

## CHAPITRE V

### CORRÉLATION DES AFFLEUREMENTS DE LA PLATE-FORME DE KRUJA-GAVROVO

Après avoir démontré les fondements de la sédimentation crétacée-éocène dans les deux parties distinctes de la plate-forme carbonatées de Kruja en Albanie et examiné la revue des connaissances acquises dans d'autres secteurs de cette même plate-forme, ainsi que les éléments de sa comparaison avec la plate-forme équivalente de Gavrovo en Grèce, on aborde successivement les corrélations régionales, réalisées à l'intérieur des deux parties de l'ensemble Kruja-Gavrovo, en se basant sur :

- 1- l'ensemble de nouvelles données biostratigraphiques obtenues dans tous les affleurements étudiés de la plate-forme de Kruja et qui ont permis de fixer de nouveaux repères biostratigraphiques pour l'intervalle Crétacé inférieur-Crétacé supérieur, antérieurs à ceux déjà établis pour l'intervalle Paléocène-Éocène;
- 2- l'enregistrement sédimentaire distinct à partir du Maastrichtien supérieur (CsB7) et la présence des différentes discontinuités (lacunes) dues à l'activité des failles et aux émergences (érosion continentale);
- 3- les caractéristiques similaires déjà bien reconnues dans la plate-forme de Gavrovo.

Ces corrélations permettent de comparer et résumer la division longitudinale qui oppose les deux parties de la plate-forme de Kruja-Gavrovo, appartenant à la marge passive d'Apulie des Hellénides.

## 5.1 CORRÉLATION DES AFFLEUREMENTS DE LA PARTIE ORIENTALE

La Partie Orientale de la plate-forme de Kruja-Gavrovo comporte du NNO au SSE, les massifs carbonatés orientaux de Renci, de Kakarriqi, de Makareshi, de Kruje-Dajt et de Tervolli en Albanie (Introduction, Fig. 3), ainsi que le domaine oriental du massif de Gavrovo en Grèce (cf. Mavrikas, 1993 ; et Landrein et al., 2001); Introduction, Fig. 4).

Les coupes représentatives des massifs de Renci et Kakarriqi (Koroveshi et al., 1999), des massifs de Makareshi et de Kruje-Dajt (Heba et Prichonnet, 2006) et du massif de Tervolli (Peza, 1968, 1982 ; Peza et al., 1972 ; Koroveshi et al., 1999), appartenant à la plate-forme de Kruja, et la coupe représentative du domaine oriental de la plate-forme de Gavrovo, reconstituée et simplifiée à partir des études de Mavrikas (1993) et de Landrein et al. (2001), sont présentées de manière synthétique dans la figure 1. Dans cette corrélation les "lignes-temps" correspondent aux limites des biozones pour le Crétacé supérieur et aux limites des séries ou sous-séries pour le Paléogène.

L'ensemble de ces coupes permet la mise en évidence de trois aspects significatifs communs caractérisant cette partie, à savoir :

1. une sédimentation néritique persistante de type plate-forme interne durant l'intervalle Crétacé supérieur-Paléocène et de type plate-forme externe à l'Éocène;
2. une série relativement continue en faciès de plate-forme interne durant le Crétacé supérieur;
3. une émergence généralisée vers la fin du Crétacé supérieur qui correspond à un grand épisode régressif à l'échelle globale (Haq et al., 1988).

Des lacunes stratigraphiques s'associent à l'émersion de la fin du Crétacé supérieur, mais leur apparition et leurs durées sont différentes selon les secteurs. Ainsi, dans tous les massifs en Albanie (Renci, Kakarriqi, Makareshi, Kruje-Dajt et Tervolli) l'émersion fini-crétacée avec l'absence de la biozone CsB7 (Maastrichtien supérieur) est générale. De plus, dans les massifs de Renci, de Kakarriqi et de Makareshi, cette émersion est soulignée par la formation de bauxites (Gjata et al., 1968; Peza, 1973; Duraj, 1969; ISPGJ-IGJN, 1983; Korovesi et al., 1999). Alors que dans le domaine oriental de Gavrovo (Introduction), elle est quelque peu retardée, du fait que la lacune est inscrite au sommet de la biozone CsB7.

Les durées de ces lacunes sont de l'ordre de 3 Ma (absence du CsB7) dans les massifs de Kruje-Dajt et de Tervolli, de 6.3 Ma (absence du Paléocène inférieur) dans le domaine oriental de Gavrovo et de 20.5 Ma (absence de l'intervalle CsB7-Éocène inférieur) dans les massifs de Makareshi, de Kakarriqi et de Renci.

Toutefois, mis à part l'émersion commune fini-crétacée, quatre autres épisodes d'émersion sont distingués localement dans cette partie de la plate-forme :

- 1- une émersion dans le passage des biozones CsB5-CsB6, relevée dans les massifs de Kruje-Dajt et de Makareshi par des pics ou des excursions négatives des valeurs de Sr et des excursions négatives des valeurs isotopiques ( $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$ ), (Chapitre II). Cette émersion correspond à un autre épisode régressif global au Campanien moyen (77.3 Ma, Jarvis et al., 2002; Steuber et al., 2005) distingué aussi par le signal géochimique dans d'autres plate-formes du domaine d'Apulie (*Island of Brač* en Croatie, Steuber et al., 2005);
- 2- une émersion intra-maastrichtienne (CsB6-CsB7) avec diagenèse continentale (paléosols et des karsts), identifiée dans le domaine oriental de Gavrovo (Landrein et al., 2001 ;). Cette émersion est aussi mise en évidence dans autres plate-formes d'Apulie (plate-forme de Tripolitza en Grèce, Landrein et al., 2001; *Island of Brač* en Croatie, Gusic and Jelaska, 1990);

- 3- une émergence marquée par la bauxite avec une lacune de l'ordre de 5 Ma (absence de l'Éocène inférieur), observée dans le massif de Kruje-Dajt (Gjata et al., 1968 ; Peza, 1973, 1975, 1977, 1982 ; ISPGJ-IGJN, 1983);
- 4- finalement, une émergence à l'intérieur de l'Éocène moyen, elle aussi marquée par la bauxite avec une lacune de l'ordre de 2.5 Ma (absence du Lutétien moyen) est enregistrée seulement dans le massif de Tervolli (Peza, 1968, 1982 ; Peza et al., 1972 ; Korovesi et al, 1999).

## 5.2 CORRÉLATION DES AFFLEUREMENTS DE LA PARTIE OCCIDENTALE

La Partie Occidentale de la plate-forme de Kruja-Gavrovo, inclut du NNO au SSE les massifs carbonatés occidentaux d'Ishmi, de Kulmaka et de Qeshibeshi en Albanie (Introduction, Fig. 3), ainsi que les domaines occidental et axial du massif de Gavrovo en Grèce (cf. Mavrikas, 1993; Introduction, Fig. 4). La figure 2 présente la corrélation de l'ensemble des coupes caractéristiques de ces massifs, soit : deux coupes pour le massif enterré d'Ishmi (Nakuci et al., 2001 ; Yzeiraj et al., 2002); les coupes X, VIII, XIII, XII, I, II (Chapitre III) et P (Yzeiraj et al., 2002) caractérisant le massif de Kulmaka (Chapitre III) ; une coupe pour le massif de Qeshibeshi et une coupe représentative des domaines occidental et axial de Gavrovo, reconstituée et simplifiée selon l'étude de Mavrikas (1993). Comme dans la figure 1, les repères de la corrélation sont des "lignes-temps" correspondant aux limites des étages pour le Crétacé inférieur (Albien), aux limites des biozones pour le Crétacé supérieur et aux limites des séries ou sous-séries pour le Paléogène.

Quatre faits saillants marquent cette partie de la plate-forme de Kruja-Gavrovo :

1. une absence remarquable (lacune) d'une partie des sédiments du Crétacé supérieur et de ceux de l'intervalle Paléocène-Éocène, d'importance variable selon les lieux (de 16 à 47 Ma; et même localement de 60 Ma, Fig. 5, Chapitre III) est relevée dans le massif d'Ishmi (Chapitre IV), dans la plupart des coupes du massif de Kulmaka (X, VIII, XIII, XII, I; Chapitre III), dans le massif de Qeshibeshi (Chapitre IV) et dans les domaines occidental et axial du massif de Gavrovo (Introduction);
2. un changement du régime de sédimentation à partir du Maastrichtien supérieur (CsB7, Chapitre III). En effet, les environnements de type plate-forme interne durant le Crétacé inférieur et le Crétacé supérieur (CsB1 à CsB6) sont remplacés durant le CsB7, le Paléocène et l'Éocène moyen à supérieur soit par des environnements pélagiques de type bassin (massif d'Ishmi; coupes X, VIII, XIII et XII du massif de Kulmaka; massif de Qeshibeshi; domaines occidental et axial du massif de Gavrovo), soit par des environnements de type plate-forme externe (coupe I-12 du massif d'Ishmi; et coupes I et P du massif de Kulmaka);
3. une présence de brèches polygéniques de l'Éocène moyen (coupes IX et VIII du massif de Kulmaka, Chapitre III); massif de Qeshibeshi (Chapitre III); et du Paléocène supérieur-Eocène moyen (domaines occidental et axial de Gavrovo, Introduction), dont les fragments dérivent des roches carbonatées du Crétacé supérieur (substrat cénomanien à campanien et micrites planctoniques maastrichtiennes) et du Paléogène (faciès péri-récifaux à récifaux, paléocènes et éocènes) ;
4. un cas unique démontrant une continuité de la série sédimentaire durant l'intervalle Crétacé-Éocène, représenté par l'ensemble des coupes II et P du massif de Kulmaka (Chapitre III).

## **5.3 DISCUSSION ET PERSPECTIVES POUR DES RECHERCHES POSTÉRIEURES**

### **5.3.1 Discussion**

L'étude des massifs de la plate-forme de Kruja en Albanie et les corrélations établies entre celle-ci et son équivalente de Gavrovo en Grèce montrent clairement une division longitudinale de l'ensemble Kruja-Gavrovo en deux parties, une Partie Orientale et une Occidentale, orientées NNO-SSE. Cette division est démontrée par la différence de la sédimentation fini-crétacée-éocène, causée par le décrochement longitudinal entre les deux parties durant cet intervalle.

Après une période de stabilité enregistrée dès la fin du Crétacé inférieur (Albien) jusqu'au Crétacé terminal (Santonien inférieur) qui se caractérise par une sédimentation de type plate-forme interne (type bahamien), une instabilité d'origine tectonique s'installe dans la plate-forme de Kruja-Gavrovo.

Durant l'intervalle Santonien supérieur-Maastrichtien inférieur (CsB4-CsB6), la sédimentation continue dans la Partie Orientale en faciès de plate-forme interne (massifs de Renci, de Kakarriqi, de Makareshi, de Kruje-Dajt, de Tervolli et le domaine oriental du massif de Gavrovo; Fig. 1) et montre dans certains massifs (Kruje-Dajt et Makareshi) des cycles de régression/transgression (Chapitre I). En revanche, dans la Partie Occidentale (massifs d'Ishmi, de Kulmaka, de Qeshibeshi et les domaines occidental et axial du massif de Gavrovo ; Fig. 2) ces sédiments sont majoritairement absents (lacunes) à l'exception des coupes II et P (massif de Kulmaka) et la coupe I-1/b (massif d'Ishmi). On retrouve les fragments de ces sédiments sous-forme de brèches de talus dans le Bassin Ionien en Albanie (Kondo,

1971; ISPGJ-IGJN, 1983; Meço and Aliaj, 2000; Yzeiraj et al., 2002) et en Grèce (cf. IGRS-IFP, 1966 *in* Mavrikas, 1993; Fleury, 1980), (Chapitre III).

Cette différenciation entre les deux parties est due aux failles de décrochement syn-sédimentaires entre le Bassin Ionien et la plate-forme de Kruja-Gavrovo (Fig. 7, Chapitre III), provoquant la fragmentation de la plate-forme et des érosions majeures des sédiments dans la Partie Occidentale. Ces failles s'accordent avec la collision qui se produit pendant l'intervalle Santonien supérieur-Maastrichtien inférieur entre la plaque d'Apulie et celle d'Europe (Ricou et al., 1986; Masse and Borgomano, 1987; Linzer et al., 1995; Wagneich, 1995; Neubauer et al., 1995 ; Borgomano, 2000 ; Golonka, 2002; Casabianca et al., 2002; Carminati and Doglioni, 2004).

La poursuite de ce régime d'instabilité pendant la période postérieure (Paléocène-Éocène moyen à supérieur) se traduit par de nouveaux bouleversements provoquant : de nouvelles lacunes et des brèches polygéniques dans la Partie Occidentale; des lacunes dans la Partie Orientale ; et un changement significatif de la sédimentation dans les deux parties qui se maintiendra jusqu'à l'arrivée du flysch de l'Oligocène.

Ainsi :

1. Dans la Partie Orientale (Fig. 1), après l'émersion généralisée vers la fin du Crétacé supérieur, accompagnée par des lacunes de durées variables (de 3 à 20 Ma) et dans certains cas aussi par la formation des bauxites (massifs de Renci, de Kakarriqi et de Makareshi), la sédimentation reste toujours néritique, de type plate-forme interne au Paléocène (massifs de Kruje-Dajt, de Tervolli et le domaine oriental du massif de Gavrovo) et de type plate-forme externe à l'Éocène. D'autres épisodes d'émersion se sont manifestés durant l'Éocène. Ils sont soulignés par des lacunes (2.5 à 5 Ma) et par la présence des bauxites

(massifs de Kruje-Dajt et de Makareshi) qui montrent des variations locales au sein de la Partie Orientale;

2. Dans la Partie Occidentale (Fig. 2), la sédimentation durant le Maastrichtien supérieur (CsB7) et l'Éocène moyen à supérieur est majoritairement pélagique de type bassin à l'exception des coupes I et P du massif de Kulmaka et de l'ensemble médian de la coupe I-12 (massif d'Ishmi), dont la sédimentation est de type plate-forme externe. Toutefois, on doit souligner l'absence des sédiments (lacunes) au Maastrichtien supérieur (coupe VIII du massif de Kulmaka, massif de Qeshibeshi et domaines occidental et axial du massif de Gavrovo), au Paléocène inférieur (domaines occidental et axial du massif de Gavrovo) et pendant l'intervalle Paléocène-Éocène inférieur (coupe I-12 du massif d'Ishmi, coupes X et VIII du massif de Kulmaka, massif de Qeshibeshi). On retrouve les témoins de la sédimentation durant ces périodes dans les fragments des brèches polygéniques réparties dans cette partie de la plate-forme, tels que constatés dans les coupes X et VIII du massif de Kulmaka, dans le massif de Qeshibeshi et dans les domaines occidental et axial du massif de Gavrovo.

Suivant les corrélations et la comparaison entre les deux parties, il est évident que l'évènement tectonique survenu à la fin du Crétacé supérieur marque un changement essentiel à l'échelle régionale dans l'évolution de l'ensemble Kruja-Gavrovo. Les massifs d'Ishmi, de Kulmaka de Qeshibeshi et les domaines occidental et axial du massif de Gavrovo correspondraient donc à une bande (Partie Occidentale) localisée à proximité de la limite entre la plate-forme de Kruja-Gavrovo et le Bassin Ionien adjacent, et qui se caractérise par des érosions majeures des sédiments. En revanche, les massifs plus orientaux de Renci, de Kakarriqi, de Kruje-Dajt, de Makareshi, de Tervolli et le domaine oriental du massif de Gavrovo constitueraient une autre bande (Partie Orientale) à sédimentation relativement continue qui comporte des émergences et des lacunes parfois de longue durée. Celles-ci sont dues

aux érosions continentales (émersions) et aux influences des accidents tectoniques qui se produisent dans la Partie Occidentale.

Une zone de cisaillement de direction NNO-SSE (Fig. 7, Chapitre III), composée de failles de décrochement subverticales et d'accidents associés tel que proposée dans le massif de Kulmaka et dans le massif de Gavrovo (Mavrikas, 1993) marque la limite probable entre les deux Parties. Toutefois l'ensemble des coupes I, II et P dans le massif de Kulmaka, portant des caractéristiques similaires à la Partie Orientale (sédimentation continue durant le Crétacé supérieur et sédimentation néritique durant tout l'intervalle Crétacé-Éocène) suggère l'existence d'une zone de transition (flexure continentale ?) entre les deux parties.

### **5.3.2 Perspectives pour des recherches postérieures**

Suite à cette analyse détaillée de l'évolution crétacé-éocène de la plate-forme carbonatée de Kruja en Albanie et à la corrélation établie avec la plate-forme équivalente de Gavrovo en Grèce qui montrent l'évolution commune de l'ensemble Kruja-Gavrovo, on apprécie tout l'intérêt qu'on aurait à poursuivre ce travail par des études complémentaires, permettant d'établir de larges reconstructions paléogéographiques. Cela, particulièrement en Albanie, où la présence de nombreux affleurements constitue un atout important à l'examen de coupes complémentaires et à l'observation en continu des massifs carbonatés de la plate-forme de Kruja.

L'examen des variations axiales par l'entremise de nouvelles coupes et l'application de l'analyse séquentielle dans les massifs de Kruje-Dajt, de Makareshi, de Renci, de Kakarriqi et de Tervolli où la série sédimentaire est plus complète, permettraient éventuellement d'établir la géométrie des unités et l'architecture du remplissage sédimentaire dans la Partie orientale de la plate-forme. Mis à part l'émersion majeure fini-crétacée, il serait intéressant aussi de vérifier par l'étude des

faciès et l'approche géochimique, l'existence d'autres épisodes d'émergence dans la Partie orientale et dans la zone de transition entre les deux parties:

1. d'une part, mieux caractériser l'épisode régressif global au Campanien moyen (passage CsB5-CsB6), relevé par la géochimie dans les massifs de Kruje-Dajt et de Makareshi (Chapitre II);
2. d'autre part, approfondir la connaissance de l'émergence généralisée intra-maastrichtienne (passage CsB6-CsB7), mise en évidence par la diagenèse continentale dans la plate-forme de Gavrovo (Landrein et al., 2001 ; Chapitre III).

Une meilleure compréhension du contexte tectonique décrochant fini-crétacé-éocène dans la limite entre la Partie occidentale de la plate-forme et le Bassin Ionien serait possible par une étude détaillée de la tectonique et de la structure des massifs de Kulmaka et de Qeshibeshi. L'examen des blocs structuraux, des failles existantes et nouvelles (probables) ayant influencé la sédimentation diversifiée et causé des lacunes variables et des brèches dans ces massifs, permettra de mieux reconnaître à l'échelle locale la zone de cisaillement complexe qui s'est développée dans la Partie occidentale de la plate-forme. L'examen des fragments d'origine plate-forme dans les brèches du talus du bassin Ionien pourra renseigner sur d'éventuelles émergences/érosions continentales dans la série crétacée de plate-forme disparue, telle que constatée dans les massifs de Kulmaka et de Qeshibeshi.

Les données obtenues, appuyées par des relevés géophysiques (profils sismiques et forages profonds), rendront possible l'identification des indices significatifs à l'accumulation des hydrocarbures le long de la transition entre la Partie occidentale et le Bassin Ionien, soit : (1) l'identification des failles de décrochement et des accidents associés, éléments favorables à la migration des hydrocarbures tels que signalés en divers endroits (du Trias au Paléogène dans les Hellénides et Dinarides, Picha, 2002; au cours du Miocène et du Pliocène dans le Maracaibo Bassin

au Venezuela, Nelson et al., 2000); et (2) la localisation des brèches calcaires du Crétacé supérieur dans la zone de transition plate-forme/bassin, considérées comme des réservoirs potentiels d'hydrocarbures (cf. l'Apennin Méridional et Central, Borgomano, 2000; Casabianca et al., 2002).

Enfin, on suggère d'étendre l'étude avec les mêmes orientations à la plate-forme carbonatée de Sazani en Albanie et son équivalente, la plate-forme Pré-apulienne en Grèce. Toutes les deux, situées à l'ouest du Bassin Ionien, sont constituées en partie par des affleurements du Crétacé à l'Eocène. Cette nouvelle étude, une fois réalisée servira à établir des comparaisons et des corrélations possibles de ces plate-formes avec la plate-forme de Kruja-Gavrovo et concevoir des transects tectonostratigraphiques permettant une meilleure reconstitution de l'évolution de la marge passive d'Apulie aux Hellénides durant l'intervalle Crétacé-Éocène.

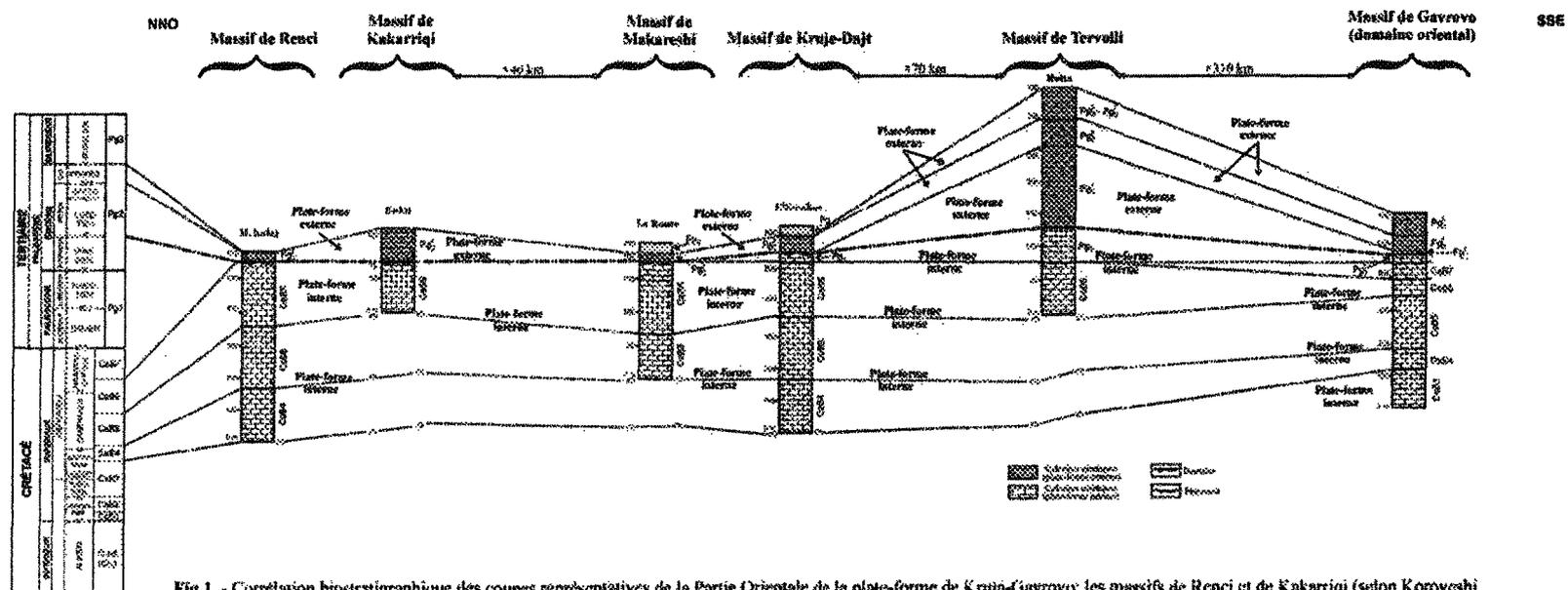


Fig.1 - Corrélation biostratigraphique des coupes représentatives de la Partie Orientale de la plate-forme de Kruja-Gavrovo: les massifs de Renci et de Kukarriqi (selon Koroveshi et al., 1999), les massifs de Makareshi et de Kruje-Dajt (Heba et Prichonnet, 2006) et le massif de Teruvlli (selon Peza, 1968, 1982; Peza et al., 1972; et Koroveshi et al., 1999), en Albanie; et le domaine oriental du massif de Gavrovo en Grèce (selon Mavrikas, 1993, et Landrein et al., 2001).

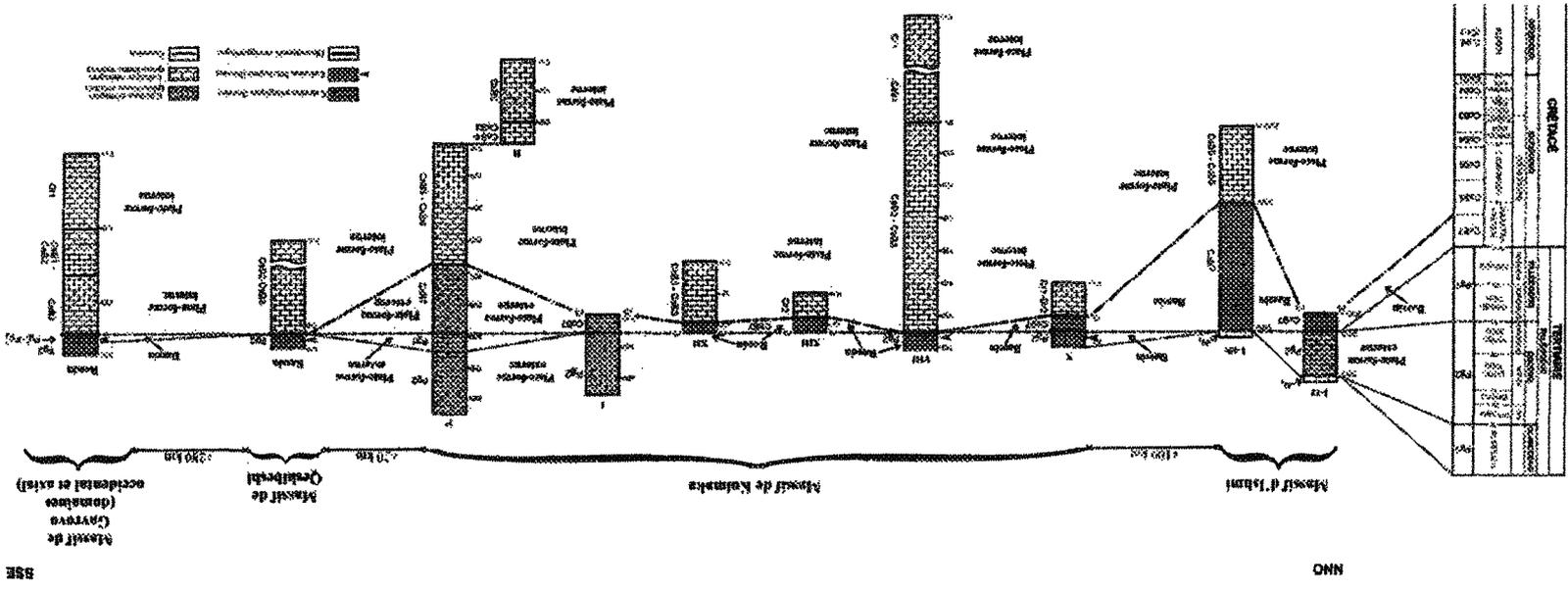


Fig.2 - Corrélation biostratigraphique des coupes représentatives de la Partie Occidentale de la plate-forme de Kufinka (à l'ouest) et axiale de Qeshbeshti en Albanie; et les domaines occidentaux et axiaux de (à l'est) en Grèce (selon Nakuci et al., 2001; et Zetini et al., 2002).