

<b>Zeitschrift:</b>	Eclogae Geologicae Helvetiae
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Geologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	73 (1980)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Mise en évidence d'une nappe à la limite méridionale du domaine hercynien dans la boutonnière d'Aït-Tamlil (Haut Atlas central, Maroc)
<b>Autor:</b>	Jenny, Jacques / Le Marrec, Alain
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-164985">https://doi.org/10.5169/seals-164985</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Mise en évidence d'une nappe à la limite méridionale du domaine hercynien dans la boutonnière d'Aït-Tamlil (Haut Atlas central, Maroc)

Par JACQUES JENNY et ALAIN LE MARREC<sup>1)</sup>

## RÉSUMÉ

La boutonnière d'Aït-Tamlil (Haut Atlas central, Maroc) montre un domaine subtabulaire à formations précambriennes à paléozoïques inférieures au sud et un domaine orogénique au nord. Ces zones sont séparées par une faille importante qui prolonge vraisemblablement l'accident du Tizi-n-Test. Dans la partie nord du domaine orogénique un empilement d'écailles de grès ordoviciens, séparées par des schistes siluriens, constitue la nappe d'Aït-Tamlil qui est la première décrite dans le Haut Atlas central. Elle repose avec troncature basale sur des sédiments flyschoides et un olistostrome attribués en partie au Viséen supérieur. La disposition de la nappe suggère une mise en place du nord au sud. En reliant les fronts des nappes d'Aït-Tamlil, des Jebilets orientales et de la Meseta, on suggère l'existence d'un grand front de nappe en arc.

## ABSTRACT

On the Aït-Tamlil paleozoic inlier (High Atlas, Morocco), unfolded Precambrian and Lower Paleozoic strata touch younger folded sediments. The two areas are divided by an important fault which continues probably the Tizi-n-Test strike slip fault. The northern border of the orogenic part is covered by thrust sheets of Ordovician sandstones, separated by Silurian shales cutting the underlaying lower Carboniferous flysch like sediments and olistostrome. These sheets constitute the Aït-Tamlil nappe which is the first one described in the central High Atlas. The strata of the nappe's base are diagonally trimmed. The disposition of this nappe seems to indicate that it has been thrust southward.

So, we can presume the existence of a vast front of nappes incurved when the Aït-Tamlil nappe is joint to the nappes of the Jebilets mountains and the Meseta.

## *Remarques*

Les travaux de terrain à l'origine de cette note ont été effectués sur les coupures 1:100000 Azilal et Demnat, dans le cadre de levés géologiques systématiques de l'Atlas, entrepris par le Service de la Carte Géologique du Maroc.

On trouvera ici des résultats préliminaires, dont l'étude détaillée est en cours.

La toponymie et les coordonnées sont empruntées aux coupures régulières à l'échelle 1:100000, feuilles: Azilal (éd. 1973), Telouat (éd. 1973), Skoura (éd. 1972), Demnat (éd. 1973), de la Division du Cadastre et de la Cartographie (Rabat).

Quelques termes arabes et berbères apparaissent dans ce texte: Assif = rivière, Douar = village, Jbel = montagne, Tizi = col.

<sup>1)</sup> Service de la Carte Géologique, Ministère de l'Energie et des Mines, Rabat/Chellah, Maroc.

## 1. Introduction

### a) Situation géographique et géologique

La boutonnière des Aït-Tamlil est située dans le Haut Atlas central, au sud de Demnat (fig. 1). Elle se divise en trois parties isolées par des sédiments mésozoïques: la boutonnière d'Aït-Tamlil, séparée de celle des Aït-Mallal par le Jbel Rat et, la plus petite, celle de l'Assif-n-Tighli située au nord de la première.

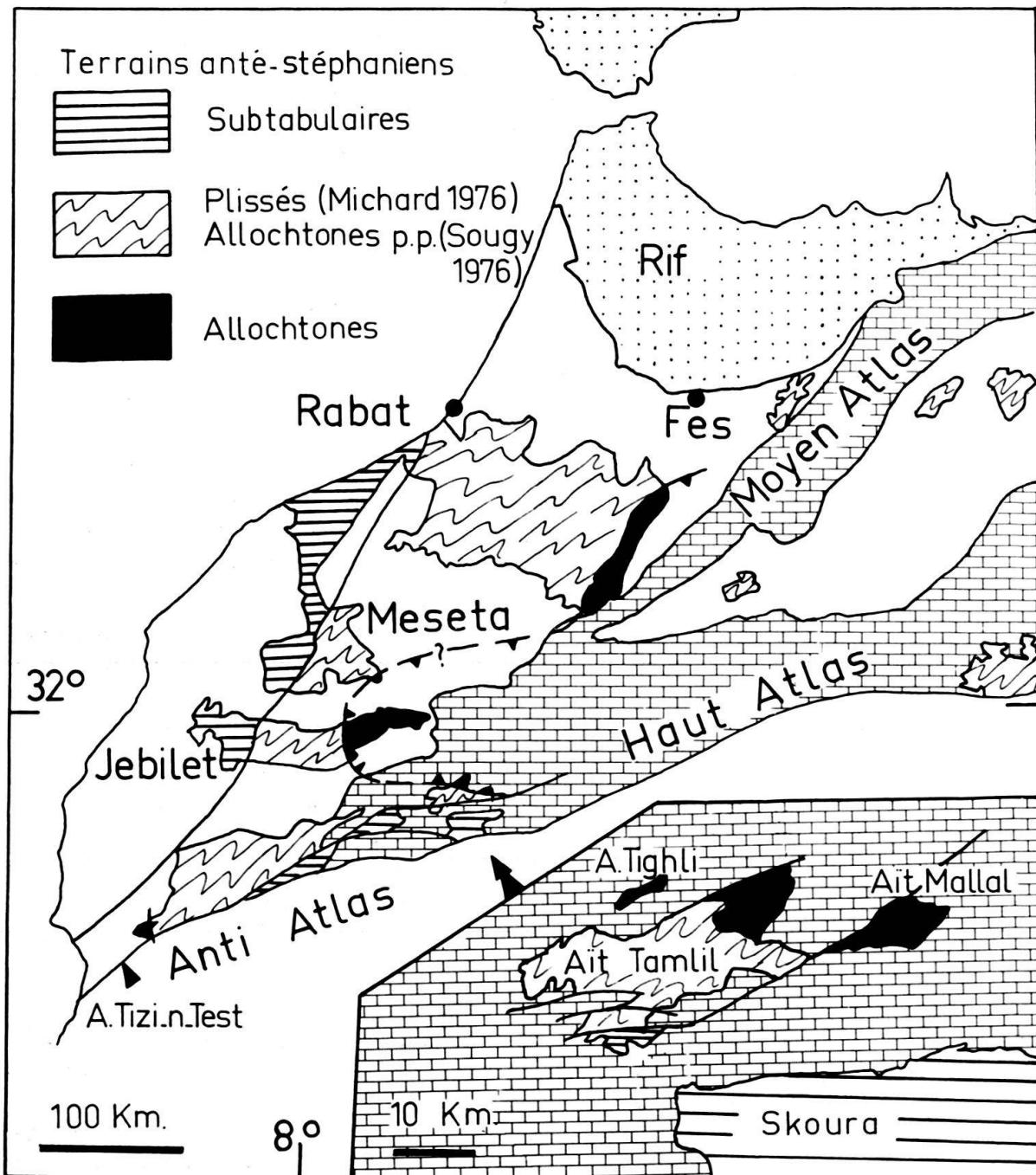


Fig. 1. Esquisse tectonique.

La partie à l'ouest du Jbel Rat (3781 m) couvre une superficie de 320 km<sup>2</sup>, à une altitude moyenne de 2000 m. Les conditions d'observation sont favorisées par l'absence de végétation et la vigueur du relief. Le cœur de la boutonnière est situé approximativement à 6°55' de longitude ouest et 31°35' de latitude nord. Les oueds Ghasf (lire Rzef), la Tassawt (lire Tessaout) et Aït-Wandighs (Aït ou Andirs) la traversent. Les villages sont concentrés au long de ces rivières que suivent souvent les sentiers muletiers, seules voies d'accès du secteur, hormis une piste N-S.

La boutonnière d'Aït-Tamlil, affleurement paléozoïque le plus oriental du Haut Atlas central, constitue un jalon important entre les vastes affleurements paléozoïques de l'Atlas de Skoura et ceux des Jebilets. Les terrains paléozoïques sont circonscrits par une falaise de conglomérats et de grès rouges attribués au Permo-Trias qui les transgressent en discordance majeure. La série mésozoïque sus-jacente débute en concordance par des coulées de basalte, surmontées par les assises carbonatées liasiques qui forment des synclinaux perchés.

#### *b) Historique géologique*

En 1905, GENTIL découvre la boutonnière des Aït-Tamlil où il décrit les premiers Graptolites siluriens au Maroc.

ROCH (1939) établit la stratigraphie et délimite la boutonnière. L'absence de fossiles ordoviciens lui fait placer tous les terrains anté-carbonifères dans le Silurien.

LÉVÈQUE (1961) consacre une thèse d'Etat (inédite) à l'Atlas de Demnat. Il interprète la série paléozoïque en plis couchés et n'observe aucun des contacts anormaux du pied ouest du Jbel Rat, dont il donne pourtant des coupes tectoniques.

HUVELIN (1970) fait preuve de clairvoyance lorsque, constatant que l'épaisseur du Siluro-Lochkovien n'excède jamais 250 m dans la boutonnière des Aït-Tamlil, alors qu'on lui attribuait 1500 m de puissance, et, observant certaines analogies avec la nappe synsédimentaire des Jebilets orientales, il envisage «l'hypothèse d'ensembles chevauchants et peut-être de nappes d'âge viséen supérieur».

LAVILLE (1975) a étudié la boutonnière paléozoïque de Skoura qui voisine au sud de celle des Aït-Tamlil. Au cours de reconnaissance dans cette dernière, il constate que le Paléozoïque supérieur est intensément plissé et a subi une tectonique polyphasée, contrastant bien avec les structures subtabulaires de la boutonnière de Skoura. Ces observations l'obligent à placer une limite tectonique E-W entre ces deux secteurs. Cet accident a dû fonctionner en faille synsédimentaire durant le Carbonifère pour expliquer l'importante réduction du Viséen supérieur de la boutonnière de Skoura.

Toujours selon cet auteur, dans les deux boutonnières les déformations majeures sont post-viséen supérieur et d'orientation E-W. De plus, une phase submérienne antérieure est mise en évidence à Skoura. Il y observe également une phase cassante et décrochante tardい-hercynienne et pré-permo-triasique.

Déjà en 1957 DE KONING décrivait sous le terme «d'ensemble chevauchant» des nappes hercyniennes dans l'extrême occidentale du Haut Atlas. Celle qui nous occupe est la première découverte dans le Haut Atlas central.

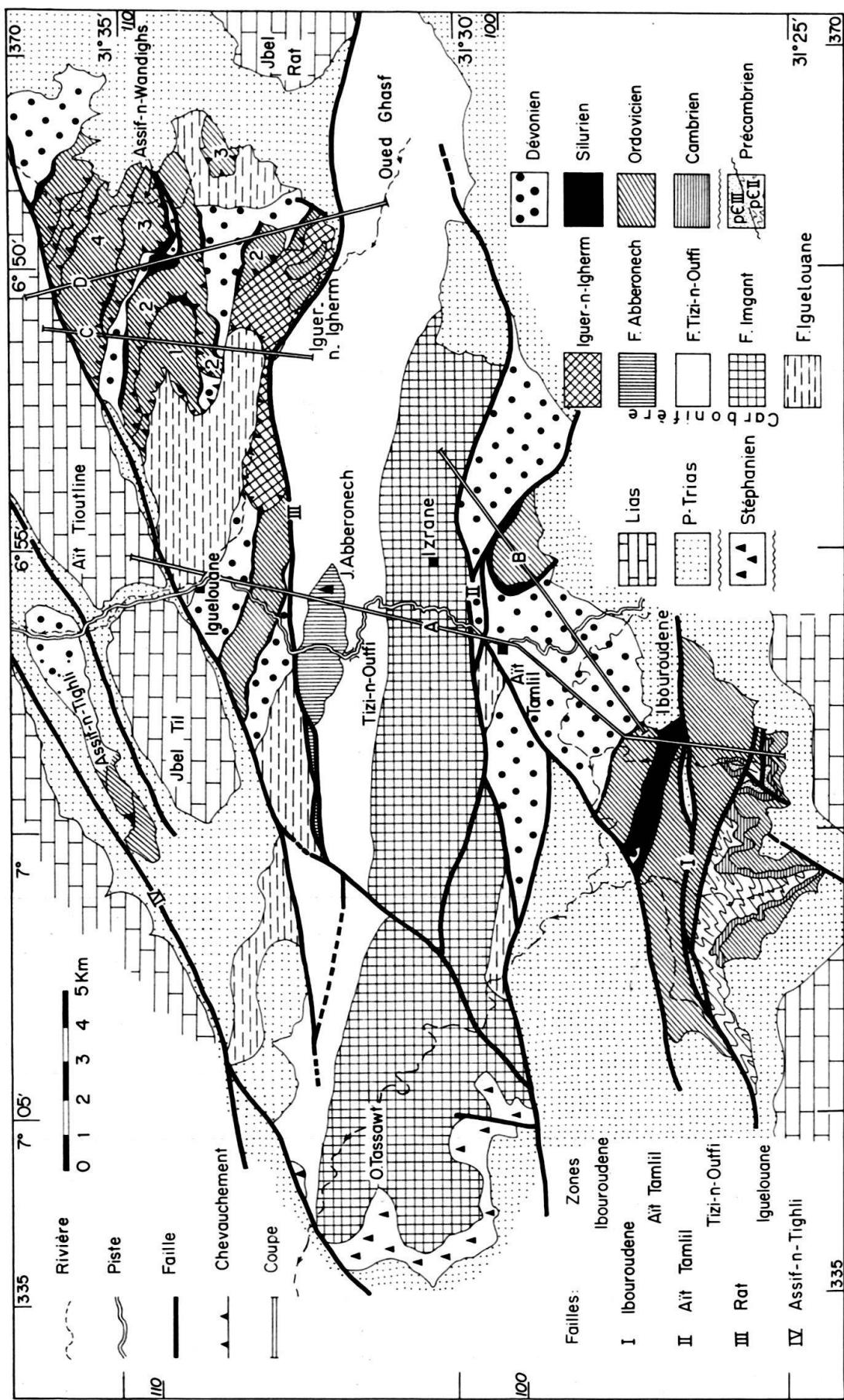


Fig. 2. Carte géologique simplifiée de la boutonnière d'Aït-Tamili (Haut Atlas, Maroc).

## 2. Observations de terrain

### a) Stratigraphie sommaire

Les formations observées dans la boutonnière d'Aït-Tamlil vont du «Précambrien II» au Viséen supérieur. Les niveaux fossilifères sont rares et une bonne connaissance de la lithostratigraphie est nécessaire pour déchiffrer les structures. Le Dévonien et le Carbonifère ont été subdivisés en formations lithostratigraphiques.

#### 1. «Précambrien II et Précambrien III» (fig. 3A)

Nous avons découvert dans le Haut Assif-n-Ibouroudene, à l'extrême sud de la boutonnière, un affleurement d'éruptif basique, de schistes sériciteux et de quartzites, transgressé par des rhyolites supportant des sédiments cambriens. Il s'agit vraisemblablement du «Précambrien II» et des rhyolites du «Précambrien III», tels qu'ils sont connus plus au sud dans la boutonnière de Skoura (ROCH 1939, LAVILLE 1975) et plus à l'ouest (PROUST 1973). Les rhyolites n'apparaissent pas entre le «Précambrien II» et le Cambrien dans la vallée immédiatement à l'ouest. ROCH (1939) suspectait l'existence du «Précambrien» dans ce secteur, au vu des alluvions de l'Assif-n-Ibouroudene.

#### 2. Cambrien (fig. 3A)

En concordance apparente et en position subhorizontale sur les rhyolites de l'Assif-n-Ibouroudene apparaît le seul affleurement de Cambrien et peut-être de la base de l'Ordovicien, sous la forme de grès compacts, fins, de couleur vert olive. Nous y avons reconnu la «Brèche à Micmaca» (lumachelle calcaro-ferrugineuse rosâtre à débris de Trilobites) niveau classique de la base du Cambrien moyen (Acadien) du Haut Atlas central et de l'Anti-Atlas.

#### 3. Ordovicien (fig. 3B)

Nous attribuons à l'Ordovicien supérieur (Llandeilo et Caradoc?) des grès micacés (psammites) de couleur gris cendré à «flaser bedding» et bioturbation armés de quartzites. Ceux-ci se développent surtout dans la partie sommitale de ces couches. Cette attribution stratigraphique est étayée par d'importantes analogies avec les Jebilets où les psammites ont livré des fossiles (HUVELIN 1977) et en raison de leur position stratigraphique sous les phtanites du Silurien inférieur. On trouve par endroit avec les quartzites sommitaux, des grès à dragées de quartz millimétriques (= grès microconglomératiques) caractéristiques de l'Asghill dans presque tout le Maroc (DESTOMBES 1971). La base des psammites n'apparaît jamais dans la boutonnière d'Aït-Tamlil, mais on sait depuis DUFFAUD (in: LAVILLE 1975) que des sédiments ordoviciens dépassent 2000 m de puissance au nord de Ouarzazate, dans l'anticlinorium de Skoura. HUVELIN (1977) a mesuré plus de 800 m de psammites dans les Jebilets.

#### 4. Silurien (fig. 3C)

Ce système est représenté par des phtanites noires à patine bleutée et des *shales* noirs parfois altérés, de couleur crème, à nombreux Graptolites, ainsi que des

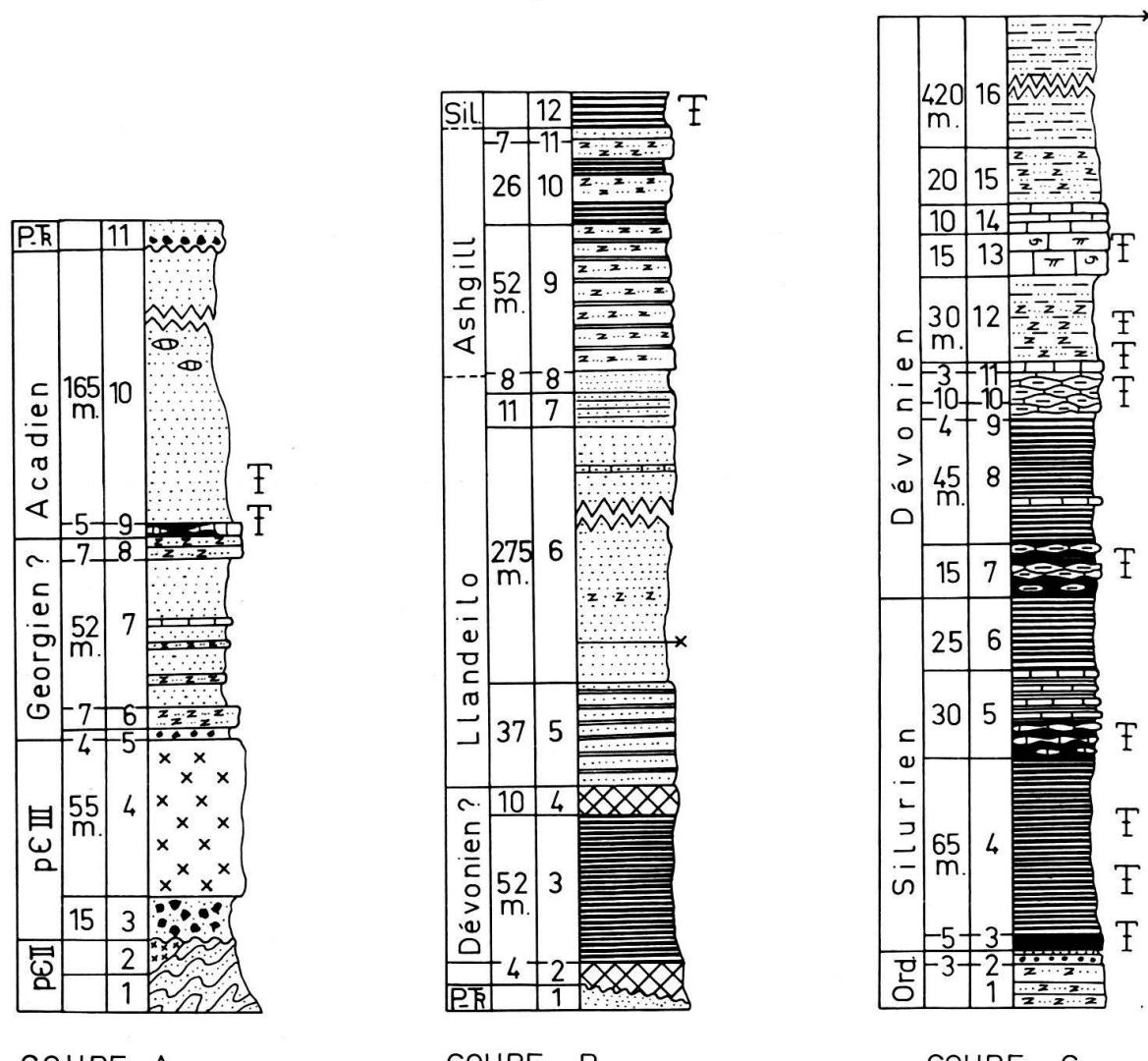


Fig. 3. Colonnes stratigraphiques synthétiques du Paléozoïque de la boutonnière d'Aït-Tamlil.

Coupe A: Haut Assif-n-Ibouroudene (base: 349,4/93,2).

1 = Schistes satinés rouges et verts, niveaux gréseux, épimétamorphiques; 2 = roche microlithique basique à patine noire à lie de vin (andésite); 3 = conglomérat polygénique grossier à éléments de 2 et de 4; 4 = rhyolite (ignimbrite ?), brèche et tuf rhyolitiques, lie de vin; 5 = brèche et conglomérats fins, violacés, en petits lits centimétriques; 6 = quartzites blancs à patine noirâtre, en bancs métriques, contenant des lits de galets argileux noirs; 7 = grès fins, vert olive, gris-vert ou gris-bleu, avec quelques lits centimétriques carbonatés roux à fines obliques et de rares barres de grès quartzites; 8 = grès quartzites brun noirâtre en bancs métriques irréguliers; 9 = «Brèche à Micmaca»: calcaire biodétritique blanc rosé, ferrugineux, riche en débris de Trilobites, accompagné de grès et microconglomérats; 10 = grès fins en plaquettes, vert et gris sombre, un peu rubannés, à peine micacés; quelques mouches de calcaire roux; 11 = conglomérat polygénique violacé, discordant, marquant la base du Permo-Trias.

Coupe B: Haut Assif-n-Tighli (base: 110,5/349).

1 = Grès rouge du Permo-Trias; 2 = zone broyée; 3 = shales siliceux à débit millimétrique, bien indurés, en bandes noires et vertes de quelques centimètres, micacés, surfaces luisantes. Rares concrétions siliceuses. Attribution stratigraphique au Dévonien par analogie de faciès; 4 = zone tectonisée, base d'écailler? 5 = schistes psammitiques et psammites gris cendré à noir. Vermiculations noires d'un diamètre de 2 à 3 mm perpendiculaires au litage, flaser bedding; 6 = psammites de couleur gris cendré à flaser bedding. Intercalations de niveaux calcaieux et quartzitiques lenticulaires. Cet ensemble est affecté par des failles mineures. Des horizons de grès en plaquettes produisent des zones déprimées; 7 = idem à 5; 8 = grès en plaquettes noirs sans vermiculation, mais avec des filons de sidérose; 9 = grès quartzitiques

alternances calcaro-marneuses rouilles à moules de fossiles (Crinoïdes principalement). S. Willefert a identifié des espèces de Graptolites caractéristiques de tous les étages du Silurien, dont l'extrême base seule semble manquer dans la boutonnière d'Aït-Tamlil.

Les *shales* et phtanites à Graptolites constituent un niveau repère excellent par sa minceur et sa nature facilement repérable, même intensément déformé, ce qui est le cas le plus fréquent car il constitue un niveau de disharmonie privilégié.

### 5. Dévonien (fig. 3C)

Formation des Calcaires de la Tassawt et Formation d'Aït-Tamlil. Le Lochkovien, constitué de *siltstones* en plaquettes vert olive, a été cartographié avec le Silurien. Des calcaires gréseux biodétritiques lités, à débris de Trilobites et Tentaculites, les surmontent en continuité. Ces calcaires sont remarquablement développés le long de la Tassawt où LÉVÈQUE (1961) les avait décrit sous le nom de «calcaire de Tessaout». Plus haut, stratigraphiquement, se développent des silts légèrement micacés beiges et gris, à lentilles et petits bancs de grès que nous pensons pouvoir rattacher au Dévonien supérieur, sans preuve paléontologique. On peut observer ce faciès immédiatement à l'ouest d'Aït-Tamlil, localité type de cette formation. Dans ce secteur et dans les environs immédiats d'Iguelouane ces faciès sont surmontés en continuité par des termes plus marneux, noirâtres, à miches, avec ou sans petits bancs calcaro-siliceux.

gris, brillants, patine brune-noire, bancs de 20 à 30 cm, interbancs de grès gris, en plaquettes de 10 cm; 10 = grès quartzitique gris avec shales, silts micacés noirs en plaquettes millimétriques. Figures de courant et surfaces de base de bancs ondulées. Au sommet: Phtanites et shales micacés altérés en blanc crème, stratification entrecroisée; 11 = grès gris foncé micacés en bancs décimétriques. Shales noirs au sommet; 12 = argilites à Graptolites du Silurien.

Coupes C: Synthèse des coupes levées au sud de Tiwghaza (base: 348,1/96,6) à l'est d'Aït-Tamlil (base: 355,0/99,9) et rive droite de l'Assif Taguensift (base: 357,5/100,5).

1 = Grès quartzites, massifs ou en bancs décimétriques irréguliers, parfois à rides d'oscillation, de couleur blanchâtre à patine sombre; 2 = grès ou argiles noirs, microbréchiques ou microconglomératiques à grains de quartz ronds et mats; 3 = phtanites grises à patine bleue, à débit centimétrique, riches en Graptolites du Llandovery; 4 = shales noirs, pyriteux à Graptolites du Wenlock inférieur et Ludlow inférieur identifiés; 5 = schistes un peu marneux à miches, puis lits calcaro-siliceux, décimétriques, contenant parfois des gerbes de barytine; 6 = shales noirs; 7 = schistes un peu marneux à lits irréguliers calcaro-siliceux roux très fossilifères: Trilobites (*Encrinirus* sp.), Gastéropodes (*Platiceras* sp.), mais surtout Orthocères et Encrines, dont on observe souvent la contre-empreinte; 8 = idem au 7, mais les lits durs sont rares; 9 = calcaires marneux et crayeux grisâtres, à Tentaculites (*Paranowakia* cf. *intermedia* BARR, Lochkovien supérieur); 10 = marnes vertes et calcaires noduleux en lits centimétriques, à *Panenka* sp. et *Kralowna* sp.; 11 = calcaires griottes, crèmes et roux, à Tentaculites (*Nowakia acuaria* RICHTER, Praguien); 12 = siltstones vert olive rubannés de noir à rares lits centimétriques de quartzites; 13 = «calcaires de la Tassawt»: calcaires biodétritiques gréseux en bancs décimétriques parfois silicifiés, présentant de belles figures de slumps et de stratifications obliques, et interbancs schisteux à *Cruziana* (Bilobites); 14 = grès calcaieux à stratification oblique et schistes, en alternance centimétrique, deux empreintes de *Psylophytales* y ont été trouvées; 15 = siltstones vert bouteille à noir, à débit en feuillets millimétriques; 16 = siltstones à peine micacés, présentant des rubannements métriques de couleurs jaunâtre, moutarde ou noire, armés par de rares lits de grès.

Les niveaux 9, 10 et 11 manquent au nord de la Tassawt, où 13 et 14 sont plus réduits et siliceux, mais néanmoins reconnaissables.

## 6. Carbonifère

Nous attribuons à ce système d'épaisses formations de type «flysch», «Wild-flysch» ou à structure chaotique (olistostrome). Leur étude est rendue délicate par les plissements qui les affectent, par la médiocrité des affleurements due à l'incompétence de ces couches et par la rareté des repères stratigraphiques et lithologiques.

Cinq formations sont attribuées au Carbonifère; trois affleurent dans la zone du Tizi-n-Outfi, deux dans celle d'Iguelouane. Dans chaque zone les relations stratigraphiques sont claires, mais d'une zone à l'autre, les corrélations demeurent incertaines.

### 6a. Formation d'Iguelouane

A l'est du village d'Iguelouane affleurent sur une grande superficie des terrains tendres formés d'une alternance monotone de lits centimétriques de *shales* noirs et de grès fins. Des vermiculations ramifiées de 2 à 3 mm de diamètre sont abondantes. Il s'agit d'un flysch distal (A. Izard, comm. pers.). Deux barres régulières de 10 à 20 m de puissance de grès quartzites en bancs décimétriques produisent des crêtes bien repérables. Des faciès ressemblant, mais fort tectonisés, ont été reconnus au nord et à l'ouest d'Aït-Tamlil. Cette formation, qui surmonte les *siltstones* verdâtres attribués au Dévonien, est recouverte par des terrains allochtones en grandes écailles ou fragmentés (Formation d'Iguer-n-Igherm).

### 6b. Formation du Jbel Imgant

(= Flysch viséen, LÉVÈQUE 1961)

La piste d'Aït-Tamlil traverse du sud au nord, en remontant la série stratigraphique, une très grande épaisseur de *shales* gris-noir alternant avec des grès fins à nombreuses figures de courant et à pistes de vers (flysch proximal). Des lentilles décimétriques de calcaire à entroques occupent la base de certains lits gréseux; un bloc décamétrique de calcaire gris foncé à coraux et fragments de spiriférides est coupé par la piste à la côte 1780 m environ. Près d'Izrane (coord. 357,7/102,6) se développe une lentille grossièrement conglomératique d'une puissance de 70 m. Nous y avons reconnu des galets de grès fins verts (Ordovicien inférieur ?), des calcaires roux à moules de Crinoïdes abondants au Silurien, des *silts* verts ou noirs, des calcaires biodétritiques (Dévonien), ainsi que des blocs de calcaires à entroques issus des lentilles de la même unité. Près d'Aït-Chraa (coord. 344,0/103,8), 50 m sous le sommet de cette unité s'intercale un niveau tendre, à blocs exotiques métriques, prélude au dépôt de la formation suivante.

LÉVÈQUE (1961) attribuait cette unité au Viséen moyen à supérieur, grâce à un corail solitaire découvert à Izrane (*Paleosmilia* aff. *nodosa* KABAKOVICH détermination Semenov). La microfaune des lentilles calcaires précise cette attribution stratigraphique et R. Conil (comm. pers.) l'attribue au Viséen supérieur (V3by inf. probable). Il a déterminé:

*Pseudostaffella* sp., *Archaediscus* (*Archaediscus*) *stilus*, *Endothyra* sp., *Pseudoammodiscus* sp., *Brunsiarchaediscus* sp., *Pseudotaxis* sp., *Koskinotextularia* sp., *Ammarchaediscus* sp., *Tetrataxis* sp.

Quoique la mesure exacte de la puissance de cette unité soit pratiquement impossible en raison des replis multiples, l'épaisseur évaluée sur carte dans la région de Tizzert, au nord de la Tassawt (coord. 345/99) où la base est visible, n'excède pas 2800 m.

#### 6c. Formation du Tizi-n-Outfi

Au nord de la Formation du Jbel Imgant s'étend une dépression affectée de nombreux glissements de terrain. Elle est occupée par des *shales* gris et des grès en bancs décimétriques emballant des blocs exotiques de taille décimétrique à décamétrique. Parmi ceux-ci prédominent les psammites et quartzites de l'Ordovicien, bien que les calcaires roux à Crinoïdes, les phtanites à Graptolites siluriens et des argilites probablement dévonniennes, soient aussi représentés. Ces blocs sont toujours plus violemment déformés (plissés et fracturés) que la matrice, pourtant moins compétente, qui les emballe. Le volume du matériel exotique ne doit pas dépasser quelques pour-cent du volume total et les plus grands éléments (environ 200 m) sont nettement allongés dans le plan de la stratification.

Nous sommes tentés de voir dans cette formation l'équivalent d'un «Wildflysch» ou «schistes à blocs», peut-être constitué lors des phases précédant la mise en place des nappes. Cette époque doit donc correspondre à la limite Viséen/Namurien, âge probable de la Formation du Tizi-n-Outfi, déduit de son encadrement stratigraphique.

#### 6d. Formation du Jbel Abberonech

(= Grès à plantes, ROCH 1939)

(= Grès et psammites roux à plantes, LÉVÈQUE 1961)

(= ? Flysch de Kharrouba, HUVELIN 1977)

Des grès micacés roussâtres (tractionnites) à figures de courant (slumps et flute cast) et interbancs pélitiques constituent la formation la plus jeune de la zone du Tizi-n-Outfi. Ils débutent par des quartzites associés à un conglomérat à galets de quartzite, phtanites, calcaires de la Tassawt et calcaires fétides à entroques. ROCH (1939) y avait déjà observé des vestiges de végétaux: *Asterocalamites gr. scrobilatus* et rachis de *Sphenophyllum* (détermination P. Bertrand). Il plaçait donc cette formation dans le Viséen terminal. On sait que ces plantes sont abondantes au Maroc au Viséen supérieur mais subsistent encore au Namurien (DANZE-CORSIN 1961).

Cette formation n'apparaît que dans un synclinal déversé au sud et tronqué par la faille du Rat (fig. 2). La limite supérieure de cette formation n'est pas connue.

La Formation du Flysch de Kharrouba décrite par HUVELIN dans le massif des Jebilets est très ressemblante. En plus d'une flore similaire, cet auteur y a trouvé des Goniatites du Viséen supérieur.

#### 6e. Formation d'Iguer-n-Igherm

Dans la partie amont de son cours l'Assif-n-Ghasf coule dans une formation chaotique que l'on observe bien au sud du douar d'Iguer-n-Igherm en remontant le

chemin venant du Jbel Abberonech. Cette unité n'est visible qu'au front sud des termes allochtones. Des éléments métriques à hectométriques sont accumulés sans ordre apparent. Ils présentent une forme grossièrement lenticulaire. Les éléments les plus compétents sont violemment plissés et fracturés, les plus tendres intensément laminés. La nature et l'âge de la plupart d'entre eux sont identifiables: psammites et quartzites ordovicien, phtanites et *shales* à Graptolites du Silurien, silts en plaquettes du Dévonien. L'absence de matrice apparente distingue clairement la Formation d'Iguer-n-Igherm de celle du Tizi-n-Outfi.

Au niveau d'Iguer-n-Igherm plusieurs de ces blocs dépassent le kilomètre dans leur plus grande dimension. Ils sont constitués de psammites ordoviciennes au toit desquelles les phtanites siluriens et parfois les calcaires et *siltstones* dévoiens sont encore associés. Cette formation chaotique repose sur un substratum plissé d'âge ordovicien à viséen (?), elle est recouverte par des terrains allochtones ordoviciens à dévoiens moyens. Nous l'interprétons comme un «mélange» ou olistostrome. L'unité des Skhirat que SOUGY (1976) considère comme «une nappe de couverture servant de sole à des nappes plus indurées» rappelle par ses caractères pétrographiques la formation d'Iguer-n-Igherm.

### b) Tectonique

Des faisceaux de failles E-W découpent la boutonnière d'Aït-Tamlil en quatre zones structuralement homogènes (fig. 2).

La zone d'Ibouroudene occupe l'extrême sud de la boutonnière. Les formations rapportées au «Précambrien III» et au Paléozoïque inférieur ne sont affectées que de légères ondulations à grand rayon de courbure. Elles reposent en discordance majeure sur le «Précambrien II» subvertical mais plissoté. Tous ces caractères rattachent la zone d'Ibouroudene à la boutonnière de Skoura (fig. 1).

La faille d'Ibouroudene limite cette zone au nord. Elle est jalonnée par des pincées lenticulaires hectométriques de grès rouges du Permo-Trias, comme au sud-ouest d'Ibouroudene (fig. 2). Ceci implique que cette faille a rejoué plusieurs fois et dans des sens opposés, selon le mécanisme imaginé par PROUST (1962).

La zone d'Aït-Tamlil se caractérise par une succession de plis aigus, droits, d'orientation moyenne N 105°, affectant l'Ordovicien, le Silurien et le Dévonien. À l'est d'Aït-Tamlil les Calcaires de la Tassawt soulignent, en surface structurale, un anticlinal à cœur ordovicien d'axe N 134° plongeant de 20° vers le nord-ouest. Les calcaires réapparaissent le long de la Tassawt sous forme d'un surprenant empilement de plis aigus droits à plongement axial moyen nord-ouest. Ce type de plis qui marque une profonde disharmonie, est particulier aux Calcaires de la Tassawt et ne s'observe jamais dans les autres niveaux stratigraphiques.

Le faisceau de failles d'Aït-Tamlil est jalonné, près du village, par des écailles verticales de Calcaires de la Tassawt violemment plissés et, plus à l'ouest, par des lambeaux ordoviciens et siluriens (HUVELIN 1970). Ces accidents convergent en une seule faille qui affecte le Permo-Trias.

Dans la zone du Tizi-n-Outfi n'apparaissent que les puissantes formations flyschoides du Carbonifère. La Formation du Jbel Imgant présente un pendage

général nord ( $45^\circ$  à  $90^\circ$ ). A proximité de la faille d'Aït-Tamlil elle est marquée par une schistosité de caractères intermédiaires entre flux et fracture, orientée N $73^\circ$  pendage  $54^\circ$ N. Son intersection avec la stratification plonge modérément à l'ouest. Plusieurs générations de plis dissymétriques déforment cette schistosité.

La Formation du Tizi-n-Outfi recouvre celle du Jbel Imgant. La nature stratigraphique de leur contact est établi par: le parallélisme de leurs strates; la similitude entre la nature des interbancs de l'une avec la matrice de l'autre; le passage progressif de l'une à l'autre comme en témoigne le niveau de schiste à blocs d'Aït-Chraa (cf. 6b). Les deux formations forment un synclinal déversé au sud, à cœur de grès à plantes, que traverse la piste.

La *faille du Rat*, E-W, bien visible près de la piste (coord. 353,5/106,2) tronque le synclinal de grès à plantes. Les écailles de grès quartzitiques qui la soulignent vers l'ouest proviennent vraisemblablement de la base de cette formation, ce qui impliquerait un mouvement décrochant sénestre kilométrique. Son extension orientale, au flanc sud du Jbel Rat, met en contact le Paléozoïque avec, successivement, les grès, les argiles puis les basaltes du Permo-Trias<sup>2)</sup>.

La *zone d'Iguelouane* est plus complexe que les précédentes. Un anticlinal à cœur ordovicien, déjeté au SSW (axe N $110^\circ$ ), occupe la partie occidentale de cette zone. Il est coupé au sud par la faille du Rat. Au nord s'étend la Formation d'Iguelouane dont les structures anticlinales et synclinales sont bien visibles grâce à une double barre de grès. Ces structures disparaissent au sud-est sous la Formation chaotique d'Iguer-n-Igherm<sup>3)</sup>. Le tout est recouvert au nord-est par un ensemble d'écailles à matériel principalement ordovicien: la nappe d'Aït-Tamlil.

La *nappe d'Aït-Tamlil*. Avant de pénétrer dans le synclinal liasique des Aït-Tiouline, l'Assif-n-Wandighs traverse sur 4,5 km des psammites en position presque monoclinale (N $120^\circ$ , pendage N $60^\circ$  moyen). Cette puissance est imputable à des répétitions tectoniques dont la quadruple présence des quartzites ordoviciens et des phtanites siluriens est une preuve. Plus haut l'assif traverse une zone complexe où les schistes noirs à Graptolites, très écrasés, côtoient ici un banc de grès plissé, là une écaille de *siltstones* verts et noirs du Dévonien probable. Au delà, un synclinal se développe dans les formations d'Iguelouane et d'Aït-Tamlil spectaculairement chevauché par une écaille de psammites ordoviciennes. Cet ensemble est scellé par les grès du Permo-Trias. Au sud de ce synclinal la série stratigraphique est complète jusqu'au niveau des psammites. Celles-ci forment une crête cassée en deux tronçons dont le plus occidental chevauche l'autre d'une centaine de mètres. Dans ce plan de contact (coord. 364,5/106,0), les calcaires de la Tassawt de l'écaille inférieure sont affectés de plis dissymétriques en Z (direction N $22^\circ$ , plongement N $70^\circ$ ). A la base de cette écaille les strates sont coupées obliquement par un accident presque horizontal et reposent anormalement sur la Formation chaotique d'Iguer-n-Igherm.

<sup>2)</sup> CHOUBERT et FAURE-MURET (1960-1962), n'observant pas cette faille, considéraient les termes supérieurs du Permo-Trias comme transgressifs tantôt sur les grès du Permo-Trias inférieur, tantôt sur le Paléozoïque.

<sup>3)</sup> Les travaux ultérieurs ont permis de retrouver la formation chaotique dans la partie occidentale de la zone d'Iguelouane, ce qui implique l'allochtonie des terrains sus-jacents.

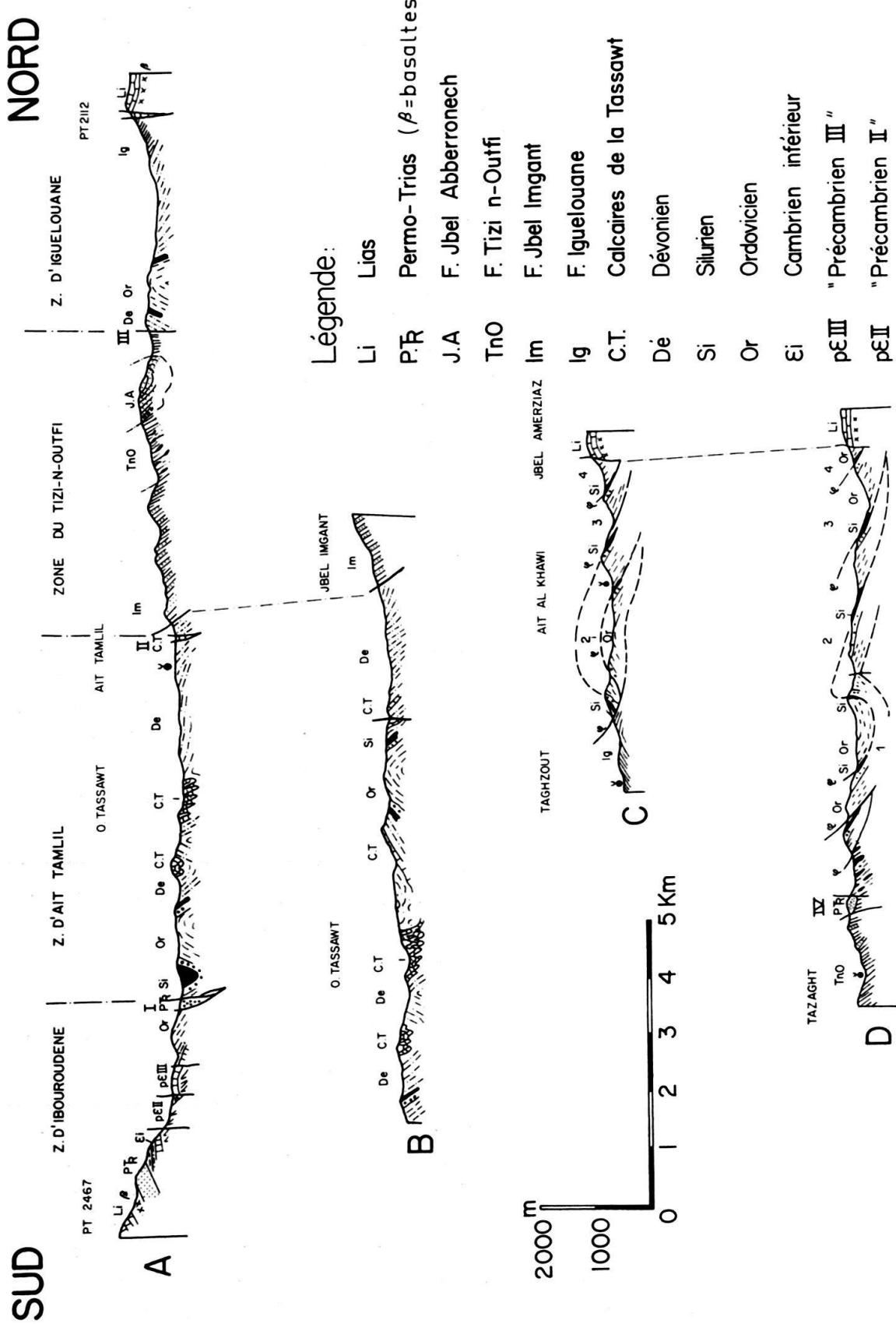


Fig. 4. Profils géologiques (situation et symboles: cf. fig. 2).

Ce contact peut être discret mais il est souvent souligné par des morceaux de *siltstones* verts et de calcaires de la Tassawt. Vers l'ouest ce plan tronque le synclinal décrit plus haut. Les formations ordoviciennes se poursuivent en un anticlinal au nord de cette dernière structure, que les quartzites sommitaux soulignent bien. Dans le cœur éventré de cet anticlinal apparaît une deuxième épaisseur de psammites ordoviciennes, également ployée en anticlinal. Le contact entre ces deux écailles, jalonné là aussi de lambeaux silurien et dévonien, demeure subparallèle aux quartzites dont il suit la courbure. Venant de l'ouest, une double barre de grès de la Formation d'Iguelouane est nettement coupée par la base des écailles. Le plan de contact majeur présente des ondulations mais leur amplitude est inférieure à celle des plis des formations sus-jacentes et sous-jacentes.

La zone d'Iguelouane se prolonge vers l'est, sous le «pont» permien et mésozoïque du Jbel Rat, dans les Aït-Mallal (fig. 1). Cette partie de la boutonnière montre tout aussi clairement la répétition des écailles à matériel ordovicien, séparées par des niveaux dilacérés de schistes noirs à Graptolites. Les écailles ont une direction moyenne N 120° et plongent au NNE. ROCH (1939) et LÉVÈQUE (1961) figuraient chacun une coupe méridienne de ce secteur, le long de l'Assif-n-Ghougoult. Les Graptolites des trois niveaux successifs de schistes siluriens récoltés par ROCH indiquaient, curieusement, le Llandovery moyen et supérieur à la base, le Taranon puis le Wenlock supérieur. Ces faits l'amenaient logiquement à interpréter le tout comme une épaisse série monoclinale silurienne de 1200 à 1500 m de puissance. LÉVÈQUE conclut que la répartition stratigraphique des Graptolites présente des anomalies dans cette région. S. Willefert a redéterminé les échantillons ramenés par ROCH. Le gisement de base est attribué au Llandovery inférieur (Rhuddanian) et au Taranon (Telycien), le gisement intermédiaire au Ludlov inférieur, tandis que le sommet lui indique le Llandovery moyen (Idwien), le Taranon et le Wenlock inférieur (Sheinwoodien). Cette répartition montre bien que la formation est répétée et sépare des écailles dont la base n'a pas été reconnue dans les Aït-Mallal. La totalité de cette boutonnière est donc formée de terrains allochtones.

La *boutonnière de l'Assif-n-Tighli* est trop exiguë pour apporter des éléments complémentaires, toutefois il nous semble y voir également des contacts anormaux (fig. 3 B).

### 3. Conclusions

#### a) *Conclusions régionales*

Ces observations nous ont permis de distinguer deux domaines au sein de la boutonnière: au sud un domaine stable, subtabulaire, affecté de failles, à matériel précambrien et cambrien (zone d'Ibouroudene) devant représenter l'extrême nord de la zone stable de la boutonnière de Skoura; au nord, un domaine orogénique. Dans ce dernier, on reconnaît une série autochtone, d'âge ordovicien à carbonifère, affectée de plis droits ou déversés vers le sud (direction des axes WNW-ESE) recouverte avec troncature sommitale par un empilement d'écailles, constituées principalement par des grès ordoviciens, dont l'ensemble forme une nappe de dimension au minimum décakilométrique. Le «front» actuel de la nappe montre un rabotage basal.

Après une sédimentation presque continue depuis le Cambrien jusqu'au Carbo-nifère inférieur, on peut déduire localement la succession suivante des déformations:

1. Premiers mouvements alimentant les schistes à blocs (Viséen supérieur).
2. Phase de plissements anté-nappe (axe WNW-ESE).
3. Mise en place de la nappe.
4. Phase de plissements post-nappe (axe E-W).
5. Décrochements (E-W).
6. Erosion jusqu'au stade «pénéplaine».
7. Dépôt localisé à des dépressions de grès, parfois charbonneux (Stéphanien).
8. Phase de plissement modéré.
9. Dépôt généralisé des grès rouges permo-triasiques.

*L'origine de la nappe d'Aït-Tamlil* doit être recherchée vers le nord. La présence d'une série paléozoïque avec un Viséen néritique au sud dans la boutonnière de Skoura (ROCH 1939) élimine cette région comme origine possible de la nappe. Une origine encore plus méridionale paraît improbable. L'empilement des écailles l'une sur l'autre du nord vers le sud indique intuitivement que celles-ci proviennent du secteur nord.

*Age de la mise en place de la nappe.* La nappe repose soit sur la formation d'Iguelouane, soit sur celle d'Iguer-n-Igherm, toutes les deux mal datées, mais certainement plus jeunes que le Dévonien moyen. La mise en place doit également être postérieure au dépôt de flysch le plus jeune, donc *post-Viséen terminal*.

*Le mode de mise en place de la nappe:* Par sa géométrie et la nature de ses éléments, cette nappe se rapproche de celle des Jebilets orientales (HUVÉLIN 1967, 1977). Comme dans cette région il s'agirait d'une nappe de glissement annoncée par un wildflysch et précédée ou accompagnée par un mélange (olistostrome) qui en constitue la semelle.

#### b) Conclusions générales

*L'accident du Tizi-n-Test* est un des traits majeurs de l'Atlas occidental, on en perd la trace peu avant la boutonnière d'Aït-Tamlil. MATTAUER et al. (1972) y voyaient un décrochement tardif-hercynien dextre de 200 km de rejet. Ils pensaient reconnaître une continuation sur le continent nord-américain, bien que 1000 km devaient séparer les deux ensembles avant l'ouverture de l'Atlantique. PETIT, PROUST & TAPPONNIER (1975) réduisent déjà à 100 km le rejet latéral de l'accident du Tizi-n-Test.

Les études de terrains (cartographie et microtectonique) ultérieures de PETIT (1976) et PROUST, PETIT & TAPPONNIER (1977) confirment l'existence d'une zone de décrochement dextre hercynien et tardif-hercynien, qui a rejoué entre le Permien et, probablement, le Crétacé, en décrochement sénestre de 10 km de rejet. Le jeu hercynien est, selon ces auteurs, délicat à estimer et n'excède pas 50 km. Le trait le plus marquant de cet accident est de séparer entre le 8e et le 9e méridien, le Paléozoïque subtabulaire du sud, du Paléozoïque plissé, parfois schistosé ou métamorphisé du nord.

Le schéma tectonique de PETIT (1976) montre que la zone du Tizi-n-Test se dirige vers la boutonnière d'Aït-Tamlil qu'elle doit traverser. En tant que limite

entre domaines stable et orogénique, il est logique de vouloir la raccorder à la faille d'Ibouroudene qui s'aligne bien sur l'accident du Tizi-n-Test. Les lentilles de grès permo-triasiques jalonnant cette faille indiquent que celle-ci a aussi eu un jeu complexe, à l'époque tardi-hercynienne et «atlasique». Mais à l'est de la boutonnière déjà cette faille se raccorde à l'Accident nord-atlasique de ROCH (1939).

Si on place *la nappe d'Aït-Tamlil dans le contexte hercynien nord-africain* (fig. 1), on constate que les nappes de glissement de la Meseta (ALLARY et al. 1972), des Jebilets et du Haut Atlas peuvent se raccorder et former un arc. Si l'on ajoute à ces nappes de glissements, d'une part les olistostromes dinantiens et d'autre part les écailles de grès ordoviciens séparées par des shales siluriens dont on ne connaît pas le substratum (nappe ?), on peut prolonger cet arc au NE comme à l'ESE. Se sont, dans un sens anti-horaire: les écailles des Traras, du sud-orannais (GONORD & ROLET 1976), les olistostromes et la nappe de glissement de la région d'Oujda (HUVELIN 1970), les écailles du massif du Tazekka (HOEPFFNER 1978), les nappes de la Meseta, des Jebilets et du Haut Atlas, l'olistostrome de Tinerhir (Hollard, comm. pers.), les écailles du Tamelet (DU DRESNAY 1964), l'olistostrome viséen de Ben Zireg au NE de Bechar (PAREYN 1961) et les nappes post-namuriennes du même secteur (BALL et al. 1975).

Les directions de déplacement indiquées par les divers auteurs et par l'inclinaison des plans de chevauchement des écailles se font toujours vers l'extérieur de l'arc. Les rares affleurements paléozoïques à l'intérieur de cet arc sont les boutonnières de Mougueur et Midelt. Ils sont constitués par des sédiments présumés précambriens et cambriens métamorphisés durant l'orogenèse hercynienne (*Midelt Schist belt* de MICHAUD & PIQUÉ 1979). Il s'agit peut-être des témoins de la chaîne hercynienne s.s. entourée de bassins où se déposent durant le Dinantien des flyschs et dans lesquels glissent au Viséo-namurien olistostromes et nappes. Ces bassins intracontinentaux étaient bordés au NW par le péricraton de la Meseta côtière et au sud par le craton africain dont la limite septentrionale est imprécise. Un rapprochement progressif de ces deux blocs aurait provoqué le plissement de la chaîne centrale et son soulèvement, permettant ainsi le glissement de sa couverture, de part et d'autre, dans les bassins de flysch.

Ceci n'est qu'un premier schéma et sans doute la solution est-elle aussi complexe que celle d'un problème curieusement similaire: l'arc de Gibraltar et ses nappes de glissement.

#### Remerciements

Les auteurs ont bénéficié de nombreuses discussions avec leurs collègues ainsi que de déterminations paléontologiques. Ils remercient en particulier Mlle S. Willefert et MM. Y. Cailleux, R. Conil, J. Destombes, H. Hollard, P. Huvelin, A. Izard, J. Sougy et J.-C. Vidal, ainsi que M. M. Bensaïd, chef de la Division de la Géologie Générale, qui a encouragé la publication de ces résultats.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALLARY, A., ANDRIEUX, J., LAVENU, A., & RIBEYROLLES, M. (1972): *Les nappes hercyniennes de la Meseta sud-orientale (Maroc central)*. - C.R. Acad. Sci. (Paris) (D) 274, 2284-2287.  
 BALL, E., FABRE, J., GUELLAL, S., MÉGARD, F., & MOUSSINE-POUCHKINE, A. (1975): *Sur la présence de cisaillements plats d'âge hercynien dans le carbonifère de Béchar (Algérie)*. - C.R. Acad. Sci. (Paris) (D) 280, 2721-2724.

- CHOUBERT, G., & FAURE-MURET, A. (1962): *Evolution du domaine atlasique marocain depuis les temps paléozoïques*. - Mém. (h.s.) Soc. géol. France (1960), 447-527.
- DANZE-CORSIN, P. (1961): *Note sur une flore du Carbonifère inférieur de l'Oued Korifla (région sud de Rabat)*. - Notes Mém. Serv. géol. Maroc 20/152, 81-125.
- DESTOMBES, J. (1971): *L'Ordovicien au Maroc. Essai de synthèse stratigraphique* (Colloq. Ordovicien-Silurien, Brest). - Mém. Bur. Rech. géol. min. 73, 237-263.
- DRESNAY, R. DU (1964): *Carte géologique du Haut-Atlas oriental au 1/200000*. - Notes Mém. Serv. géol. Maroc 158.
- GENTIL, L. (1905): *Sur la présence de schistes à Graptolites dans le Haut Atlas marocain*. - C.R. Acad. Sci. (Paris) 140/25, 1659-1660.
- GONORD, H., & ROLET, J. (1976): *Sur l'importance de la tectonique hercynienne en écaillage - aux différentes échelles - dans la structure des Traras (région d'Honaïne-Algérie occidentale)*. - 4e Réun. annu. Sci. Terre (Paris), Soc. Géol. France Ed., p. 204.
- HOEPFFNER, C. (1978): *Le massif paléozoïque du Tazekka (Maroc); analyse des déformations liées à un linéament tectonique*. - Bull. Sci. Géol. (Strasbourg) 31/1, 33-44.
- HUVELIN, P. (1967): *Nappe de glissement précoce hercynienne dans les Jebilets (Maroc)*. - C.R. Acad. Sci. (Paris) (D) 265, 1039-1042.
- HUVELIN, P. (1970): *Chevauchement et écaillages précoces des terrains anté-viséens dans le domaine atlasique (Maroc)*. C.R. Acad. Sci. (Paris) (D) 270, 2760-2763.
- (1977): *Etude géologique et gitotogique du Massif hercynien des Jebilets (Maroc occidental)*. Notes Mém. Serv. géol. Maroc 232<sup>bis</sup>, 1-307.
- KONING, G. DE (1957): *Géologie des Ida ou Zal (Maroc)* (p. 1-210). - Eduard Ijdo N.V. (Leyde).
- LAVILLE, E. (1975): *Tectonique et microtectonique d'une partie du versant sud du Haut Atlas marocain (Boutonnière de Skoura, nappe de Toundout)*. - Thèse Univ. Montpellier (inéd.).
- LÉVÈQUE, P. (1961): *Contribution à l'étude géologique et hydrologique de l'Atlas de Demnat (Maroc)*. - Thèse Sci. Paris (inéd.).
- MATTAUER, M., PROUST, F., & TAPPONNIER, P. (1972): *Major strike-slip fault of late hercynian age in Morocco*. - Nature (New York) 237, 161-162.
- MICHARD, A. (1976): *Eléments de géologie marocaine*. - Notes Mém. Serv. géol. Maroc 252, 1-408.
- MICHARD, A., & PIQUÉ, A. (1979): *The Variscan belt in Morocco: structure and developmental model*. In: *The Caledonides in the USA*. - IGCP, Geol. Newslett., 317-322.
- PAREYN, CL. (1961): *Les massifs carbonifères du Sahara sud-orannais*. - Publ. centre Rech. Sahariennes (Paris) Sér. 1/1, 1-325.
- PETIT, J. P. (1976): *La zone de décrochement du Tizi-n-Test (Maroc) et son fonctionnement depuis le Carbonifère*. - Thèse Univ. Montpellier (inéd.).
- PETIT, J. P., PROUST, F., & TAPPONNIER, P. (1975): *Sens et grandeur des rejets et axes de déformation dans la zone de décrochement du Tizi-n-Test (Maroc) depuis le Carbonifère*. - 3<sup>e</sup> Réun. annu. Sci. Terre Montpellier.
- PROUST, F. (1962): *Tectonique de socle par failles inverses en liaison avec d'anciennes failles normales, dans le Haut Atlas (Maroc)*. - C.R. somm. Soc. géol. France 1, 9-11.
- PROUST, F., PETIT, J. P., & TAPPONNIER, P. (1977): *L'accident du Tizi-n-Test et le rôle de décrochements dans la tectonique du Haut Atlas occidental (Maroc)*. - Bull. Soc. géol. France 19/3, 541-551.
- ROCH, E. (1939): *Descriptions géologiques des montagnes de l'Est de Marrakech*. - Notes Mém. Serv. Mines Carte géol. Maroc 51, 1-438.
- SOUGY, J. (1976): *Existence d'une importante tectonique tangentielle avec nappes repliées, dans les Jebilets occidentales et centrales (Meseta marocaine hercynienne)*. - Trav. Lab. Sci. Terre, St-Jérôme, Marseille 12, 1-41.