plan géochimique et sont génératrices les hydrocarbures découverts dans le nord de l'Algérie.

La période d'inversion : Tertiaire-Actuel

Elle correspond globalement à un régime de convergence des plaques Europe et Afrique. Des phases de déformations compressives structurent la marge sud téthysienne de manière saccadée avec deux épisodes principaux dans le domaine atlasique. L'un à la fin de l'Eocène et l'autre à la fin du Pliocène.

La tectonique alpine : Avec la fin de l'Aquitarien, commence une phase tectonique compressive (début de la compression alpine) se manifeste par la collision des deux plaques Afrique-Europe,

La figure ci-dessous (fig.1a, 1b., 2) les principaux éléments structuraux du nord de L'Algérie qui sont au sud vers le nord : système atlasique, l'avant fosse sud-tellienne, le domaine tellien externe, le domaine des flyschs et en fin le domaine Kabyle interne (socle Kabyle, dorsale Kabyle).

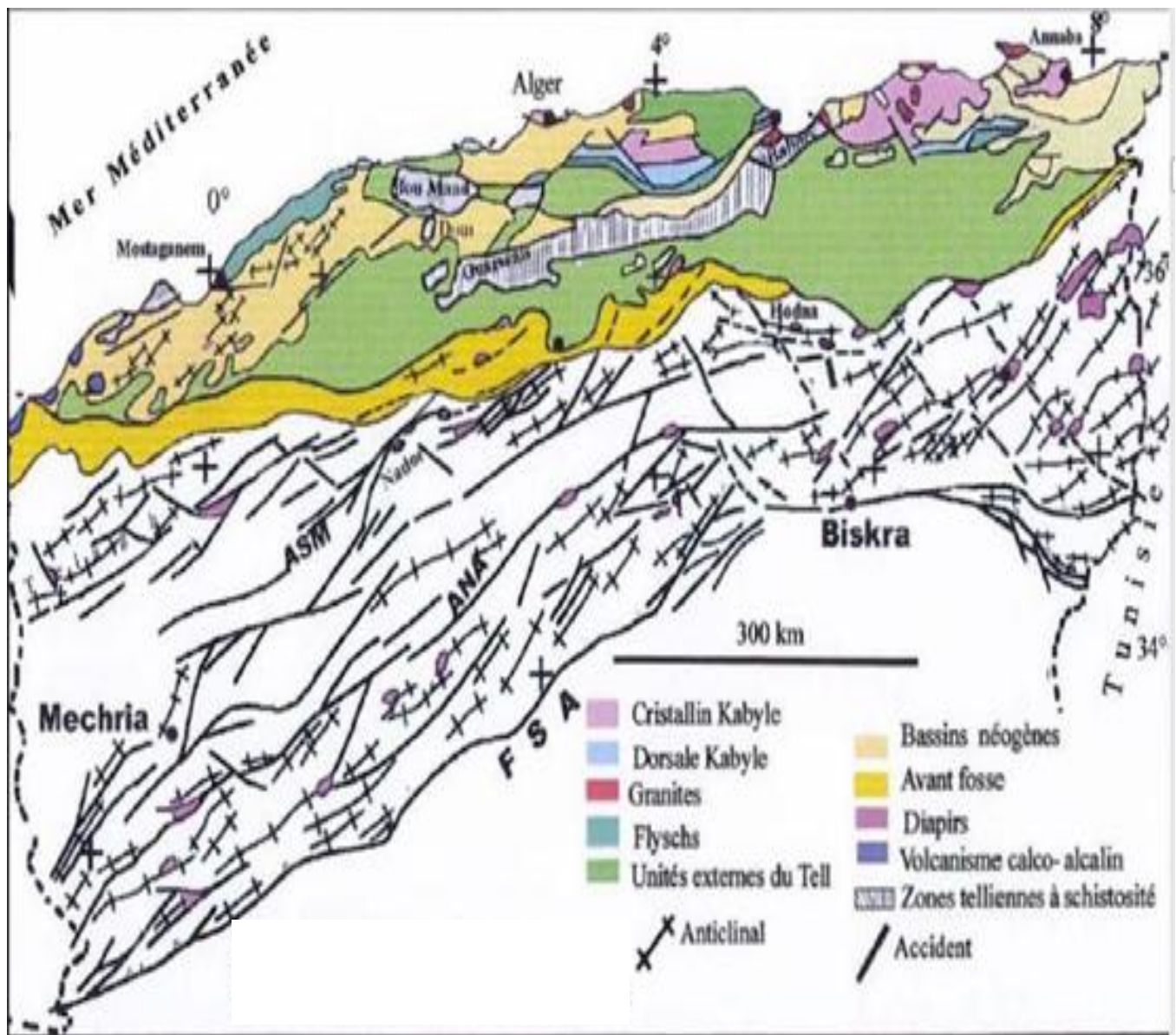


Figure 1a : Principaux Éléments structuraux de l'Algérie du nord

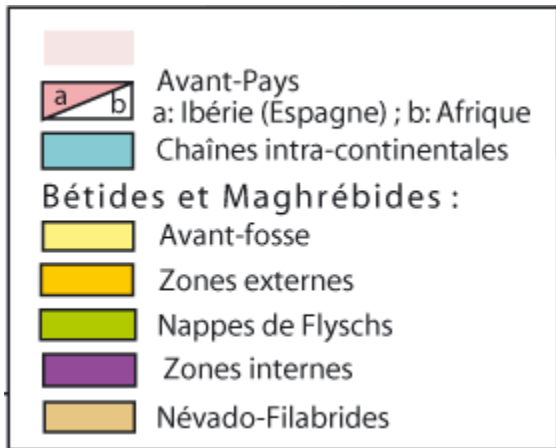
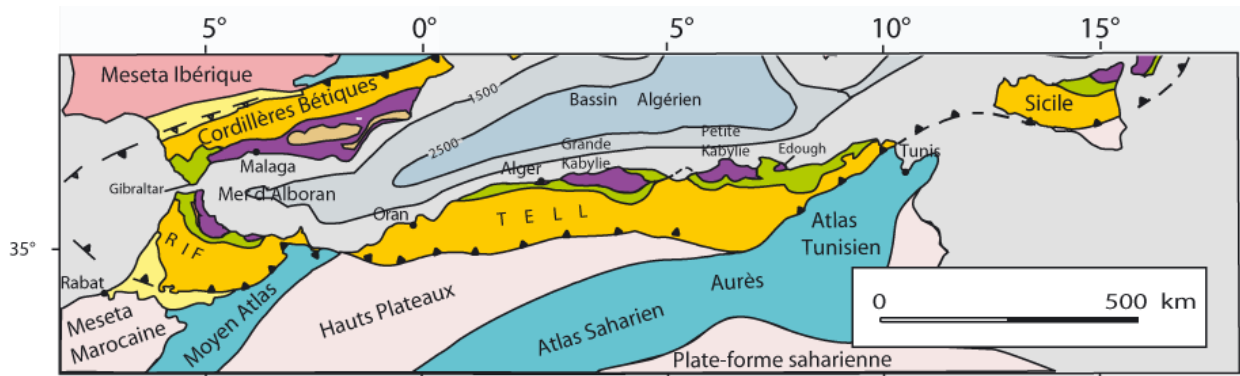


Figure 1b : Schéma structural des Chaînes alpines de la Méditerranée occidentale (d'après Chalouan)

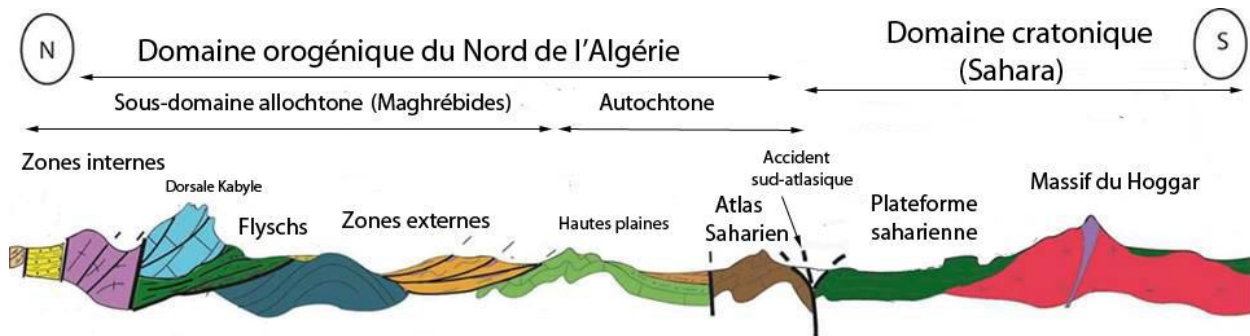


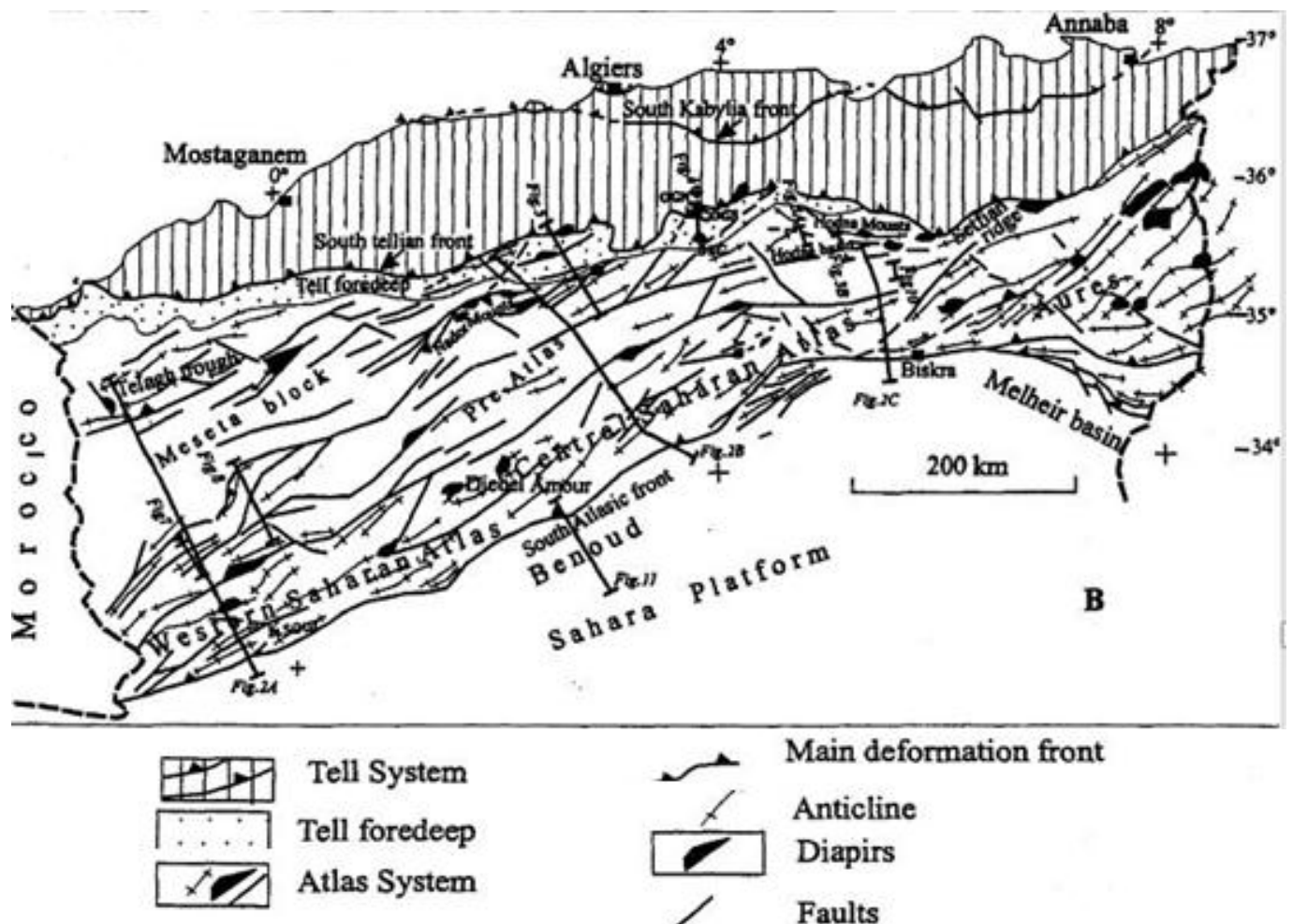
Figure 2 : Coupe Nord-Sud montrant les principales unités structurales de l'Algérie (Dessin de H. Haddoum, modifié)

Le système atlasique

Aux sens large du terme, le système atlasique comprend en Algérie les monts de Tlemcen, les Hauts plateaux, l'Atlas Saharien (Monts des Ksour, Djebel Amour, OuladNails, les Monts des Aurès-Nememchas) et les Monts du Hodna. Sa limite sud coïncide avec le front de déformation sud-atlasique. Elle constitue un élément majeur parcourant le Maghreb depuis le Maroc jusqu'en Tunisie. Durant le Mésozoïque le système atlasique se caractérise par des variations de faciès et d'épaisseurs.

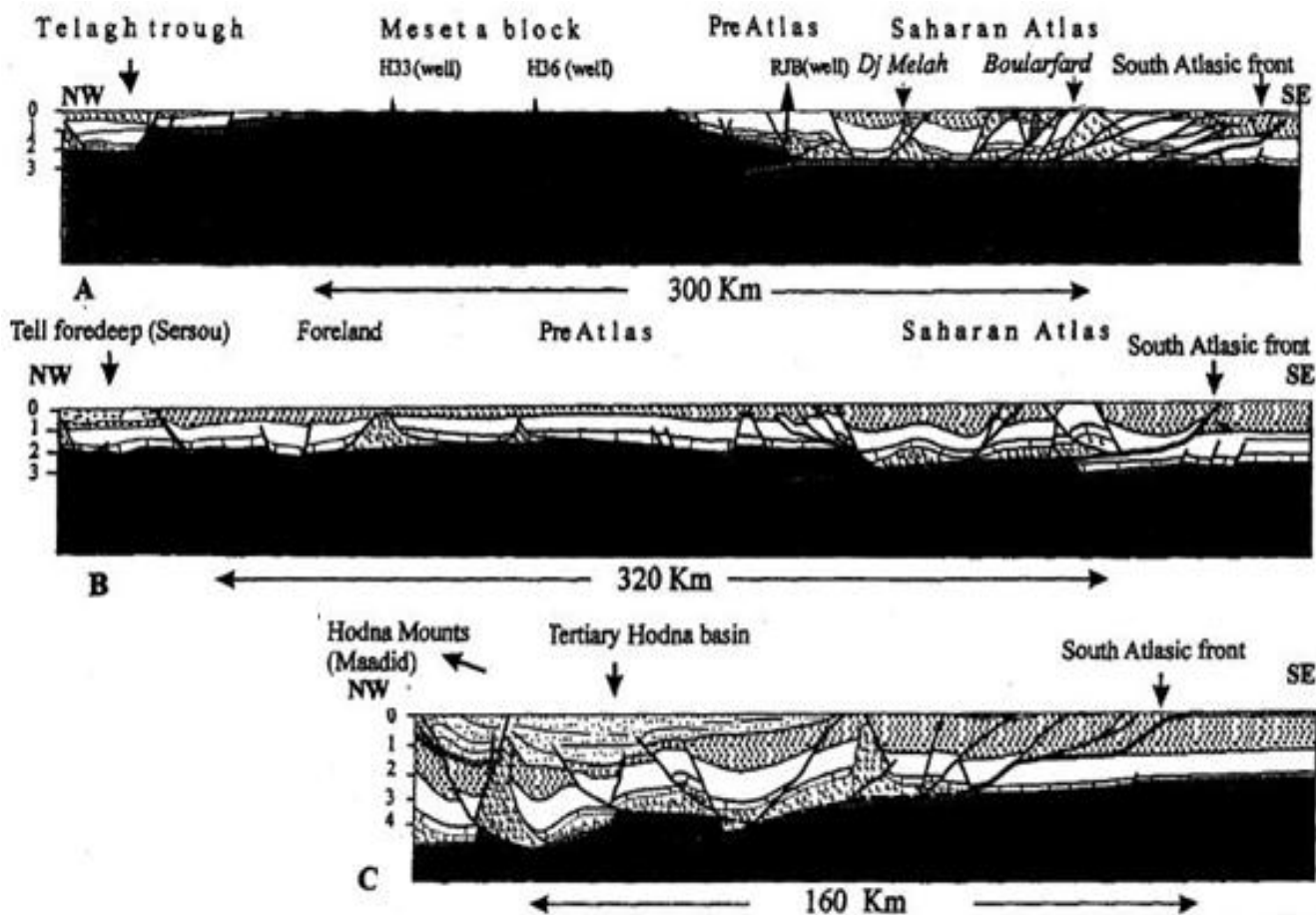
L'individualisation du système atlasique date des phases de rifting triasique et liasique. Durant ces phases, le système atlasique se caractérise par une géométrie en blocs basculés.

Durant l'extension liasique apparaissent également les premiers mouvements des évaporites triasiques dans l'Atlas Saharien (Monts des Ksour, Ain Oussera, Djebel Amour, OuladNails, les Monts des Aurès, Talagh et les Monts du Hodna) pour former des dômes (fig.3: coupe A, B, C). Dans ces régions plusieurs pointements du Trias apparaissent en surface, certains présentent une forme sub-circulaire, et d'autres allongés suivant une direction NE-SW. Cette ascension guidée par plusieurs paramètres entre autres, le cadre géodynamique, la structure de base (le substratum sous évaporites), le volume de matière disponible, les taux de sédimentation durant le dépôt des séries sus-jacentes.



B- Structural map of North Algeria locating the seismic cross-sections presented in the paper.

Dans la partie méridionale du domaine atlasique (Monts des Ksour, Monts de Djebel Amour, et OuladNails), deux entités géologiques sont distinguées habituellement sur le plan structural par les pluparts des hauteurs. Au sud l'Atlas plissé et au nord le Pré-atlas tabulaire.



La limite entre ces deux entités est soulignée par *l'accident nord atlasique*. Cet accident a été considéré comme une limite paléogéographique.

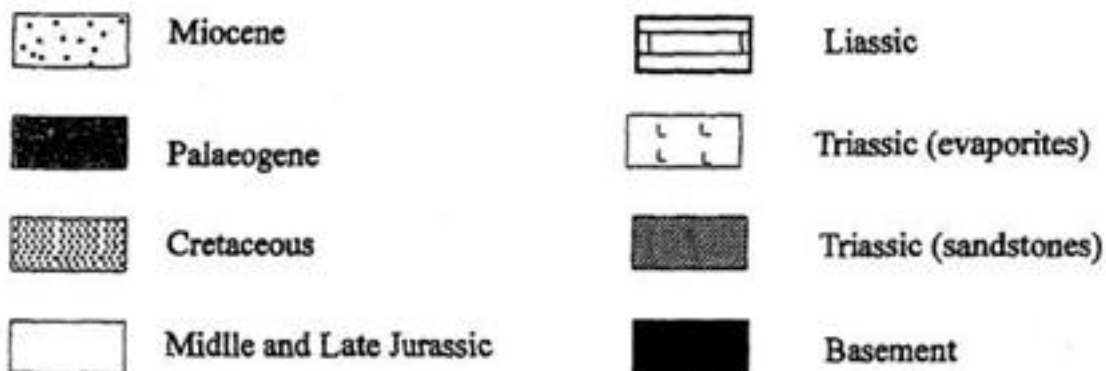


Fig. : Three cross-sections

A- In western Algeria crossing the Telagh trough, the Meseta block, the Pre-Atlas, the Saharan Atlas and the South Atlas front.

B- In Central Algeria crossing the Tell foredeep, the foreland (Pre-Atlas) the Saharan Atlas and the South Atlas Front.

C- In Eastern Algeria from the Tertiary Hodna basin to the Saharan platform.

Dans l'Atlas plissé, les structures décrites sont qualifiées de longues et étroites pour les anticlinaux et larges et à fond plans pour les synclinaux.

Le Pré-atlas considéré comme tabulaire montre des plis aussi bien dans ses zones occidentales (par exemple la région de Mechria), au centre (région d'Al Bayadh) ou encore vers l'est (au nord de Bou Saada). Les structures anticlinales présentent parfois des flancs sub-verticaux, voire déversés vers le sud. Les axes de plis sont orientés SW-NE, de même que les plis. Les anticlinaux sont parfois percés par des diapirs. La mobilité de ce matériel triasique débutant dès le Lias et qui se poursuit jusqu'au Quaternaire. L'initiation du mouvement est contemporaine de la phase distensive du Lias et présente une relation avec les événements géodynamiques reconnus dans cette partie de la marge sud-téthysienne.

Deux modèles sont proposés pour la formation de la chaîne. Le premier attribue un rôle important aux décrochements (durant la phase de rifting). Ce sont les accidents de socle qui régiraient la structure de ce domaine comme le présentent les coupes Fig.4 (a ; Guiraud), (b ; Vially), (c ;Djebbar).

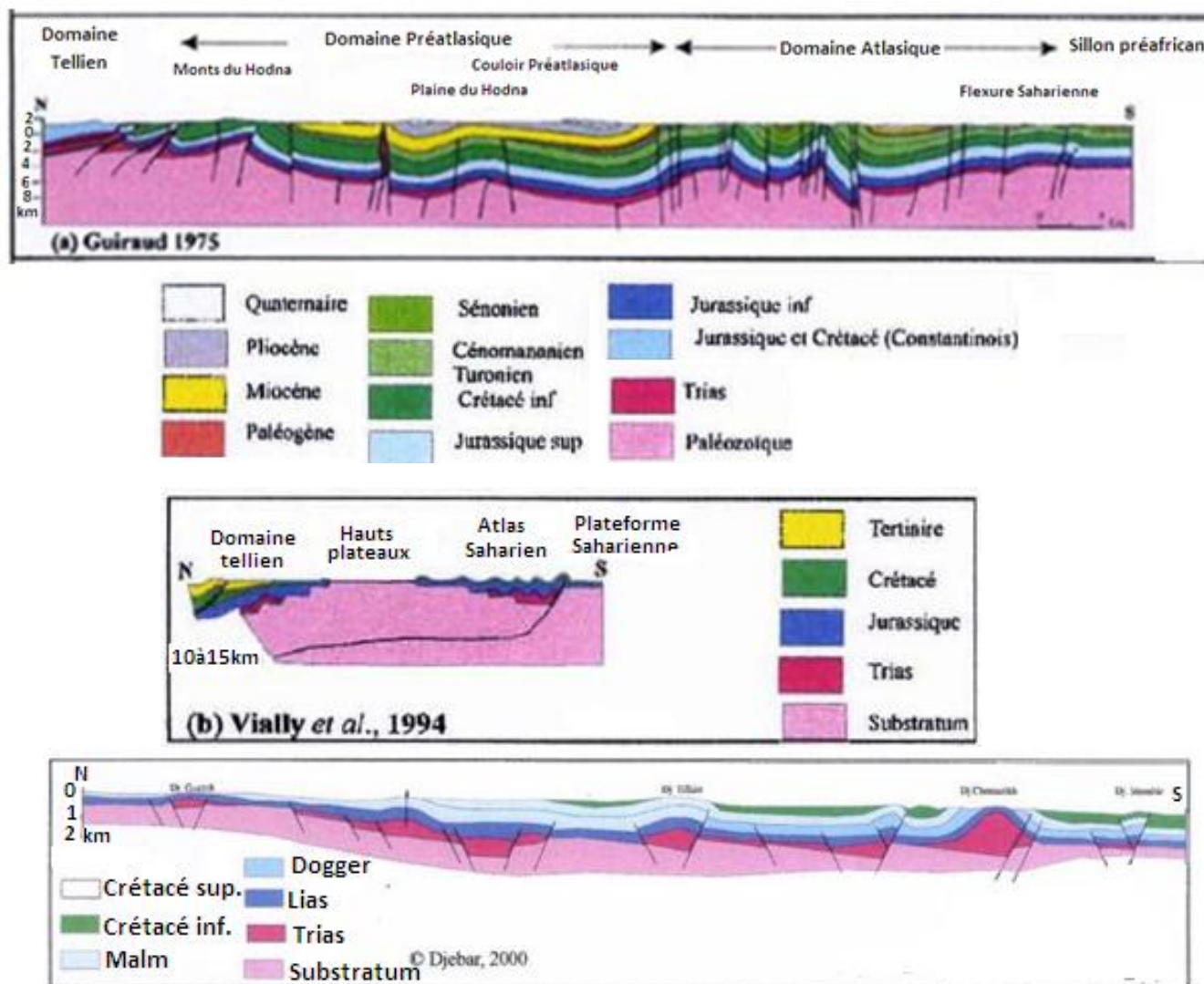


Fig. 4 / Coupes structurales dans différentes régions de l'Atlas Saharien. Suivant ces coupes, la structure du domaine atlasique est liée essentiellement aux mouvements décrochants de l'accident sud atlasique (Vially et al), fig.b considère un décollement crustal et l'accident sud atlasique comme étant une faille

Dans ce contexte l'accident sud atlasique le plus important aurait eu un rôle d'abord paléogéographique en séparant la Plateforme Saharienne du domaine atlasique et puis durant le Cénozoïque, il aurait joué en décrochement (Fig. (b) Vially et al)

La première phase compressive affectant les séries du Mésozoïque et du Cénozoïque date du Lutétien terminal. Les structures engendrées par cette phase (*phase atlasique*) présentent une orientation générale NE-SW et correspondent à plis de rampe (fig. 20). La seconde phase compressive est d'âge Villafranchien. Elle est décrite dans l'Atlas Saharien oriental, particulièrement le long du front sud-atlasique.

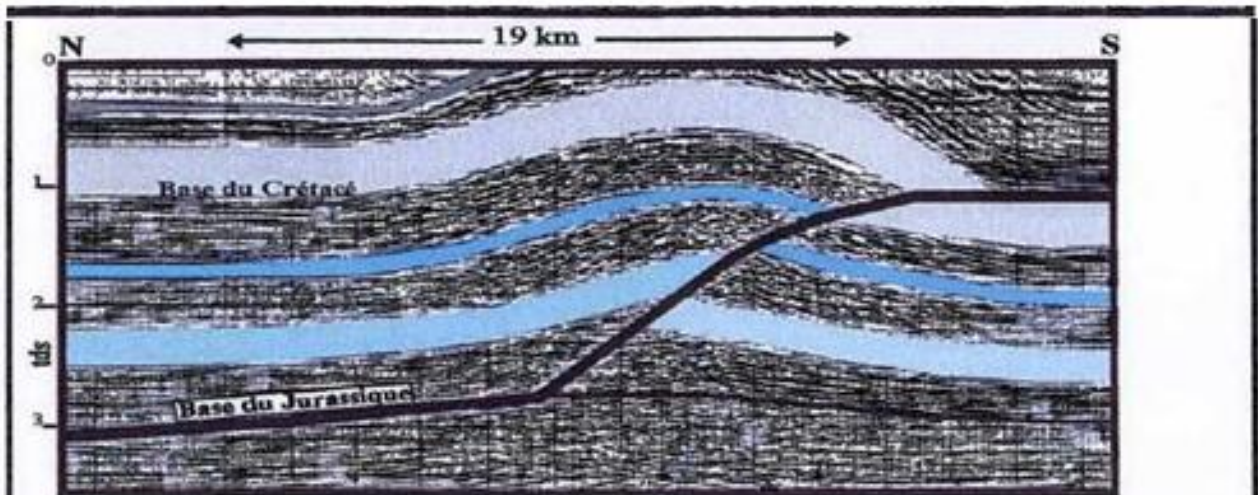


Fig.20: Section sismique (td s) dans les Monts des Ksour montrant un pli de rampe. Le palier inférieur se situe à la base du Jurassique et le Paléozoïque n'est pas affecté par le chevauchement.

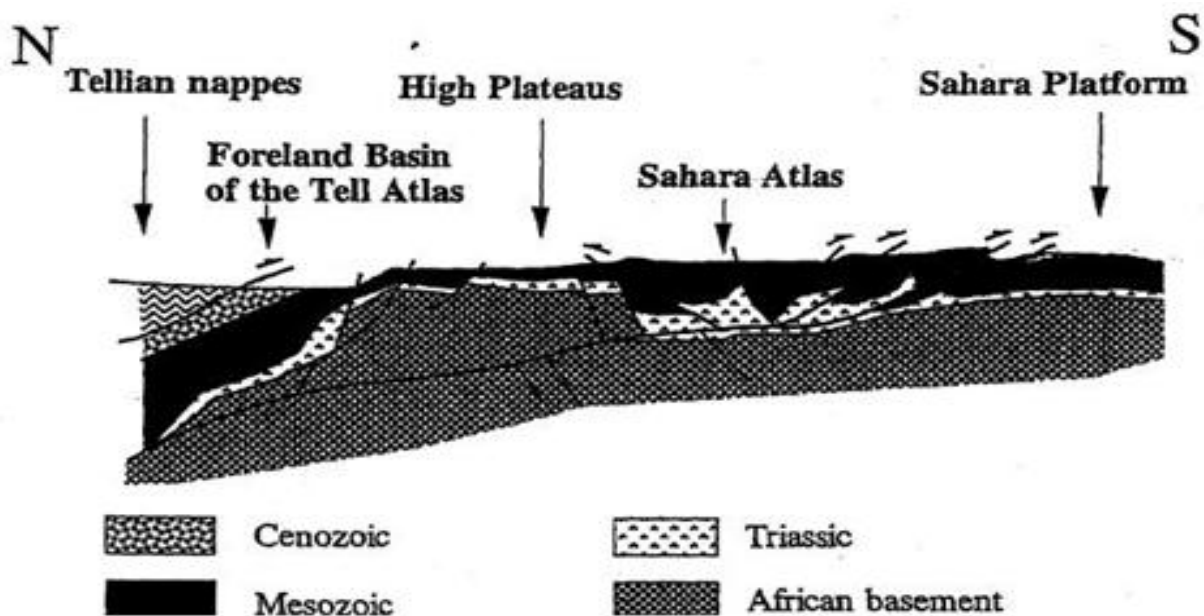


Fig. A highly schematic section (without scale) illustrating the tectonic framework of the Sahara Atlas.

La chaîne des Maghrébides

La chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides fait partie de l'orogène alpin péri-méditerranéen (Durand-Delga, 1969) d'âge Tertiaire qui s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km depuis l'Espagne du Sud à l'arc calabro-sicilien (figures 1 et 2).

Dans ce domaine en forme d'anneau très aplati, on distingue classiquement les zones internes, situées à l'intérieur de l'anneau et représentées aujourd'hui par différents massifs, dispersés le long de la côte méditerranéenne et les zones externes situées à sa périphérie.

Le domaine de la chaîne des Maghrébides a connu des phases de déformations méso-cénozoïques aboutissant à la mise en place de **nappes de charriages**. C'est le domaine des nappes ou domaine **allochtone**.

En Algérie, la chaîne des Maghrébides montre du nord au sud les domaines suivants (figure 3) :

1. un domaine interne (fig. 4K): appelé aussi **socle kabyle** ou **Kabylide**, (fig. 4K) est composé de massifs cristallophylliens métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique. Ce socle affleure d'ouest en est dans les massifs du Chenoua (à l'ouest d'Alger), d'Alger, de Grande Kabylie et de Petite Kabylie (entre Jijel et Skikda). Ce dernier, avec 120 km de long et 30 km de large, constitue le plus large affleurement du socle kabyle en Algérie. Le socle est par endroits recouvert en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques) d'âge Oligocène supérieur–Miocène inférieur, appelés **Oligo-Miocène Kabyle**. Les massifs internes des Maghrébides ont donc constitué une zone haute de la fin du Paléozoïque à l'Oligocène supérieur. Le socle kabyle est bordé au sud par les unités mésozoïques et cénozoïques de la **Dorsale Kabyle** appelée parfois « **chaîne calcaire** » à cause de l'importance du Jurassique inférieur calcaire. Ce domaine est exceptionnellement étroit et ne dépasse jamais quelques km de largeur. Le premier affleurement de la dorsale kabyle en Algérie est situé au cap Ténès. On la retrouve ensuite dans le massif du Chenoua puis au Sud Est d'Alger où elle constitue d'importants reliefs sur plus de 125 km de long (massifs de Larba, du Bou Zegza et du Djurdjura). Elle apparaît ensuite au Nord de Constantine (Dj. Sidi Dris) et on la suit sur 90 km jusqu'au Sud d'Annaba (Zit Emba). La dorsale kabyle se présente sous forme d'écailles d'âge permo-triasiques à Eocène moyen (Lutétien). Du point de vue lithologique, ces formations comprennent des calcaires du Lias et de l'Eocène, des dolomies du Trias au Lias inférieur et des grès du Permo-Trias. La dorsale kabyle a été subdivisée du Nord au Sud en trois unités qui se différencient par le faciès et l'épaisseur des calcaires : dorsale **interne**, **médiane** et **externe**. En général, les faciès traduisent des conditions de sédimentation de plus en plus profondes lorsque l'on passe des formations de la dorsale interne (dépôts littoraux ou épicontinentaux) à celles de la dorsale médiane (dépôts marneux et plus profonds du Crétacé à l'Eocène) puis aux formations de la dorsale externe (qui montrent souvent des radiolarites au Dogger-Malm) (Bouillin, 1986). Du côté sud, un contact anormal sépare la Dorsale kabyle du domaine des flyschs. Les formations du domaine interne chevauchent le domaine des flyschs et le domaine externe tellien.

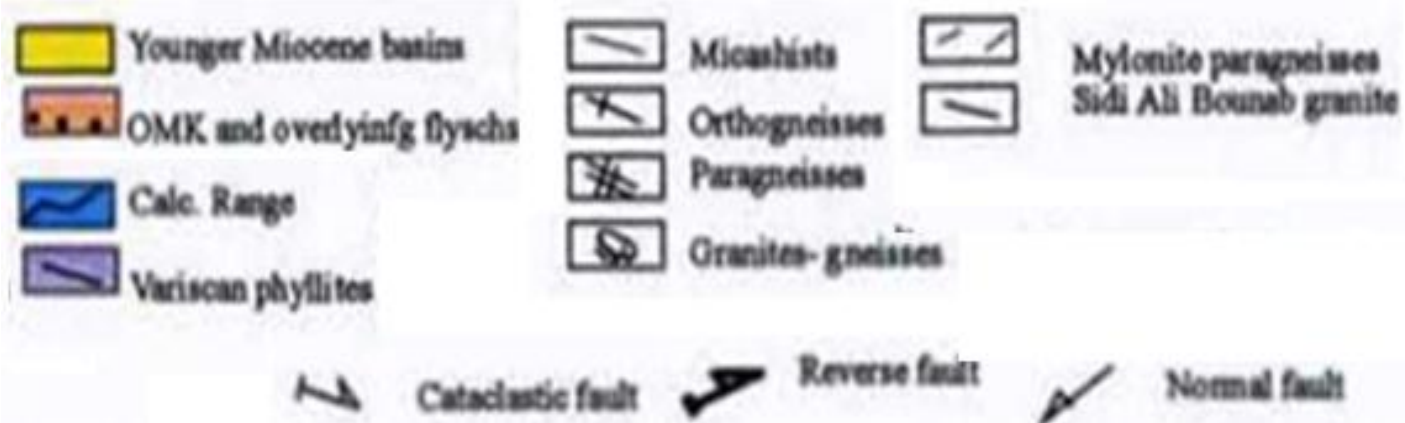
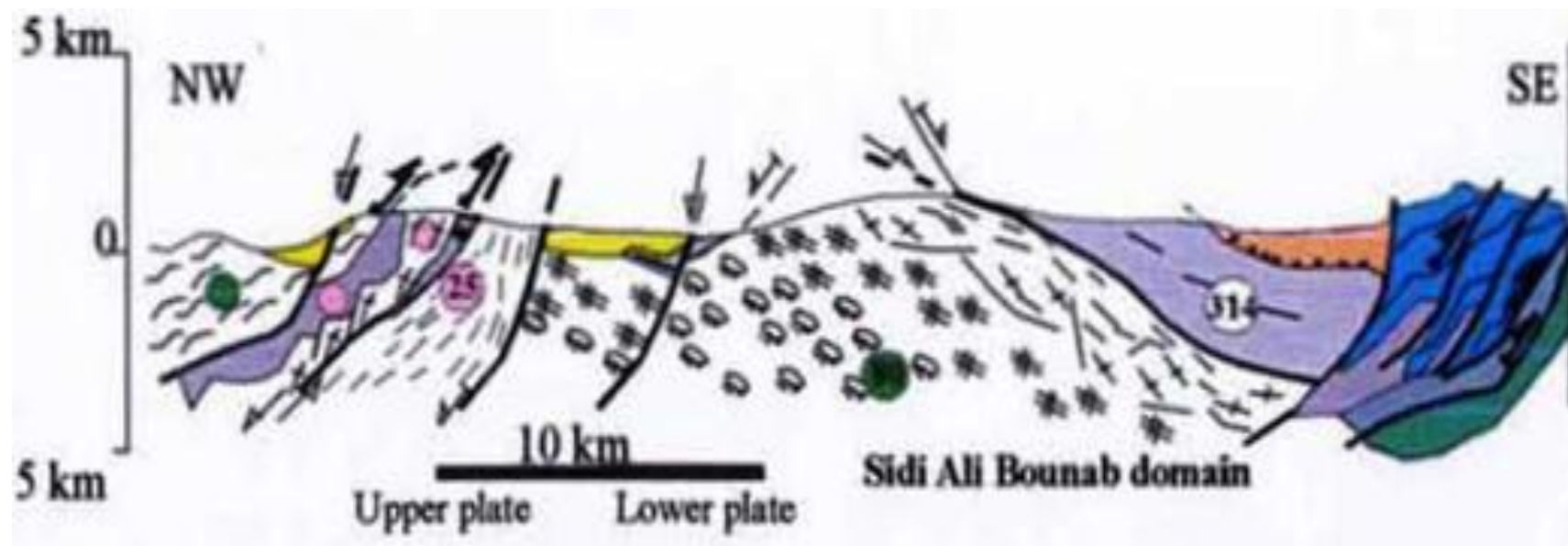


Fig. 1: Coupe dans le cristallin Kabyle (Saadallah *et al.*, 1996)

2. le domaine des flyschs : est constitué par des nappes de flyschs crétacés-paléogènes qui affleurent dans les zones littorales sur 800 km de long, entre Mostaganem et Bizerte (Tunisie). Il s'agit essentiellement de dépôts de mer profonde mis en place par des courants de turbidités. Ces flyschs se présentent de trois manières : (i) en position interne, superposés aux massifs kabyles, c'est-à-dire rétrocharriés sur les zones internes, et appelés flyschsnordkabyles ; (ii) en position relativement externe à la bordure sud de la Dorsale kabyle (flyschs sud-kabyle) et enfin (iii) en position très externe, sous forme de masse isolées flottant sur le Tell charriées jusqu'à une centaine de kilomètres au sud.

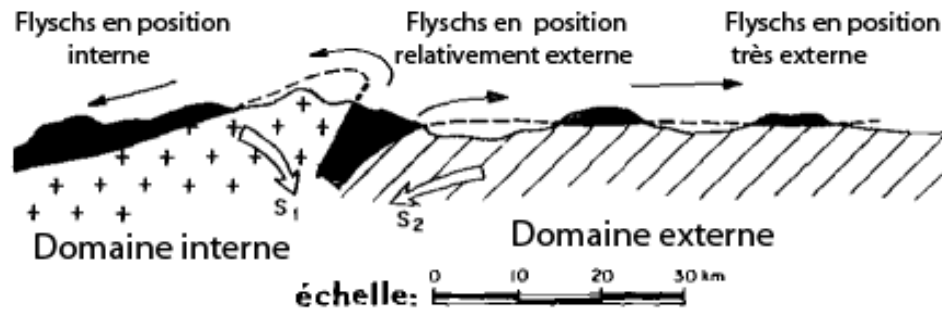


Figure 4 : Position des nappes de flyschs par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides

On distingue du Nord au Sud deux grands groupes de flyschs, les flyschsmaurétaniens et les flyschsmassyliens auxquels s'ajoutent un troisième groupe de flyschs plus récent, les flyschs numidiens d'âge Oligocène supérieur – Burdigalien inférieur.

2.1. les flyschsmaurétaniens : sont relativement épais et occupent une position interne dans le domaine des flyschs. Ils sont composés d'alternances de bancs argileux, calcaires et gréseux. La série débute par des radiolarites rouges du Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène.

2.2. les flyschsmassyliens : occupent une position externe dans le domaine des flyschs et comportent une série péliito-quartzitique d'âge Crétacé inférieur surmontée par une série péliito-micro-bréchiqque d'âge Crétacé supérieur.

2.3. les flyschs numidiens : constitués de niveaux gréseux d'âge Oligocène terminal–Aquitaniien épais de plusieurs centaine de mètres qui reposent sur des argilites versicolores oligocènes. Ces flyschs reposent anormalement à la fois sur les zones internes et sur les zones externes.

3. un domaine externe : ou domaine tellien constitué par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires constituées principalement de marnes d'âge Crétacé moyen à Néogène et qui ont été charriées sur une centaine de km vers le Sud. On distingue du Nord au Sud : (i) les nappes **ultra-telliennes**, aux formations du Crétacé et de l'Eocène et une série plus détritiquue au Sénonien et à l'Eocène, ne sont connues que dans l'Est algérien et en Tunisie. Elles présentent des caractères proches de ceux du flysch massylien. (ii) les nappes **telliennes** sensu-stricto formées de Lias de plate-forme surmonté de Jurassique plus marneux, puis par le Crétacé qui, détritiquue, devient marneux à argilo-calcaire et enfin, l'Eocène aux marnes épaisses et les (iii) nappes **péni-telliennes** dont les séries néritiques du Crétacé à l'Oligocène sont carbonatées et marneuses. Les nappes péni-telliennes, définies dans l'Est algérien, présentent des caractères proches de ceux du néritiquue constantinois.

Dans le domaine externe existe des unités encore plus externes et d'allochtonie notable qu'on appelle séries de l'avant-pays allochtone ou tellien et se placent entre les nappes telliens au Nord et l'autochtone ou para-autochtone atlasique au Sud. On distingue ainsi d'ouest en est : (i) **l'ensemble allochtone sud-sétifien** (figure 5). (séries des Djebels Guergour, Anini, Zdim, Youssef, Braou, Tnoutit, Sékirine, Tafourer, Agmérrouel, Zana, Azraouat, Hammam, Ain el Ahdjar, Koudiat Tella et série supérieure du Djebel Kalaoun) à matériel carbonaté et marneux du Jurassique au Miocène, et qui apparaît plus à l'ouest dans la fenêtre des Azerou dans la région des Biban. Il se présente sous la forme d'un vaste empilement d'écaillés limité par des accidents cisailant (ii) la « **nappe néritique constantinoise** », à matériel carbonaté épais et massif du Jurassique-Crétacé, et, plus au sud, (iii) l'unité des « **écailles des Sellaoua** » (figure 6)., dont le Crétacé possède des faciès de bassin.

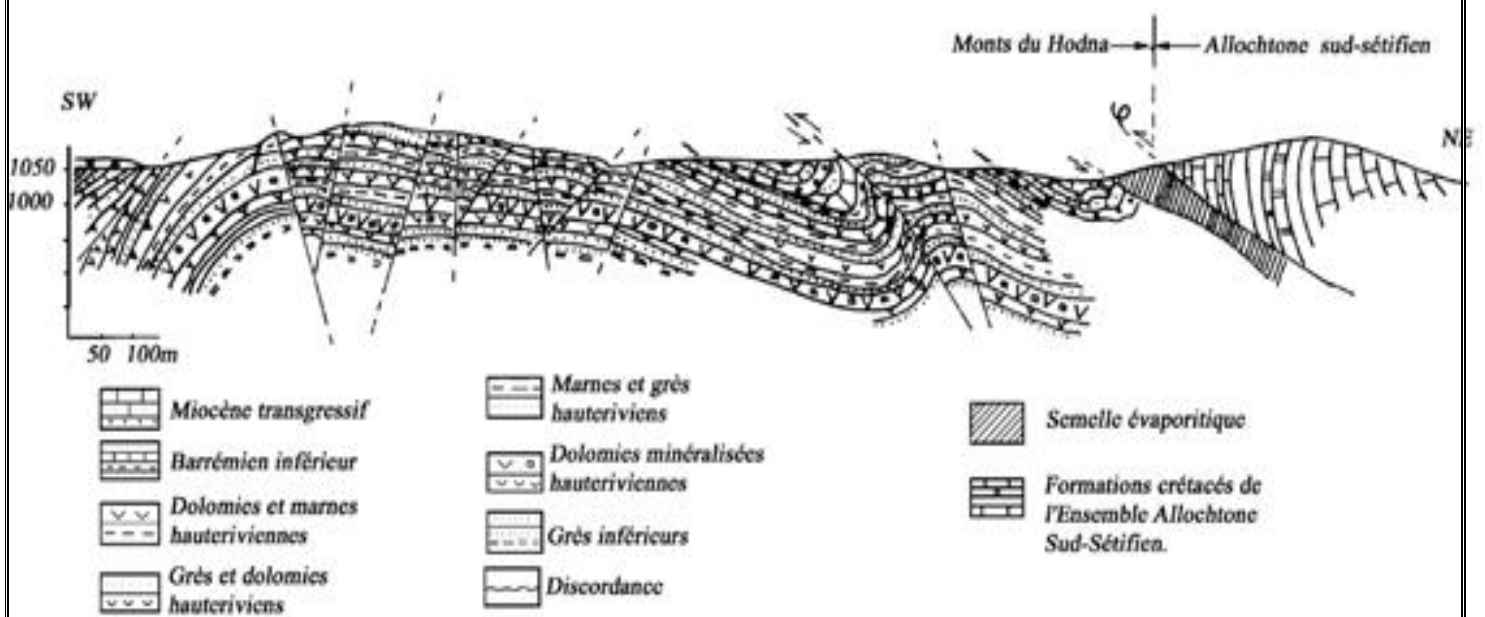


Fig. 5 Coupe géologique schématique expliquant les relations structurales et sédimentaires entre les Monts du Hodna (autochtone) et l'ensemble allochtone sud-sétifien.

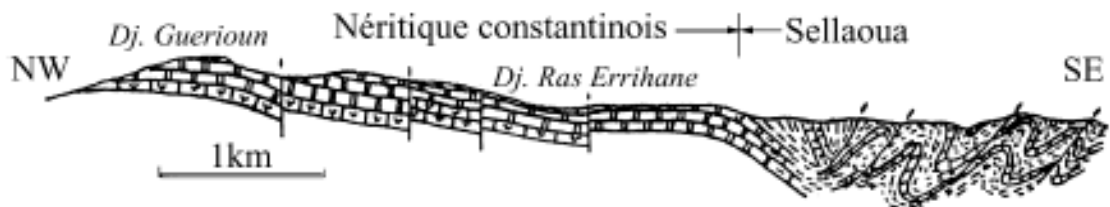


Fig. 6 – Coupe géologique schématique expliquant les relations structurales et sédimentaires entre le Néritique et les Sellaoua (Chadi et al., 1999).

La figure 7 montre un exemple d'agencement des différents domaines et unités cités précédemment en Algérie (exemple du Constantinois, Algérie nord-orientale).

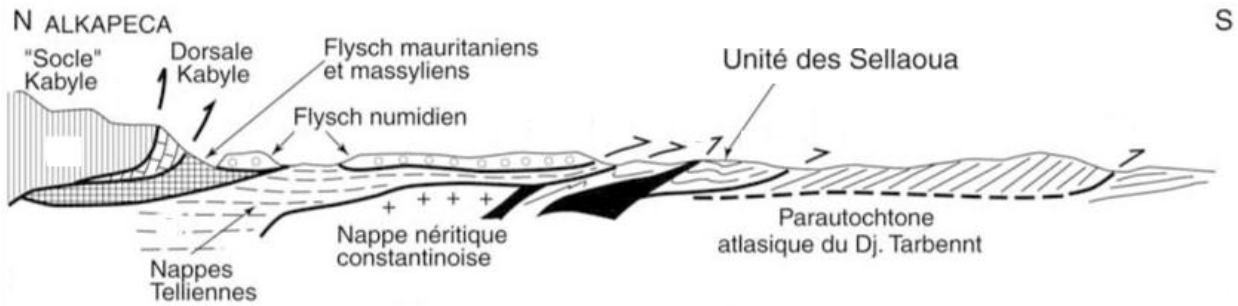
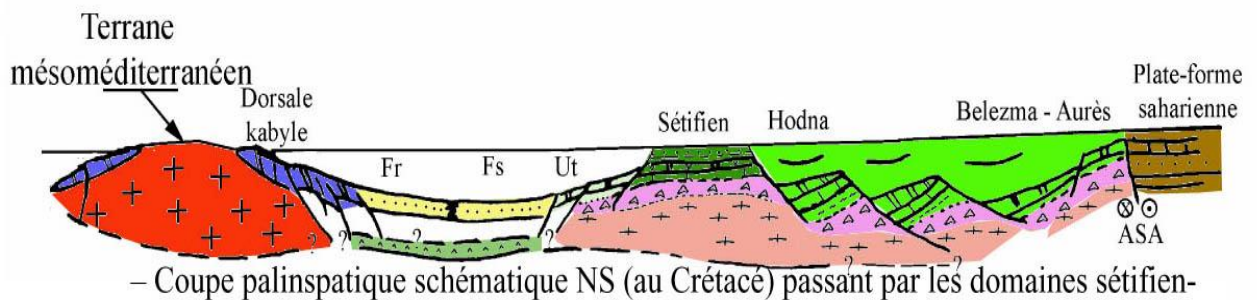


Figure 7 : Coupe générale synthétique des Maghrébides de l'Est algérien (région du Constantinois)



– Coupe palinspatique schématique NS (au Crétacé) passant par les domaines sétifien-Hodna-Aurès (le schéma est basé sur les données de : Guiraud, 1973 ; Vila, 1980 ; Bureau, 1986 ; Kazi Tani, 1986 ; Bouillin, 1990 ; et Guerrero et al, 1993)

Fr : Flysch maurétanien ; Fs : Flysch massylien ; Ut : nappes telliennes du type Ultra tellien ; ASA : Accident sud atlasique

Fig. 8 – Coupe palinspatique schématique NS (au Crétacé) passant par les domaines sétifien-Hodna-Aurès (le schéma est basé sur les données de : Guiraud, 1973 ; Vila, 1980 ; Bureau, 1986 ; KaziTani, 1986 ; Bouillin, 1990 ; et Guerrero et al, 1993)

conclusion

On admet aujourd'hui que le domaine interne de la chaîne des Maghrébides faisait autrefois partie d'un micro-continent ou terrane appelé AlKaPeCa (pour Alboran, Kabylies, Paloritain et Calabre qui sont les différents massifs internes de l'orogène péri-méditerranéen) qui était situé beaucoup plus au Nord et appartenait à la marge européenne. La dorsale kabyle constituait la marge méridionale et le talus continental de ce bloc. Les flyschs se sont déposés dans le bassin océanique profond qui séparait la marge européenne (ou le bloc AlKaPeCa) et la marge africaine. Les flyschs maurétaniens se sont déposés au pied de la dorsale kabyle et sont alimentés par les zones internes. Les flyschs massyliens se sont déposés au pied de la marge africaine et sont alimentés par les zones externes. Certains flyschs, tels ceux de Ziane ou de Tamalous présentent des caractères mixtes où s'intriquent verticalement tous les faciès caractéristiques de l'une ou l'autre des deux séries de flyschs, ce qui indique qu'ils se sont probablement déposés dans une zone de milieu de bassin, recevant aussi bien du matériel d'origine méridionale que d'origine septentrionale. Les nappes telliennes correspondent à la couverture sédimentaire qui s'est déposée sur la marge nord de la plaque africaine (figure 9).

Les deux domaines externe et interne se sont affrontés suite au rapprochement des plaques africaine et européenne. Ceci a conduit à la fermeture du bassin des flyschs, et celle du sillon tellien, l'écaillage de la dorsale kabyle et le déplacement des flyschs et des unités telliennes en nappes pelliculaires loin vers le sud (figure 10).

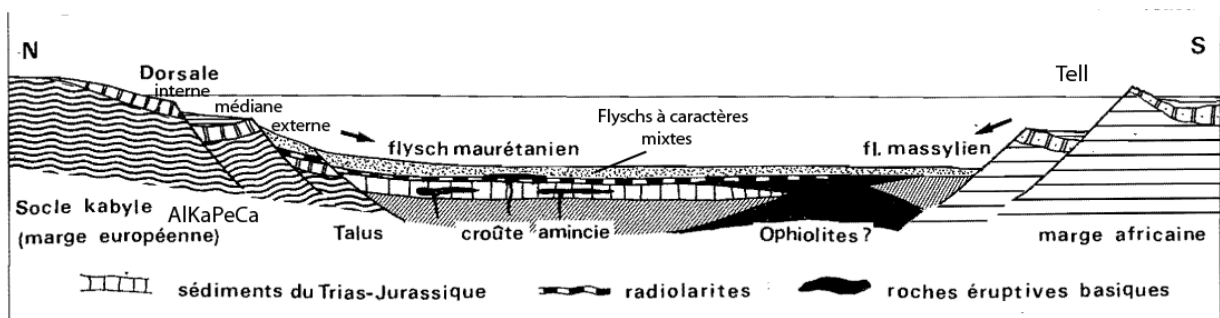


Figure 9 : Reconstitution paléogéographique des différents domaines des Maghrébides au Crétacé inférieur (d'après Bouillin, 1986)

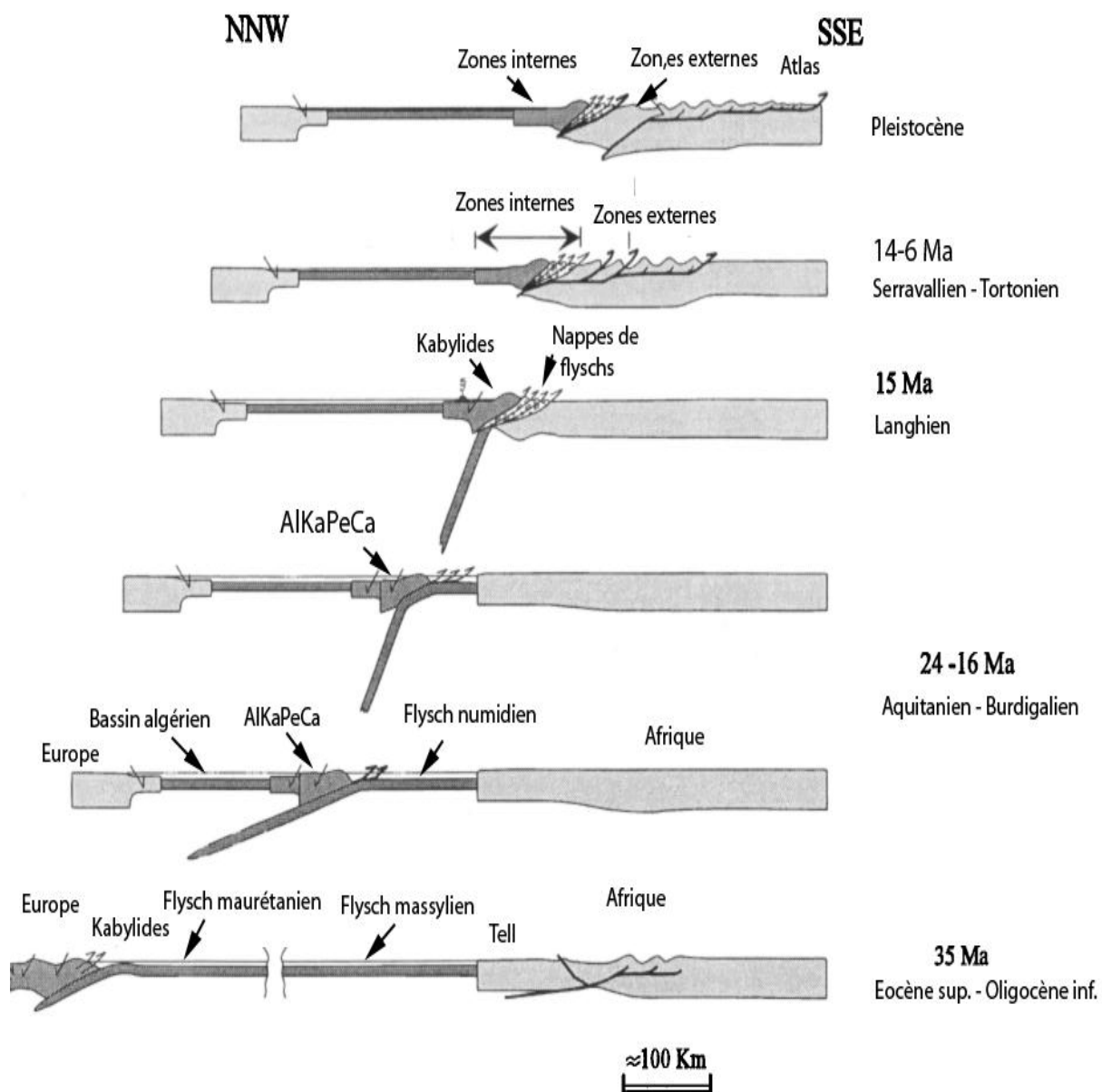


Figure 10 : Scénario d'évolution de la Méditerranée Occidentale sur un transect NNO/SSE allant des Baléares à la plate-forme saharienne (Frizon de Lamotte et al., 2000).

Enfin, signalons que des formations sédimentaires du Miocène au Quaternaire recouvrent en discordance les différentes unités précédentes, et sont déposées postérieurement aux grands chevauchements des zones internes, des nappes de flyschs et des nappes telliennes formant de grands bassins « post-nappes » tels que la Mitidja et le bassin du Cheliff, orientés OSO-ENE et les bassins de Constantine et de la Soummam. Au sein des bassins « post-nappes » littoraux, s'est mis en place un magmatisme calco-alcalin et alcalin d'âge miocène et quaternaire (figure 11 et tableau 1). Ces roches magmatiques sont présentes dans les zones côtières à l'ouest d'Oran, dans l'algérois (régions de Cherchell, Dellys et Thénia), autour de la baie de Bejaia, dans le massif de Collo, et entre Skikda et Annaba.

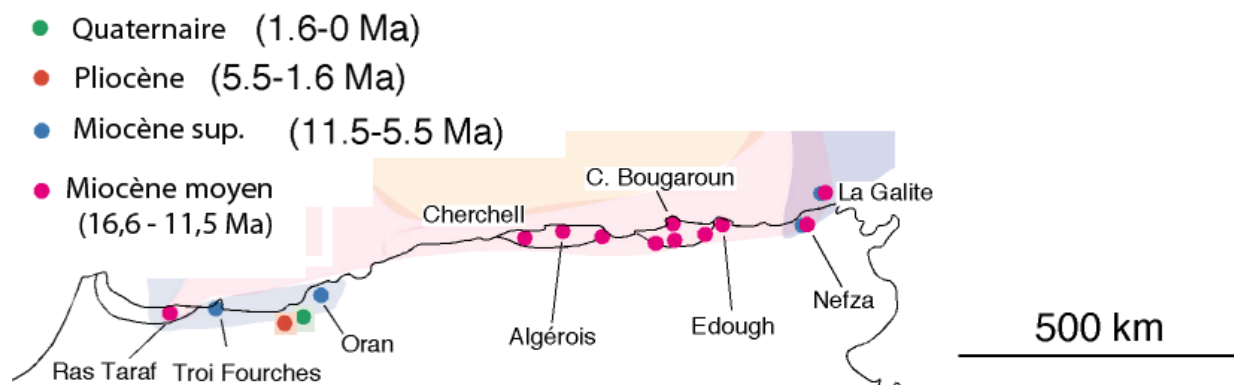


Figure 11: Répartition et âge du volcanisme récent en Afrique du Nord

Enfin, la figure 9 donne la position des différentes unités géologiques des Maghrébides vues précédemment.

Tableau 1 : synthèse du volcanisme récent du Nord de l'Algérie

District volcanique	Type de roches	Age (Ma)
Cap de fer – Edough	Granites potassiques	15,1 – 15,9 Ma
Filfila	Granite	15,3 Ma
Cap Bougaroun	Granites, microgranites. Rhyolites-Ignimbrites	15,2 – 16,4 Ma
Beni Touffout-El Milia	Granodiorites- monzogranites (Beni TTouffout) Microgranites (El Milia)	16,2 Ma
El Aouana	Dacites et rhyodacites potassiques	14,5 – 15,9 Ma
Béjaia-Amizour	Granites shoshonitiques	15,3- 16,2 Ma
Algérois	Basaltes faiblement potassiques Granites potassiques	11,6 – 15,6 Ma 13,9 – 16 Ma
Cherchell	Granites alcalins	11- 13 Ma
Oranie	Andésites potassiques Basaltes alcalins-transitionnels Basaltes alcalins	7,5 – 11,7 Ma 7,2 – 10 Ma 0,8 – 3,2 Ma

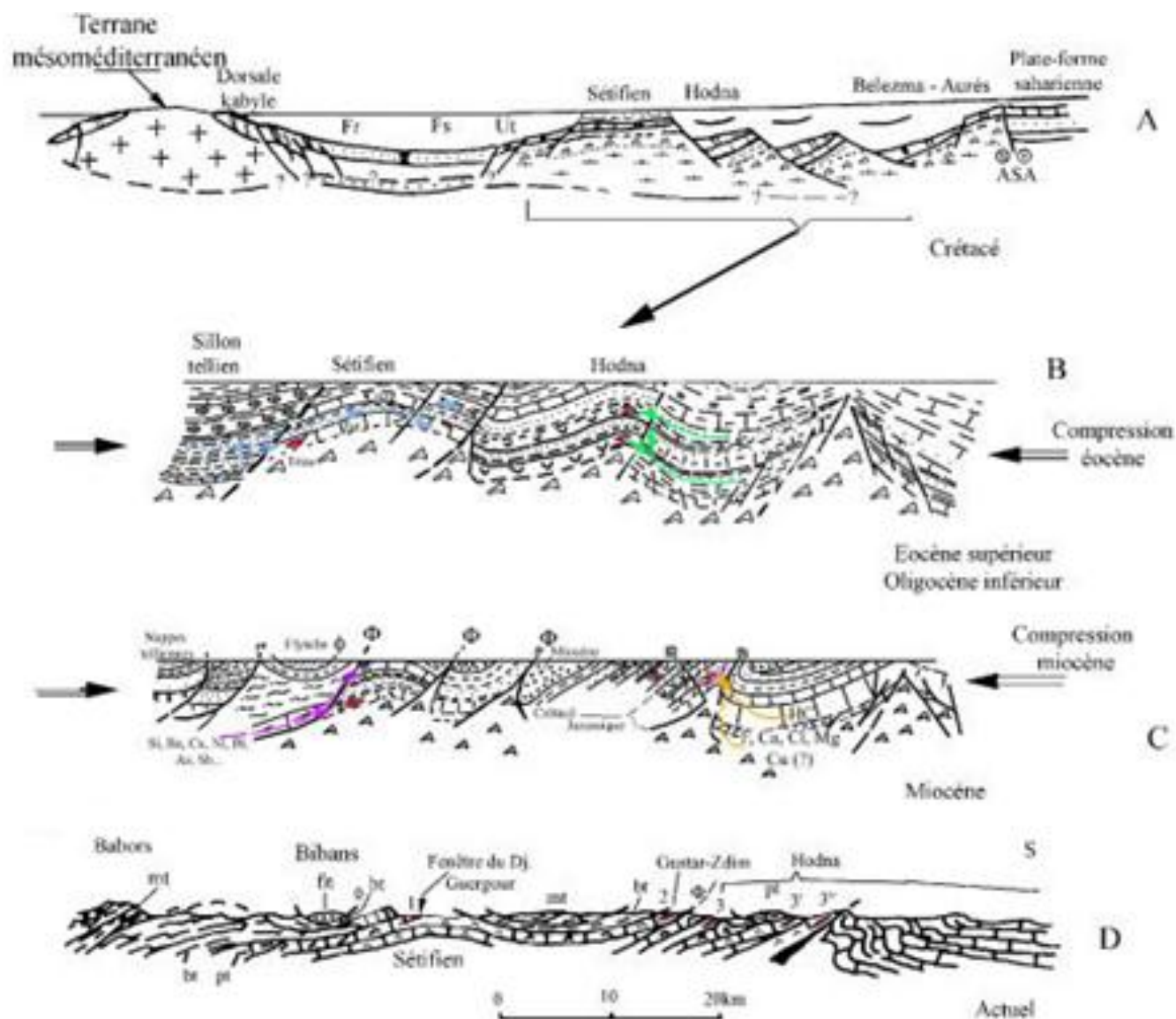


Fig. 156- Modèle évolutif proposé pour l'explication de la mise en place des minéralisations à Pb-Zn des domaines sétifien et hodnéen.

A partir du Crétacé (A) : formation de bassin en distention au Nord et au Sud d'une zone haute (domaine sétifien).

Eocène supérieur - Oligocène inférieur (B) : Transpression qui favorise la fermeture des bassins telliens et atlasique permettant l'expulsion des eaux de formation (flèches en bleu et en vert) suivie du dépôt des minéralisations en "stratabound" du sétifien et du Hodna.

Miocène (C) : Compression NS permettant une autre expulsion de fluides minéralisateurs qui donneront des minéralisations sécantes par rapport aux premières (remplissage de fractures et veines "en violet")

Actuel (D) : 1 - Boukdéma; 2 Gustar-Zdim; 3, 3', 3'' - minéralisation du type hodna.

Fr : Flysch maurétanien; Fs : Flysch massylien; fn : Flysch numidien; Ut : Ultra-tellien; mt : mi-tellien; pt : péni-tellien et bt bas-tellien.

la coupe D est selon Wildi, (1981). Les autres coupes s'inspirent des travaux de Mahdjoub, (1991); Bureau, (1986); Kazi Tani, (1986); Vila, (1980) et Guiraud, (1990).