

## UN OU DES BASSIN(S) TETHYSIEN(S) VARDARIEN(S) AU MESOZOIQUE ?

J. Ferriere' et A. Stais'

### RÉSUMÉ

Le problème de la nature de la Téthys vardarienne au Mésozoïque (Trias-Jurassique principalement) est abordé. Cette réflexion rendue nécessaire par les nouvelles interprétations relatives au Païkon [Godfriaux et Ricou, 1991; Godfriaux et al., 1994] s'appuie sur les études que nous avons menées depuis quelques années sur les séries d'Almopias et de Péonias.

Les observations effectuées montrent que le Serbo-Macédonien et le Pélagonien étaient séparés avant l'obduction par des zones plus profondes (ex.: ophiolites étroitement associées à des séries de marge dans Péonias...).

Les résultats obtenus sont compatibles avec l'hypothèse d'un Bassin Téthysien Vardarien Unique (B.T.V.U.) au Trias-Dogger puisque les séries de la marge péonienne ont une histoire anté-Rift (Permien-Anisien), syn-Rift (dès le Ladinien) et post-Rift (Jurassique) comparable à celle de la marge pélagonienne la mieux connue (Maliaque). Les radiolarites du Trias supérieur d'Almopias représenteraient un faciès profond de ce bassin.

A partir de cette possibilité (B.T.V.U. au Trias-Dogger) il est possible d'envisager diverses évolutions permettant d'expliquer l'absence d'ophiolites au Malm dans la série du Païkon. En revanche, cette hypothèse initiale ne permet pas de conclure véritablement le débat concernant la position tectonique tertiaire du Païkon (fenêtre ou non ? position du front de nappe ?). Les modifications dues aux obductions du Malm sont en effet d'importance.

Une hypothèse d'évolution illustrant les problèmes posés et les solutions retenues ou envisageables est détaillée (fig. 3, 4 et 5).

### ABSTRACT

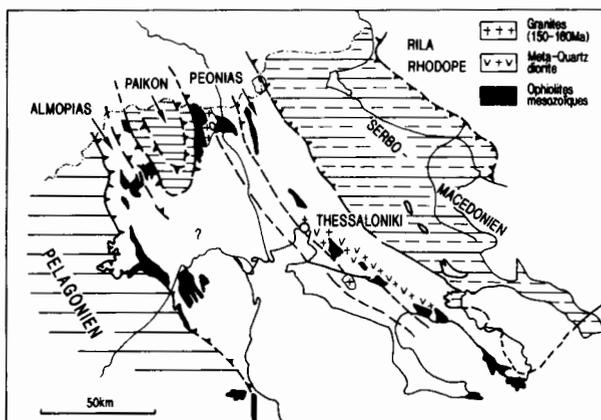
The recent hypothesis on the Païkon massif appearing as a tectonic window under a Tertiary nappe lead us to reconsider the question of the Mesozoic-Tethysian basins in the Vardar area.

Our new stratigraphical and petrographical data concerning Almopias and Peonias series are in good agreement with the hypothesis of a main single tethysian Basin in the Vardar area during Triassic - Dogger times.

An evolutionary model of this Basin after the Dogger is also proposed, and the problem of the paleogeographic location of the Païkon briefly discussed in relation to this single Basin. The tectonic contact between the Eastern and Western Almopias Units could be the front of a thrust sheet moving westward above the Païkon during the Tertiary times.

## I. INTRODUCTION

Les nouvelles données (fig. 1 et 2) acquises sur les séries vardariennes d'Almopias et de Péonias [Staïs et al., 1990 ; Staïs et Ferrière, 1991 et 1994] permettent de poser le problème de l'existence et de la nature de la Téthys vardarienne, notamment avant le Crétacé supérieur. Ce problème, souvent abordé dans des reconstitutions synthétiques [cf. Dercourt et al., 1985, par exemple], n'a été que peu discuté au niveau des séries elles-mêmes, faute de données précises. Nos études récentes permettent d'avancer quelque peu dans cette analyse.



**Fig. 1:** Situation des principaux ensembles vardariens [d'après Jacobshagen, 1986 modifié].

La probable existence d'une fenêtre du Païkon [Godfriaux et Ricou, 1991; Bonneau et al., 1994] conduit en outre à s'interroger sur le nombre de bassins majeurs présents dans ce secteur. Cette interrogation nécessite de distinguer différentes périodes au cours du Mésozoïque puisque des événements tectoniques importants se produisent au Jurassique supérieur et probablement aussi au Crétacé inférieur.

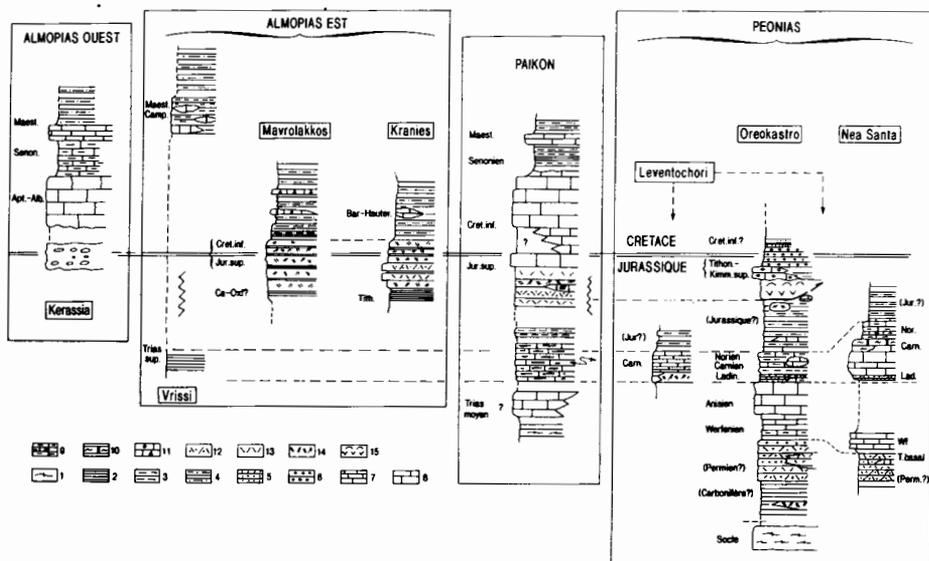
## II. LA PRESENCE DE BASSINS PROFONDS ENTRE PELAGONIEN ET SERBO-MACEDONIEN EST-ELLE CERTAINE AU MESOZOIQUE ?

Dans la mesure où certains auteurs considèrent que l'ensemble, ou l'essentiel, des Ophiolites helléniques provient de bassins situés à l'Ouest du Pélagonien [Dercourt, 1970 ; Smith et al., 1975 ; Vergely, 1984; Robertson et al., 1991] ou bien encore à l'Est du Serbo-Macédonien [Michard, 1992], la question de l'existence même d'un bassin situé entre Pélagonien et Serbo-Macédonien au Mésozoïque mérite d'être posée. Cela est d'autant plus nécessaire que le Païkon est probablement en fenêtre [Godfriaux et Ricou, 1991] et que, par conséquent, les -ou certaines des- unités situées de part et d'autre de celui-ci (celles d'Almopias et de Péonias) peuvent être largement allochtones.

Dans les secteurs d'Almopias et de Péonias des sédiments du Trias, du Jurassique et du Crétacé caractéristiques de bassins assez profonds (ex. : radiolarites dans Almopias Est) sont présents. Par ailleurs, l'existence de séries de transition (marges) entre hauts-fonds et bassins profonds d'âge Crétacé (actuellement entre Pélagonien et Almopias) ou d'âge Trias-Jurassique (à la limite entre Serbo-Macédonien et Péonias) n'est certainement

pas un hasard. Elle plaide en faveur de la présence de tels bassins au Mésozoïque entre les deux hauts fonds signalés, à savoir le Serbo-Macédonien à l'Est et le Pélagonien à l'Ouest.

Certains de ces bassins devaient même posséder une croûte océanique puisque de véritables ophiolites sont connues dans les unités almoipiennes



**Fig. 2:** Principales colonnes lithologiques significatives du domaine vardarien. Nos études ont porté sur les séries de Péonias et d'Almopias Est. Païkon d'après Mercier (1966) et Sharp et Robertson (1992). Légende : 1 : socle hercynien ; 2 : lydiennes paléozoïques (Oréokastro) ou radiolarites mésozoïques ; 3 : pélites ou schistes ; 4 : formations de type flysch ; 5 : grès ; 6 : conglomérats ; 7 : calcaires en bancs peu épais ; 8 : calcaires massifs de plateforme ; 9 : calcaires argileux parfois métamorphiques (Païkon) ; 10 : Ammonitico roso ; 11 : calcaires conglomératiques (points) ou microbréchiques (triangles) ; 12 : volcanosédimentaire acide ; 13 : laves acides ; 14 : laves basiques ; 15 : ensembles ophiolitiques.

et péoniennes [Mercier, 1966] et que certains pillow-lavas ont des affinités de type MORB [Béchon, 1981 ; Asveta et Dimitriadis, 1992]. Des indices de proximité immédiate (métamorphisme à Andalousite dans des séries de Péonias au contact des ophiolites [Rémy, 1984]) sont d'ailleurs visibles entre les séries de bassin et les ophiolites.

La présence au Mésozoïque de bassins profonds à croûte océanique dans le secteur vardarien entre Serbo-Macédonien et Pélagonien étant quasi-certaine, nous nous interrogerons sur leur nombre et leur nature en distinguant les différentes périodes séparées par des phases tectoniques importantes et donc caractérisées par des paléogéographies différentes.

### III. LA PERIODE TRIAS-JURASSIQUE MOYEN : UN BASSIN TETHYSIEN VARDARIEN UNIQUE (?)

#### A. UN BASSIN UNIQUE EST-IL POSSIBLE A CETTE EPOQUE ?

Dans la mesure où les séries de bassin présentes dans les domaines de Péonias et d'Almopias ne sont séparées que par l'ensemble du Païkon très

probablement en fenêtre (op. cit.), cette question est pertinente. Un tel bassin unique aurait pour marge les séries de Péonias, à l'Est, et la marge (Maliaque ?), du Pélagonien à l'Ouest. Les séries anté-Malm p.p. d'Almopias (radiolarites triasiques de Vrissi par exemple [Staïs et Ferrière, 1991] constitueraient des faciès profonds de ce bassin.

1. Certaines conditions doivent être réunies pour qu'il soit possible d'envisager une telle paléogéographie avec un bassin unique au Trias-Dogger (fig. 3).

a. Les deux marges de l'éventuel bassin unique doivent se différencier (rifting) à la même époque. Cette condition est réalisée puisque si le Pélagonien et sa marge la mieux connue (le Maliaque) subissent un rifting au Ladinien, nous avons pu prouver qu'il en était de même des séries péoniennes les mieux connues (Ladinien pour Oréokastro ; Ladinien-Carnien pour Néa Santa) [Staïs et Ferrière, 1991, 1994].

b. Les formations antérieures à la différenciation du bassin (anté-rift) qui constituent la base des séries de marge de ce bassin doivent être comparables. C'est le cas des séries du Permien - Trias basal (cf. Verrucano) et surtout du Werfeno-Anisien carbonaté connus dans les séries de Péonias et dans les séries pélagono-maliaques [Ferrière, 1982].

c. Les deux marges doivent être caractérisées par des séries post-rift de même âge. Les séries maliaques jugées représentatives des marges du Pélagonien (marge orientale ?) évoluent de la même façon que les séries de Péonias, à savoir que des formations homogènes (Post-Rift ?) envahissent les deux marges à partir du Norien-Rhétien.

Des différences s'observent cependant entre les deux ensembles de séries puisque dans le cas des séries péoniennes, ces formations Post-Rift sont surtout silico-clastiques alors qu'elles sont calcarénitiques dans l'autre cas. Cela s'explique facilement si l'on admet que l'alimentation se fait à partir du Serbo-macédonien dans le cas de Péonias et à partir de la plate-forme carbonatée pélagonienne pour les séries maliaques. D'ailleurs les séries maliaques les plus distales montrent elles-aussi, comme celles de Péonias, des pélites à partir du Norien supérieur.

2. Si les conditions nécessaires pour l'existence d'un tel bassin unique (cf. l'évolution des deux marges possibles de ce bassin) sont réalisées, certains problèmes ne sont pas encore totalement résolus. Ces problèmes concernent principalement l'interprétation du Païkon : fenêtre ou non ? ; position du front de l'allochtone éventuel ? Certains détails doivent aussi trouver une explication, par exemple la présence d'un métamorphisme thermique au contact des ophiolites d'Oréokastro (Péonias), ou l'absence d'ophiolites dans la série du Païkon.

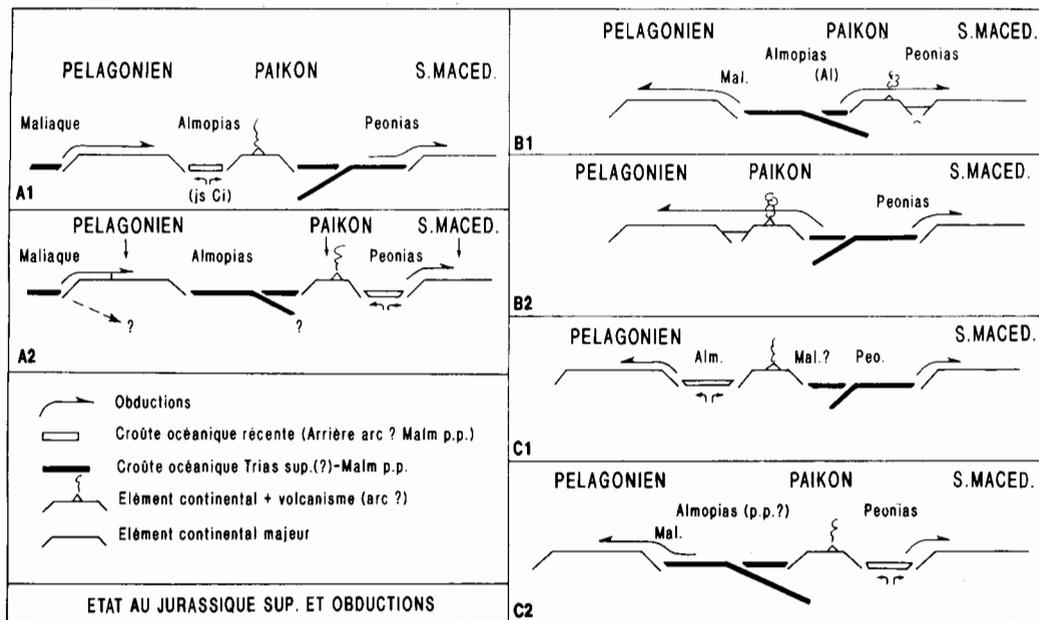
## **B. SIGNIFICATION DE LA SÉRIE DU PAÏKON AU TRIAS - JURASSIQUE MOYEN DANS L'HYPOTHÈSE D'UN BASSIN TETHYSIEN VARDARIEN UNIQUE**

Pour Mercier (1966) la série du Païkon représentait, au Mésozoïque, une série de haut-fond séparant les bassins d'Almopias, d'âge (Malm-)Crétacé, et de Péonias, d'âge Dogger-Malm. La réapparition possible de ces séries en fenêtre tectonique [Godfriaux et Ricou, 1991; Bonneau et al., 1994] donne une crédibilité à l'hypothèse d'un bassin vardarien téthysien unique au Trias-Dogger.

Si certains auteurs [Sharp et Robertson, 1992] considèrent qu'il s'agit non pas d'une fenêtre mais de chevauchements à vergence opposée, l'existence d'une double superposition anormale [Bonneau et al., 1994] plaide

incontestablement en faveur de l'hypothèse d'une réapparition en fenêtre sous un allochtone complexe.

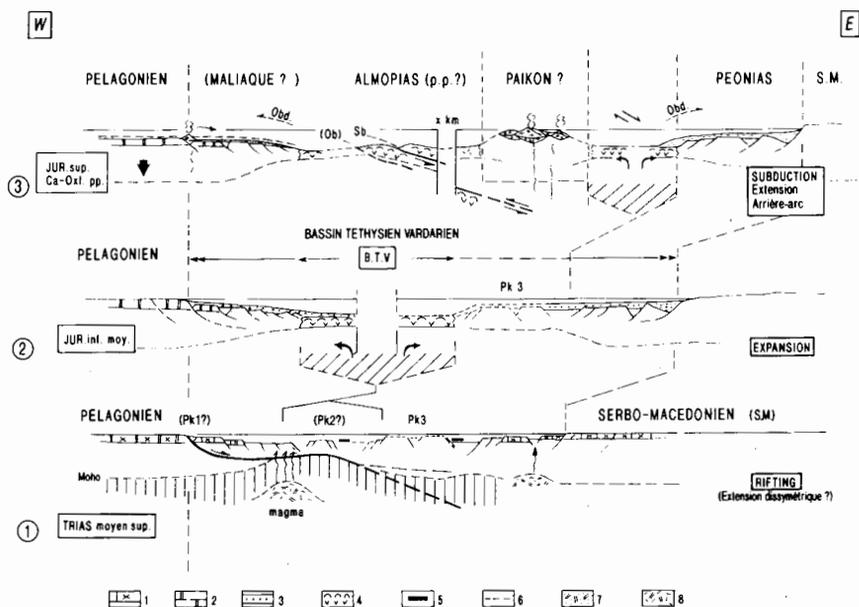
Admettre l'hypothèse d'une fenêtre ne signifie pas que tous les problèmes soient résolus quant à la reconstitution paléogéographique de ce secteur. Il faut en effet replacer cette série du Païkon dans son contexte de zones internes (discordance du Crétacé supérieur) tout en expliquant l'absence d'ophiolites dans cette même série (fig. 3 et 4).



**Fig. 3:** Principales hypothèses concernant les bassins vardariens au Malm en postulant un bassin Téthysien océanique unique au Trias-Dogger. Les hypothèses de type A impliquent des obductions d'Ouest en Est sur le Pélagonien. Dans le cas d'obduction d'Est en Ouest sur le Pélagonien (B et C), les hypothèses de type C expliquent simplement l'absence d'ophiolites sur le Païkon. Le métamorphisme au contact des ophiolites de Péonias et la nature des séries maliaques conduisent à retenir dans ce cas (obduction d'Est en Ouest sur le Pélagonien) l'hypothèse C2.

Bien que les auteurs [Mercier, 1966] aient insisté sur le caractère de haut-fond ("ride" du Païkon) de cette série, en raison de la présence de calcaires à Rudistes au Crétacé et de marbres massifs dans la base de la série, une autre interprétation peut être proposée pour la période Trias supérieur -Dogger.

Les marbres massifs du coeur du Païkon (base de la série de Gandatch) pourraient représenter le Werféno-anisien (Ladinien p.p.). Les calcschistes chloriteux et schistes associés (partie supérieure de la formation de Gandatch ; Mercier, 1966) indiqueraient un approfondissement au cours du temps au Trias moyen - Dogger, à l'image des formations syn et post-rift des séries maliaques ou de Péonias. De ce fait, la série anté-Jurassique supérieur du Païkon pourrait représenter non pas un haut-fond majeur mais une série de marge de bassin différencié vers le Trias moyen. Son évolution étant celle d'une série de zone interne (discordance du Crétacé supérieur),



**Fig. 4:** Détail de l'évolution du Bassin vardarien téthysien unique dans l'hypothèse C2 de la figure 3 (Trias-Jurassique anté-obduction). Légende : 1 et 2 : calcaires de plate-forme (1 : Trias moyen; 2 : Trias supérieur - Jurassique); 3 : formations détritiques siliceuses (points) ou calcarénites (triangles) post-rift; 4 : Croûte océanique; 5 : série de Vrissi à radiolarites du Trias supérieur (plusieurs solutions possibles); 6 : radiolarites supra-Pélagonien-Maliaque (Malm); 7 : magmas basiques; 8 : laves acides et basiques.

le plus simple serait de considérer qu'il s'agit d'une série ayant appartenu à l'une des marges du bassin téthysien vardarien, par exemple la marge orientale du bassin (fig. 3 et 4).

Comment alors expliquer l'absence d'ophiolites dans cette série au Malm ? - Envisager une érosion de ces ophiolites avant la transgression du Crétacé supérieur est peu crédible dans la mesure où il existe encore d'importantes formations volcano-sédimentaires datées du Jurassique supérieur dans cette série.

- Une deuxième solution consiste à admettre que cette série appartenait à l'une des marges du bassin n'ayant pas été affectée par une obduction s.l. au Malm. Cela semble très peu probable pour la marge de Péonias, les ophiolites de la série d'Oréokastro ayant été atteint par un métamorphisme lié aux ophiolites au Malm. S'agissant de la marge orientale de la zone pélagonienne, cela semble plus difficile à définir. Cependant beaucoup d'auteurs s'entendent pour admettre que des ophiolites se sont déplacées au Malm d'Almopias vers le Pélagonien, y compris des auteurs envisageant des déplacements d'Ouest en Est pour les ophiolites les plus externes [cf. Vergely, 1984 par exemple].

- La troisième solution qui nous paraît, actuellement, la plus envisageable, est de considérer que le secteur du Paikon a été séparé de sa marge initiale (la marge orientale dans notre hypothèse) au Malm par l'ouverture d'un bassin à croûte océanique (fig. 3 et 4).

De ce fait, les séries du Païkon se trouveraient à partir du Malm séparées des deux marges initiales du bassin par des croûtes océaniques, si bien que les obductions de ces dernières sur les marges considérées (à l'Est, sur les séries de Péonias ; à l'Ouest, sur les séries pélagoniennes et peut-être maliaques) épargneraient les séries du Païkon.

L'hypothèse d'une ouverture d'un néo-bassin à croûte océanique au Malm est confortée par la présence, à cette époque dans les séries du Païkon, d'un volcanisme acide et basique qui pourrait être de type arc et donc lié à une subduction [Mercier et al., 1975 ; Davis et al., 1988] ; le néo-bassin serait alors un bassin arrière-arc. Certains arguments (ex. : métamorphisme infra-ophiolitique dans Péonias) conduisent plutôt à placer ce néo-bassin en position péonienne (fig. 3 C2 et fig. 4) plutôt qu'en position almpienne (fig. 3 C1). Cette hypothèse a quelques points communs avec celles de Bebien et Mercier (1977) ; cependant ces derniers se fondaient sur des attributions stratigraphiques en grande partie erronées s'agissant des séries péoniennes notamment.

### III. L'EVOLUTION DU BASSIN TETHYSIEN VARDARIEN UNIQUE APRES LE DOGGER

#### A. LA PERIODE MALM-CRETACE BASAL: SUBDUCTION, OBDUCTIONS, BASSINS NEOFORMES ET/OU RESIDUELS?

Contrairement aux autres secteurs des zones helléniques internes, les formations sédimentaires et volcaniques (basiques et acides) d'âge Malm - Crétacé basal sont bien représentées dans le domaine vardarien ; malheureusement elles sont souvent datées de façon peu précise.

##### 1. Ouverture d'un Bassin Arrière-arc ante-obduction au Malm p.p.

Nous avons signalé précédemment des associations magmatiques essentiellement effusives basiques et acides (Unités du Païkon surtout) qui pourraient être liées à une subduction. La présence nécessaire d'une croûte océanique chaude et donc jeune, susceptible d'expliquer le développement d'un métamorphisme thermique (andalousite et grenat) dans les pélites jurassiques de la série d'Oréokastro [Rémy, 1984 ; Staïs, 1993] au contact des Ophiolites obductées, pourrait s'expliquer en faisant intervenir le développement d'un Bassin arrière-arc. Ce dernier s'ouvrirait à proximité de la série péonienne d'Oréokastro (fig. 3 C2 et fig. 4) c'est-à-dire à l'Est du Païkon, ce qui implique une subduction s'enfonçant d'Ouest en Est sous le Païkon à partir du Bassin Téthysien Vardarien majeur n<sup>o</sup> au Trias moyen (fig. 4). Cette ouverture pourrait se faire en système décrochant [Vergely, 1984 ; Bebien et al., 1986].

Cette extension au Malm avec apparition de néo-croûte océanique entre les secteurs du Païkon et de Péonias se superposerait à celle du Ladinien-Carnien, qui aurait déjà abouti dans le secteur à la formation d'une croûte continentale amincie (voire même d'une première croûte océanique ?).

Dans les séries almpiennes orientales existent des radiolarites du Malm - Néocomien basal dont certaines sont du Jurassique supérieur certain (Callovo-Kimméridgien probable), associées à des laves basiques (acides parfois) qui seraient de type MORB d'après certains auteurs [Béchon, 1981]. L'absence de discordance majeure dans la série sus-jacente ne permet pas de conclure quant à la signification exacte de cet ensemble : s'agit-il d'un ensemble anté-obduction peu déformé lors de l'obduction ou d'une néoformation syn à post-obduction (cf. infra) ? Il est à noter que la position exacte de ces séries par rapport aux séries de Péonias et du

Païkon dépend évidemment des hypothèses tectoniques retenues pour expliquer le Païkon (fig. 4). Les choix effectués sur la figure 4 (fenêtre du Païkon apparaissant sous une nappe déplacée d'Est en Ouest au Tertiaire, front de la nappe entre les unités almopiennes orientales et occidentales) impliquent que ces séries orientales (Krania et Mavrolakkos au moins) se soient déposées à l'Est du Païkon.

## 2. La période d'obduction au Malm P.P.

### a. Secteur de Péonias

Anté-Tithonique p.p. pour Mercier (1966), l'emplacement des ophiolites serait même anté-kimméridgien supérieur dans ce secteur [Stais, 1993].

Les reconstitutions de la marge péonienne que nous proposons et la présence de métamorphisme thermique au contact des ophiolites d'Oréokastro dans le secteur de Péonias (cf. supra), impliquent que le chevauchement de ces ophiolites se fasse d'Ouest en Est (fig. 3 à 5), en direction du Serbo-Macédonien. Ce chevauchement se ferait à partir d'un bassin possédant une croûte chaude, récente, située dans un contexte actif (Arrière-arc ?) où se développent des formations granitiques et migmatitiques. (Contexte à gradient thermique élevé et corps magmatiques chauds basiques ou acides se déplaçant verticalement).

### b. Secteur d'Almopias

Des témoins ophiolitiques caractéristiques ne sont présents que dans les unités centrales et occidentales sous forme de péridotites serpentinisées. La datation de l'obduction est très imprécise dans ce secteur.

Les séries orientales à laves basiques, parfois acides, et radiolarites du Malm assimilables à une partie supérieure de croûte océanique semblent peu affectées par cette première phase d'obduction, soit qu'elles soient plus récentes que cette dernière, soit qu'elles aient été en position distale par rapport à l'obduction ou aux obductions.

### c. Secteur du Païkon

L'ouverture d'un bassin arrière-arc au Malm expliquerait l'absence d'ophiolites dans ce secteur où l'érosion anté-Crétacé supérieur semble faible, par l'isolement du Païkon entre deux croûtes océaniques qui obduisent vers l'Est (à l'Est du Païkon) et probablement vers l'Ouest (à l'Ouest du Païkon) (fig. 3 à 5).

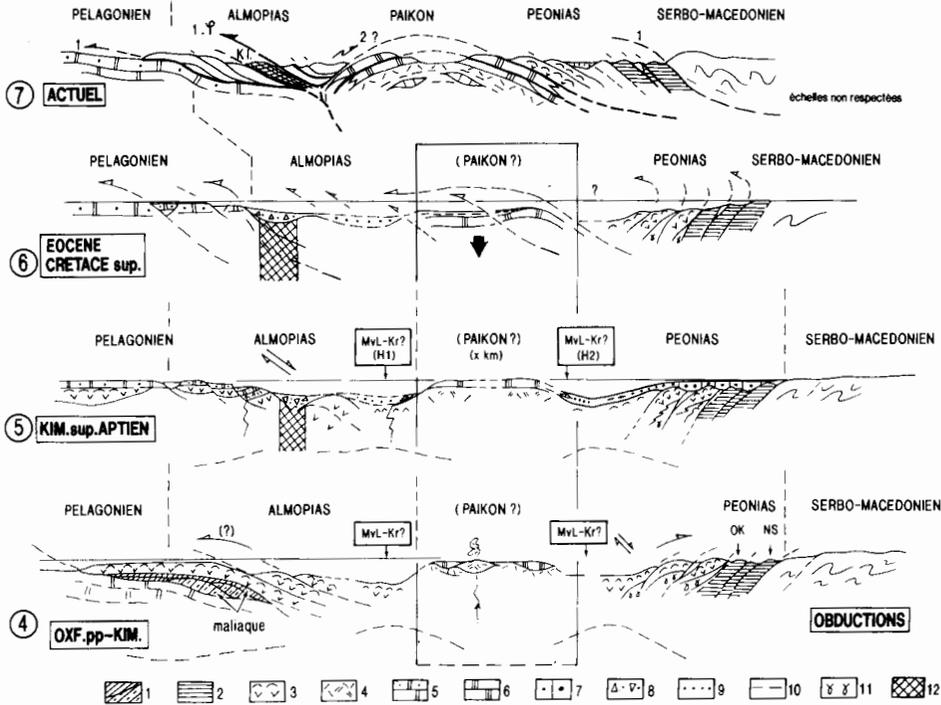
## 3. La période post-obduction Malm supérieur - Crétacé basal : des bassins résiduels et/ou néoformés ?

### a. Secteur de Péonias

Cette période, qui commence dès le Kimméridgien supérieur dans Péonias [Stais, 1993], est marquée par la présence de sédiments de faible profondeur (conglomérats grossiers à ciment carbonaté, calcaires récifaux) associés à des sédiments silico-clastiques de granulométrie variée (dont des turbidites) parfois plus récents (fig. 2 et 5). Le Crétacé n'a pas été daté avec certitude.

### b. Secteur d'Almopias

Des terrains du Jurassique supérieur - Crétacé inférieur, recouvrant des laves basiques et parfois acides, ont été reconnus dans les séries almopiennes orientales. Ce sont des radiolarites (datées), du flysch à



**Fig. 5:** (suite de la figure 4). Légende : 1: unités maliaques ; 2: unités de Péonias ; 3: ophiolites ; 4: laves acides et basiques (Malm) ; 5: calcaires pélagoniens jurassiques et crétaëcs (points) ; 6: calcaires du Païkon ; 7: faciès détritiques post-obduction de Péonias (Malm supérieur) ; 8: "Mélanges" d'Edessa-Klissoschori (Almopias) ; 9: formations de type flysch ; 10: pélites et schistes ; 11: granites (Péonias) ; 12: zone déformée (décrochement). MvL-Kr: positions possibles pour les séries de Mavrolakkos-Kranias (fonction des hypothèses sur la fenêtre du Païkon). Sur la coupe n° 7, le front retenu pour la nappe Tertiaire correspond à l'hypothèse H2 de la coupe n° 5.

passées de calcarénites et blocs (olistolites ?) de calcaires à Algues de l'Hauterivien-Barrémien [Staïs, 1993]. L'absence de discordance majeure dans ces séries et l'abondance de formations volcaniques et volcano-sédimentaires rapportées au Malm - Crétacé inférieur y compris dans les séries almopiennes occidentales [Mercier et Vergely, 1984] (où elles sont souvent très mal datées) plaide plutôt en faveur d'un bassin post-obduction. Cependant les âges des radiolarites, datées du Callovo-Oxfordien probable et surtout du Trias certain (unité de Vrissi) [Staïs et Ferrière, 1991], montrent qu'un bassin profond existait bien avant l'obduction.

### c. Présence d'une tectonique au Crétacé basal

Une telle période tectonique envisagée par Mercier et Vergely sous le terme JE 2 [cf. Vergely, 1984] est envisageable dans ces secteurs vardariens : d'une part les niveaux carbonatés de l'Aptien-Albien (cf. infra) semblent recouvrir des ensembles volcano-sédimentaires souvent complexes, d'autre part de nombreux âges radiométriques se concentrent entre 110 et 130 Ma, ce

qui indiquerait un épisode de diastrophisme durant ce laps de temps [Bertrand et al., 1994].

## B. LA PERIODE POST-CRETACE BASAL

Des séries de cet âge, antérieures à la tectonique tertiaire, ne sont connues que dans les unités almopiennes centrales et occidentales ainsi que dans l'Unité du Païkon.

### 1. Paléogéographie sommaire

A partir de l'Aptien-Cénomanién, on peut distinguer dans les séries d'Almopias [Mercier, 1966] des séries de faible profondeur à l'Ouest (niveaux détritiques et carbonatés à Rudistes) et des séries de bassin plus profond à l'Est (série de Néa Zoï par exemple). Des niveaux carbonatés de plate-forme se développent aussi sur le Païkon jusqu'au Turonien (fig. 5), période au cours de laquelle des faciès de plus grande profondeur se développent [Sharp et Robertson, 1992].

Des faciès de "mélanges", se formant au cours du Crétacé inférieur, sont présents dans le secteur d'Edessa ; ils seraient dus au fonctionnement de décrochements majeurs [Mercier et Vergely, 1972; Vergely, 1984]. Des faciès conglomératiques à blocs résédimentés (ophiolites, granites, marbres) passant à un flysch sommital probablement crétacé terminal, se développent dans cette même unité. Il s'agit donc là d'un secteur très particulier, mobile, qui se situe juste entre des faciès dits de plate-forme à l'Ouest et des faciès de bassin à l'Est d'Almopias.

La plupart des séries almopiennes, sauf celles de l'Est, se terminent par des formations de type flysch datées localement du Crétacé terminal. Les séries orientales d'Almopias, comme celle de Mavrolakkos, se terminent aussi par des formations de type flysch mais ces dernières seraient plus anciennes (partie inférieure et/ou moyenne du Crétacé dans ce cas).

L'absence apparente de faciès de transition entre les séries orientales d'Almopias et celles du Païkon s'accorde bien avec l'idée d'une fenêtre du Païkon, encore qu'il faudrait pouvoir comparer des niveaux d'âge équivalents dans les deux séries. Les séries volcano-sédimentaires du Malm montrent par exemple certains points communs (laves basiques et acides associées) mais leurs affinités géochimiques semblent différentes : MORB pour Krania-Mavrolakkos [Bechon, 1981], tholéite d'arc pour les séries du Païkon [Bebien et al., 1994].

### 2. La Tectonique tertiaire

Le déversement des structures tectoniques tertiaires les plus reconnaissables se fait d'Est en Ouest aussi bien dans Péonias que dans Almopias. Cela implique dans notre interprétation (fig. 5) un renversement au Tertiaire des unités de Péonias mises en place vers l'Est lors de l'obduction du Malm (la géométrie observée dans l'unité d'Oréokastro ne s'oppose pas à cette interprétation si l'on remet par exemple la couverture des ophiolites à l'horizontale... bien au contraire).

Le problème du Païkon est relativement complexe (fig. 5). Il est clair maintenant que cet ensemble représente un dôme (antiforme) recouvert sur ses deux flancs par des unités différentes.

Pour certains auteurs, il s'agit d'une fenêtre multiple réapparaissant sous un allochtone venant de l'Est [Godfriaux et Ricou, 1991]. Pour d'autres, il s'agirait d'une structure plus autochtone, chevauchée sur ses deux flancs [Sharp et Robertson, 1992].

Ces deux hypothèses méritent attention. Si l'allure générale du Païkon et sa structure interne (superpositions multiples) sont en accord avec l'idée d'une fenêtre tectonique, le problème du front de l'allochtone sus-jacent reste posé. Un front majeur au niveau des séries almopiennes occidentales reste peu probable du fait des affinités entre les faciès crétacés almopiens occidentaux et ceux du Pélagonien et de l'influence de failles anciennes se prolongeant dans les deux unités (cf. faille de Nission) [Mercier, 1966 ; Mercier et Vergely, 1984].

Il est envisageable de placer un front majeur entre les unités almopiennes à faciès crétacés de plate-forme néritique (à l'Ouest) et les unités almopiennes orientales à faciès de bassin. L'Unité d'Edessa-Klissochori à Mélanges et conglomérats grossiers marquerait la limite entre les deux (fig. 5). Le problème est qu'il existe autant de différences entre les faciès post-obduction des unités de Péonias et d'Almopias oriental (supposées former une seule nappe dans cette hypothèse) qu'entre les faciès de bassin et de plate-forme des unités almopiennes (supposées être séparées par un contact de nappe majeur). C'est cependant l'hypothèse qui nous paraît la plus crédible dans l'état actuel des connaissances.

Les plis à vergence orientale observés sur le flanc Ouest du Païkon [Sharp et Robertson, 1992] ne sont pas un argument déterminant dans la mesure où ils peuvent s'expliquer dans les deux hypothèses par un serrage tardif entre les blocs pélagonien à l'Ouest et du Païkon à l'Est, lors de leur collision (fig. 5).

#### IV. BILAN

Les données que nous apportons (reconstitution des séries de Péonias et d'Almopias oriental, âge du rifting dans Péonias, nature des faciès anté et post-rift) sont compatibles avec l'existence d'un Bassin Vardarien Téthysien unique, bordé par les marges péonienne à l'Est et (malino ?) pélagonienne à l'Ouest au Trias-Dogger. Ce bassin représenterait la branche majeure de la Téthys de cet âge dans le secteur considéré.

Dans cette hypothèse, l'absence d'ophiolites dans le Païkon, supposé appartenir initialement à l'une des marges (la marge orientale probablement) de ce bassin serait dû à son isolement, suite à l'ouverture d'un nouveau bassin de type arrière-arc au Malm entre le Païkon et la marge dont il est issu. Les obductions se feraient ainsi, de façon divergente, de part et d'autre du Païkon (fig. 4 et 5).

Le manque de précision sur les âges des laves et des radiolarites des unités almopiennes orientales, par rapport à l'âge des obductions, ne permet pas de déterminer s'il s'agit de bassins résiduels ayant été peu affectés lors de l'obduction ou de bassins néoformés par extension post-obduction.

Notre étude ne permet pas de choisir définitivement entre les différentes hypothèses relatives au dispositif structural tertiaire s'agissant notamment de la "fenêtre du Païkon". Dans le schéma que nous développons pour l'évolution du Bassin Téthysien Trias-Dogger, nous retenons la notion d'une fenêtre complexe du Païkon [Bonneau et al., 1994] sous une nappe déplacée d'Est en Ouest, et proposons un front de nappe situé entre les unités almopiennes d'Edessa-Klissochori (à l'Ouest) et de Mavrolakkos (à l'Est). Ce schéma, qui semble être en bon accord avec la plupart des observations, renforce l'idée même d'un bassin téthysien vardarien unique à l'origine (au Trias-Dogger).

## BIBLIOGRAPHIE

- ASVESTA, A. et DIMITRIADIS, S. (1992). Sedimentation and magmatism related to the opening of a mesozoic oceanic basin in the Axios (Vardar) zone. 6th Congr. geol. Soc. Greece, Athens, p. 10-11.
- BEBIEN, J. (1982).- L'association ignée de Guévguéli (Macédoine grecque). Expression d'un magmatisme ophiolitique dans une déchirure continentale. Thèse, Univ. Nancy, p. 1-470.
- BEBIEN, J., DUBOIS, R. et GAUTHIER, A. (1986). Example of eusialic ophiolites emplaced in wrench zone : innermost Hellenic ophiolite belt (Greek Macedonia). *Geology*, 4, p. 1016-1019.
- BEBIEN, J. et MERCIER, J. (1977). Le cadre structural de l'association ophiolites - migmatites - granites de Guévguéli (Macédoine, Grèce) : une croûte de bassin inter-arc ? *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 19, p. 927-934.
- BEBIEN, J., PLATEVOET, B. et MERCIER, J. (1994). Geodynamic significance of the Païkon massif in the Hellenides : Contribution of the volcanic rocks studies. 7th Congr. geol. Soc. Greece, Thessalonique, p. 42.
- BECHON, F. (1981). Caractères de tholéïtes abyssales des formations magmatiques basiques des unités orientales de la zone d'Almopias (Macédoine grecque). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 292, p. 105-108.
- BERTRAND, J., FERRIERE, J. et STAIS, A. (1994). Données pétrographiques et géochronologiques sur des laves des domaines Vardariens de Péonias et d'Almopias (Hellénides orientales). 7th Congr. geol. Soc. Greece, Thessalonique.
- BONNEAU, M. GODFRIAUX, I., MOULAS, I., FOURCADE, E. et MASSE, J.P. (1994). Imbricate structure of the Païkon window (Macedonia, Greece). New biostratigraphical data. 7th Congr. geol. Soc. Greece, Thessalonique.
- DAVIS, E., JUNG, D., TSAGALIDIS, A. et PAVLOPOULOS, A. (1988). Les spilites-kératophyres de Païkon. *Mineral wealth* 53, Athènes, p. 13-17.
- DERCOURT, J., ZONENSHAIN, P., RICOU, L.E., KAZMIN, V.G., LE PICHON, X., KNIPPER, A.L., GRANDJACQUET, C., SBORSHCHIKOV, I.M., BOULIN, J., SOROKHTIN, O., GEYSSANT, J., LEPVRIER, C., BIJU-DUVAL, B., SIBUET, J.C., SAVOSTIN, L.A., WESTPHAL, M. et LAUER J.P. (1985). Présentation de 9 cartes paléogéographiques au 1/20 000 000e s'étendant de l'Atlantique au Pamir pour la période du Lias à l'Actuel. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1, n° 5, (8), p. 637-652.
- FERRIERE, J. (1982). Paléogéographies et tectoniques superposées dans les Hellénides internes : les massifs de l'Othrys et du Pelion (Grèce continentale). *Soc. géol. Nord, Publ. n° 8*, p. 1-970.
- GODFRIAUX, I. et RICOU, L.E. (1991). Le Païkon, une fenêtre tectonique dans les Hellénides Internes (Macédoine, Grèce). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 313, II, p. 1479-1484.
- JACOBESHAGEN, V. (1986). *Geologie von Griechenland Gebrnder Borntraeger*. Berlin, Stuttgart. (Ouvrage collectif).
- MERCIER, J.L. (1966). Etude géologique des zones internes des Hellénides en Macédoine centrale (Grèce). Thèse Paris et *Ann géol. Pays hellén.*, 1973, 20, p. 1-792.
- MERCIER, J.L. et VERGELY P. (1972).- Les Mélanges ophiolithiques de Macédoine (Grèce) : Décrochements d'âge anté-crétacé supérieur. *Z Deutsch. Geol. Ges.*, 123, p. 469-489.
- MERCIER, J.L. et VERGELY, P. (1984). Carte géologique d'Edessa. *Publ. I. G. M. E.*, Athènes.
- MICHARD, A. (1992). Metamorphic zonation in Northern Greece and its bearing on the Eohellenic Obduction issue. 6th Congr. geol. Soc. Greece,

- Athens, p. 73.
- REMY, P. (1984). Mise en évidence d'un métamorphisme dynamothermal dans les sédiments au contact des ophiolites d'Oréokastro (Macédoine grecque). C. R. Acad. Sc. Paris, 299, 1, p. 27-30.
- ROBERTSON, A.H.F., CLIFT, P.D., DEGNAN, P.J. et JONES, G. (1991). Palaeogeographic and paleotectonic evolution of the Eastern Mediterranean Neotethys. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeocology*, 87, p. 289-343.
- SHARP, I. et ROBERTSON, A.H.F. (1992). Evidence for Turonian Rift related extensional subsidence and Tertiary backthrusting: the Almopias and Paikon isopic zones, northern Greece. 6th Congr. geol. Soc. Greece, Athens, p. 107-108.
- SMITH, A.G., HYNES, A.J., MENZIES, M., NISBET, E.G., PRICE, I., WELLAND, M.J. et FERRIERE J. (1975). The stratigraphy of the Othris mountains, Eastern central Greece : a deformed Mesozoic Continental Margin sequence. *Eclogae geol. Helv.*, 68, p. 463-481.
- STAIS, A. (1993). Evolution géodynamique des bassins mésozoïques vardariens : domaines de Péonias et d'Almopias (Hellénides internes, Macédoine centrale, Grèce). Thèse 3e cycle, Univ. Lille, 247 p.
- STAIS, A. et FERRIERE, J. (1991). Nouvelles données sur la paléogéographie mésozoïque du domaine Vardarien : Les bassins d'Almopias et de Péonias (Macédoine, Hellénides internes septentrionales). *Bull. geol. Soc. Greece*, XXV/1, p. 491-507.
- STAIS, A. et FERRIERE, J. (1994). Péonias (Vardar oriental ; Hellénides) : données nouvelles sur les séries anté-crétacées. 7th Congr. geol. Soc. Greece, Thessalonique.
- STAIS, A., FERRIERE, J., CARIDROIT, M., DE WEVER, P., CLEMENT, B. et BERTRAND J. (1990). Données nouvelles sur l'histoire anté-obduction (Trias-Jurassique) du domaine d'Almopias (Macédoine, Grèce). C. R. Acad. Sc. Paris, 310, p. 1475-1480.
- VERGELY, P. (1984). Tectonique des ophiolites dans les Hellénides internes : conséquences sur l'évolution des régions téthysiennes occidentales. Thèse Orsay, 2 vol., p. 1-250 et 1-411.