La courbure de Gibraltar, extrémité occidentale des chaînes alpines, unit l'Europe et l'Afrique

Autor(en): **Durand-Delga, Michel**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **65 (1972)**

Heft 2

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-164091

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Eclogae geol. Helv.	Vol. 65/2	Pages 267–278	3 figures	Bâle, août 1972

La courbure de Gibraltar, extrémité occidentale des chaînes alpines, unit l'Europe et l'Afrique

Par MICHEL DURAND-DELGA

Faculté des Sciences de Paris

RÉSUMÉ

La courbure de Gibraltar unit les Cordillères bétiques (Espagne) et les Maghrébides (orogène d'Afrique du Nord). De part et d'autre de Gibraltar, toutes les zones structurales – héritières des zones paléogéographiques – se correspondent. Ceci est valable pour les zones internes (Alpujarrides – Sebtides, Malaguides – Ghomarides), pour les zones «médianes» (Dorsale bétique-rifaine, flyschs allochtones), et pour les zones externes intrarifaines. Seul le Subbétique – partie essentielle des Externides bétiques – n'est pas connu à l'affleurement, au Maroc. Aucun coulissage important n'apparaît au niveau du Détroit de Gibraltar.

Introduction

Un abaissement de moins de 500 m du niveau général des mers supprimerait l'actuel Détroit de Gibraltar. La Méditerranée devenant une mer intérieure, le problème des relations géologiques entre Europe et Afrique, à ce niveau, se trouverait modifié, du moins en ce qu'il comporte de «psychologique».

Deux orogènes alpins, séparés par l'actuelle Méditerranée, sont orientés parallèlement, E–W. Les Cordillères bétiques (FALLOT 1948; EGELER et SIMON 1969; BOURGOIS et al. 1970) s'allongent sur 800 km, des Baléares à l'Atlantique. Les Maghrébides, sur plus de 1500 km, vont du Rif (DURAND-DELGA et al. 1960–1962) à l'Algérie littorale (DURAND-DELGA 1969) et à l'arc calabro-sicilien. Morphologiquement les deux chaînes se rejoignent à l'W, dans le célèbre Arc de Gibraltar.

Trois hypothèses peuvent être formulées à son sujet:

1. L'arc n'existe pas (KOBER 1928; STAUB 1934); les deux chaînes, indépendantes, se prolongent vers l'Atlantique.

2. L'arc correspond à une structure superficielle tardive enveloppant l'extrémité occidentale des deux chaînes (BLUMENTHAL 1933a; MARIN et al. 1930; FALLOT, 1948; GLANGEAUD et al., 1970) dont l'ampleur diminue et s'annule à l'Ouest.

3. L'arc correspond à un trait structural fondamental; les deux chaînes se rejoignent et se confondent à ce niveau. Ce point de vue a été défendu par GENTIL (1918) et STILLE (1937). Abandonné généralement depuis lors, il a cependant reçu l'appui des études détaillées (cf. DURAND-DELGA 1966) menées depuis 1958 des deux côtés du Détroit, principalement par mon Groupe de Recherches.

I. Cadre général de la Méditerranée occidentale

Les zones internes des deux chaînes se placent en bordure de la Méditerranée. Des «zones médianes» les séparent des zones externes, qui surmontent les cratons européen et africain.

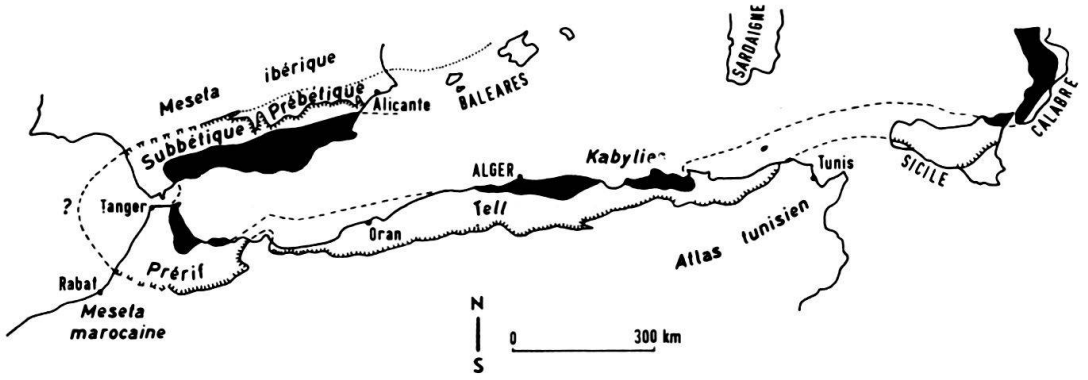


Fig. 1. Cadre structural de la Méditerranée occidentale. En noir: zones internes de l'orogène alpin. Traits barbelés: chevauchement frontal des zones externes.

a) *Zones internes*

Internides I

Les *Névado-Filabrides* d'Andalousie montrent plusieurs kilomètres de micaschistes noirs, probablement paléozoïques, surmontés en accordance par un «Permo-Trias» décollé et empilé sur lui-même. Les schistes et quartzites du «Permo-Werfénien», avec des gypses, puis la série carbonatée du «Trias moyen-supérieur», ont subi un métamorphisme pluriphasé épi- à méso-zonal, évidemment alpin. Cet ensemble s'observe de Carthagène à Grenade, en particulier dans l'immense fenêtre de la Sierra Nevada. Plus à l'W, il s'enfonce sous les Alpujarrides. Son existence aux approches de Gibraltar, et plus encore dans les Maghrébides, reste conjecturale.

Internides II

Les *Alpujarrides* viennent plus haut. Un socle ancien, gneiss et micaschistes, en forme la base: ce socle, presque exclusif dans l'Ouest, disparaît à l'E d'Almeria. Au-dessus, en accordance, repose une épaisse couverture permo-triasique, souvent épimétamorphique: schisto-pélitique et gréseuse, avec gypses, au «Permo-Werfénien», calcaro-dolomitique au Trias moyen-supérieur, fossilifère. Les Alpujarrides sont débitées en plusieurs grandes nappes: le Permo-Werfénien de l'ensemble inférieur est de couleur dominante bleutée (cf. Névado-Filabrides); celui de l'ensemble supérieur, à dominante violacée (annonçant les Malaguides).

Dans le Rif, les *Sebtides*, équivalent exact des Alpujarrides, sont débitées, elles aussi, en deux ensembles, définis par leur Permo-Werfénien.

Internides III

Les *Malaguides* d'Andalousie ne paraissent pas posséder de «socle»: le Cristallophyllien attribué à la «nappe de Malaga» (BLUMENTHAL 1933b) est en réalité alpujarride, le doute ne subsistant que dans les «Chapas de Marbella». L'essentiel des Malaguides est formé de Paléozoïque schistogréseux (Ordovicien à Carbonifère). En discordance légère, Permo-Trias gréseux, Jurassique calcaire, mince Crétacé marneux,

Eocène inférieur calcaire, en constituent la couverture, peu épaisse. Un Aquitanien marno-gréseux ravine fortement les termes antérieurs.

Au Maroc, les *Ghomarides* représentent le prolongement des Malaguides. En Algérie, les *Kabylides* présentent la même situation structurale: le Paléozoïque schisto-gréseux est surtout localisé à la frange sud des «massifs» kabyles, dont un Cristallophyllien ancien (phyllades, micaschistes, gneiss et marbres) constitue l'essentiel.

Dans l'arc calabro-sicilien, les *Calabrides* d'OGNIBEN (1960), où les granites anciens dominent, sont également rattachables aux Internides III.

b) *Zones médianes*

Ces domaines, que l'on peut considérer comme très internes ou comme relativement externes, suivant l'hypothèse tectonique adoptée (cf. Conclusions), méritent d'être examinés à part.

La Dorsale

La marge externe des Internides III (Malaguides, Ghomarides, Kabylides,...) est frangée par une unité structurale étroite, remarquable mais discontinue. Elle s'observe dans la moitié occidentale des Bétides et tout le long des Maghrébides. C'est la *Dorsale périméditerranéenne*.

Un Paléozoïque de type malagais en forme la base. Suit un Permo-Trias gréseux. Des ensembles carbonatés déterminent d'importants reliefs, surtout formés de Trias (Andalousie, Rif) et de Lias (Algérie). Du sommet du Lias à l'Eocène se déposent des formations calcaro-marneuses, souvent minces. La Dorsale, plissée puis érodée à la fin du Lutétien, a été noyée sous une puissante formation marno-détritique priabonienne et oligocène. Ultérieurement, la Dorsale et son enveloppe ont été débités en écailles serrées ou en petites nappes.

La *Dorsale kabyle* d'Algérie n'est autre que la «Chaîne calcaire» des auteurs (GLANGEAUD 1933; etc.). La *Dorsale rifaine* correspond à la «Dorsale calcaire» (FALLOT 1937), aux Bokoya, au Haouz. La *Dorsale bétique*, récemment reconnue, regroupe l'essentiel des «Rondaïdes» (BLUMENTHAL 1933c), de la Sierra Arana, etc.

Les flyschs allochtones périméditerranéens

Ils se placent essentiellement à l'extérieur de la Dorsale. Leur âge va du Jurassique terminal à l'Aquitanien (inclus). Observables tout au long des Maghrébides, on ne les connaît par contre que dans le tiers occidental des Bétides.

La position paléogéographique initiale des flyschs est discutée. Du fait qu'en Algérie l'on en rencontre de grandes masses, charriées sur la couverture aquitanienne des Kabylides, j'ai supposé autrefois que leur bassin était «ultra-kabyle», très interne; divers auteurs ont adopté, et conservent, ce point de vue. Actuellement (DURAND-DELGA 1966 et 1969), je considère que des rétro-charriages expliquent ces dispositifs; le bassin des flyschs, relativement externe, se serait placé à la marge sud de la Dorsale.

Du Malm à l'Oligocène, un sillon relativement interne «maurétanien» et un sillon relativement externe «massylien» ont pu être distingués, en Algérie (BOUILLIN et al. 1970). J'étendrai cette notion, tout en soulignant qu'une telle distinction n'est aisée qu'au Crétacé inférieur et au Cénomanien: flyschs gréseux du Jebel Tisirène (Maroc), de Guerrouch (Algérie), du Monte Soro (Sicile) dans le sillon maurétanien; flysch

schisto-quartziteux «albo-aptien» dans le sillon massylien. A l'Eocène supérieur-Oligocène, un puissant flysch marno-gréseux, micacé, riche en détritus des Internides III, comble l'ensemble des sillons des Flyschs.

Le substratum triasico-jurassique éventuel des flyschs n'est observable que dans le Nord du Constantinois: riche en Roches Vertes au Malm–Berriasien, il est épimétamorphique. Des copeaux de Roches Vertes sont également connus dans le Rif (ANDRIEUX 1970). En Andalousie, on peut analyser le Jurassique des marges, interne et externe, du bassin des flyschs (BOURGOIS et al. 1970).

La «nappe numidienne» forme un élément structural supérieur. Son matériel gréseux aquitanien est totalement allochtone. Il s'est presque toujours désolidarisé des flyschs sur lesquels le «Numidien» s'était déposé. Défini en Algérie–Tunisie, le «Numédien» a été retrouvé dans le Rif et en Andalousie.

c) *Zones externes*

Alors que le matériel des zones internes et médianes représente la couverture d'un «système intermédiaire» (DURAND-DELGA 1966) ou «bloc d'Alboran» (ANDRIEUX, 1971) entre socles européen et africain, les zones externes sont, elles, liées clairement à ces derniers socles.

Branche bétique

Le socle hercynien de la Meseta ibérique disparaît au S sous une couverture de Mésozoïque épicontinental, mince (Bétibérique) puis épaisse et plissée (Prébétique). Vers le S, ces faciès s'indentent avec les faciès bathyaux, et localement abyssaux, du Subbétique. Tectoniquement, le Subbétique, décollé sur son Trias gypsifère, est charrié sur le Prébétique. Cette translation, de 30 à 100 km, s'est achevée après le Miocène moyen à Orbulines.

La marge interne du Subbétique marque une remontée du sillon: c'est le Pénibétique (zone de Ronda–Torcal).

Branche maghrébide

Le socle hercynien est surmonté de Jurassique–Crétacé épicontinentaux. Du Miocène, montant jusqu'au Tortonien moyen, surmonte au N ce «bâti pré-saharien». Il remplit une avant-fosse, esquissée en Algérie (Hodna, etc.), développée au Maroc (Prérif et qui se retrouve en Andalousie (Guadalquivir).

Plus au N, le *Tell algérien* montre, au Mésozoïque, un bassin complexe. Des formations très épaisses, dont la profondeur de dépôt s'accroît vers le N, comprennent une partie autochtone et une partie charriée. Celle-ci comporte du Crétacé et du Paléogène, marneux, entremêlés de giclées de Trias gypsifère. La géométrie de ces «nappes telliennes» (KIEKEN 1960–1962) est très complexe. Les déplacements, en direction du S, sont de l'ordre de 50 à 100 km.

Le *Rif externe* (MARÇAIS et SUTER 1966), que le rebroussement de Melilla sépare du Tell, n'est pas encore parfaitement connu. Le Parautochtone apparaît dans la «zone des Fenêtres» (Mésorif) et plus au N dans l'unité de Ketama–Tanger (Intrarif). Les principaux éléments allochtones sont: la nappe d'Ouezzane (SUTER), couverture tertiaire de l'Intrarif, décollée, probablement en deux temps; les «nappes

rifaines» des Senhadja, d'Aknoul (J. MARÇAIS), des Temsamane (FAURE-MURET et CHOUBERT 1971), probablement expulsées de la «cicatrice du Nekor» entre Intrarif et Mésorif; la «nappe prérifaine», plus externe, mise en place en milieu sous-marin au Tortonien (cf. Subbétique frontal du Guadalquivir).

II. Structure des abords du Détroit de Gibraltar

Toutes les unités rifaines passent au Nord du Détroit (fig. 2).

a) *Les zones internes*

1. Internides II

Alpujarrides andalouses et Sebtides rifaines présentent d'extrêmes analogies (KORNPROBST 1971). Les *péridotites* de la Serrania de Ronda et leur symétrique marocain des Beni-Bousera seraient des panneaux de manteau supérieur, ayant pénétré extrusivement (au Précambrien?) dans une série gréso-pélitique. Deux cycles métamorphiques principaux ont affecté l'ensemble. La foliation des péridotites et des *gneiss à grenats* («kinzigites»), qui les surmontent en accordance, serait liée à un premier cycle de «faciès granulite». Le second cycle, de «faciès amphibolite», n'est analysable que dans l'enveloppe de *gneiss et micaschistes*. Enfin des roches granitoïdes traversent péridotites et cristallophyllien.

Aux micaschistes anciens font suite des schistes phylliteux sombres («Dévono-Carbonifère»), puis bleutés, que couronnent des quartzites clairs («Permo-Werfénien») et des roches carbonatées datées du Trias moyen-supérieur. Entre les micaschistes, dont le métamorphisme est ancien, et le *Permo-Trias*, dont l'épimétamorphisme est alpin, un hiatus existe nécessairement. Toutefois l'accordance est de règle entre le «socle» et la «couverture», d'ailleurs décollée.

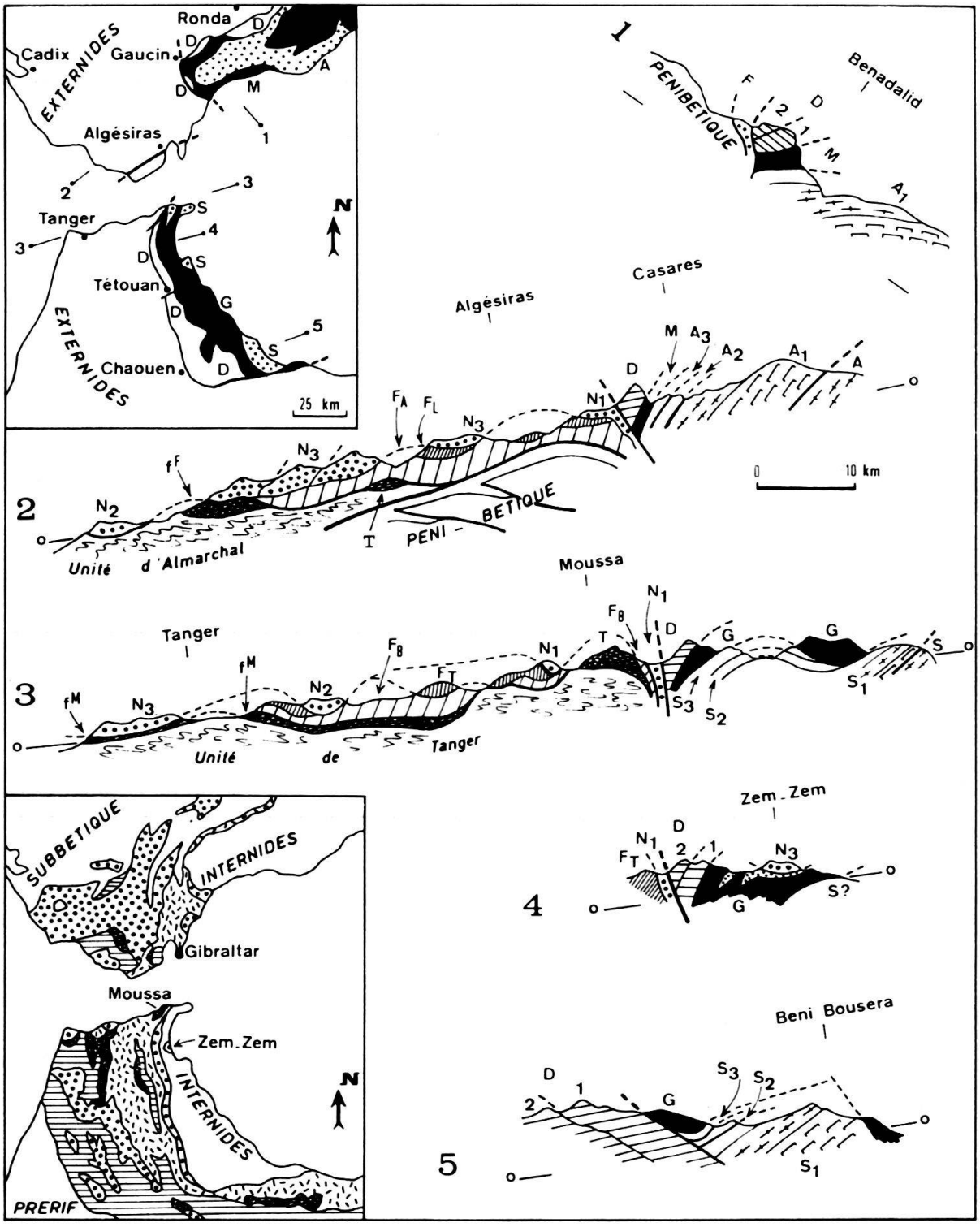
Cette couverture permo-triasique forme un empilement de trois imbrications principales, reconnaissables en particulier à Federico (SW de Ceuta) et à Casares (NW d'Estepona): leur géométrie et leur succession y sont étonnamment semblables. Le degré de métamorphisme du «Permo-Werfénien» présente de brusques sautes, que traduit le changement de couleur des schistes: bleutés dans l'unité inférieure (Beni-Mezala; «Casares I»), violacés dans l'unité moyenne (Boquete des Anjera; «Casares II»), rouge-violacés dans l'unité supérieure (Federico; «Casares III»).

L'«unité de Casares» (DÜRR 1967), débutant par des péridotites, est cisaillée à sa base sur l'«unité de la Sierra Blanca», qui affleure en fenêtre au NE d'Estepona (BUNTFUSS 1970) sous forme de catagneiss et marbres anciens. Il est vraisemblable qu'il en est de même pour l'unité sebtide des Beni-Bousera.

2. Internides III

Malaguides d'Andalousie et Ghomarides du Rif sont constituées essentiellement de Paléozoïque peu ou non métamorphique (1–2 km). Tous les auteurs, depuis FALLOT, en ont souligné l'identité des deux côtés du Détroit: 1. schistes gris-argenté avec poudingues à quartz étirés (Ordovicien sup.?); 2. mince Silurien avec schistes violacés et calcaires à Orthocères; 3. flysch schisto-calcaire dévonien à Tentaculites et Conodontes; 4. Culm discordant, gréso-pélitique, micacé, couronné par un conglomérat gris-verdâtre (Namurien?).

Le Permo-Trias rouge, conglomératique, gréseux et pélitique, des Ghomarides et des Malaguides inaugure le cycle secondaire. Il surmonte en légère discordance divers termes paléozoïques. Suivent des lambeaux dispersés de Mésozoïque transgressif: ils comportent des calcaires dolomitisés du Lias inférieur-moyen, des calcaires détritiques colorés du Lias supérieur, exceptionnellement des calcaires blancs esquilleux



du Crétacé inférieur. L'Yprésien (calcaires à alvéolines) arrive en transgression sur le Jurassique.

Des deux côtés du Détroit, l'Aquitanien marno-gréseux correspond à un retour général de la mer. Entre Tétouan et Ceuta, comme à Estepona, il ravine les termes plus anciens. Le problème est de savoir si l'Aquitanien est antérieur ou postérieur aux écaillages (Andalousie) ou aux petites nappes (Rif) qui affectent le Paléozoïque malaguide–ghomaride.

b) *La Dorsale*

Que ce soit en Espagne (zone de Benadalid) ou dans le Rif (Haouz), la Dorsale présente une structure en écailles, dont le terme stratigraphique supérieur occupe presque toujours la situation la plus «interne». Les séries mésozoïques et nummulitiques de la «Dorsale interne» sont les moins épaisses, les moins profondes; leur parenté avec la couverture des Malaguides–Ghomarides est nette. Les séries de la «Dorsale externe» sont plus épaisses et plus profondes, en tout cas plus «pélagiques». Entre ces types extrêmes s'observent toutes les transitions. Cette fine zonation paléogéographique vaut depuis le Rhétien jusqu'à l'Eocène. En voici quelques exemples:

1. Trias-Rhétien: uniquement dolomitique, parfois à dragées de quartz, dans la Dorsale interne; dolomies puis épaisses alternances marno-calcaro-dolomitiques à faunes rhétiennes, dans la Dorsale externe. 2. Sinémurien: calcaires massifs à algues dans la Dorsale interne; calcaires noduleux et à bandes siliceuses dans la Dorsale externe. 3. Au Malm, radiolarites; au Paléocène, calcaires à *Microcodium* dilacérés, dans la Dorsale externe. Ces faciès sont inconnus dans la Dorsale interne. 4. Yprésien: calcaires à algues et alvéolines dans la Dorsale interne, marnes à microfaune pélagique dans la Dorsale externe.

Ces oppositions s'observent, identiques, en Andalousie (DIDON 1969) et dans le Rif (GRIFFON et al. 1966 et 1969). En outre, dans les deux régions, une mince écaille (1 à 20 m) de calcaires blancs esquilleux, du Crétacé inférieur, sépare la Dorsale externe d'avec les flyschs qui la bordent. Malgré sa discontinuité, ce remarquable filet témoigne de l'existence d'une Dorsale plus externe, que, localement, du Malm noduleux et du Sénonien marneux rose complètent.

Fig. 2. La courbure de Gibraltar.
Internides: *A* = *Alpujarrides* (A_O, Unité de la Sierra Blanca; A_1, Nappe de Casares; A_2, A_3, Ecailles de Casares); *S* = *Sebtides* (S_1, Unité des Beni-Bousera; S_2, S_3, Ecailles de Federico).
M = *Malaguides; G* = *Ghomarides.*
Dorsale: D (D_1, interne; D_2, externe).
Flyschs allochtones: N = Nappe numidienne (N_1, partie interne; N_2, partie moyenne; N_3, partie externe).
F = Flyschs *maurétaniens* (F_B, nappe des Beni–Ider et F_T, nappe du Jebel Tisirène; F_A, nappe d'Algésiras et F_L, nappe de Los Nogales). f = Flyschs *massyliens* (f_M, nappe de Melloussa; f_F, unité de Facinas). T, cordillère Tariquide.
En noir: dans les Internides, l'ensemble Ghomarides–Malaguides. En noir avec points blancs, dans le bassin des Flyschs, les unités massyliennes et les éléments tariquides (T).
En trait fort (cartouche en haut et à gauche): quelques décrochements post-nappe. Les coupes 4 et 5 n'atteignent pas les zones externes.

c) *Les flyschs allochtones*

La composition et la géométrie de ces unités sont très analogues de part et d'autre du Détroit de Gibraltar (DIDON 1969; DURAND-DELGA et al. 1960–1962).

1. *La zone «pré-dorsalienne»*

En Andalousie, près d'Estepona (DIDON 1969), une série marno-gréseuse aquitanienne englobe des formations plus anciennes: lames tectoniques?, éventuellement olistholites? Quoi qu'il en soit, ces éléments peuvent être réunis en une colonne sédimentaire unique. Dans l'«unité de Camarote» sont regroupés un Jurassique à Sinémurien noduleux à *Arnioceras* et à radiolarites du Malm (cf. Dorsale externe), et un Crétacé inférieur marneux, à microbrèches à *Aptychus*, et gréseux (cf. flyschs maurétaniens). L'«unité d'Argüelles» en formerait la suite: Sénonien et Eocène marneux, avec Paléocène calcaire à *Microcodium* dilacérés et Oligocène calcaire organogène. L'«unité du Cerro de la Novia» montre enfin des marnes gréseuses, micacées, et des grès évoquant le Numidien.

Au Maroc, le long de la Dorsale externe, l'«unité de Beliounis» forme une étroite bande: de puissants calcaires à *Microcodium* et des grès évoquant le Numidien la caractérisent.

2. *Les flyschs maurétaniens* (cf. BOUILLIN et al. 1970)

La nappe marocaine *des Beni-Ider* est l'exact homologue de la nappe andalouse *d'Algésiras:* Cénomanien calcaire à lits siliceux, Crétacé supérieur–Eocène marno-calcaro-gréseux colorés, Eocène supérieur–Oligocène très épais (1–2 km) marno-gréseux, micacés. Le Crétacé inférieur complémentaire, gréseux, forme la puissante nappe *du Jebel Tisirène* et son modeste symétrique andalou, la nappe de Los Nogales: ces deux nappes surmontent les unités précédentes (Beni-Ider, Algésiras).

3. *Les flyschs massyliens* (cf. BOUILLIN et al. 1970)

Ils se placent sous les flyschs maurétaniens. Caractérisés par leur flysch schisto-quartziteux «albo-aptien», ils sont complétés par des phtanites du Cénomanien et un Crétacé supérieur marno-schisteux à lits de calcaires détritiques granoclassés. C'est la «nappe de Melloussa» à l'E de Tanger, l'«unité des argiles à quartzites de Facinas» au N de Tarifa.

4. *La cordillère tariquide* (nom tiré du Jebel Tariq = Gibraltar)

Cette zone est très particulière. Le Jebel Moussa, au Maroc (BAILEY 1953), possède toute la série stratigraphique (DURAND-DELGA et VILLIAUMEY 1963) connue dans cet ensemble. En Andalousie, les rochers de Los Pastores (Algésiras) et le Jurassique de Gibraltar se complètent. On observe au total: argiles, grès et dolomies du Trias, calcaires du Lias inférieur, marno-calcaires du Domérien au Malm, radiolarites du Malm, marnes à *Aptychus* du Crétacé inférieur, argiles schisteuses du Crétacé moyen à l'Eocène.

Tectoniquement, groupe du Moussa et Los Pastores sont charriés sur le Sénonien des zones externes (unités de Tanger–Almarchal), et s'enfoncent sous les flyschs maurétaniens (nappes des Beni Ider–Algésiras). Comme nous le verrons, les flyschs massyliens se plaçaient paléogéographiquement au voisinage interne des zones de

Tanger–Almarchal. Dans ces conditions, le sillon «externe» massylien devait être séparé du sillon «interne» maurétanien par la zone tariquide. Celle-ci avait valeur de cordillère au Crétacé, par sa sédimentation condensée et troublée.

5. *La nappe numidienne*

Elle couronne l'édifice structural des deux côtés du Détroit. Elle s'est avancée à l'air libre, sur reliefs. Les grès grossiers numidiens, faisant suite à des couches à *Miogypsinoides*, sont aquitaniens. Dans ce large bassin, plusieurs sous-zones apparaissent. 1. Des argilites bariolées forment la base des grès: Montagne de Tanger; «nappe de l'Aljibe», où les argilites s'enrichissent latéralement en calcaires organodétritiques. 2. Des pélites violacées forment la base des grès. Cette zone n'est connue qu'au Maroc (J. Sinat; NE du Jemis des Anjera). 3. Les grès s'indentent avec des marnes gréseuses micacées aquitaniennes: E du cap Malabata (Maroc); «nappe de Bolonia» de DIDON (Andalousie). 4. Même phénomène, les grès étant quartziteux ou un peu glauconieux: couverture des flyschs «pré-dorsaliens (cf. p. 274).

L'ordre ci-dessus peut correspondre à la zonation primitive, que la tectonique a localement perturbée. Ainsi la «nappe de Bolonia» (groupe 3) est actuellement plus à l'W que la «nappe de l'Aljibe» (groupe 1). Le lambeau du J. Zem-Zem (groupe 2), probablement rétrocharrié par-dessus l'Aquitanien transgressif sur les Ghomarides, est en situation très interne.

Des lames de Jurassique et de Crétacé jalonnent la base du Numidien des groupes 1 (NE de Tarifa), 2 (Anjera) et 4.

d) *Les zones externes*

1. *Zones intrarifaines*

Sur le Crétacé inférieur de l'«unité de Ketama», schistosé et épimétamorphique (ANDRIEUX 1970), repose le Crétacé supérieur de l'«unité de Tanger»: marneux à l'W, marno-schisteux (cf. flysch de Melloussa) à l'E. Ce second faciès est celui de l'«unité d'Almarchal», en Andalousie. Au S de Tanger, une couverture tertiaire apparaît, décollée sur le Crétacé: Eocène marno-calcaire à globigérines; Oligo-Miocène, marnes et grès calcareux. Au front occidental de l'unité de Tanger (S d'Asilah), ce Tertiaire, imbriqué sur lui-même, chevauche le Prérif. En Espagne, le sondage d'Almarchal (PERCONIG 1960–1962) a révélé des faits comparables.

2. *Subbétique*

Sa marge interne (Pénibétique) affleure largement vers Ronda. Elle s'enfonce tectoniquement sous les flyschs vers le SW. Les sondages l'ont retrouvé au N d'Algésiras: «couches rouges» de l'Eocène–Crétacé supérieur, Jurassique calcaire. Ce domaine est inconnu au Maroc, du moins à l'affleurement.

La parenté, au Crétacé supérieur, entre unités de Tanger, d'Almarchal (et. plus au N, de l'Algarrobo, CHAUVE 1968) et sillon massylien de Melloussa–Facinas, incite à admettre que le Subbétique est un domaine plus externe que les unités ci-dessus[1]). Cette interprétation aboutit à charrier largement (d'au moins 50 km) l'unité d'Almarchal (Algarrobo) par-dessus le Pénibétique, autochtone relatif des zones externes.

[1]) Sur une argumentation différente, BOURGOIS et al. (1971) proposent la même interprétation tectonique.

Il est évident qu'un tel cisaillement devrait affecter, au Maroc, l'unité de Tanger. Mais ceci reste conjectural.

III. Considérations finales

Si l'on s'accorde sur la géométrie des unités tectoniques au N et au S du Détroit, et sur leur étroite homologie (DÜRR et al. 1961; DIDON 1969; ANDRIEUX 1971; KORNPROBST 1971), l'interprétation d'ensemble est discutée. Deux grandes hypothèses s'affrontent (fig. 3):

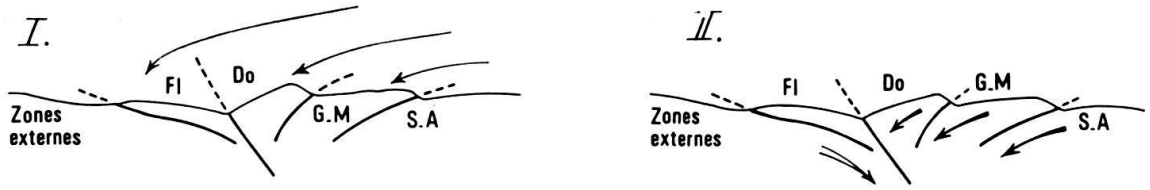


Fig. 3. Interprétations structurales d'ensemble (sans échelle). S–A, Sebtides–Alpujarrides; G–M, Ghomarides–Malaguides; Do, Dorsale; Fl, flyschs allochtones.

Interprétation de gauche (par sur-charriages): les flèches indiquent le sens de propagation des nappes de l'intérieur de la chaîne (à droite) vers l'extérieur (à gauche). Interprétation de droite (par sous-charriages convergents). Stade 1 (flèches noires simples) affectant les zones internes. Stade 2 (flèche double) affectant les zones externes.

I. Pour les uns (MATTAUER 1967; ANDRIEUX 1971), ayant travaillé au Maroc, les domaines des Ghomarides (G–M), de la Dorsale (Do) et des flyschs (Fl), «ultra», seraient plus internes que celui des Sebtides (S–A). Le bassin des flyschs se serait placé à l'aplomb de l'actuelle mer d'Alboran. Les mécanismes invoqués pour les nappes sont surtout gravitationnels[2]).

II. Pour d'autres (DURAND-DELGA, 1966; DIDON 1969), les zones internes auraient été sous-charriées (flèches simples) vers l'extérieur dans un premier temps. Dans un second temps (flèches doubles), les zones externes se seraient enfoncées sous les Internides (cf. KORNPROBST 1971), cisaillées à leur base. Une cicatrice fondamentale, avec resserrement de plusieurs centaines de kilomètres (dans chaque branche de l'orogène), séparerait Internides et Externides. Les mécanismes invoqués sont essentiellement crustaux (succion).

Quoi qu'il en soit – ce problème ne pouvant être discuté ici –, pour les géologues de surface (cf. DÜRR et al. 1961), ayant travaillé dans l'arc de Gibraltar, toutes les unités structurales passent du Rif en Andalousie. La courbure de Gibraltar correspond à la torsion d'un orogène unique. Les deux colonnes d'Hercule – Gibraltar, Moussa – qui gardent l'entrée du Détroit, en sont la manifestation la plus spectaculaire.

BIBLIOGRAPHIE

ANDRIEUX, J. (1971): *La structure du Rif central.* Thèse Fac. Sci. Montpellier (1970) et Notes et Mém. Serv. géol. Maroc *235*.

ANDRIEUX, J., FONTBOTÉ, J.M., et MATTAUER, M. (1971): *Sur un modèle explicatif de l'arc de Gibraltar.* Earth Planet. Sci. Let. *12*, 191–198.

[2]) Il ne peut être question de discuter ici le «modèle» récemment proposé par M. Mattauer et ses collaborateurs (ANDRIEUX et al. 1971).

BAILEY, E. B. (1953): *Notes on Gibraltar and the Northern Rif.* Quart. J. Geol. Soc. London, p. 157–176.

BLUMENTHAL, M. (1933a): *Sur les relations tectoniques entre les zones bétique, pénibétique et subbétique du Sud-Ouest de l'Andalousie.* C. r. Acad. Sci. Paris *197*, 1138–1139.

– (1933b): *Das Paläozoikum von Malaga als tektonische Leitzone im Alpidischen Andalusien.* Geol. Rdschau *24*, 170–187.

– (1933c): *Geologie der Berge um Ronda.* Eclogae geol. Helv. *26*, 43–92.

BOUILLIN, J. P., DURAND-DELGA, M., GÉLARD, J. P., LEIKINE, M., RAOULT, J. F., RAYMOND, D., TEFIANI, M., et VILA, J. M. (1970): *Définition d'un flysch massylien et d'un flysch maurétanien au sein des flyschs allochtones de l'Algérie.* C. r. Acad. Sci. Paris *270*, 2249–2252 D.

BOURGOIS, J., BOURROUILH, R., CHAUVE, P., DIDON, J., DURAND-DELGA, M., FOURCADE, E., FOUCAULT, A., PAQUET, J., PEYRE, Y., et RANGHEARD, Y. (1970): *Données nouvelles sur la géologie des Cordillères bétiques.* Ann. Soc. géol. Nord *90*/4, 347–393.

BOURGOIS, J., CHAUVE, P., et DUBOIS, M. (1971): *Découverte du substratum jurassique et crétacé inférieur de l'unité de l'Algarrobo, et origine ultra-pénibétique de cette unité (Cordillères bétiques occidentales, Espagne).* C. r. Acad. Sci. Paris *273*, 295–297 D.

BUNTFUSS, J. (1970): *Die Geologie der Küstenketten zwischen dem Rio Verde und dem Campo de Gibraltar.* Thèse Bochum (1967) et Geol. Jahrb. *88*, 373–420.

CHAUVE, P. (1968): *Etude géologique du Nord de la province de Cadix.* Thèse Paris (1967) et Mem. Inst. geol. min. España *69*.

DIDON, J. (1969): *Etude géologique du Campo de Gibraltar.* Thèse Paris (19 Déc. 1969), 539 p. et fig. (à paraître dans: Mem. Inst. geol. min. España).

DURAND-DELGA, M. (1966): *Titres et Travaux Scientifiques* (Paris, Impr. Priester), 35 p.

– (1969): *Mise au point sur la structure du NE de la Berbérie.* Publ. Serv. géol. Algérie, Alger, *39*.

DURAND-DELGA, M., HOTTINGER, L., MARÇAIS, J., MATTAUER, M., MILLIARD, Y., et SUTER, G. (1960–1962): *Données nouvelles sur la structure du Rif.* Livre mém. Prof. P. Fallot, Mém. h. sér. Soc. géol. France, 399–422.

DURAND-DELGA, M., et VILLIAUMEY, M. (1963): *Sur la stratigraphie et la tectonique du Jebel Musa.* Bull. Soc. géol. France (7) *5*, 70–79.

DÜRR, S. (1967): *Geologie der Serrania de Ronda und ihre südwestlichen Ausläufer (Andalusien).* Thèse Bonn (1963) et Geol. Romana *VI*, 1–73.

DÜRR, S., HOEPPENER, R., HOPPE, P., et KOCKEL, F. (1961): *Geologie der Berge zwischen dem Guadalhorce und dem Campo de Gibraltar.* Geol. Rdschau *51*, 239–249.

EGELER, C. G., et SIMON, O. (1969): *Sur la tectonique de la zone bétique (Cordillères bétiques, Espagne).* Publ. Inst. géol. Univ. Amsterdam, Libr. of Congress, Cat. Card n° *69*.18941.

FALLOT, P. (1937): *Essai sur la géologie du Rif septentrional.* Notes et Mém. Serv. géol. Maroc *40*.

– (1948): *Les Cordillères bétiques.* Est. Geol., Madrid-Barcelone *4*, 83–172.

FAURE-MURET, A., et CHOUBERT, G. (1971): *Note au sujet des nappes de charriage des Temsamane (Rif oriental, Maroc).* C. r. Acad. Sci. Paris *272*, 2657–2660.

GENTIL, L. (1918): *Sur l'âge des nappes de recouvrement de l'Andalousie et sur leur raccordement avec les nappes prérifaines (Maroc septentrional).* C. r. Acad. Sci. Paris *167*, 373–375.

GLANGEAUD, L. (1933): *Unités paléogéographiques et structurales de l'Atlas méditerranéen (Algérie, Maroc, Tunisie).* Actes Soc. linn. Bordeaux *85*, 173–220.

GLANGEAUD, L., BOBIER, C., et SZEP, B. (1970): *Les structures mégamétriques de la Méditerranée: la mer d'Alboran et l'«arc» de Gibraltar.* C. r. Acad. Sci. Paris *271*, 473–478.

GRIFFON, J. C., KORNPROBST, J., LEIKINE, M., RAOULT, J. M., et al. (1966–1969): *Etudes géologiques sur la chaîne du Rif.* Notes et Mém. Serv. géol. Maroc *184* (1966), 9–224, et *194* (1969), 7–50.

KIEKEN, M. (1960–1962): *Les traits essentiels de la géologie algérienne.* Livre mém. Prof. P. Fallot, Mém. h.-sér. Soc. géol. France *I*, 545–614.

KOBER, L. (1931): *Das alpine Europa.* Ed. Borntraeger.

KORNPROBST, J. (1971): *Contribution à l'étude pétrographique et structurale de la zone interne du Rif.* Thèse Fac. Sci. Paris (21 janv. 1971), 376 p. (à paraître dans: Notes Serv. géol. Maroc).

MARÇAIS, J., et SUTER, G. (1966): *Aperçu structural sur la région du Rif oriental.* Notes Serv. géol. Maroc (Notes et Mém. *198*) *27*, 35–42.

MARIN, A., BLUMENTHAL, M., et FALLOT, P. (1930): *Observations géologiques sur le Nord-Ouest du Rif marocain.* Bull. Soc. géol. France (4) *30*, 659–735.

MATTAUER, M. (1967): *Le style tectonique des chaînes telliennes et rifaines*. Geol. Rdschau *53*/1 296–313.

OGNIBEN, L. (1960): *Nota illustrative delle Schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Riv. Min. Siciliana (11) *64–65*, 183–212.

PERCONIG, E. (1960–1962): *Sur la constitution géologique de l'Andalousie occidentale, en particulier du bassin du Guadalquivir*. Livre mém. Prof. P. Fallot, Mém. h.-sér. Soc. géol. France *I*, 229–256.

STAUB, R. (1934): *Der Deckenbau Südspaniens in den Betischen Kordilleren*. Vjschr. naturf. Ges. Zürich *79*, 471–474.

STILLE, H. (1934): *Geologische Untersuchungen im Westlichen Mediterranen Gebiet*. Geol. Rdschau *28*/1–2, 101–105.