

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome CI

1981

1^{er} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Extraits des Statuts

Article 2.

— Cette Société a pour objet de concourir à l'avancement de la géologie en général, et particulièrement de la géologie de la région du Nord de la France.

— La Société se réunit de droit une fois par mois, sauf pendant la période des vacances. Elle peut tenir des séances extraordinaires décidées par le Conseil d'Administration.

— La Société publie des Annales et des Mémoires. Ces publications sont mises en vente selon un tarif établi par le Conseil. Les Sociétaires bénéficient d'un tarif préférentiel⁽¹⁾.

Article 5.

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre au cours de la séance suivante.

Extraits du Règlement Intérieur

§ 7. — Les Annales et leur supplément constituent le compte rendu des séances.

§ 13. — Seuls les membres ayant acquitté leurs cotisation et abonnement de l'année peuvent publier dans les Annales. L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un même auteur, ne peut dépasser le total de 10 pages, 1 planche simill étant comptée pour 2 p. 1/2 de texte.

Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues.

§ 17. — Les notes et mémoires originaux (texte et illustration) communiqués à la Société et destinés aux Annales doivent être remis au Secrétariat le jour même de leur présentation. A défaut de remise dans ce délai, ces communications prennent rang dans une publication postérieure.

§ 18. — Les mémoires sont publiés par fascicules après décision du Conseil.

Avertissement

La Société Géologique du Nord ne peut en aucun cas être tenue pour responsable des actes ou des opinions de ses membres.

Tirages à part

Conformément au paragraphe 14 du Règlement Intérieur (Tome LXXXI, p. 12), les tirages à part sont à la charge des auteurs qui doivent en faire par écrit la déclaration expresse en tête des épreuves du bon à tirer.

Cotisations et Abonnements (à la date du 1^{er}-1-1981)

	QUALITE	COTISATION	ABONNEMENT	TOTAL
FRANCE et BENELUX	Personnes physiques ⁽²⁾	20,00 F	105,00 F	125,00 F
AUTRES PAYS	Personnes physiques	20,00 F	120,00 F	140,00 F

Abonnement des non-membres : FRANCE : 240,00 F — ETRANGER : 280,00 F

Pour tous renseignements et règlements, s'adresser à : Secrétariat S.G.N., Sciences de la Terre,
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex — Tél. 91.92.22 — C.C.P. Lille 5247

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

La vente des Annales s'effectue par tomes entières aux prix suivants. Exceptionnellement, et jusqu'à épuisement du stock, certains fascicules sont en vente séparément. Leur liste figure en fin de fascicule.

Tomes I à LXXIX (manquent I, II, V à IX, XVI, XXII, XXXIV à XXXVI, XXXIX à XLIII, XLV, XLVII à LVIII) 170,00 F.
Tomes LXXX à XCV (manque XCI) 220,00 F.
Tomes XCVI et suivants 240,00 F.

(1) Modification adoptée lors de l'Assemblée Générale du 10 Janvier 1974.

(2) Les étudiants qui en font la demande annuelle peuvent, par décision du Conseil, bénéficier d'un tarif préférentiel sur l'abonnement (58,00 F).

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome CI

1981

1^{er} trimestre

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1981 —

<i>Président d'Honneur</i>	M. G. WATERLOT
<i>Président</i>	M. J. LEPLAT
<i>Premier Vice-Président</i>	M. J. CHARVET
<i>Vice-Présidents</i>	M ^{lle} D. BRICE M. M. WATERLOT
<i>Secrétaire</i>	M. J.M. DÉGARDIN
<i>Secrétaire-Adjoint</i>	M. B. HOYEZ
<i>Directeur de la Publication</i> .	M ^{me} Paule CORSIN
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i>	M. J.L. MANSY
<i>Conseillers</i>	M. B. CLÉMENT J. CHALARD H. CHAMLEY M. J.M. CHARLET M. J. SOMMÉ M. P. CELET

COMITE DE LECTURE

— 1981 —

M^{me} Paule CORSIN, Directeur de la publication
M. J.M. CHARLET
M. Ch. DELATTRE
M. P. CELET
M. I. GODFRIAUX

A N N A L E S
D E L A
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

Secrétariat : Société Géologique du Nord
Sciences de la Terre, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex
Tél. 91.92.22 — C.C.P. Lille 52-47

Compte rendu de l'activité de la Société

ASSEMBLEE GENERALE DU 7 JANVIER 1981

Présidence de M. J. LEPLAT, Président

En ouvrant la séance, le Président fait procéder au renouvellement de plusieurs membres du Conseil d'Administration.

— Election de deux Vice-Présidents :

Ont obtenu : M^{lle} D. Brice : 27 voix ; MM. M. Waterlot : 27 voix ; A. Dalinval : 1 voix ; J. Paquet : 1 voix.

M^{lle} D. BRICE et M. M. WATERLOT sont élus.

— Election de trois conseillers :

Ont obtenu : MM. H. Chamley : 28 voix ; B. Clément : 27 voix ; J. Chalard : 27 voix ; Ch. Delattre : 1 voix.

MM. H. CHAMLEY, B. CLÉMENT et J. CHALARD sont élus.

Le Conseil d'Administration pour l'année 1981 se compose donc de :

Président d'Honneur : M. G. WATERLOT.

Président : M. J. LEPLAT.

Premier Vice-Président : M. J. CHARVET.

Vice-Présidents : M^{lle} D. BRICE, M. M. WATERLOT.

Secrétaire : M. J.M. DÉGARDIN.

Secrétaire-Adjoint : M. B. HOYEZ.

Directeur de la Publication : M^{me} Paule CORSIN.

Trésorier : M. l'Abbé TIEGHEM.

Archiviste-Bibliothécaire : M. J.L. MANSY.

Conseillers : MM. B. CLEMENT, J. CHALARD, H. CHAMLEY,
J.M. CHARLET, J. SOMMÉ, P. CELET.

Monsieur J. LEPLAT fait ensuite procéder à l'élection de deux nouveaux membres :

M. J.F. BECQ-GIRAUDON, 2 bis, rue Adolphe Crespin, à 45000 Orléans, présenté par MM. J. Leplat et G. Souliez.
M. P. CAULIER, 18, Hameau de Launay-Nomain, à 59310 Orchies, présenté par MM. G. Souliez et J. Leplat.

Communications orales

J.J. VERRIEZ. — Etude du volcanisme ancien dans les zones internes des Hellénides : le volcan d'Atalanti (Grèce continentale) (*).

J.F. BECQ-GIRAUDON, J. LEPLAT et J.P. COLBEAUX. — Structures anciennes dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais (**).

SEANCE ORDINAIRE DU 11 FEVRIER 1981

Présidence de M. J. LEPLAT, Président

Le Président donne la parole à Monsieur l'Abbé TIEGHEM, Trésorier, qui nous présente l'état financier de la Société pour l'année 1980.

Communications orales

J.F. BECQ-GIRAUDON, J.P. COLBEAUX et J. LEPLAT. — Une coupe dans le Jurassique et le Houiller à la carrière de Leulinghem (Boulonnais) (**).

A. SCHMITT. — L'ensemble volcanique et sédimentaire de l'unité tectonique de l'Ossa (Thessalie orientale, Grèce).

—————«»—————

(*) Note intégrée dans le 4^{me} fascicule du tome C.

(**) Note qui sera publiée dans un prochain fascicule. .

Sur la répartition des formations carbonatées en Asie à partir du Cambrien

par Guy MENNESSIER (*)

Résumé. — La répartition des formations carbonatées est analysée depuis le Cambrien dans le cadre structural de l'Asie. Elle fait ressortir l'indépendance des principaux domaines tectoniques (Asie septentrionale, Sud-Est asiatique et Moyen-Orient) et une extension systématique des zones de sédimentation carbonatée avant les phases tectoniques majeures.

Abstract. — The repartition of the carbonated formations is analysed since the Cambrian in the structural frame of Asia. It puts in light the independance of the main tectonical regions (Northern Asia, South-Eastern Asia and Middle East) and a systematic extension of the carbonated sedimentation zones before the major tectonical phases.

I. — INTRODUCTION

La structure de l'Asie apparaît particulièrement complexe avec des orogénèses s'étendant du Cambrien à nos jours, faisant suite à une série de chaînes précambriennes, comme le montre le schéma de la fig. 1. Il est apparu intéressant de suivre l'évolution des formations carbonatées dans le cadre structural asiatique, dont les principaux éléments sont, à savoir : le complexe annulaire sibérien avec des orogénèses baïkaliennes, calédoniennes et hercyniennes se développant à la périphérie d'un vieux socle précambrien ; l'Asie du Sud-Est avec, au centre d'un autre complexe annulaire, des orogénèses calédoniennes, hercyniennes et mésozoïques ceinturées par un orogène alpin en pleine évolution ; enfin, le Moyen-Orient où l'orogénèse majeure est alpine ; l'Inde formant un domaine nettement à part.

Le cadre structural asiatique apparaît dans son état actuel. Il en est de même pour la répartition des carbonates. Il aurait bien sûr été préférable de disposer de cartes palinspastiques très difficiles à établir aujourd'hui, sauf pour la petite partie proprement gondwanienne.

Les formations carbonatées envisagées dans cette note sont constituées soit uniquement de calcaires ou de dolomies, soit de ces roches renfermant des intercalations largement subordonnées de roches détritiques fines ou grossières. Elles correspondent pour leur quasi totalité à des dépôts de plateau continental ou de hauts

fonds. Les calcaires plus profonds alternant avec des couches argileuses ou argilo-pélitiques fortement développées ne seront pas pris en compte dans cette étude.

II. — REPARTITION DES CARBONATES ASIATIQUES

La répartition des carbonates asiatiques sera analysée brièvement dans l'espace et le temps à partir de vingt cartes paléosédimentaires originales établies initialement à l'échelle de 1/20.000.000 sur un fond topographique en projection équivalente pour le Cambrien inférieur, moyen et supérieur, l'Ordovicien moyen, le Silurien inférieur, le Dévonien moyen, le Carbonifère inférieur et moyen, le Permien inférieur et supérieur, le Trias inférieur et moyen, le Jurassique moyen et supérieur, le Crétacé inférieur et supérieur, l'Eocène moyen, l'Oligocène, le Miocène moyen et le Pliocène supérieur. Le choix des périodes a été effectué en fonction de la qualité et de la quantité des données disponibles. Les schémas des fig. 2 et 3 sont extraits de dix-huit de ces cartes (*).

Afin de faire mieux ressortir la plus ou moins grande permanence des zones de dépôts carbonatés, les fig. 4 à 7 donneront des cartes de fréquence établies à partir des cartes paléosédimentaires précédentes groupées par cinq (Cambrien inférieur à Silurien, Dévonien moyen à Permien supérieur, Trias inférieur à Crétacé inférieur, Crétacé supérieur à Pliocène supé-

(*) Université de Picardie, Département de Géologie, 33, rue Saint-Leu, 80039 Amiens.

Note présentée le 5 Novembre 1980 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 11 Juin 1981.

(*) Faute de données paléomagnétiques suffisantes, l'Inde, l'Arabie et le Japon mis à part, et de la possibilité de déplisser l'Asie par la pensée avec précision, elle a dû être figurée selon son contour actuel. Les indications de paléoequateurs et de paléoparallèles ont été données selon Creer et correspondent à la Sibérie.

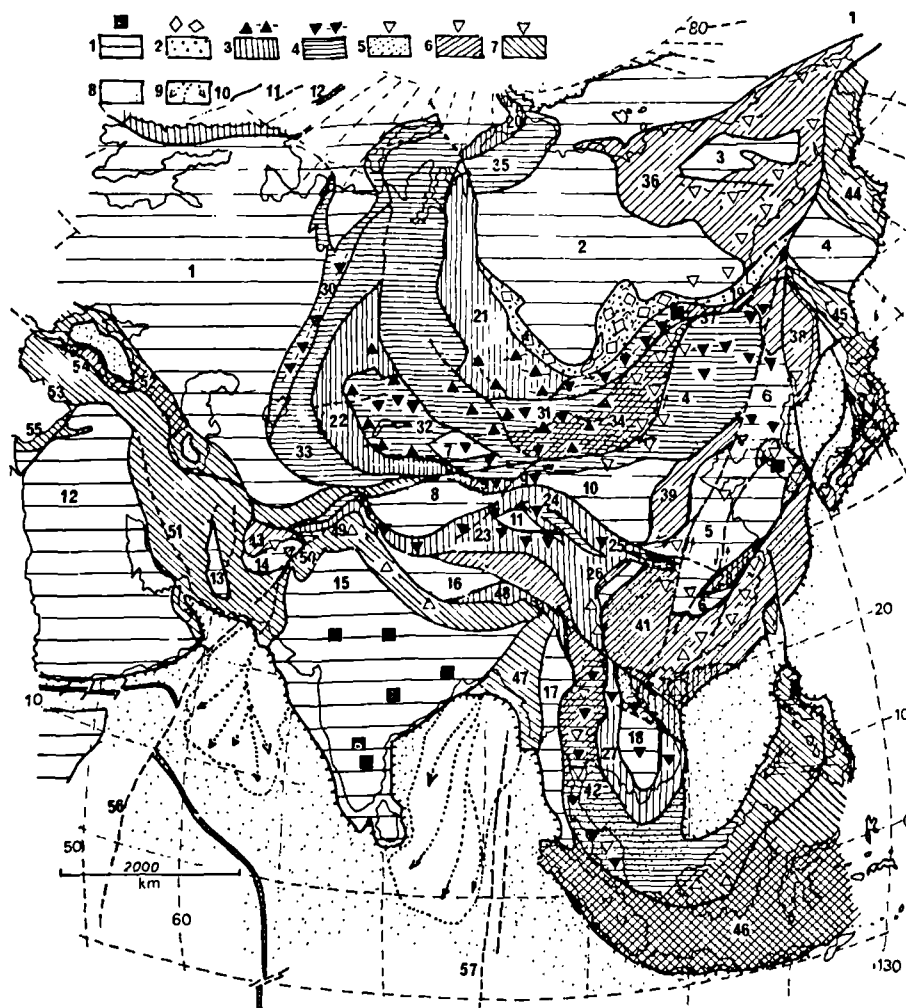


Fig. 1. — Eléments structuraux majeurs de l'Asie.

1, Plats-formes (carrés : granites antécambriens). — 2, Plissements baïkaliens (losanges : granites syntectoniques ; carrés : autres granites). — 3, Plissements calédoniens (triangles et tirets : granites syntectoniques ; triangles : autres granites). — 4, Plissements hercyniens (triangles et tirets : granites syntectoniques ; triangles : autres granites). — 5, Plissements triasiques (triangles : granites). — 6, Plissements jurassiques et crétaqués (triangles : granites). — 7, Plissements alpins. — 8, Croûte océanique. — 9, Deltas sous-marins. — 10, Contacts anormaux. — 11, Accidents de la lithosphère océanique. — 12, Dorsales médio-océaniques.

1, Plate-forme russe. — 2, Plate-forme sibérienne. — 3, Plate-forme de la Kolyma. — 4, Plate-forme ? de la mer d'Okhotsk. — 5, Plate-forme chinoise s.s. — 6, Mandchourie. — 7, Djoungarie. — 8, Tarim. — 9, Beishan. — 10, Kansou. — 11, Tsaidam. — 12, Arabie. — 13, Lout. — 14, Afghanistan central. — 15, Inde. — 16, Tibet central. — 17, Plateau Shan. — 18, Indochine centrale. — 19, Chaîne baïkalienne. — 20, Taïmyr. — 21, Calédonides des Saïans-Enisseï — 22, Calédonides du Tian-Chan septentrional-Kazakhstan occidental. — 23, Kuen-Lun. — 24, Tsilianshan. — 25, Tsinlingshan. — 26, Henguashan. — 27, Calédonides indosiniennes. — 28, Bas Yang-Tsé-Kiang. — 29, Tian-Chan chinois. — 30, Oural. — 31, Mongolie extérieure occidentale. — 32, Hercynides du Kazakhstan-Djoungarie. — 33, Tian-Chan méridional. — 34, Mongolie extérieure. — 35, Taïmyr méridional. — 36, Nord-Est sibérien. — 37, Mandchourie. — 38, Primorié. — 39, Plissements du Yen-Shan. — 40, Japon. — 41, Szechuan et Chine du Sud-Est. — 42, Arc Birmanie-Malaisie-Bornéo septentrional. — 43, Hazaradjat nord-occidental. — 44, Kamtchatka. — 45, Sakhaline. — 46, Indonésie. — 47, Birmanie occidentale. — 48, Himalaya nord-oriental — 49, Pamir. — 50, Chaîne béloutche. — 51, Iran. — 52, Caucase. — 53, Taurides. — 54, Pontides. — 55, Syrie-Liban.

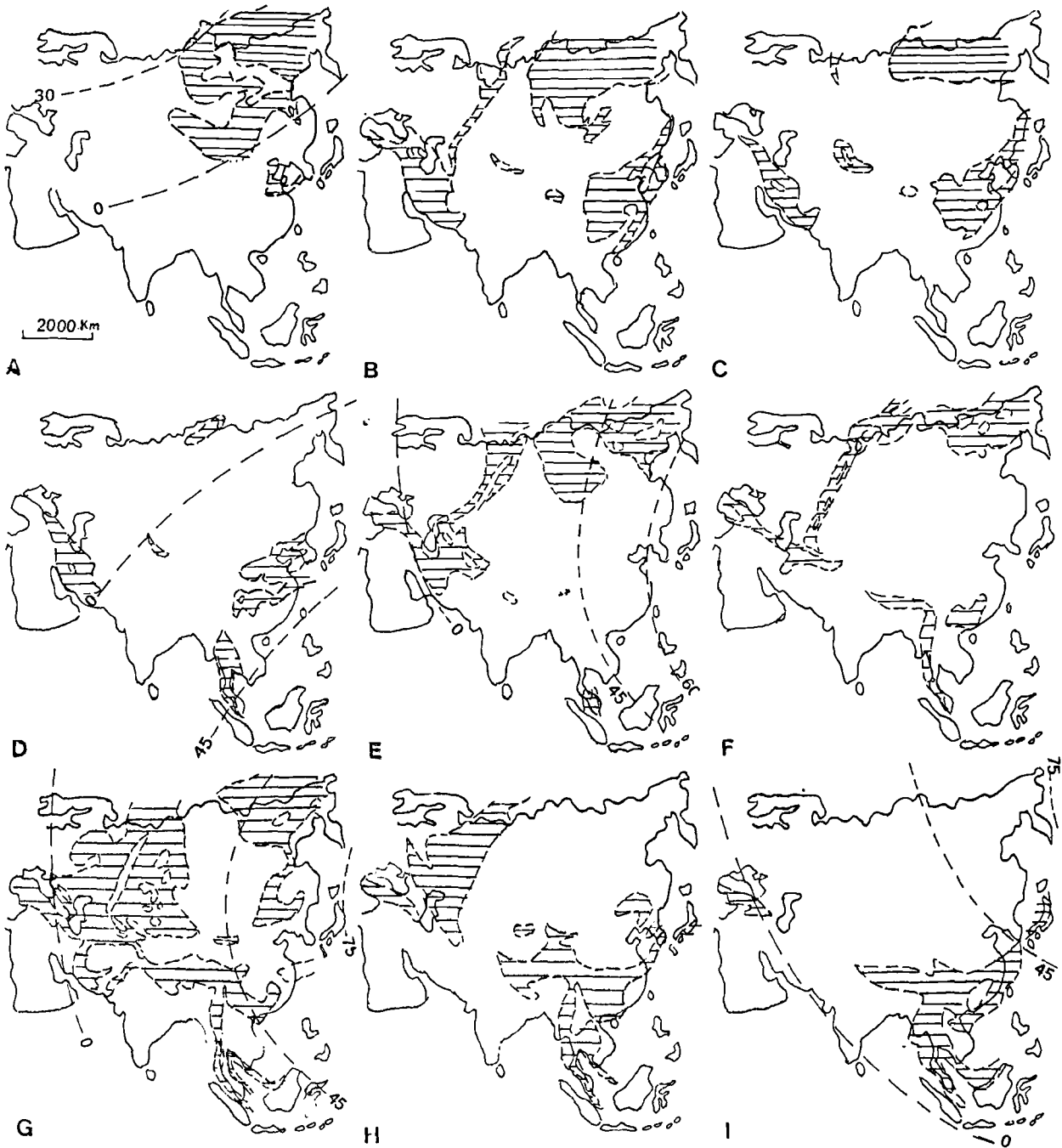


Fig. 2. — Extension des carbonates (hachures) en Asie.
A, Cambrien inférieur. — B, Cambrien moyen. — C, Cambrien supérieur. — D, Ordovicien moyen. — E, Silurien inférieur. — F, Dévonien moyen. — G, Carbonifère inférieur. — H, Carbonifère moyen. — I, Permien inférieur.
Position de l'équateur et des latitudes de l'époque selon Creer, par rapport à la Sibérie

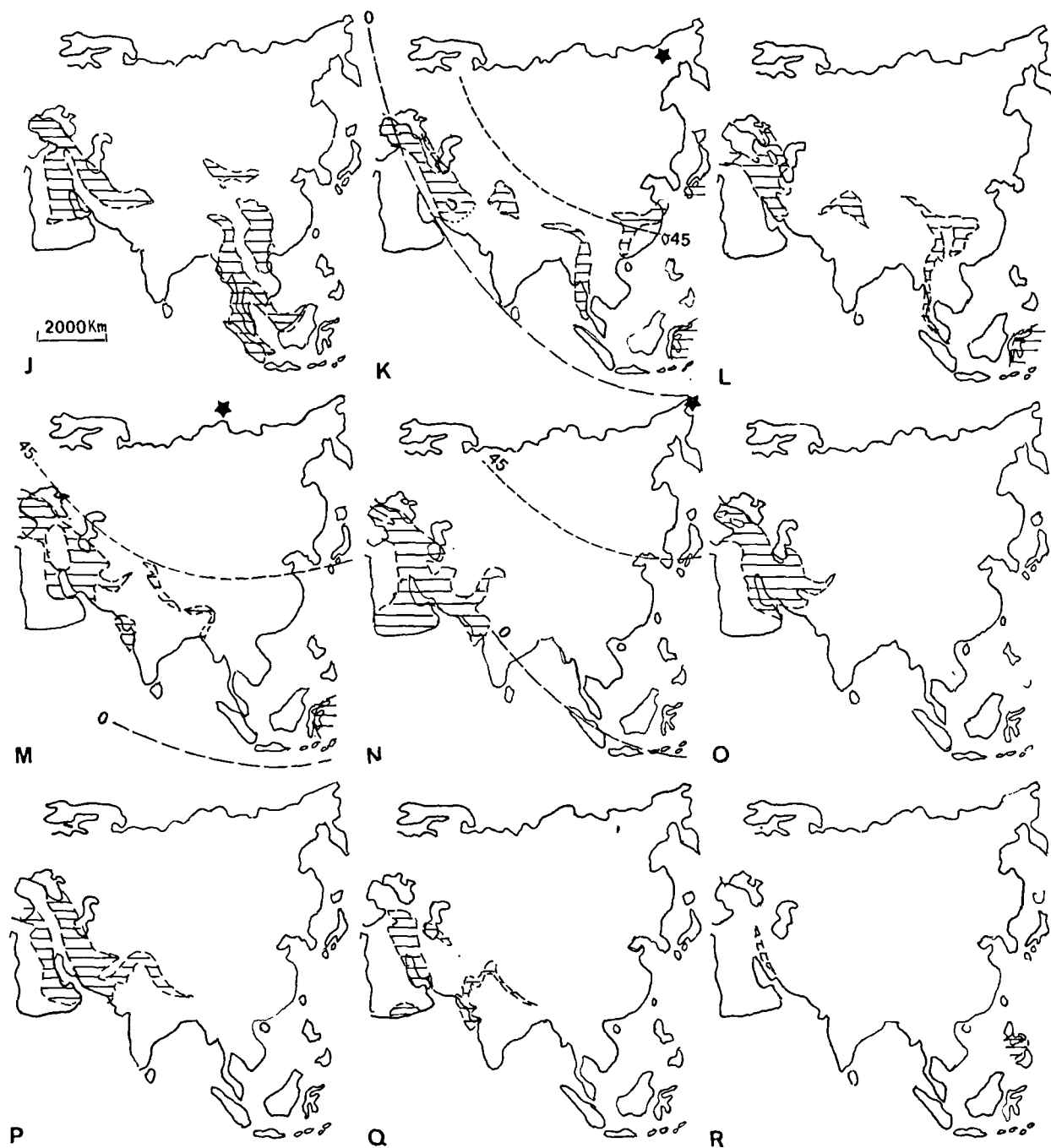


Fig. 3. — Extension des carbonates (hachures) en Asie.
J, Permien supérieur. — K, Trias inférieur. — L, Trias supérieur. — M, Jurassique moyen. — N, Jurassique supérieur. — O, Crétacé inférieur. — P, Crétacé supérieur. — Q, Eocène. — R, Miocène moyen.

rieur), suivant une méthode déjà utilisée pour définir les zones de stabilité relative de l'Asie (Mennessier, 1981). Celle-ci consiste à reporter un même quadrillage, suivant les mêmes repères, sur les cartes successives. Puis à chaque fois à coter les mailles du quadrillage 1 ou 0, suivant qu'elles tombent ou non sur des zones carbonatées. A la fin des opérations pour chaque groupe de cinq cartes, la somme des cotes est faite pour chaque maille et il est alors facile de tracer des courbes d'égaux fréquences.

Enfin, pour faire ressortir l'étendue relative des zones carbonatées, par rapport à celles occupées par d'autres sédiments ou sans sédimentation, leur surface a été mesurée au planimètre intégrateur et traduite en pourcentage de la surface totale (**). Pour affiner l'analyse, la répartition des carbonates a été suivie dans les grands domaines définis plus haut : complexe annulaire sibérien (ou Sibérie septentrionale, Asie du Sud-Est et Moyen-Orient). Les résultats sont donnés sur la fig. 8.

A) DU CAMBRIEN INFÉRIEUR AU SILURIEN INFÉRIEUR.

1) Cambrien inférieur.

Les carbonates occupent 48 % de la surface du complexe sibérien et manquent ailleurs. D'après les reconstitutions de Creer (1973), ils se situent entre l'équateur de l'époque remontant en diagonale de l'embouchure de l'Indus à l'extrémité du Kamtchatka, entre les latitudes 0 et 30° N. Au S de cet équateur, les carbonates manquent totalement (fig. 2 A).

2) Cambrien moyen.

Sous une position géographique de l'Asie sensiblement équivalente, on voit le domaine carbonaté s'étendre un peu sur le complexe sibérien (55 %), envahir le Sud-Est (15 %) et le Moyen-Orient au N du Golfe Persique (31 %) (fig. 2 B).

3) Cambrien supérieur.

Le schéma de la répartition change assez peu : 44 % dans le complexe sibérien avec une proportion non négligeable d'intercalations détritiques, 18 % dans le Sud-Est asiatique et enfin 18 % au Moyen-Orient (fig. 2 C).

4) Ordovicien moyen.

L'équateur prend toujours en écharpe l'Asie mais s'est déplacé en direction de la Scandinavie, l'Asie se trouvant comprise entre les latitudes 15° N (Nouvelle-Zemble) et 45° S (Malaisie-Formose). Les formations

(**) Les surfaces ont évolué par rapport aux surfaces actuelles. Il faudrait pouvoir évaluer les contractions tectoniques, faibles du reste en domaine de plate-forme.

carbonatées en Asie septentrionales se confinent au SE du Taïmyr (2 %), s'étendent en Chine et en Indochine (25 %) et se maintiennent au Moyen-Orient (22 %) (fig. 2 D).

5) Silurien inférieur.

Selon Heitzler, il faut admettre un équateur basculé par rapport à l'Asie et passant par la pointe de la Scandinavie et l'Iran central, l'Asie étant comprise entre les latitudes 0 et 60° N. Les carbonates reviennent massivement sur le complexe sibérien (44 %), mais disparaissent pratiquement dans le Sud-Est, tout en glissant vers le NE au Moyen-Orient (20 %) (fig. 2 E).

6) Synthèse du Cambrien inférieur au Silurien inférieur.

La fig. 4 fait bien ressortir deux domaines à prédominance carbonatée. Le plus important couvre le centre de l'Asie septentrionale, l'autre l'Iran et ses abords. Deux autres territoires à carbonates assez bien développés correspondent à la bordure occidentale du tectogène uralien d'une part, à la para-plate-forme chinoise d'autre part. En Birmanie-Malaisie, le rôle des calcaires est très épisodique.

B) DU DEVONIEN MOYEN AU PERMIEN SUPÉRIEUR.

1) Dévonien moyen.

L'Asie étant restée à peu près géographiquement stable, les carbonates continuent à se former et couvrent 25 % de l'Asie septentrionale, 12 % de l'Asie du Sud-Est et enfin 22 % du Moyen-Orient (fig. 2 F).

2) Carbonifère inférieur.

Les carbonates prennent une grande importance, couvrant plus de la moitié de l'Asie du Nord, le tiers du Sud-Est et le quart du Moyen-Orient, entre les latitudes nord de l'époque de 0 à 60° (fig. 2 G).

3) Carbonifère moyen.

Dans la même position ou presque vis-à-vis de l'équateur mésocarbonifère, l'Asie septentrionale voit fuir les carbonates qui se localisent sur la marge européenne de l'Oural (8 %), tandis qu'ils arrivent à couvrir 39 % du Sud-Est et se localisent dans un étroit bassin au centre de la Turquie (8 %) (fig. 2 H).

4) Permien inférieur.

L'équateur éopermien devait s'étendre de la Mer Noire à l'Indonésie, le Kamtchatka se trouvant vers la latitude 75° nord. L'Asie septentrionale ne connaît plus de carbonates. Ceux-ci se maintiennent dans le Sud-Est et s'étendent un peu au Moyen-Orient (18 % sur la Turquie) (fig. 2 I).

5) Permien supérieur.

Peu de changement à noter, les carbonates se maintiennent sur une ceinture mésogéenne au Moyen-Orient (en extension avec 47 %), de la Birmanie à Sumatra, ainsi que sur la plate-forme chinoise (7,5 %) (fig. 3 J).

6) Synthèse du Dévonien moyen au Permien supérieur.

La fig. 5 montre des changements considérables par rapport à la précédente : la zone carbonatée septentrionale en régression *au profit* du Sud-Est. On notera une tendance des carbonates à s'étendre en Asie Centrale.

C) DU TRIAS INFÉRIEUR AU CRÉTACÉ INFÉRIEUR.

1) Trias inférieur.

D'après Creer, l'équateur éotriasique devait se trouver un peu plus au Sud que celui du Néopermien, le pôle nord se trouvant dans l'extrême Nord-Est de la Sibérie. Les carbonates se restreignent à la ceinture mésogéenne entre l'équateur et la latitude 45° nord, couvrant 28 % du Moyen-Orient et 15 % du Sud-Est asiatique (fig. 3 K).

2) Trias supérieur.

Les seuls changements notables sont une légère réduction des étendues précédentes, tombant respectivement à 25 et 12 %.

3) Jurassique.

Au Jurassique moyen, le pôle nord se situerait près du Taïmyr et l'équateur sur la bordure sud de l'Indonésie (et décalée sur le coin méridional de l'Arabie). Les carbonates occupent toujours la frange mésogéenne surtout au Moyen-Orient, où ils sont très étendus (47 %) et dans le Sud-Est (5 %) (fig. 3 M).

4) Jurassique supérieur.

Peu de changements se produisent depuis le Jurassique moyen. Les carbonates sont très développés au Moyen-Orient et couvrent maintenant une large partie de l'Arabie (66 %), mais sont absents ailleurs.

5) Crétacé inférieur.

L'équateur serait à peu près resté en place par rapport à l'Asie, le pôle nord se situant près du détroit de Behring. Les carbonates sont largement développés sur la Turquie et l'Iran où ils couvrent près de la moitié du territoire et manquent pratiquement partout ailleurs.

6) Synthèse du Trias inférieur au Crétacé inférieur.

Les carbonates se localisent sur deux domaines, à savoir, un domaine majeur couvrant le Moyen-Orient, un domaine très mineur sino-thaïlandais, entre l'équateur de l'époque et la latitude 40-45°. Plus au Nord, l'absence de carbonates est loin d'être liée à une émergence, comme en témoigne la présence d'abondants sédiments terrigènes (fig. 6).

D) DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR AU PLIOCÈNE SUPÉRIEUR.

1) Crétacé supérieur.

Le schéma pour le Santonien est à peu près le même que pour le Valanginien, avec 60 % du Moyen-Orient et 6 % dans le Sud-Est asiatique (fig. 3 P).

2) Eocène.

Dans une position géographique voisine de l'actuelle, l'Asie voit les faciès carbonatés se localiser dans le Moyen-Orient, où ils se maintiennent sur le quart de la surface. On en retrouve un peu sur les confins orientaux de l'Afghanistan et sur la frange méridionale de l'Himalaya.

3) Oligocène.

Les calcaires ne se montrent guère que sur la bordure orientale du Moyen-Orient dans la chaîne béloutche (1 %).

4) Miocène moyen.

Les carbonates francs manquent pratiquement partout.

5) Pliocène supérieur.

Le fait précédent se maintient.

6) Synthèse du Crétacé supérieur au Pliocène supérieur.

La zone tant soit peu carbonatée correspond à une série de taches s'étendant au voisinage du Golfe Persique. Bien entendu, les orogénèses mésozoïques de l'Asie ont contribué pour leur part, s'ajoutant à celles du Paléozoïque, à réduire le domaine des calcaires et des dolomies (fig. 7).

CONCLUSIONS

L'examen de la fig. 8 représentant le pourcentage des zones à sédimentation carbonatée depuis le Cambrien fait ressortir plusieurs faits. Le premier est celui d'une évolution non synchrone des trois grands domaines structuraux étudiés. Ceci montre que le facteur

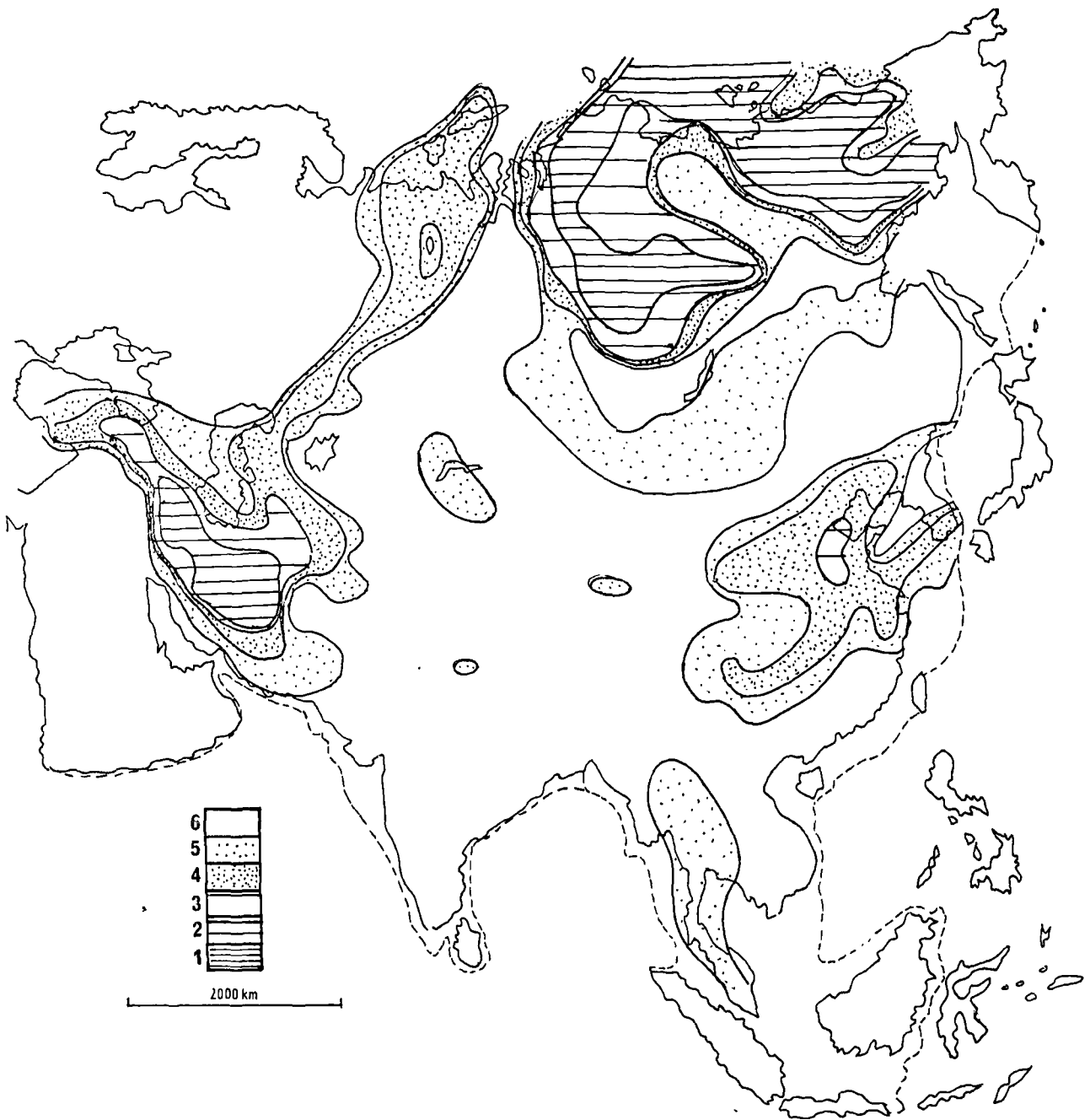


Fig. 4. — Carte de fréquence des carbonates en Asie pendant le Paléozoïque inférieur et moyen.
Fréquence : 1, 100 %. — 2, 80 %. — 3, 60 %. — 4, 40 %. — 5, 20 %. — 6, 0 % par rapport aux cinq époques considérées (voir texte).

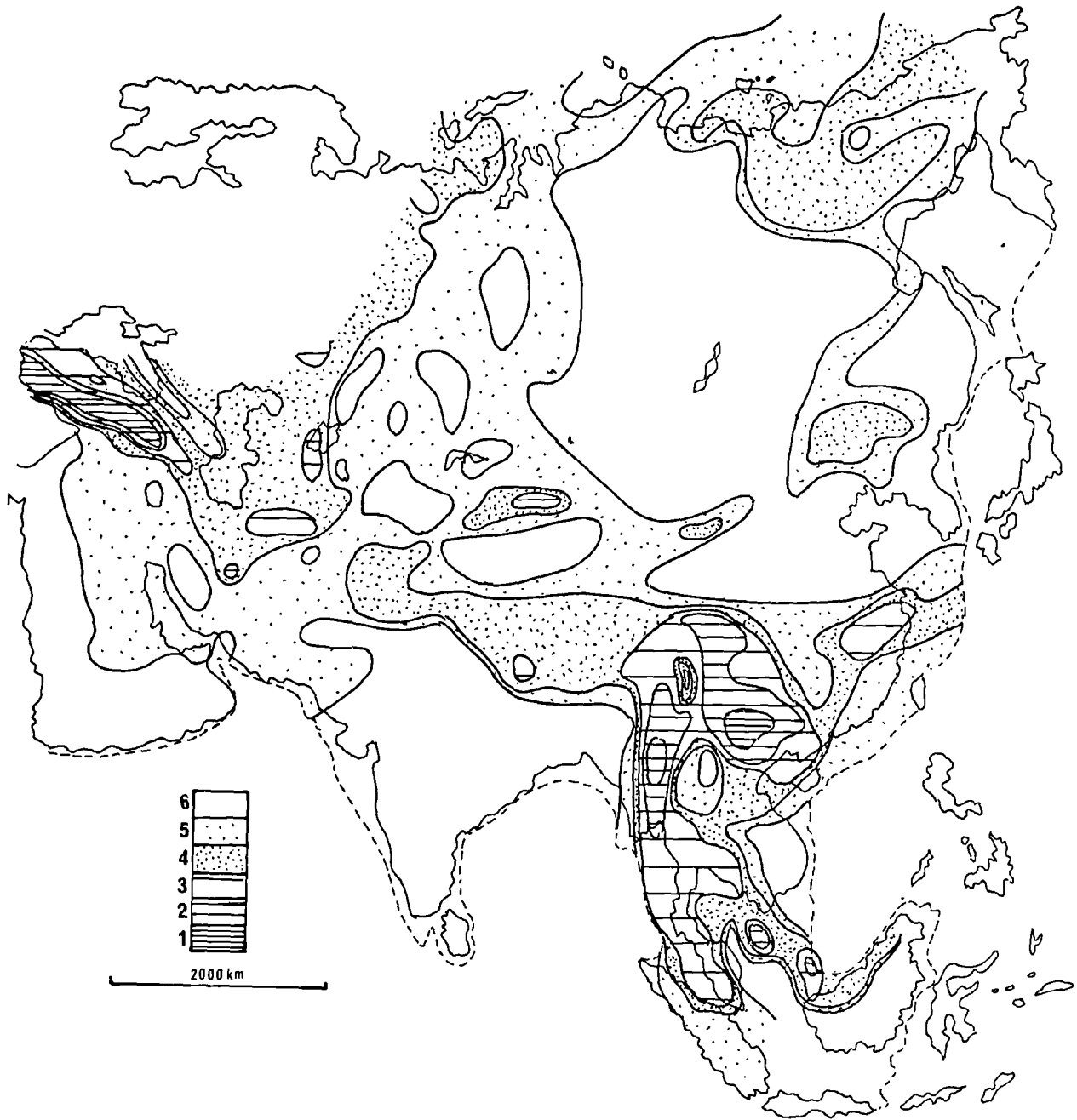


Fig. 5. — Carte de fréquence des carbonates en Asie pendant le Paléozoïque supérieur.
(Voir légende fig. 4).

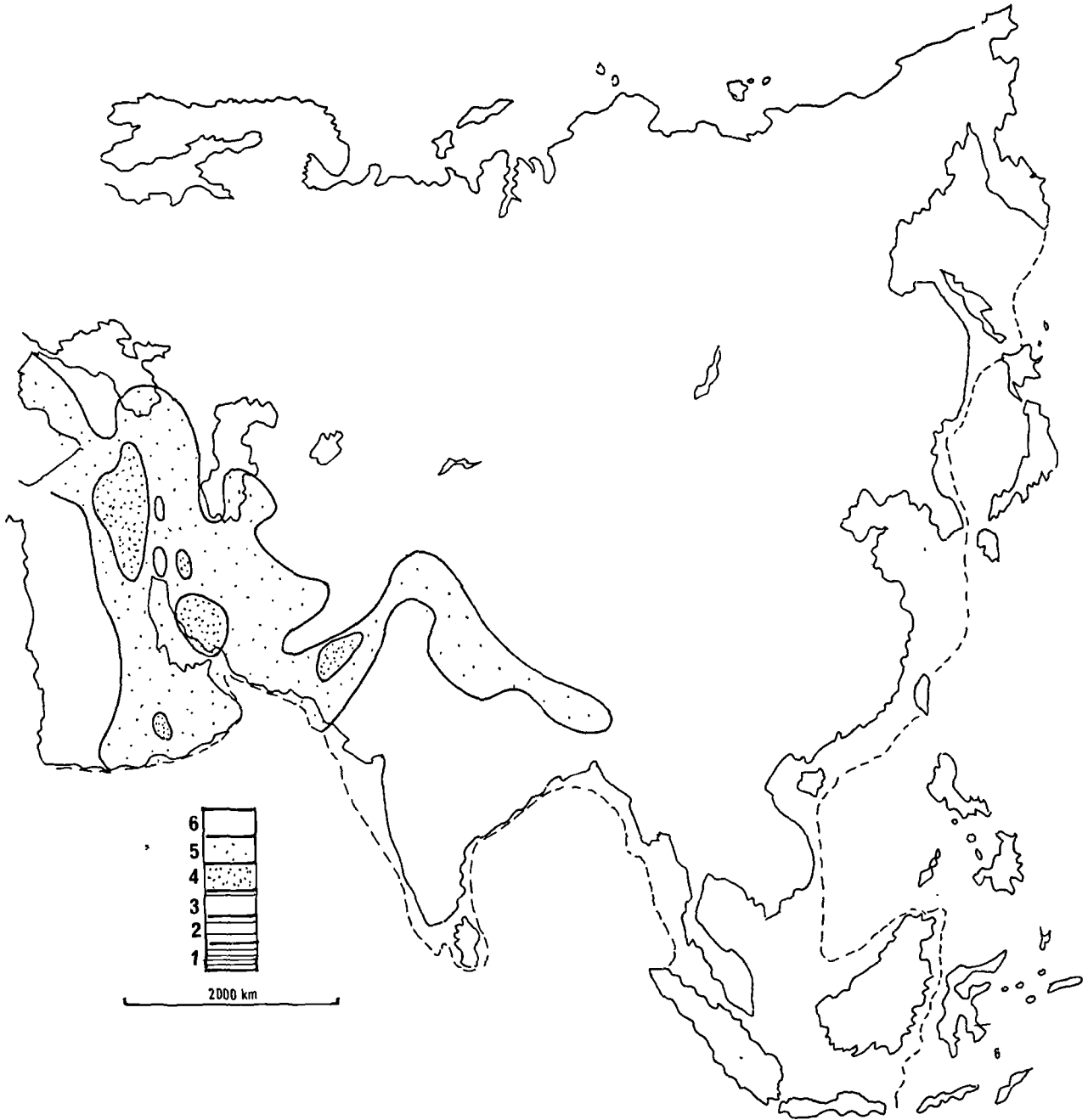


Fig. 6. — Carte de fréquence des carbonates en Asie depuis le Trias inférieur jusqu'au Crétacé inférieur. (Voir légende fig. 4).

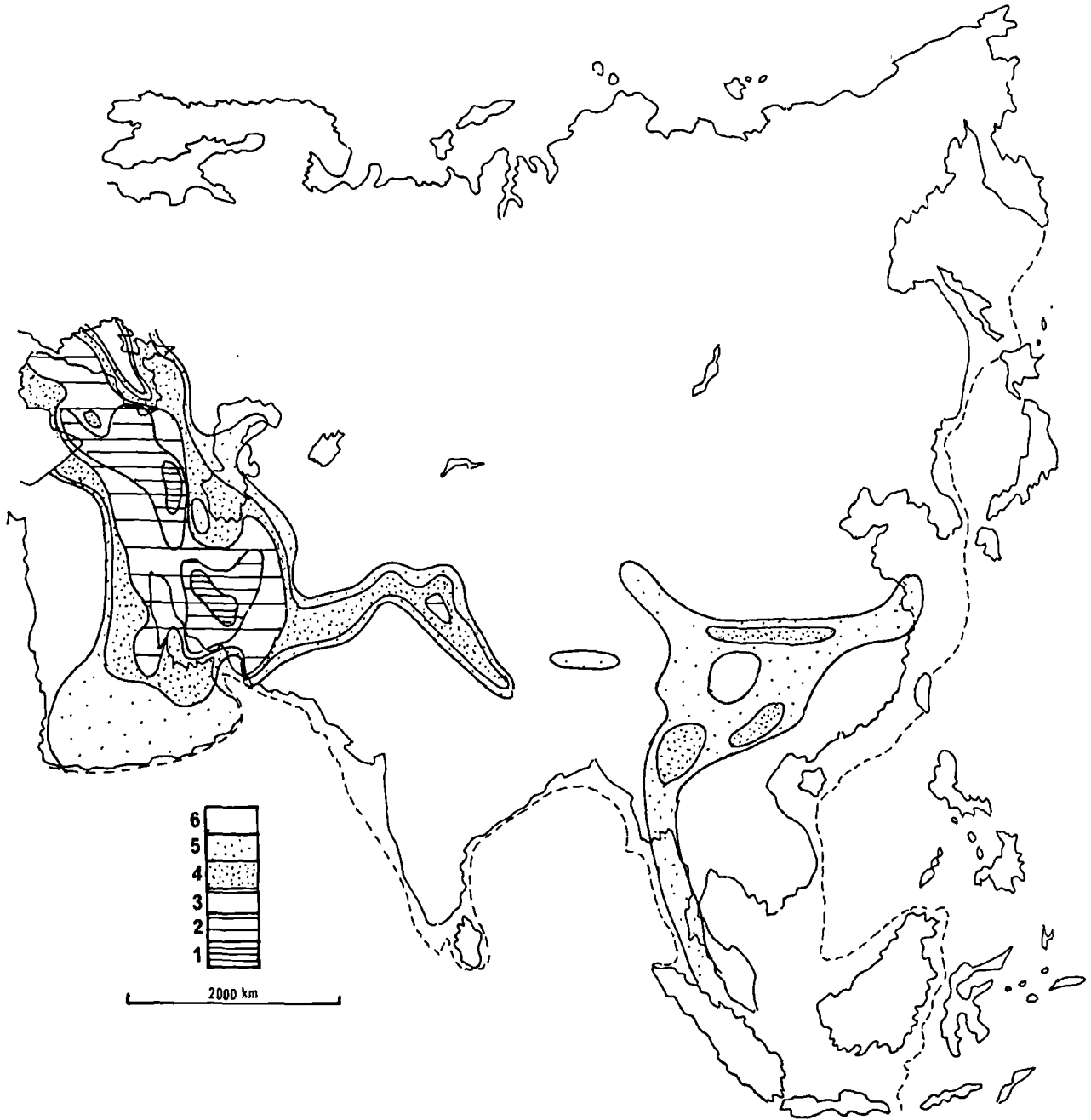


Fig. 7. — Carte de fréquence des carbonates en Asie depuis le Crétacé supérieur jusqu'au Pliocène.
(Voir légende fig. 4).

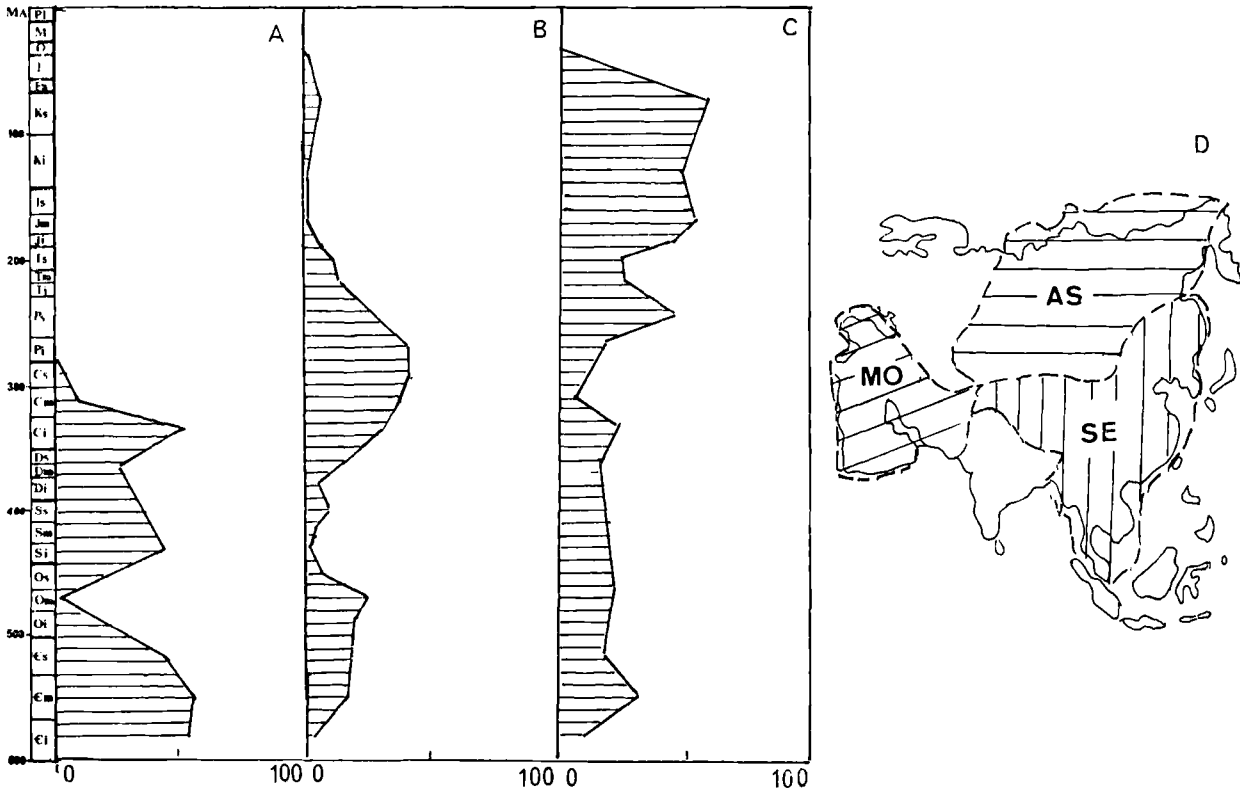


Fig. 8. — Extension des carbonates en Asie depuis le Cambrien.

A, Asie septentrionale. — B, Sud-Est asiatique. — C, Moyen-Orient. — D, Limites des domaines précédents.

majeur de la sédimentation calcaire n'est pas seulement l'effet de variations climatiques, mais qu'il est surtout contrôlé par les mouvements crustaux. Le deuxième montre une extension soudaine des zones carbonatées avant les phases orogéniques majeures : calédonienne et hercynienne en Asie septentrionale, triasique dans le Sud-Est, alpine au Moyen-Orient, impliquant une extension des plates-formes carbonatées avant les grands plissements. Le troisième et dernier fait, facile à comprendre, est l'extinction progressive de la sédimentation carbonatée liée à l'émersion plus

ou moins large consécutive aux phases orogéniques, au profit de sédiments molassiques.

En conclusion, on notera que la répartition des carbonates en Asie depuis le Cambrien évolue indépendamment dans les trois secteurs considérés, ce qui implique le rôle d'autres facteurs que le climat et que dans chacun de ces secteurs se reproduit, décalé dans le temps, le même schéma d'une extension des plates-formes carbonatées avant les phases orogéniques majeures et leur réduction après.

* * *

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AZIZBEKOV Ch.A. *et al.* (1972). — Geologiya SSSR, t. XLVII. Azerbaidzhanika SSR. *Nedra, Moscou*, 518. p.
- 2) BEMMELEN R.W. van (1949). — *The Geology of Indonesia*. Vol. Ia, XXIII, 732 p.; vol. Ib, 41 pl.; vol. II, 265 p.
- 3) CAMPBELL A.S. *et al.* (1971). — Geology and history of Turkey. *Petrol. Expl. Soc. Libya, Tripoli*, p. 111-492.
- 4) CREER K.M. (1973). — A discussion of the arrangement of paleomagnetic poles on the map of Pangaea for epochs in the Phanerozoic. In Implications of continental drift to the Earth Sciences, vol. I, *Academic Press*, p. 47-76.
- 5) DESIO A. et Zanettin B. (1970). — Italian expeditions to the Karakorum (K2) and Hindu-Kush. Scientific reports, III. Geology-Petrology, vol. 2, E.J. Brill, Leiden, XX. 308 p.
- 6) DZEVANOVSKII Iou.K. *et al.* (1972). — Geologiya SSSR, t. XLII, Ioujnaïa Iakoutia. *Nedra, Moscou*, 495 p.
- 7) ESENOV Ch.E., LIARITSEV G.F. et CHLYGIN E.D. *et al.* (1972). — Geologiya SSSR, t. XX, Tsentralnyi Kazakhstan. *Nedra, Moscou*, 380 p.
- 8) GANSSER A. (1964). — Geology of the Himalaya. *J. Wiley and Sons, Londres*.
- 9) GOBBETT D.J., HUTCHISON C.S. *et al.* (1973). — Geology of the Malay Peninsula (West Malaysia and Singapore). *Wiley-Interscience, New-York*, 438 p.
- 10) ILHAN E. (1971). — The structural features of Turkey (in Geology and history of Turkey), ed. par A.S. Campbell. *Petrol. Expl. Soc. Libya, Tripoli*, p. 159-170.
- 11) JAMOIDA A.I. *et al.* (1968). — Geologitcheskoe stroenie CCCP. Stratigrafia. *Nedra, Moscou*, 710 p.
- 12) LOUPPOV N.P. *et al.* (1972). — Geologiya SSSR, t. XXII, Tourkmenskaïa SSR. *Nedra, Moscou*, 766 p.
- 13) MENNESSIER G. (1981). — Grandes lignes de l'évolution depuis le Cambrien des mouvements verticaux et des zones sédimentaires de l'Asie. *Geotektonika, Moscou*, (in litt.) (en russe).
- 14) OGURA T. *et al.* (1967-1969). — Geology and mineral resources of the Far East, t. 1 et 2. *Univ. Tokyo Press*, 468 p. et 486 p.
- 15) POMAZKOV K.D. *et al.* (1972). — Geologiya SSSR, t. XXV, Kirgizkaïa SSR. *Nedra, Moscou*, 280 p.
- 16) TAKAI F., MATSUMOTO T. et TORIYAMA R. (1963). — Geology of Japan. *Univ. Tokyo Press*, 279 p.
- 17) TKATSENKO B.V., Egiazarov V.X. *et al.* (1970). — Geologiya SSSR, t. XXVI. Ostrova sovetsoï Artiki. *Nedra, Moscou*, 545 p.
- 18) TOUPITSIN N.V. (1962). — Traits fondamentaux de la tectonique de la Chine (en russe, traduit du chinois). *Moscou*, p. 9-307 (trad. M. Birot).
- 19) VERSENEV I.I. *et al.* (1974). — Geologiya SSSR, t. XXXII. Primorskii kraï. *Nedra, Moscou*, 155 p.
- 20) ZAKHAROV A.M. *et al.* (1971). — Geologiya SSSR, t. XXXIV. Tourgaïskii progiv. *Nedra, Moscou*, 534 p.

—————«»—————

Histoire de la plaine maritime de Wissant (Pas-de-Calais) depuis le début de l'Holocène

par R. MORTIER (*) et M. BOELS (*)

Résumé. — Une centaine de sondages à la main, nous a permis de reconstituer l'évolution holocène de la plaine maritime entre Wissant et Tardinghen. Le problème des "falaises fossiles" est traité, tandis que l'évolution récente du paysage est décrite à l'aide de cartes anciennes.

Abstract. — More than hundred hand-borings permitted us to reconstruct the evolution of the coastal plain between Wissant and Tardinghen, during the Holocene. The "fossile cliff" problem in this area reconsidered, whereas the recent evolution of the landscape was studied by aid of ancient maps.

I. — INTRODUCTION

Entre le Cap Gris-Nez et le Cap Blanc-Nez se situe la baie de Wissant, formée par un cordon de dunes qui s'étend de la Pointe de la Courte Dune jusqu'à Saint-Pol, au N de Wissant.

A l'intérieur, la plaine maritime est limitée par un escarpement orienté SW-NE. Plus avant, un paysage légèrement ondulé est borné par les versants du Mont aux Loups, du Mont Malassis et du plateau des Hautes Communes. Plusieurs auteurs ont suggéré que les talus seraient des falaises fossiles ou des repères d'anciennes lignes côtières (Dubois, 1924; Briquet, 1930; De Heinzelin, 1964; Ters, 1969; Sommé et Tuffreau, 1976). Nous avons envisagé cette hypothèse par une étude détaillée du triangle Le Châtelet - Tardinghen - Wissant.

II. — DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Dans ce petit espace, drainé par le Ruisseau du Fart (source à 25 m) et le Ruisseau du Châtelet (source à 75 m), se présentent quatre unités morphologiques différentes (fig. 1):

a) La plage.

D'une largeur maximum de 400 m, elle est constituée principalement de sable fin; elle se rétrécit à l'est et à l'ouest jusqu'à 250 m. La pente est faible (0,6 % à 1 %); la largeur de la haute plage atteint

50 m près de la Pointe de la Courte Dune et diminue vers l'est. Ceci est dû à la présence d'un cordon de galets (avec deux niveaux différents de gradins) qui est alimenté par les roches dures de la falaise actuelle et l'ouest de la Pointe (silex, calcaire et biosparudites, grès et craie).

Au Nord des dunes du Châtelet, où les galets sont très dispersés, affleure la tourbe dans laquelle se sont formés des croissants de plage (beach cusps, King, 1972). A marée basse, on remarque sur l'estran des rides de plage, limitées vers la mer par une zone de bâches.

b) Le cordon de dunes.

Sa topographie a profondément changé, si on la compare à la carte Marquise (1/25.000 - Feuille 3-4). Les plus hautes dunes paraboliques (25 m) se situent dans le massif de Baraque Fricot. Vers le sud, on trouve quelques dunes isolées séparées par des cuvettes de déflation. A la hauteur des dunes d'Aval, les dunes paraboliques se sont assemblées en une grande dune mobile (hauteur de 10 à 5 m, largeur de 400 m) qui a envahi récemment une partie du marais. Plus à l'est, les dunes ont de nouveau un caractère stabilisé.

c) La plaine marécageuse (le marais de Tardinghen).

Elle est limitée par l'isohypse de 5 m. A l'est, se trouvent plusieurs étangs entourés de digues. Le drainage du marais par le Ruisseau des Anguilles a un caractère intermittent à cause de l'obstruction temporaire par le sable des dunes.

d) Le talus limitant la plaine vers le Sud.

C'est à la hauteur de la Motte du Bourg (38 m) où la pente est de 50° à 60° qu'il est le mieux représenté. Vers l'est, on soupçonne la liaison originelle au versant

(*) Département de Géologie du Quaternaire, "Vrije Universiteit Brussel", Bruxelles (Belgique).

Note présentée le 3 Mai 1979 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 7 Janvier 1981.

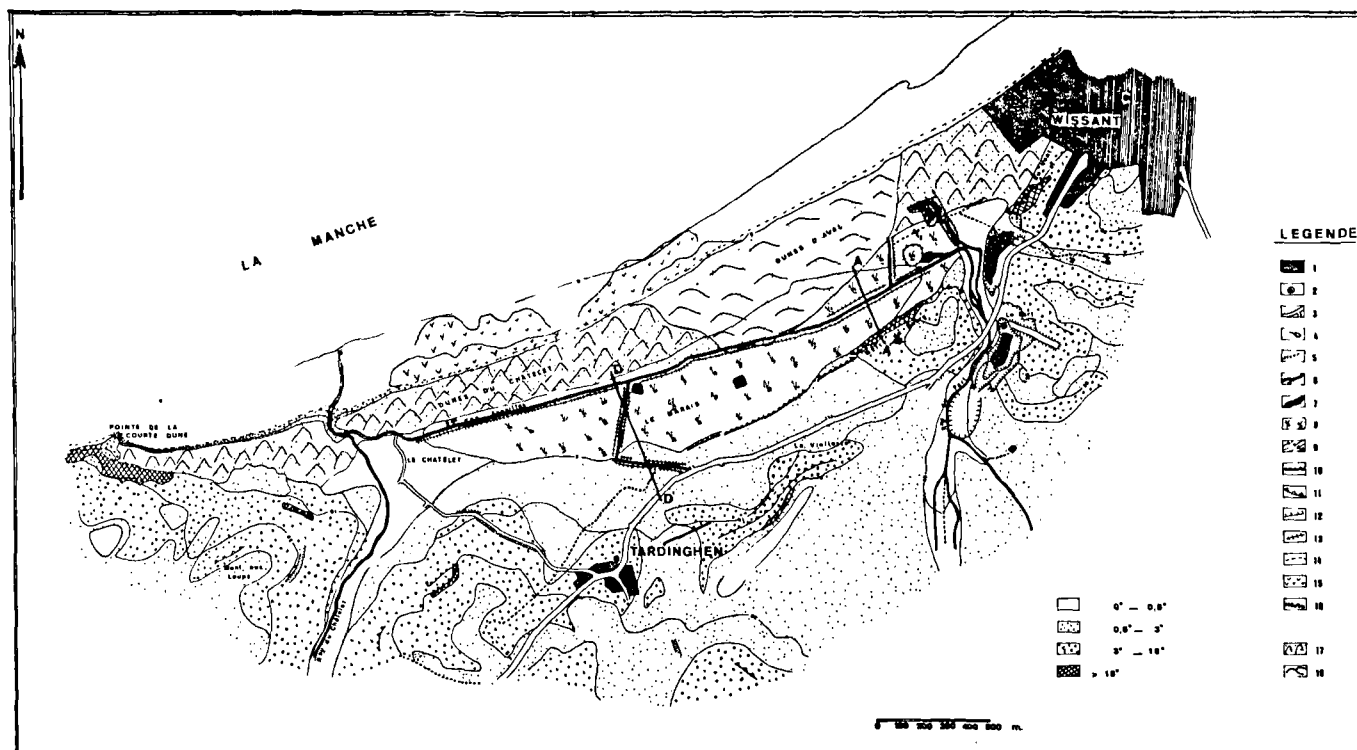


Fig. 1. — Carte géomorphologique de la baie de Wissant.

- 1, terrain bâti. — 2, église. — 3, route. — 4, source. — 5, rivière intermittente. — 6, rivière. — 7, étang. — 8, marais. — 9, isohypse. — 10, falaise fossile. — 11, rideau. — 12, talus. — 13, digue. — 14, ligne de marée haute. — 15, tourbe affleurant sur la plage. — 16, cordon de galets. — 17, dune stabilisée. — 18, dune mobile. Les pentes sont représentées aussi sur la carte.

nord de la Motte au Vent, actuellement détruite par les travaux de la ballastière du Fart. Sur les champs du plateau, on trouve des cailloux de silex rouge-brun et des biosparudites ; ces "lumachelles" n'apparaissent que dans la partie ouest de la Violette, conformément à la carte géologique.

III. — DESCRIPTION ET INTERPRETATION DES SONDAGES

En 1978, une centaine de sondages à la tarière a été effectuée (profondeur : de 5 à 7,5 m), suivant un quadrillage rectangulaire de 400 m sur 50 m. La grande variabilité des sédiments marins holocènes ne se laisse étudier qu'en profils avec des distances réduites entre les sondages.

a) Description.

Deux profils représentatifs (fig 2. - position fig. 1) sont décrits :
Profil AA' :

- sable grossier gris-jaune, puissance minimale de 3 m ; l'épaisseur et le caractère de ces sables, sursaturés en eau, n'ont pas permis d'atteindre le substrat ;
- tourbe (1 m à 1,5 m) contenant des rhizomes de roseaux ; la tourbe est très réduite dans le sondage A7 (argile humifère) et est absente dans A2 ;
- sable grossier avec parfois de minces lentilles d'argile ;
- sol argileux, décalcifié, modérément gleyifié sans développement de profil ; parfois de minces lits de sable fin à la base.

Profil DD' :

- sable grossier, puissance variable reposant sur le substrat kimméridgien ;
- tourbe (cf. AA') ;
- sable fin (maximum 1 m) contenant de minces lentilles d'argile (épaisseur : de 1 à 3 mm) ;
- argile brun-gris avec développement d'un sol marécageux à la surface (cf. AA').

b) Interprétation.

La disparition de la tourbe dans le sondage A₂ suggère la présence d'un ancien chenal de marée,

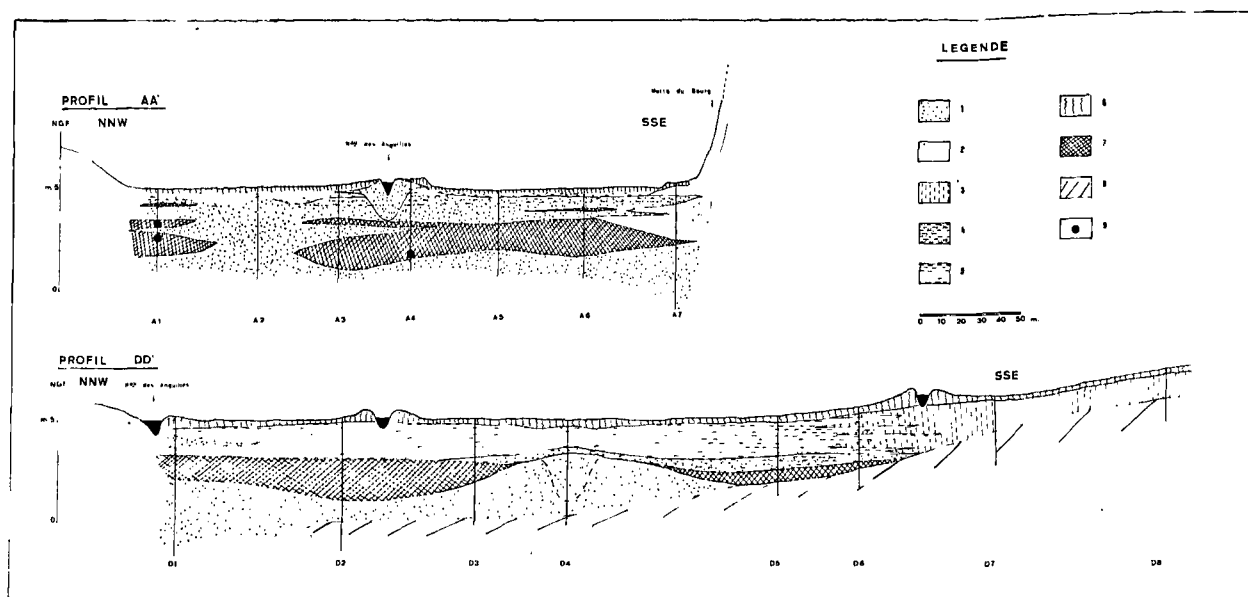


Fig. 2. — Deux profils représentatifs dans le marais.

1, sable moyen et grossier. — 2, sable fin. — 3, limon (silt). — 4, sable argileux. — 5, argile. — 6, sol marécageux. — 7, tourbe. — 8, substrat (Kimméridgien - Wealdien). — 9, échantillon ¹⁴C.

constatation qui est confirmée par l'interstratification de sable dans la tourbe en A₁, A₃ et A₄. Une phase transgressive à faible pénétration a sédimenté le matériel sableux à proximité immédiate du chenal, tandis que les sédiments plus fins ont été déposés plus loin.

Dans une période plus récente, le chenal du Ruisseau des Anguilles est devenu fonctionnel : ceci est indiqué par le lit de sable qui figure en A₃ et A₄.

Le sondage A₇ est difficile à interpréter : la présence d'un chenal fossile n'est pas exclue, mais on ne peut négliger l'influence de la pente raide du versant N de la Motte du Bourg ; le versant est constitué de sable argileux blanc, extrêmement fin (Wealdien), parfois cimenté et formant un grès ferrugineux.

L'apport de matériel sableux, soit par un écoulement diffus sous pluie battante, soit par des éboulements, est bien possible. Quelques cailloutis de grès, incorporés dans une matrice argilo-sableuse, ont été trouvés dans le sondage.

Dans l'autre profil DD', parallèle au premier, mais situé plus à l'ouest, nous retrouvons à peu près la même succession de couches. Dans ce profil, le substrat kimméridgien a été atteint dans la plupart des sondages (marnes bleu-gris = Argiles de Moulin Wibert).

Le sondage D₈ comporte plusieurs couches de limon sableux qui proviennent du versant SE.

Les analyses palynologiques de la tourbe montrent une dominante forte de Cypéracées et de Graminées qui ne peut être expliquée par des circonstances écologiques locales. Dans l'estuaire de la Canche, Munaut et Gilot ont de même constaté le caractère parfois atypique de la végétation côtière, soumise à un mésoclimat et à un édaphisme particuliers.

En général, le contenu en pollen est faible dans les échantillons, mais les analyses ont permis à M. Vanhoorne de situer le développement de la tourbe dans le Subboréal (2800-5000 B.P.). Ce résultat a été confirmé par les datations ¹⁴C qui ont fourni des dates d'environ 4.000 ans pour la base et 3.000 ans pour le le sommet de la couche (analyses faites à Hannover par le Prof. Geyh).

A partir de cette information, on peut tenter une comparaison entre la séquence observée et celles décrites dans la Plaine maritime du Nord ou dans les polders belges et néerlandais.

Il paraît aisé de corréliser les sables de la base des profils avec les "sables pissards" de Blanchard, appartenant à l'Assise de Calais.

De même, la tourbe peut être corrélée avec la "tourbe de surface" hollandaise et les sédiments sableux et argileux sus-jacents peuvent être rattachés à l'Assise de Dunkerque.

Mais nous constatons que cette classification d'origine purement lithostratigraphique (introduite par Dubois en 1924) a acquis pendant la dernière décennie une signification chronostratigraphique croissante : une division multiple des " Assises de Calais et de Dunkerque " a été établie tandis que les couches tourbeuses intercalées, associées à des régressions marines, ont été datées au ^{14}C ou à l'aide d'arguments archéologiques.

Il en résulte une modification des définitions initiales de Dubois et " une nécessaire révision stratigraphique — déjà en cours — dans la région franco-belge qui est à l'origine de la définition du Flandrien " (Sommé et Tuffreau, 1978).

Jusqu'ici, on n'a pas toujours tenu compte de l'importance des influences locales. Généralement, les recherches étaient menées avec l'idée d'une phase transgressive d'importance régionale. Mais l'existence d'un cordon de dunes ou de galets peut, pendant une phase transgressive, protéger une baie contre l'invasion marine ; d'autre part, la simple présence d'un système de chenaux suffit pour que, pendant un mouvement régressif de la mer, se maintienne une pénétration marine (par exemple à cause d'une grande marée) qui peut masquer le caractère régressif de la sédimentation.

On peut cependant objecter que les nombreuses courbes de la variation du niveau de la mer pendant l'Holocène, indiquent une montée indiscutable et qu'une corrélation régionale doit donc être possible (Ters, 1973).

Mais il faut admettre aussi que de grands décalages dans le temps sont possibles entre les périodes durant lesquelles l'influence d'un changement du niveau marin est enregistrée dans la séquence des sédiments à différents endroits.

Dans le cadre de cette conception, les termes de " phase transgressive " ou " phase de grande influence marine " sont préférables à " transgression marine " pour décrire le milieu de sédimentation.

IV. — LA RECONSTITUTION DU PAYSAGE

La connaissance de l'évolution pléistocène régionale reste fragmentaire.

Le talus intérieur de la plaine de Wissant a été décrit comme étant une falaise fossile datant du dernier Interglaciaire (De Heinzelin, 1964). Ce versant est constitué de sédiments wealdiens et kimméridgiens, recouverts d'une mince couche de limons quaternaires dans laquelle on trouve parfois des cailloux de silex.

Si la présence de dépôts marins a été établie à la base de la séquence pléistocène de la Carrière du Fart, leur interprétation, de même que leur âge précis, restent encore problématiques (Sommé et Tuffreau, 1976).

Les sondages nous ont montré qu'en avant de cette falaise, se trouve une plate-forme d'abrasion en roches kimméridgiennes. Le matériau de la falaise date aussi du Jurassique, ce qui laisse un hiatus énorme, de la fin du Jurassique jusqu'au début de l'Holocène, pour situer le façonnement.

L'origine même de la baie de Wissant peut être expliquée par la simple proximité de deux caps plus élevés, l'action abrasive de la mer ayant une influence érosive plus grande sur une côte basse que sur une côte élevée par l'évacuation plus rapide d'un volume de débris plus petit.

— Pendant l'Holocène :

Les premiers sédiments holocènes qu'on retrouve dans la plaine maritime de Wissant sont les sables grossiers reposant sur la surface d'abrasion. Au début de l'Holocène, la baie était protégée par un cordon de dunes et, à marée basse s'étendait une grande plage sableuse. Par développement d'un banc de sable, évoluant plus tard en poulier, l'influence marine diminuait fortement dans la dépression. L'apport d'eaux pluviales et de ruissellement favorisait le développement d'une végétation qui est à l'origine de la tourbe.

Avec la reprise de l'influence marine, la lagune formée par le développement de dunes sur le poulier a été plusieurs fois inondée selon un système de chenaux. Le changement horizontal de faciès des sédiments déposés à ce moment montre que le point de rupture du cordon littoral doit être situé dans la partie NE de la dépression. La phase transgressive diminuant lentement, un accroissement par alluvionnement se produisait. Sur cette couche argileuse s'est développé le sol marécageux.

Ce schéma général est modifié dans le détail par la présence de minces lentilles de tourbe et de niveaux de sables qui indiquent respectivement un déclin et une augmentation de l'influence du milieu marin, due à des circonstances très locales.

L'affleurement de tourbe sur la plage est la preuve d'un déplacement vers l'intérieur de la ligne côtière, comparé à la situation durant le Subboréal. Ceci est en contradiction avec les observations de Briquet, qui considérait la région entre Le Châtelet et Tardinghen comme une zone d'accumulation et postulait que la ligne côtière devait se déplacer vers le large.

Une étude des cartes anciennes (Carte de Cassini n° 21, Recueil des Côtes Maritimes de France n° 1, Carte Particulière des Côtes de France et Dépôt de la guerre n° 3) et des photographies aériennes montre aussi dans quelle mesure l'homme peut changer inconsciemment le paysage.

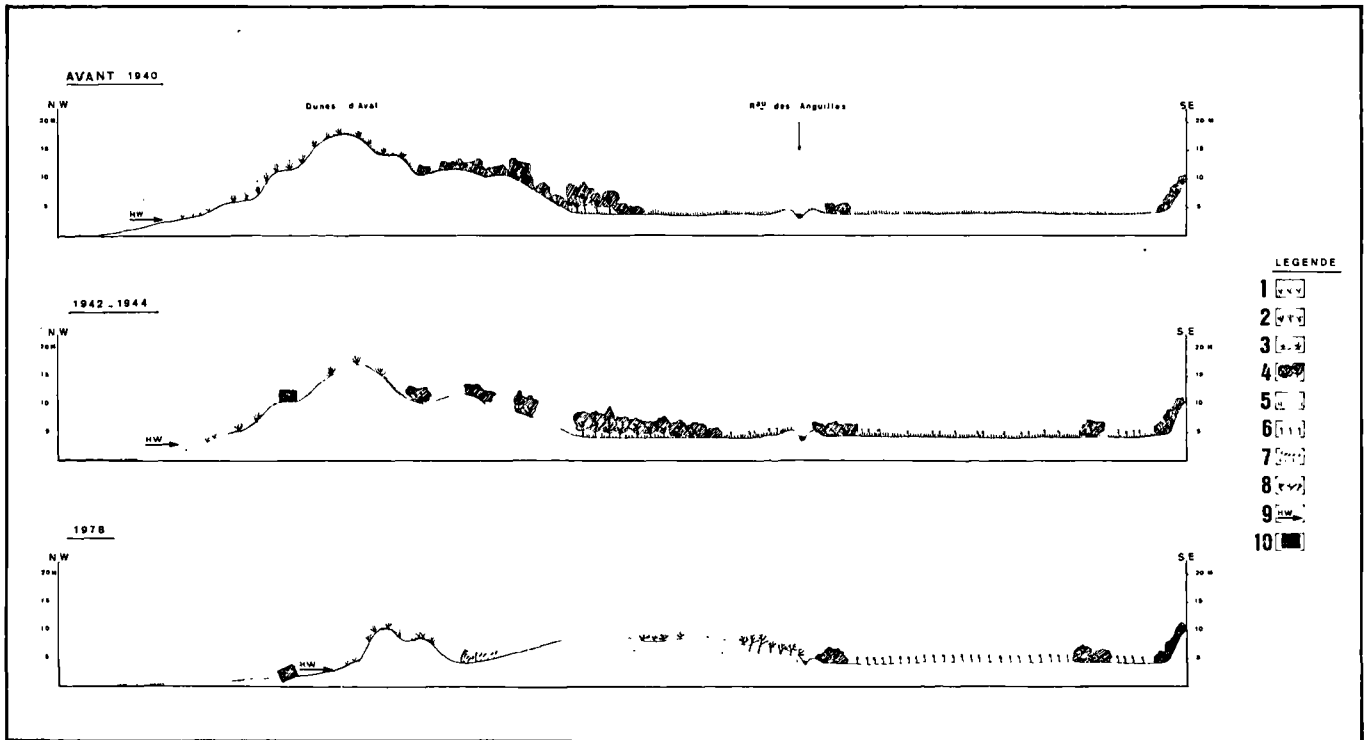


Fig. 3. — Schéma de l'évolution du paysage récent au SW de Wissant (partiellement d'après Vanden Berghen, 1975).

- 1, *Agropyron junceiforme*. — 2, *Ammophila arenaria*. — 3, mousses et tapis végétal continu. — 4, boqueteaux. — 5, prairie. — 6, végétation de marais. — 7, *Carex arenaria*. — 8, arbres ensevelis. — 9, ligne de marée haute. — 10, blockhaus.

Avant la deuxième guerre mondiale, la plus grande partie du marais était occupée par des prairies. Un système de drainage avec multiples petits canaux évacuait le surplus des eaux. Le sable des dunes était bien fixé par des plantations d'oyats et par une végétation naturelle de mousses et d'arbustes (Vanden Berghen, 1975).

Les travaux de fortification effectués par l'armée

allemande durant la dernière guerre ont eu pour effet de détruire le couvert végétal protecteur. Des masses énormes de sable, libérées de toute entrave, ont alors été mises en mouvement. A ce moment, une grande dune mobile a envahi une partie du marais.

Par ensablement et négligence du système de drainage, la végétation naturelle a rapidement repris possession du marais.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BLANCHARD R. (1906). — La Flandre. A. Colin, Paris, 530 p.
- 2) BOELS M. (1978). — Huidige en fossiele kustevolutive in de baai van Wissant. Thèse V.U.B., Brussel, 130 p.
- 3) BRIQUET A. (1930). — Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. A. Colin, Paris, 480 p.
- 4) DE HEINZELIN J. (1964). — Cailloutis de Wissant, capture de Marquise et percée de Warcove. *B.S.B.G.*, LXXIII, p. 146-161.
- 5) DUBOIS G. (1924). — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *M.S.G.N.*, t. VIII, 350 p.
- 6) KING C. (1972). — Beaches and coasts. E. Arnold, London, 570 p.

- 7) MARIETTE H. (1976). — Flandrien et archéologie de Wissant. *U.I. Sc. Préh. Protoh.*, IX congrès. Livret-guide, A 10, p. 180-182. Nice.
- 8) MORTIER R. et BOELS M. (1980). — The morphological evolution of the littoral region in Wissant (N. France) during the Holocene. *Bull. AFEQ*, p. 41-45.
- 9) MUNAUT A.V. et GILOT E. (1977). — Recherches palynologiques et datations ^{14}C dans les régions côtières du Nord de la France : Phases transgressives et stabilisations dunaires flamandriennes dans l'estuaire de la Canche (Pas-de-Calais). *Bull. Ass. Fr. Et. Quatern.*, 3, p. 17-25.
- 10) SOMMÉ J. et TUFFREAU A. (1976). — Les formations pléistocènes de Wissant. *U.I. Sc. Préh. Protoh.*, IX Congrès. Livret-guide A 10, p. 177-180. Nice.
- 11) TERS M. (1969). — Stratigraphie générale des formations du Quaternaire de Wissant. *Septentrion*, t. I, 3-4, p. 73-75.
- 12) TERS M. (1973). — Les variations du niveau marin depuis 10.000 ans. le long du littoral atlantique français. in *Le Quaternaire*, p. 114-136. Com. Nat. Fr. INQUA - Christchurch.
- 13) VANDEN BERGHEN C. (1975). — La végétation du Boulonnais. *Les Naturalistes Belges*, t. 56, n° 7, p. 205-237.



L'Ensemble Volcanique et Sédimentaire de l'unité tectonique de l'Ossa (Thessalie orientale, Grèce)

par A. SCHMITT (*)

Résumé. — L'Ensemble Volcanique et Sédimentaire, qui affleure à la base des écailles marmoréennes de l'Unité de l'Ossa, est constitué de coulées volcaniques à chimisme de basalte alcalin spilitisé associées à des niveaux sédimentaires (pélites, grès et calcaires). Sa position structurale et son chimisme conduisent à le distinguer de la Formation des Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia (véritables grauwackes associées à des lentilles calcaires et dolomitiques rouges et à des lambeaux de serpentine) qui constitue à elle seule une unité tectonique distincte charriée sur l'Unité de l'Ossa.

Abstract. — The Volcanic and Sedimentary Complex which outcrops at low structural level in the Ossa mountain consists of volcanic flows (spilitic basalt with minor keratophyre) associated with sedimentary layers (pelites, sandstones and marbles). Its tectonic environment and chemical characteristics lead us to distinguish it from the Ambelakia Volcanosedimentary Formation — consisting of graywackes and subordinated calcareous or dolomitic lenses and serpentinite sheets — which is itself a tectonic unit thrust on the Ossa Unit.

Les différentes unités tectoniques de Thessalie orientale : Olympe, Ossa, Flambouron (fig. 1) ont été décrites dans maintes publications (Derycke *et al.*, 1974, 1976 ; Godfriaux *et al.*, 1978, 1979 ; Katsikatsos *et al.*, 1976, 1980).

Godfriaux et Pichon (1979) ont adopté pour l'Ossa, unité structurale métamorphisée dans le faciès "schistes bleus" et affectée par différentes phases tectoniques, la succession lithostratigraphique suivante (de bas en haut) :

1. La Formation des Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia.
2. La Formation des Marbres Siliceux en plaquettes du Nezeros.
3. La Formation des Marbres de Phylla Dendra.
4. La Formation du Flysch de Spilia. La découverte de *Nummulites* sp. dans un banc de marbre situé dans le tiers supérieur de la formation, date le Flysch de Spilia du Paléocène, *pro parte*.

Mais, de récentes observations de terrain et de nouvelles études pétrographiques conduisent à revoir le dispositif structural admis jusqu'à présent et à redéfinir la Formation des Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia, décrite par les auteurs précédents, tant autour du massif (à Ambelakia) qu'à l'intérieur de l'Ossa (à la base des formations marmoréennes).

(*) Aspirant au F.N.R.S., Belgique. Faculté Polytechnique de Mons, rue de Houdain, 9, B-7000 Mons.

Note présentée le 11 Février 1981 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 2 Décembre 1981.

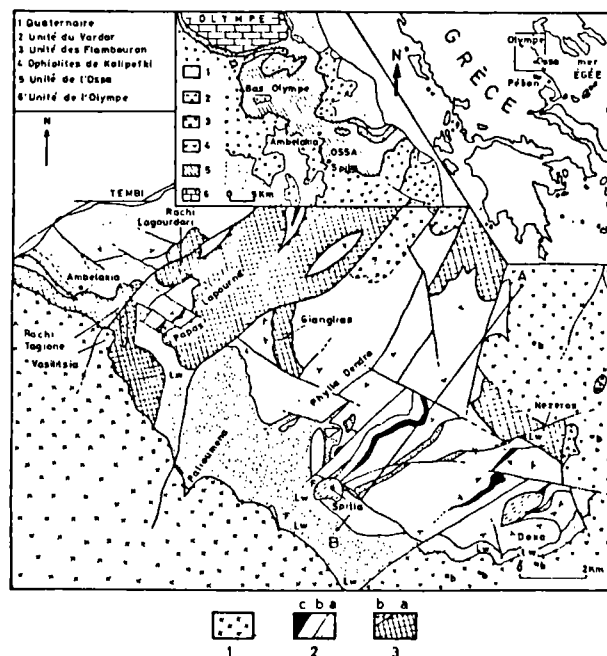


Fig. 1. — Carte schématique de l'Ossa.

1. Unité des Flambouron.
2. Unité de l'Ossa : a, pélites du Flysch de Spilia ; b, marbres ; c, métavolcanites.
3. Unité d'Ambelakia : a, métagrauwackes ; b, métaophiolites.

I. — L'ENSEMBLE VOLCANIQUE ET SEDIMENTAIRE DE L'OSSA

A) LITHOSTRATIGRAPHIE.

Le massif de l'Ossa est structuré selon un dispositif d'écaillés marmoréennes montrant parfois à leur sommet des pélites concordantes gréseuses et carbonatées, plus ou moins décollées de leur soubassement calcaire. A la base des écaillés, les épais bancs marmoréens reposent anormalement sur un ensemble volcanique et sédimentaire intensément laminé et rarement conservé (coulées volcaniques à niveaux intercalaires sédimentaires) (fig. 2 et coupe AB de la fig. 1).

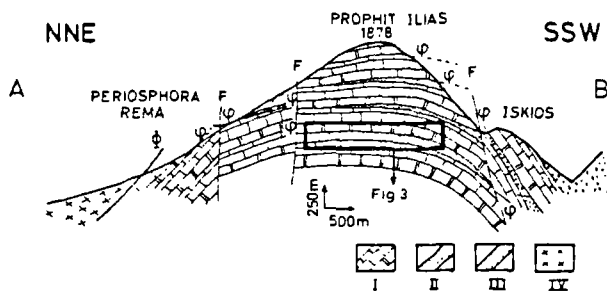


Fig. 2. — Coupe schématique du sommet du Kissavos. I, Marbres de Phylla Dendra. — II, Pélites calcaréo-gréseuses du Flysch de Spilia. — III, Ensemble volcanique et sédimentaire de l'Ossa. — IV, Unité allochtone.

Affectées comme l'ensemble du Kissavos, par la flexure tardive en dôme de l'Ossa, les pélites affleurent en lambeaux peu épais, boudinés et étirés à puissance variable (15 m max.) décroissant vers l'Est.

A l'inverse des pélites, les copeaux de roches volcaniques et sédimentaires ont une épaisseur croissante vers l'Est (30 m max.) et disparaissent, dans la plupart des cas, par le jeu de failles d'effondrement qui affectent la retombée orientale des marbres de l'Ossa.

Le profil latéral de la vallée profonde du Megalo Pharangi qui s'ouvre au SW vers Spilia, permet de décrire (selon une coupe détaillée, archétype des autres coupes parallèles tracées au N et au S) l'ensemble volcanique et sédimentaire.

Les coulées volcaniques à niveaux intercalaires sédimentaires détritiques et calcaires montrent un pendage variable vers le SW et une épaisseur de quelques centimètres à 30 m environ. Leurs relations avec l'encaissant sont anormales et soulignées souvent par une discordance angulaire avec les bancs marmoréens sus et sous-jacents, à pendage horizontal ou faible vers le SW.

La coupe de l'affleurement permet de détailler la superposition suivante, de bas en haut et d'Est en Ouest (fig. 3) :

- des metabasaltes spilitisés, roches vert pâle compactes à grain fin ;
- des kératophyres et orthokératophyres, roches compactes à grain très fin en alternances vert pâle et vert foncé ;
- des metabasaltes spilitisés, roches vertes compactes à grain grossier et à cristaux de pyroxène visibles à la loupe ;
- des cipolins chloriteux verts et rouges ;
- des schistes quartzofeldspathiques jaune ocre, altérés et friables ;
- des calcschistes chloriteux très compacts ;
- des metabasaltes spilitisés très semblables à ceux décrits en 1 ;
- des laves metabasaltiques, roches rubanées vertes et violacées, à schistosité bien développée et surface légèrement patinée.

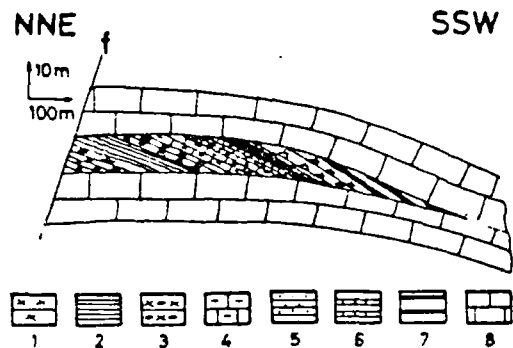


Fig. 3. — Coupe de détail de l'ensemble volcanique et sédimentaire.

- 1, metabasaltes spilitisés. — 2, kératophyres et orthokératophyres. — 3, metabasaltes spilitisés à cristaux de pyroxènes visibles à la loupe. — 4, cipolins chloriteux. — 5, schistes quartzofeldspathiques. — 6, calcschistes chloriteux. — 7, laves metabasaltiques rubanées. — 8, marbres.

B) PETROGRAPHIE.

1) Les métasédiments.

Les phénomènes métamorphiques se traduisent dans les cipolins et les calcschistes par la recristallisation orientée de la calcite et le développement d'albite, de minéraux phylliteux (phengite, chlorite verte) et d'hématite parfois abondante. Les lamelles micacées et chloriteuses soulignant la foliation sont affectées de microplis-failles (crénulation).

2) Les metabasaltes spilitisés et les laves metabasaltiques.

a) Les metabasaltes spilitisés.

Ils montrent, au microscope, une texture blasto-ophitique :

- Le pyroxène calcique, à texture héritée, ophitique à lattes de plagioclase albitique, constitue des phénoblastes fracturés et disloqués contournés par la foliation. Aux dépens du pyroxène, se développent des lamelles ou des aiguilles, soit d'amphibole bleue, soit d'amphibole incolore ou encore de chlorite.
- Un pyroxène sodique, relique, à aspect trouble, apparaît de façon sporadique.
- La matrice foliée est constituée par des lamelles de pumpellyite et de chlorite entre lesquelles s'intercalent parfois de petits grains d'albite, de sphène et d'hématite.
- L'amphibole bleue, mineure, se greffe sur le pyroxène calcique ou cristallise dans la matrice; elle apparaît déstabilisée au profit de la chlorite et de l'albite. Elle coexiste dans un échantillon avec une amphibole incolore actinolitique.
- La lawsonite, enfin, n'a été identifiée qu'une fois, elle semble pseudomorphosée par la pumpellyite.

Les minéraux définissant la foliation sont tous tordus par une déformation postérieure en microplis-failles.

b) Les laves metabasaltiques.

Elles ne montrent pas de cristaux de pyroxène reliques mais quelques phénoblastes d'olivine, plus ou moins fracturés et épigénisés en chlorite. La matrice apparaît constituée de chlorite, d'albite et de minéraux opaques (hématite, ilménite). Une structure de crénelation affecte la foliation primaire soulignée par la chlorite.

Les relations entre minéraux semblent difficiles à établir. En effet, il n'est pas impossible qu'il y ait deux générations de chlorite ou d'albite.

On distingue cependant des reliques d'associations magmatiques, le pyroxène calcique à texture intersertale à lattes d'albite (aucun critère ne permet actuellement de préciser si l'albite est un minéral primaire ou néoformé), le pyroxène sodique altéré, peut-être de la chlorite, minéraux typiques des assemblages spilitiques, et enfin, de l'olivine.

Les minéraux de métamorphisme semblent, de plus, former des paragenèses successives.

L'amphibole sodique et/ou calcique cristallise d'abord en association stable sans doute avec la lawsonite.

Postérieure à cet assemblage apparaît alors la succession suivante : pumpellyite - chlorite - albite - sphène - hématite \pm ilménite, minéraux de rétro-morphose des associations antérieures.

3) Les kératephyres et orthokératephyres.

— Les kératephyres sont essentiellement constitués d'albite granoblastique, non maclée, et de pyroxène calcique (ferrosalite) frangé d'oxydes, en lits millimétriques alternativement riches en l'un des deux minéraux principaux. Le quartz est accessoire.

— Les orthokératephyres sont, à l'inverse, constitués de feldspath potassique à texture d'hyaloclastite et de pyroxène calcique (salite-ferrosalite) bordé d'oxydes en lits successivement riches en feldspath ou en pyroxène.

Dans la partie supérieure, les niveaux de laves à chimisme de kératephyre ou d'orthokératephyre montrent une remarquable similitude. La texture primaire est granoblastique. Des grenats calciques en petits grains faiblement biréfringents, zonés et maclés en secteurs, cristallisés en agrégats polygonaux, forment un lit monominéral millimétrique, puis, apparaissent vers le haut en gros grains individuels hexagonaux associés à la calcite ou le quartz et accessoirement à quelques aiguilles de trémolite.

La partie la plus sommitale, enfin, principalement calcitique montre, au microscope, une texture de cataclastite; des fragments millimétriques du lit monominéral grenatifère s'observent dans une matrice de calcite et de quartz intensément déformée ("ribbon texture").

La vésuvianite, enfin, a été identifiée une fois, dans la roche à chimisme de kératephyre, en équilibre avec un pyroxène (ferrosalite).

Les associations minéralogiques à

- grenat + calcite + quartz + albite \pm trémolite
- K — feldspath + ferrosalite \pm quartz observées dans les orthokératephyres, et à
- grenat + calcite + quartz + albite
- albite + salite + ferrosalite \pm vésuvianite \pm quartz identifiées dans les kératephyres sont typiques des skarns.

Aucun minéral caractéristique du métamorphisme "schistes bleus" n'a été identifié dans les kératephyres et orthokératephyres, roches à chimisme, il est vrai, peu favorables à la cristallisation des minéraux typomorphes de ce faciès métamorphique. Seul le pyroxène, frangé d'oxydes et altéré, semble déstabilisé par l'événement métamorphique postérieur.

C) MINÉRALOGIE.

1) Les roches à chimisme basaltique.

a) Les pyroxènes.

Les analyses chimiques du pyroxène relique à texture magmatique le plus souvent conservée se distri-

buent autour du pôle diopside dans le quadrilatère des pyroxènes (tabl. I, fig. 4). L'affinité du clinopyroxène avec la série du diopside est le premier indice de la parenté magmatique alcaline des roches à chimisme basaltique.

Les analyses du pyroxène sodique (tabl. II) en phénoblastes arrondis à aspect trouble, ont été reportées dans le diagramme ternaire AEG - JAD - AUG (fig. 5). Les proportions moléculaires en aegyrine-jadéite peuvent atteindre 30 %. La grande dispersion et l'évidente altération de ces pyroxènes suggèrent davantage l'hypothèse d'une métasomatose sodique à relier au phénomène de spilitisation que celle d'une origine ignée primaire.

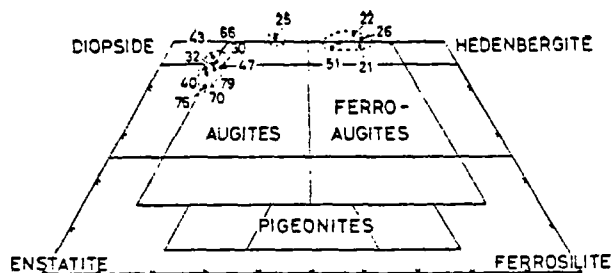


Fig. 4. — Diagramme Dio - Hed - Ferros - Enst.

- Points figuratifs des pyroxènes calciques reliques des metabasaltes (30, 32, 40, 43, 47, 66, 70, 76, 79).
- Points représentatifs des pyroxènes calciques des kératophyres (51) et orthokératophyres (21, 22, 25, 26).

N° anal. N° éch.	30 04	32 04	40 053	43 053	47 057	66 056	70 056	76 056	79 05
SiO ₂	50.08	50.60	51.78	49.53	50.76	49.93	51.79	52.26	50.19
TiO ₂	1.05	0.76	0.32	-	0.49	0.39	0.31	0.30	0.54
Al ₂ O ₃	3.11	3.28	2.11	4.8	3.44	3.81	2.33	1.76	3.94
Cr ₂ O ₃	0.13	0.52	0.47	-	0.38	0.74	0.49	-	0.45
* FeO	6.09	5.44	5.44	5.10	6.78	5.69	5.28	6.40	5.76
MnO	0.16	-	-	0.15	0.27	-	0.21	-	0.15
MgO	15.50	15.77	16.86	15.26	14.94	15.80	16.85	17.06	15.97
CaO	21.33	21.64	21.58	21.63	21.17	21.78	21.25	19.58	21.46
Na ₂ O	0.31	0.24	0.13	0.16	0.52	0.13	0.15	0.10	0.19
K ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	98.56	98.24	98.69	96.67	98.75	98.26	98.66	97.54	98.66
Si	1.863	1.883	1.926	1.800	1.902	1.873	1.825	1.958	1.875
Al ^{IV}	0.117	0.107	0.074	0.120	0.098	0.117	0.075	0.042	0.125
	{2.00}	{2.00}	{2.00}	{2.00}	{2.00}	{2.00}	{2.00}	{2.00}	{2.00}
Al ^{VI}	0.021	0.037	0.018	0.085	0.054	0.051	0.027	0.035	0.048
Ti	0.030	0.022	0.009	-	0.014	0.011	0.008	0.011	0.015
Cr	0.004	0.015	0.014	-	0.011	0.022	0.014	0.001	0.013
Fe ²⁺	0.217	0.170	0.169	0.162	0.212	0.178	0.165	0.200	0.180
Mn	0.005	-	0.001	0.005	0.008	-	0.006	-	0.005
Mg	0.869	0.880	0.935	0.863	0.834	0.884	0.934	0.953	0.889
Ca	0.859	0.868	0.860	0.880	0.849	0.875	0.847	0.786	0.859
Na	0.022	0.017	0.010	0.012	0.038	0.009	0.011	0.008	0.014
K	-	-	-	-	-	0.000	-	-	-
	{2.02}	{2.00}	{2.02}	{2.02}	{2.02}	{2.03}	{2.01}	{1.99}	{2.02}
Wo %	44.08	45.20	43.75	46.06	44.62	45.12	43.38	40.54	44.44
En %	44.55	45.81	47.57	45.21	43.80	45.55	47.87	49.12	46.01
Fs %	11.37	8.99	8.68	8.74	11.59	9.33	8.75	10.34	9.55

Tableau I. — Pyroxènes calciques reliques.

Analyses chimiques ; pourcentages en oxydes, proportions atomiques (base : 60) et proportions moléculaires. Roches d'origine : O4, OS3, OS6 et O5 : metabasaltes spilitisés.

*) Le fer total dosé à la microsonde est exprimé sous forme de FeO.

N° anal. N° éch.	49 OS3	50 OS3	62 OS00		46 OS3
SiO ₂	50.96	51.54	50.97	SiO ₂	52.25
TiO ₂	0.54	0.36	0.77	TiO ₂	0.19
Al ₂ O ₃	3.08	3.31	3.09	Al ₂ O ₃	2.13
Cr ₂ O ₃	0.54	0.47	0.09	Cr ₂ O ₃	-
* Fe ₂ O ₃	7.63	6.08	5.79	* Fe ₂ O ₃	11.13
* FeO	3.07	4.19	4.67	* FeO	3.26
MnO	0.20	0.19	0.26	MnO	0.30
MgO	12.02	10.42	11.75	MgO	8.79
CaO	18.61	16.22	19.01	CaO	15.33
Na ₂ O	2.78	3.93	2.24	Na ₂ O	5.13
K ₂ O	-	-	-	K ₂ O	-
Total	99.42	97.51	99.44	Total	98.51

Si	1.903	1.955	1.900	Si	1.977
Al ^{IV}	0.097	0.045	0.091	Al ^{IV}	0.023
	{2.00}	{2.00}	{2.00}		{2.00}
Al ^{VI}	0.038	0.103	0.045	Al ^{VI}	0.072
Ti	0.015	0.010	0.022	Ti	0.005
Cr	0.016	0.014	0.003	Cr	-
* Fe ³⁺	0.214	0.196	0.163	* Fe ³⁺	0.317
* Fe ²⁺	0.096	0.133	0.146	* Fe ²⁺	0.107
Mn	0.006	0.006	0.008	Mn	0.010
Mg	0.669	0.589	0.656	Mg	0.486
Ca	0.744	0.659	0.795	Ca	{1.00}
				Ca	0.621
Na	0.201	0.289	0.163	Na	0.376
K	-	-	-	K	-
	{2.00}	{2.00}	{2.00}		{0.89}

Tableau II. — Pyroxènes sodiques reliques.

Analyses chimiques : pourcentages en oxydes et proportions atomiques (base : 60).

49, 50, 62 : augite sodique. - 46 : aegyrine-augite.

Roches d'origine : OS3, OS00 : metabasalts spilités.

*) Les teneurs en Fe³⁺ et Fe²⁺ ont été calculées à partir du dosage en Fe total obtenu à la microsonde, selon la méthode de Vieten et Hamm (1978).

b) La pumpellyite.

La pumpellyite est un constituant majeur, intimement associée à la chlorite, autre constituant principal, au sphène, accessoire, et à la lawsonite qu'elle semble déstabiliser.

Dans les minéraux analysés (tabl. III) particulièrement riches en fer, la substitution $Al \rightleftharpoons Fe^{3+}$ semble importante mais n'a pu être précisée, tout le Fe ayant été dosé sous forme de Fe²⁺.

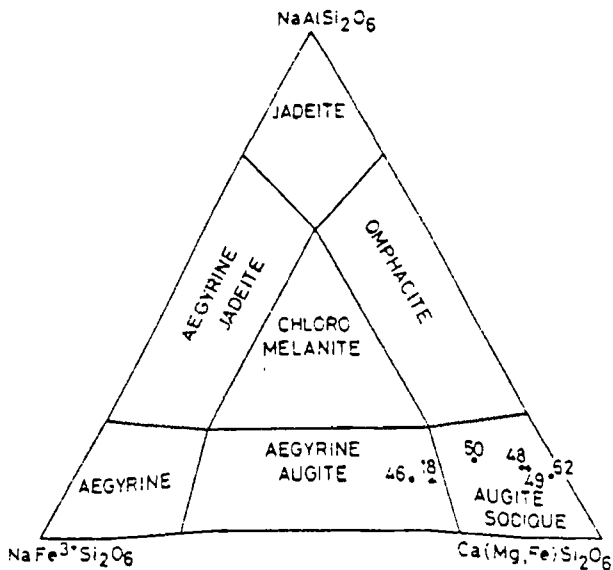


Fig. 5. — Diagramme ternaire Jad - Aeg - Aug.

- Pyroxènes sodiques reliques des métavolcanites de l'Ossa (48, 49, 50, 68, 46).
- Pyroxène sodique métamorphique des métagrauwackes d'Ambelakia (18*).

c) La chlorite.

La chlorite est, comme la pumpellyite, un minéral essentiel des roches basaltiques.

Les chlorites analysées (tabl. IV), riches en Si et relativement pauvres en Al, correspondent aux chamosites dans la nomenclature proposée par Hey (1954). Quelques-unes résultent de la déstabilisation d'amphiboles bleues transformées en granules de chlorite et d'albite.

d) Les amphiboles.

En aiguilles rares dans la matrice chlorito-pumpellyitique, les amphiboles sodiques se greffent aussi sur les pyroxènes magmatiques. C'est dans les halos de décollement des pyroxènes qu'apparaît le plus clairement la déstabilisation de l'amphibole sodique en chlorite et albite. Un échantillon recèle deux amphiboles à chimisme distinct : l'une, calcique et riche en fer, l'autre sodique.

Le diagramme $Fe^{2+}/Fe^{2+} + Mg, Ca/Ca + Na$ (Dobretsov, 1971) distribue les amphiboles analysées (tabl. V et VI, fig. 6) dans deux domaines : celui de la crossite-glaucophane et celui de l'amphibole calcique (actinote-hornblende).

La classification de Miyashiro (1957) distingue les glaucophanes, sens strict, des crossites (fig. 7). Dans

N° anal. N° éch.	27 04	23 056	80 05	63 0500	65 0500
SiO ₂	37.77	37.13	36.59	36.88	36.86
Al ₂ O ₃	24.00	24.00	24.77	23.82	22.57
* FeO	5.44	12.27	5.77	6.10	8.20
MgO	4.68	0.04	2.65	3.77	3.04
MnO	0.12	0.01	0.10	0.34	-
CoO	20.13	21.61	21.97	21.69	22.15
Na ₂ O	0.08	-	0.17	0.10	0.10
K ₂ O	-	-	-	-	-
TiO ₂	-	0.09	0.10	0.05	-
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-
OH	6.43	6.43	6.40	6.43	6.37
Total	98.15	101.59	88.48	99.13	99.31
Si	6.07	6.05	5.99	6.01	6.06
Al	4.61	4.61	4.77	4.58	4.37
Ti	-	0.01	0.12	0.07	-
	{4.61}	{4.62}	{4.89}	{4.65}	{4.37}
* Fe ²⁺	0.74	1.77	0.79	0.83	1.13
Mg	1.14	0.01	0.65	0.90	0.74
Mn	0.02	0.01	0.01	0.05	-
	{1.90}	{1.79}	{1.45}	{1.78}	{1.87}
Ca	3.52	3.77	3.85	3.79	3.60
K	-	-	-	-	-
Na	0.03	-	0.05	0.03	0.03
	{3.55}	{3.77}	{3.90}	{3.82}	{3.63}
OH	7	7	7	7	7

Tableau III. — Pumpellyites.

Analyses chimiques : pourcentages en oxydes et proportions atomiques [base : 76 (O, OH)].

Roches d'origine : OS00, O4, O5, OS6 : metabasaltes spilitisés.

*) Le fer total dosé à la microsonde est exprimé sous forme de FeO.

la nomenclature de Leake (1968), enfin, les amphiboles calciques correspondent au chimisme des ferriactinotes et ferriactinotes subcalciques.

e) *La lawsonite.*

Un seul échantillon a révélé de la lawsonite, dont la composition est remarquablement proche de la formule idéale [CaAl₂Si₂O₇·H₂O(OH)₂], Ca_{0,93}(Al, Fe)_{2,05}Si_{1,99}O₆(OH)₄, la seule substitution notable étant Al ⇌ Fe³⁺ (tabl. VII).

N° anal. N° éch.	35 04	39 04	5A 0500	59 0500	74 056
SiO ₂	29.41	30.46	29.69	29.41	26.45
Al ₂ O ₃	18.80	18.72	18.41	18.30	18.60
* FeO	16.20	15.91	14.96	16.20	23.82
MgO	23.63	22.89	23.44	23.30	14.80
MnO	0.79	0.87	0.23	0.21	0.19
CaO	0.30	0.41	0.00	0.00	0.19
Na ₂ O	-	0.38	-	-	-
K ₂ O	-	0.24	0.06	0.07	0.13
TiO ₂	-	-	-	-	-
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	0.06
OH	12.14	12.26	11.96	11.96	10.95
Total	101.26	102.24	97.87	99.51	95.19
Si	5.81	5.95	5.95	5.89	5.74
Al ^{IV}	2.19	2.05	2.05	2.11	2.26
	{8.00}	{8.00}	{8.00}	{8.00}	{8.00}
Al ^{VI}	2.18	2.27	2.29	2.21	2.54
* Fe ²⁺	2.67	2.60	2.50	2.71	4.36
Ti	-	-	-	-	-
Mg	6.95	6.67	6.99	6.96	4.83
Mn	0.13	0.14	0.04	0.03	0.03
Ca	0.06	0.08	0.02	0.01	0.04
Na	-	0.14	-	-	-
K	-	0.06	0.02	0.02	0.03
Cr	-	-	-	-	0.01
	{11.99}	{11.96}	{11.76}	{11.94}	{11.84}
OH	16	16	16	16	16
Total	35.99	35.96	35.86	35.94	35.84

Tableau IV. — Chlorites.

Analyses chimiques : pourcentages en oxydes et proportions moléculaires (base : 28 O).

Roches d'origine : O4, OS00, OS6 : metabasaltes spilitisés.

*) Le fer total dosé à la microsonde est exprimé sous forme de FeO.

f) *L'albite.*

L'albite est le seul plagioclase identifié dans les métavolcanites à chimisme basaltique, qu'elle apparaisse en lattes intersertales dans les pyroxènes reliques ou qu'elle soit poeciloblastique tardive, contemporaine

(*) Toutes les analyses de minéraux ont été effectuées sur la microsonde CAMECA du laboratoire de Pétrographie de l'Université de Louvain et sous la direction de D. Laduron, à qui j'adresse mes plus vifs remerciements.

N° anal. N° éch.	29 04	33 04	34 04	36 04	37 04	38 04	78 05
SiO ₂	55.71	55.58	55.85	54.88	55.60	54.94	53.06
TiO ₂	0.01	0.07	-	-	-	0.25	-
Al ₂ O ₃	0.65	0.54	1.41	1.63	1.29	0.71	2.01
Cr ₂ O ₃	0.11	-	-	-	-	0.14	-
* Fe ₂ O ₃	1.24	2.32	3.50	0.59	3.12	1.09	4.74
* FeO	7.62	8.88	7.79	9.05	7.47	10.33	11.88
MnO	0.38	-	-	0.07	0.11	0.15	0.13
MgO	18.45	16.75	16.65	16.95	16.93	16.81	12.84
CaO	17.66	10.46	9.76	10.92	10.14	11.63	9.22
Na ₂ O	0.42	1.33	1.83	1.54	1.66	1.03	1.98
K ₂ O	0.05	0.07	0.05	0.13	0.04	0.12	-
H ₂ O	2.12	2.08	2.11	2.00	2.10	2.10	2.03
Total	99.42	98.11	98.95	97.85	98.46	100.10	97.89
Si	2.094	8.000	7.942	2.915	2.939	2.041	2.823
Al ^{IV}	0.106	0.000	0.058	0.085	0.061	0.119	0.177
	{8.00}	{8.00}	{8.00}	{8.00}	{8.00}	{2.96}	{8.00}
Al ^{VI}	0.003	0.092	0.179	0.192	0.156	-	0.173
Ti	0.001	0.008	-	-	-	0.027	-
Cr	0.012	-	-	-	-	0.016	-
Fe ³⁺	0.132	0.252	0.374	0.064	0.335	0.203	0.525
Fe ²⁺	0.904	1.069	0.927	1.093	0.893	1.233	1.465
Mn	0.046	-	-	0.009	0.013	0.018	0.016
Mg	3.897	3.593	3.529	3.643	3.603	3.576	2.822
	{4.99}	{5.01}	{5.00}	{5.00}	{5.00}	{5.07}	{5.00}
Ca	1.922	1.616	1.487	1.687	1.551	1.778	1.456
Na	0.115	0.371	0.505	0.431	0.460	0.285	0.566
K	0.008	0.013	0.009	0.024	0.007	0.022	-
	{2.04}	{2.00}	{2.00}	{2.00}	{2.02}	{2.08}	{2.02}
OH	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Tableau V. — Amphiboles calciques.

Analyses chimiques : pourcentages en oxydes et proportions atomiques [base : 24 (O, OH)].

Roches d'origine : O4, O5 : metabasaltes spilitisés.

*) Le calcul du Fe³⁺ et Fe²⁺ à partir du fer total dosé à la microsonde a été effectué selon la méthode proposée par Papike (1974).

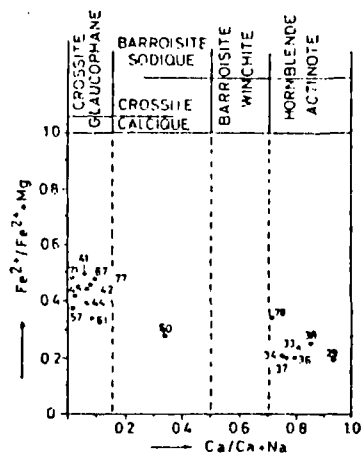


Fig. 6. — Diagramme de Dobretsov (1971).

Amphiboles calciques et sodiques de l'ensemble volcanique et sédimentaire de l'Ossa.

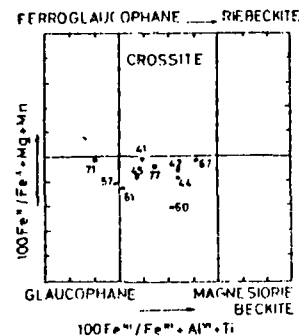


Fig. 7. — Diagramme de Miyashiro (1957).

Amphiboles sodiques des métavolcanites de l'Ossa.

N° anal. N° éch.	41 OS3	42 OS3	44 OS3	45 OS3	57 OS00	60 OS00	61 OS00	67 OS6	71 OS6	77 OS
SiO ₂	55.35	55.14	54.93	55.47	56.01	55.37	56.85	54.11	55.90	55.24
TiO ₂	-	0.10	-	0.12	0.07	-	-	-	0.20	-
Al ₂ O ₃	7.09	5.99	5.39	7.77	7.70	4.20	7.29	5.24	8.67	7.12
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
x Fe ₂ O ₃	7.01	8.24	10.01	7.06	4.90	7.07	5.18	10.20	3.75	7.77
x FeO	13.03	12.57	10.56	10.63	10.13	8.78	10.57	12.23	13.02	12.57
MnO	-	0.29	-	-	-	-	0.09	0.04	-	0.09
MgO	7.54	8.80	8.63	8.25	9.11	12.63	9.90	7.40	7.89	8.77
CaO	0.75	1.11	0.80	0.37	0.30	4.07	1.01	1.13	0.30	0.77
Na ₂ O	6.56	7.09	6.54	7.17	6.71	5.00	6.44	6.61	6.77	6.79
K ₂ O	-	0.55	-	0.05	0.11	0.04	-	-	0.08	-
H ₂ O	2.08	2.13	2.08	2.10	2.09	2.12	2.13	2.06	2.10	2.11
Total	98.47	102.01	99.01	98.94	97.13	100.03	99.41	99.07	98.76	100.13
Si	7.935	7.763	7.913	7.903	8.041	7.840	8.003	7.882	7.978	7.855
Al ^{IV}	0.065	0.237	0.087	0.087	-	0.160	-	0.118	0.022	0.145
	(8.00)	(8.00)	(8.00)	(8.00)	(8.04)	(8.00)	(8.00)	(8.00)	(8.00)	(8.00)
Al ^{VI}	1.132	0.757	0.829	1.209	1.303	0.542	1.208	0.781	1.434	1.048
Ti	-	0.011	-	0.013	0.008	-	-	-	0.021	-
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe ³⁺	0.756	0.872	1.084	0.756	0.530	0.748	0.548	1.118	0.401	0.831
Fe ²⁺	1.563	1.480	1.272	1.269	1.216	1.043	1.239	1.490	1.552	1.485
Mn	-	0.035	-	-	-	-	0.011	0.005	-	0.011
Mg	1.611	1.846	1.853	1.754	1.949	2.668	2.077	1.607	1.676	1.742
	(5.06)	(5.00)	(5.03)	(5.00)	(5.00)	(5.00)	(5.08)	(5.00)	(5.08)	(5.13)
Ca	0.115	0.167	0.136	0.057	0.046	0.732	0.152	0.176	0.046	0.140
Na	1.823	2.153	1.827	1.982	1.867	1.399	1.750	1.867	1.870	1.734
K	-	0.099	-	0.009	0.020	0.007	-	-	0.015	-
	(1.94)	(2.42)	(1.96)	(2.05)	(1.93)	(2.14)	(1.91)	(2.04)	(1.93)	(1.87)
OII	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Tableau VI. — Amphiboles sodiques.

Analyses chimiques : pourcentages en oxydes et proportions atomiques [base : 24 (O, OH)].

Roches d'origine : OS00, OS3, OS5, OS6 : metabasaltes spilitisés.

*) Le calcul du Fe³⁺ et Fe²⁺ à partir du fer total dosé à la microsonde a été effectué selon la méthode proposée par Papike (1974).

d'au moins une partie de la chlorite dans les halos de décollement des pyroxènes.

g) Les minéraux accessoires.

Le mica blanc, phase mineure commune, montre la composition chimique d'une phengite ferrifère (tabl. VII). Le sphène, ubiquiste, cristallise en agrégats, l'hématite et l'ilménite sont parfois abondantes, étroitement associées aux minéraux ferromagnésiens. L'épidote, enfin, *extrêmement rare*, est du type pistachite (tabl. VII).

2) Les kératephyres et orthokératephyres.

a) *Le feldspath potassique.*

Les grains analysés (tabl. VIII) dans la matrice de l'orthokératephyre correspondent invariablement à la composition d'un vrai feldspath potassique.

b) *Les pyroxènes.*

Sur base de leurs proportions moléculaires en wollastonite, enstatite et ferrosilite, les minéraux analysés ont été reportés dans le quadrilatère des pyroxènes

N° anal. N° éch.	75 056		72 056		68 056
SiO ₂	43.43	SiO ₂	37.79	SiO ₂	37.79
TiO ₂	-	TiO ₂	-	TiO ₂	-
Al ₂ O ₃	27.43	Al ₂ O ₃	32.64	Al ₂ O ₃	21.58
Cr ₂ O ₃	-	Cr ₂ O ₃	-	Cr ₂ O ₃	-
* FeO	11.41	* FeO	0.62	* FeO	15.70
MnO	0.05	MnO	-	MnO	-
MgO	7.27	MgO	-	MgO	0.01
CaO	0.07	CaO	16.48	CaO	21.98
Na ₂ O	0.10	Na ₂ O	-	Na ₂ O	-
K ₂ O	7.03	K ₂ O	-	K ₂ O	-
OH	4.13	OH	11.35	OH	3.44
Total	95.92	Total	98.87	Total	99.58

Si	6.302	Si	1.995	Si	3.002
Al ^{IV}	1.698 (8.00)	Al ^{IV}	0.005 (2.00)	Al ^{IV}	- (3.00)
Al ^{VI}	2.139	Al ^{VI}	2.025	Al ^{VI}	2.049
Ti	-	Ti	-	Ti	-
Fe ³⁺	1.384	Fe ³⁺	-	**Fe ³⁺	1.025
Mn	0.006		(2.02)		(3.02)
Mg	1.572	Mg	-	Mg	0.001
Cr	-	Fe ²⁺	0.027	Fe ²⁺	-
	(5.10)	Ni	-	Ni	-
Na	0.029	Ca	0.032	Ca	1.896
K	1.301	K	-		(1.80)
Ca	0.011		(6.96)	OH	1.000
	(1.34)	OH	4.000		
OH	2.000				

Tableau VII. — Minéraux accessoires.

Analyses chimiques : pourcentages en oxydes et proportions atomiques : 75, phengite ferrifère [base : 24 (O, OH)]; 72, lawsonite [base : 10 (O, OH)]; 68, épidote [base : 13 (O, OH)]. Roche d'origine : OS6 : metabasalte spilitisé.

*) Le fer total dosé à la microsonde est exprimé sous forme de FeO.

**) Le FeO a été entièrement converti en Fe₂O₃ pour le calcul de la formule de structure.

(fig. 4). Ils se distribuent dans le domaine des ferrosalites. Un pyroxène zoné montre en son centre la composition d'une salite (n° 25) (tabl. IX).

c) Les grenats.

La composition chimique des grenats est présentée (tabl. VIII) en pourcentages d'oxydes, en proportions atomiques et en proportions moléculaires d'almandin, de pyrope, de grossulaire, d'andradite et d'ouvarovite.

Les grenats analysés appartiennent, comme le laissent prévoir leurs propriétés optiques, à la série des ugrandites.

Ce sont tous des grossulaires à proportion variable mais faible d'andradite.

d) Chimisme.

Toutes les analyses de roches présentées ici (tabl. X) ont été effectuées au C.R.P.G. de Nancy. Leur nombre est largement insuffisant mais jointes aux données pétrographiques, elles sont une première ébauche de description pétrochimique des coeaux volcaniques rencontrés dans le massif de l'Ossa.

Les variations des teneurs en quelques éléments majeurs sont assez modérées pour que l'on puisse accorder une certaine représentativité à la moyenne.

Exception faite de l'échantillon O₃ (extrait du calcul de la moyenne), les roches volcaniques sont caractérisées par une teneur en SiO₂ (47,3 %) proche de celle des basaltes alumineux (17,0 %). Très alcalines (4,7 %), elles montrent une forte perte au feu (4,2 %) liée vraisemblablement à la chlorite et à la pumpellyite.

Des teneurs en éléments mineurs, relativement homogènes, se distinguent la valeur élevée de Ni (pour l'échantillon O4) et celle de Sr (pour l'échantillon OS3) attribuables respectivement à une proportion relative plus grande en minéraux opaques pour le premier et en plagioclases pour le second.

L'échantillon O₃ est unique. C'est une roche très siliceuse (61 %) et exceptionnellement alcaline (10,6 %) mais dont le rapport Na₂O/K₂O est inversé comme dans les orthokératophyres. Ses teneurs élevées en Ba et Rb sont corrélatives de la haute valeur de K₂O.

Selon les définitions de Yoder et Tilley (1962) fondées sur les minéraux normatifs, les métavolcanites de l'Ossa à chimisme basaltique correspondent à des tholéiites à olivine [(présence d'hypersthène et d'olivine normatifs) Ech. O4] et à des basaltes alcalins à olivine [(néphéline et olivine normatives) Ech. OS8, OS3, O5].

Pour définir la tendance géochimique de l'association volcanique, deux types de diagrammes ont été choisis pour le report des résultats analytiques :

— des diagrammes spécialement conçus pour prouver la spilitisation, Al/3-Na, Al/3 - K et CaO/Al₂O₃, H₂O⁺.

Le diagramme Al/3-K, Al/3-Na (De La Roche, 1968) montre une distribution assez large des échantillons dans un domaine centré sur les basaltes mais étiré vers les spilites (fig. 8).

Le diagramme CaO/Al₂O₃, H₂O⁺ (Thompson, 1973) (fig. 9) confirme le phénomène de spilitisation que manifestent, au moins en partie, les roches analysées (fig. 9).

N° anal. N° éch.	19 O3	23 O3	24 O3		53* OS0	54* OS0	56 OS0
SiO ₂	63.49	63.11	63.46	SiO ₂	37.91	38.14	38.03
TiO ₂	-	-	-	TiO ₂	0.37	-	0.16
Al ₂ O ₃	18.95	18.52	18.82	Al ₂ O ₃	19.04	19.48	21.34
Cr ₂ O ₃	-	-	0.07	Cr ₂ O ₃	0.26	0.03	-
FeO	0.14	0.37	-	Fe ₂ O ₃	1.37	-	0.92
MnO	-	-	0.05	FeO	4.08	3.84	1.10
MgO	-	0.15	0.17	MnO	0.02	-	-
CaO	-	0.10	0.07	MgO	0.18	-	-
Na ₂ O	0.19	0.17	-	CaO	36.05	37.22	36.79
K ₂ O	17.47	16.62	16.80	Na ₂ O	-	-	-
Total	100.25	99.05	99.40	K ₂ O	-	-	-
				Total	99.30	98.72	98.34
Si	2.953	2.963	2.963	Si	5.986	6.000	5.860
Al ^{IV}	1.039	1.025	1.036	Al ^{IV}	0.014	-	0.132
Al ^{VI}	-	-	-	{ 6.00}	{ 6.01}	{ 6.00}	
Fe ²⁺	0.005	0.014	-	Al ^{VI}	3.457	3.190	3.742
Ti	-	-	-	Fe ³⁺	0.586	0.800	0.221
Cr	-	-	0.001	Ti	0.043	0.062	0.018
Mg	0.001	0.011	0.012	Cr	0.032	0.024	-
Mn	-	-	-	{ 4.12}	{ 4.10}	{ 3.98}	
	{ 4.00}	{ 4.01}	{ 4.00}	Fe ²⁺	-	-	-
Ca	-	0.005	0.003	Mg	0.044	-	-
Na	0.018	0.015	-	Mn	-	-	-
K	1.037	0.995	1.000				
	{ 1.05}	{ 1.01}	{ 1.00}	Ca	5.986	6.185	6.083
				Na	-	-	-
				K	-	-	-
				{ 6.03}	{ 6.19}	{ 6.08}	
Ab	1.67	1.40	-	Al	-	-	-
Or	98.33	98.02	99.65	PY	0.7	-	-
An	-	0.50	0.36	SP	-	-	-
				GR	83.2	77.8	93.9
				Al	15.3	71.5	7.1
				UV	0.8	0.6	-

Tableau VIII. — K-Feldspaths et grenats.

Analyses chimiques : pourcentages en oxydes et proportions atomiques : 19, 23, 24, K-Feldspaths (base : 80) ; 53, 54, 56, Grenats (base : 240).

Roches d'origine : O3, orthokératophyre ; OS0, kératophyre.

*) Les analyses 53 et 54 correspondent respectivement au cœur et à la périphérie d'un même minéral zoné.

— des diagrammes destinés à la reconnaissance de la souche basaltique d'échantillons altérés par spilitisation et/ou métamorphisme.

L'affinité magmatique se traduit dans le diagramme 4Si — (11Na + 11K + 6Ca + Al), 2 (Fe + Mg + Ti) (Bebien, 1973), remarquable par l'invariance des para-

N° anal. N° éch.	21 03	22 03	25** 03	26** 03	51 OS0
SiO ₂	48.43	49.49	51.82	50.27	51.07
TiO ₂	0.17	-	0.16	0.20	-
Al ₂ O ₃	1.46	0.86	2.04	0.56	0.34
Cr ₂ O ₃	0.52	-	-	-	0.01
* FeO	20.16	18.50	9.96	20.15	17.70
MnO	1.04	0.67	0.33	0.36	0.48
MgO	5.53	5.52	10.69	5.02	7.42
CaO	22.83	23.27	24.06	23.18	22.83
Na ₂ O	0.30	0.32	0.43	0.58	0.92
K ₂ O	-	0.86	0.17	0.09	0.08
Total	100.43	88.69	99.66	100.42	100.85
Si	1.923	1.978	1.963	1.985	1.984
Al ^{IV}	0.068	0.022	0.037	0.015	0.016
	{1.99}	{2.00}	{2.00}	{2.00}	{2.00}
Al ^{VI}	-	0.018	0.064	0.011	-
Ti	0.005	-	0.004	0.006	-
Cr	0.016	-	-	-	-
Fe ²⁺	0.668	0.618	0.315	0.665	0.575
Mn	0.035	0.023	0.010	0.012	0.016
Mg	0.327	0.329	0.604	0.295	0.429
Ca	0.971	0.996	0.977	0.980	0.950
Na	0.023	0.025	0.032	0.044	0.070
K	-	0.003	0.008	0.005	0.004
	{2.05}	{2.01}	{2.00}	{2.02}	{2.04}
Wo%	48.49	50.66	51.23	50.20	48.22
En%	16.34	16.73	31.67	15.12	21.79
Fs%	35.16	32.61	17.10	34.67	29.99

Tableau IX. — Pyroxènes calciques.

Analyses chimiques. Pourcentages en oxydes, proportions atomiques (base : 60) et proportions moléculaires.

Roche d'origine : O3, orthokératophyre ; OS0, kératophyre.

*) Le fer total dosé à la microsonde est exprimé sous forme de FeO.

***) Les analyses 25 et 26 correspondent respectivement au cœur et à la périphérie d'un même minéral zoné.

mètres choisis vis-à-vis de la spilitisation et d'un faible métamorphisme. Les roches metabasaltiques s'y reportent dans le champ des formations basaltiques et volcaniques intraocéaniques (fig. 10).

Le diagramme Ti, Cr (Pearce, 1975) qui permet la reconnaissance d'anciens arcs volcaniques à affinité calcoalcaline ou tholéitique, distribue les roches ana-

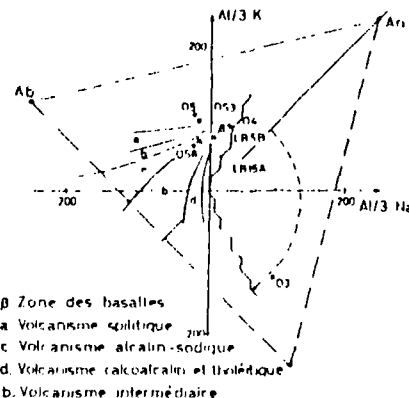


Fig. 8. — Diagramme Al/3 - K, Al/3 - Na (de La Roche et al., 1974).

Métavolcanites de l'Ossa : O3, OS3, O4, OS8.
Métagrauwackes des roches volcanosédimentaires d'Ambelakia : LB 5B, LB 15A, LC 19C.

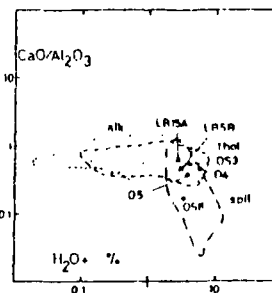


Fig. 9. — Diagramme CaO/Al₂O₃ - H₂O (Thompson, 1973).

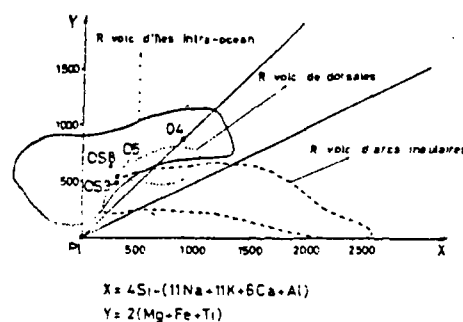


Fig. 10. — Diagramme de Bebieen (1973), Métavolcanites de l'Ossa.

N° éch. Eléments majeurs	O3	OS3	O4	O5	OS8	C.I.P.W **	O3	OS3	O4	O5	OS8
SiO ₂	61.21	49.35	44.39	48.80	46.58	q	9.1	-	-	-	-
Al ₂ O ₃	15.28	17.66	15.49	16.71	18.05	Or	61.1	4.44	2.2	1.1	14.4
Fe ₂ O ₃	2.41	7.29	9.91	8.67	15.52	Ab	2.1	33.60	19.2	31.5	32.6
x { Fe ₂ O ₃ cor.	0.62	2.20	2.37	3.01	12.56	Ne	-	1.14	-	2.0	2.55
FeO	1.61	4.58	6.77	5.09	2.66	An	10	27.20	31.1	25.0	15.3
MnO	0.19	0.12	0.19	0.11	0.19	W	2.0	-	-	-	-
MgO	1.21	5.75	12.4	5.85	4.42	D1	10.6	14.17	6.5	22.1	-
CaO	7.36	8.24	8.04	10.55	3.41	Hy	-	-	6.2	-	-
Na ₂ O	0.23	4.13	2.27	4.09	4.35	D1	-	10.20	21.7	9.33	22.2
K ₂ O	10.34	0.75	0.43	0.17	2.48	Ilm	0.4	2.13	1.7	2.0	2.6
TiO ₂	0.21	1.16	0.88	1.03	1.39	Mt	1.8	2.09	2.1	2.1	2.1
P ₂ O ₅	0.7	0.17	0.16	0.34	0.31	Ap	3	0.33	0.7	0.6	0.7
P.F.	0.86	3.64	6.17	3.44	3.71	C	-	-	-	-	0.1
Total	100.10	99.26	100.33	99.84	100.41	Hm	0.2	-	-	-	-
CO ₂	0.58	0.26	0.08	0.12	0.17						
H ₂ O*	0.57	3.83	6.04	3.79	3.36						
H ₂ O ⁻	0.22	0.22	0.72	0.24	0.40						
Eléments mineurs											
Ba	433	106	63	41	95						
Co	<10	30	42	39	18						
Cr	29	220	496	316	355						
Cu	21	32	<10	75	43						
Ni	<10	85	332	84	68						
Sr	<10	356	27	67	40						
V	24	236	210	290	291						
Rb	133	12	11	<10	40						
Zn	42	77	56	78	109						

Tableau X. — Métavolcanites de l'Ossa. Données chimiques.

Composition en éléments majeurs et en mineurs. Normes CIPW.

O3, orthokéatophyres; OS3, O4, O5, OS8, metabasaltes spilitisés.

*) Le FeO dosé par voie chimique et FeO₃ corrigé ne sont pas homogènes avec la perte au feu dans le calcul du total.

**) Le calcul de la norme a été effectué avec Fe₂O₃ bloqué à 1,5 %.

lysées dans le domaine des basaltes des fonds océaniques ou d'îles océaniques (de type Hawaï) (fig. 11).

Fondée sur le chimisme des roches plutôt que sur l'observation de véritables associations spilitiques (vu la recristallisation aisée de l'albite et de la chlorite, classiquement associées au pyroxène), la généralisation du phénomène de spilitisation à toutes les roches metabasaltiques est hypothétique. Il existe en effet tous les intermédiaires entre basaltes spilitisés et basaltes vrais. La nuance a pu échapper à notre analyse vu la tendance alcaline primaire des metabasaltes. La présence de roches à chimisme d'orthokéatophyre et de kéatophyre

conforte néanmoins l'hypothèse d'une spilitisation *au moins* partielle.

L'affinité magmatique des basaltes paraît, par contre, bien démontrée par un faisceau d'arguments concordants, teneurs en éléments majeurs, teneurs en éléments mineurs, calcul de la norme. Le caractère alcalin de ces roches s'accorde de plus avec le chimisme du pyroxène relique (diopside-salite).

Les diagrammes de Bebie et de Pearce (fig. 10 et 11), enfin, fondés sur des critères chimiques distincts, définissent le contexte dynamique des métavolcanites : ce sont des basaltes intraocéaniques.

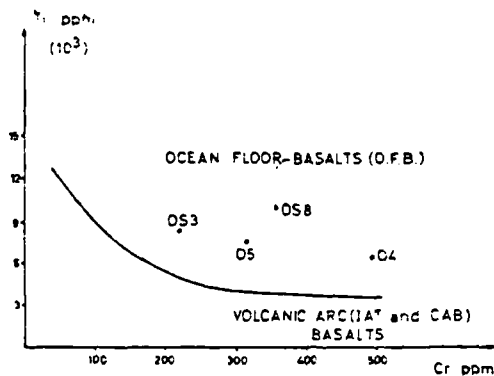


Fig. 11. — Diagramme Ti-Cr (Pearce, 1975).
Métavolcanites de l'Ossa.

II. — LES ROCHES VOLCANOSÉDIMENTAIRES D'AMBELAKIA

Les roches volcanosédimentaires d'Ambelakia affleurent largement au Nord du Massif de l'Ossa. Discordantes sur les Marbres de Phylla Dendra ou sur le Flysch de Spilia, elles sont associées structurellement à des lambeaux ophiolitiques complètement serpentinisés.

La coupe de la route d'Ambelakia révèle une série monotone de métagrauwackes plus ou moins évoluées en prasinite à glaucophane *s.l.* ou en pumpellyite. Ce sont des schistes verts et bleus à niveaux felsiques centimétriques, des schistes verts compacts à pyroxène visible à la loupe, des schistes bleutés, jaunâtres ou verdâtres à surface talqueuse. Des lentilles de dolomie rouge, bréchique, à filons quartziques, s'intercalent parfois dans la série. Elles diffèrent donc déjà à l'affleurement et fondamentalement des roches volcaniques et sédimentaires de l'Ossa.

Au microscope, les métagrauwackes d'Ambelakia montrent une texture de phyllonite à phénoblastes de pyroxène et de plagioclase. Le pyroxène calcique intensément fracturé a le chimisme d'une augite (tabl. XI, fig. 12) parfois épigénisée à sa périphérie par un pyroxène sodique verdâtre correspondant à la composition d'une aegyrine augite (tabl. XI, fig. 5). Développés aux dépens du pyroxène, cristallisent deux types d'amphiboles, soit une amphibole actinolitique claire frangée souvent d'une amphibole bleue sodique, soit directement l'amphibole bleue. Greffée indifféremment sur le pyroxène ou les amphiboles, on observe parfois de la chlorite.

Le plagioclase relique apparaît sausritisé en fines lamelles de chlorite ou de mica blanc et recristallisé en albite ou épigénisé en pumpellyite et albite.

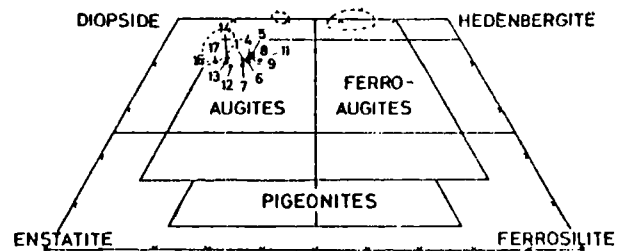


Fig. 12. — Diagramme Dio - Hed - Ens - Ferros.

- Points figuratifs des pyroxènes calciques reliques des Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia.
- Les tirets délimitent le domaine des pyroxènes calciques de l'ensemble volcanique et sédimentaire de l'Ossa.

La matrice foliée est constituée, dans les prasinites à glaucophane *s.l.*, par une amphibole bleue sodique, un mince mica blanc phengitique et accessoirement de la pumpellyite dans une matrice à albite et quartz microgranulaires et intensément déformés, à grains de pistachite (accessoire), de sphène, d'oxydes et à rares lamelles de chlorite, parfois de calcite.

Elle est par contre composée, dans les pumpellyites, par des lamelles de pumpellyite entre lesquelles s'intercalent des grains de quartz, d'oxydes et de sphène. Mais tous les intermédiaires existent entre les deux types de roches ici décrits.

Enfin, la lawsonite n'a été identifiée que rarement, elle cristallise en bâtonnets dans quelques plagioclases reliques et jamais dans la matrice foliée.

Les relations minéralogiques peuvent donc se définir de la façon suivante :

1. Les minéraux reliques d'origine ignée : augite + plagioclase calcique (complètement déstabilisé) ;
2. Les paragenèses successives, initialement à
- aegyrine — augite + glaucophane *s.l.* + pumpellyite + sphène + phengite + albite + quartz ± amphibole actinolitique ± lawsonite ± épidote ± oxydes ;
et ultérieurement à
- chlorite + albite + quartz ± calcite.

Les paragenèses des Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia peuvent donc, comme celles des métavolcanites de l'Ossa, être attribuées à une seule (et même ?) phase de métamorphisme à faciès "schistes bleus", les paragenèses actuelles n'étant vraisemblablement qu'une rétomorphose des minéraux antérieurs. L'abondance du glaucophane *s.l.* et la présence d'aegyrine-augite, dans les Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia pose néanmoins le problème de l'intensité du métamorphisme initial ou de l'évolution plus ou moins rapide de la rétomorphose.

N° anal. N° éch.	1 LB 5B	4 LB 5B	5 LB 5B	6 LB 5B	7 LB 5B	8 LB 7B	9 LB 7B	11 LB 7B	12 LB 7C	13 LB 7C	14 LB 7C	16 LB 7C	17 LB 7C	18 LB 7C
SiO ₂	50.41	50.55	50.76	49.86	52.09	50.86	51.35	51.01	49.29	51.06	50.40	50.36	50.27	52.70
TiO ₂	0.50	0.50	-	0.49	0.13	0.48	0.46	0.35	1.38	0.62	1.01	0.77	0.71	-
Al ₂ O ₃	2.18	2.34	2.20	2.19	1.36	2.06	1.84	1.97	5.07	3.03	3.42	3.77	3.25	2.18
Cr ₂ O ₃	0.07	0.16	-	0.10	0.72	-	-	-	0.26	-	0.26	0.37	0.66	9.53
FeO	9.85	10.58	10.47	10.38	7.24	10.23	10.41	10.65	8.17	7.88	7.94	6.84	6.86	5.78
MnO	0.31	-	0.26	0.26	0.17	0.31	0.19	0.40	0.57	0.56	0.30	0.25	0.22	0.45
MgO	15.40	14.73	14.31	14.93	15.55	14.75	15.07	13.79	15.60	16.65	15.91	16.86	16.50	7.84
CaO	20.01	20.00	20.22	19.70	21.50	19.80	19.89	19.41	18.54	19.20	19.60	19.03	19.28	16.44
Na ₂ O	0.28	0.44	0.31	0.37	0.25	0.25	0.37	0.80	0.65	0.28	0.27	0.28	0.28	4.69
K ₂ O	-	0.04	-	-	-	-	0.01	-	0.14	-	-	-	-	-
Total	89.10	89.34	89.53	89.38	99.00	89.75	99.68	99.68	99.61	99.10	99.11	98.61	98.06	98.63
Si	1.905	1.909	1.931	1.906	1.950	1.926	1.928	1.941	1.837	1.903	1.883	1.879	1.889	1.988
Al ^{IV}	0.085	0.091	0.089	0.084	0.050	0.074	0.072	0.059	0.163	0.087	0.117	0.121	0.111	0.012
Al ^{VI}	0.002	0.013	0.028	0.004	0.010	0.018	0.014	0.030	0.058	0.036	0.033	0.044	0.033	(2.00)
Ti	0.014	0.014	-	0.014	0.003	0.014	0.013	0.010	0.039	0.017	0.028	0.021	0.020	(2.00)
Cr	0.002	0.005	-	0.003	0.022	0.000	-	0.001	0.007	-	0.008	0.010	0.020	-
Fe ²⁺	0.314	0.334	0.333	0.331	0.226	0.324	0.326	0.345	0.254	0.239	0.248	0.216	0.215	-
Mn	0.010	-	0.008	0.008	0.005	0.010	0.006	0.013	0.018	0.018	0.009	0.008	0.007	0.014
Mg	0.868	0.829	0.811	0.849	0.868	0.833	0.843	0.782	0.866	0.924	0.886	0.938	0.924	0.270
Ca	0.810	0.809	0.824	0.805	0.862	0.804	0.800	0.791	0.740	0.767	0.765	0.760	0.776	0.182
Na	0.020	0.032	0.023	0.027	0.018	0.018	0.027	0.066	0.047	0.020	0.020	0.020	0.021	0.441
K	-	0.002	-	-	-	-	-	-	0.006	-	-	-	-	{0.99}
	(2.04)	(2.04)	(2.03)	(2.04)	(2.01)	(2.02)	(2.03)	(2.04)	(2.04)	(2.02)	(2.02)	(2.02)	{2.02}	{0.99}
Mo %	40.46	41.03	41.69	40.38	43.95	40.78	40.46	40.97	39.38	39.33	40.69	39.57	40.35	0.664
En %	43.34	42.03	41.04	42.58	44.23	42.26	42.68	40.46	46.11	47.44	45.98	46.77	46.01	0.343
Fe %	16.20	16.84	17.27	17.04	11.82	16.85	16.84	18.55	14.51	13.22	13.35	11.67	11.58	(1.07)

Tableau XI. — Pyroxènes calciques et sodiques (18) des Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia.
 Analyses chimiques, pourcentages en oxydes, proportions atomiques (base : 60) et proportions moléculaires.
 *) Le Fe³⁺ et Fe²⁺ ont été calculés à partir du Fe total dosé à la microsonde selon la méthode de Vieten et Hamm (78).

Les assemblages reliques diffèrent par contre de ceux des assemblages à diopside et albite des métavolcanites de l'Ossa. Le pyroxène relique est surtout de type augite (13 analyses) et le plagioclase, toujours indépendant, pseudomorphosé en pumpellyite ou lawsonite + albite, devait être calcique.

Les analyses chimiques de 2 roches-types (tabl. XII) les distinguent nettement des métavolcanites de l'Ossa. Les roches volcanosédimentaires d'Ambelakia se révèlent, comme le suggérait d'ailleurs l'étude pétrographique, plus riches en Si (60,5 %), plus pauvres en alumine (13,4 %) et en titane (0,4 %) et montrent une perte au feu plus faible (3,1 %). Leur teneur en alcalins (3,85 %) est par contre comparable.

Le diagramme $Al + Fe + Ti/3 - K$, $Al + Fe + Ti/3 - Na$ (Moine et De La Roche, 1968) sépare nettement les roches volcanosédimentaires d'Ambelakia, figurées dans le champ des grauwackes des roches metabasaltiques de l'Ossa, distribuées dans le champ des basaltes et des spilites (fig. 13).

Muni d'un faible pouvoir séparateur entre basaltes et grauwackes, le diagramme $Al/3 - Na$, $Al/3 - K$ (fig. 8) n'a que peu d'intérêt.

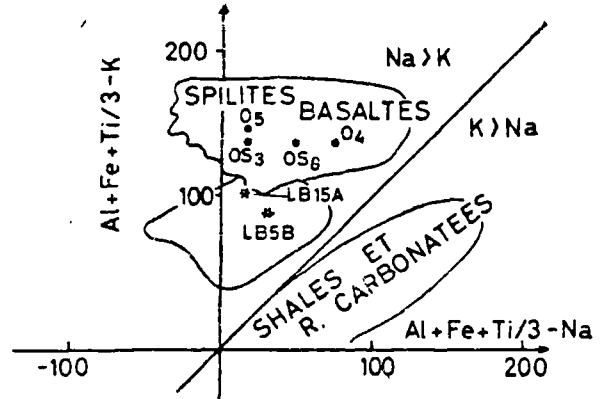


Fig. 13. — Diagramme de Moine et de La Roche (1968).

- Métavolcanites de l'Ossa : OS5, OS3, OS4, OS6.
- Métagrauwackes des Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia : LB 15A, LB 5B.

En se fondant sur les différences pétrographiques et sur le pouvoir discriminant de quelques diagrammes, il semble donc légitime de distinguer les métavolcanites de l'Ossa, termes plus ou moins spilitisés d'une série basaltique à affinité alcaline, associés à des niveaux détritiques et calcaires, des roches volcanosédimentaires d'Ambelakia, roches plus siliceuses, véritables grauwackes à lentilles intercalaires de dolomie rouge.

III. — CONCLUSIONS

La nature même de l'ensemble volcanique et sédimentaire de l'Ossa, coulées volcaniques à chimisme de basalte alcalin spilitisé associées à des niveaux intercalaires détritiques ou calcaires, et sa position structurale, en copaux tectoniques à la base des écailles marmoréennes, conduisent à le distinguer de la Formation des Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia, véritables grauwackes charriées en position structurale haute sur l'une ou l'autre des formations de l'Ossa.

Au terme de cette étude comparative pétrographique et géochimique, il paraît donc logique d'ériger en formation de base de l'Unité tectonique de l'Ossa, l'Ensemble Volcanique et Sédimentaire de l'Ossa, en lieu et place de la Formation des Roches Volcanosédimentaires d'Ambelakia. Définie à Ambelakia et décrite à la base de l'Unité de l'Ossa par une assimilation un peu hâtive de toutes les roches à affinités volcaniques à une même formation, celle-ci constitue à elle seule une unité tectonique distincte, comme l'ont suggéré Katsikatsos *et al.* (1980).

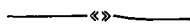
N° de l'échantillon	LB 5B	LB 15A	Éléments mineurs	LN 5B	LB 15A
Éléments majeurs					
SiO ₂	62.39	58.68	Ba	85	93
Al ₂ O ₃	13.39	13.41	Co	<10	<10
Fe ₂ O ₃	5.94	7.73	Cr	75	215
{Fe ₂ corr.	3.10	1.86	Cu	34	44
{FeO	2.56	5.28	Ni	49	83
MnO	0.04	0.04	Sr	145	41
MgO	3.11	5.66	V	47	78
CaO	6.31	7.37	Rb	19	16
Na ₂ O	2.61	3.76	Zn	64	66
K ₂ O	0.92	0.91			
TiO ₂	0.40	0.39			
P ₂ O ₅	0.12	0.04			
P.F.	3.38	2.07			
Total	98.61	100.36			
CO ₂	0.63	0.16			
H ₂ O ⁺	3.04	2.66			
H ₂ O ⁻	0.28	0.57			

Tableau XII. — Roches volcanosédimentaires d'Ambelakia : données chimiques. Composition en éléments majeurs et en mineurs. Normes CIPW.

LB 5B, LB 15A : grauwackes d'Ambelakia (pour comparaison).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BEBIEN J. (1973). — Géochimie des roches volcaniques : comparaison des volcanismes actuel et ophiolitique. *C.R. Ac. Sc.*, vol. 276, p. 3111-3114.
- 2) DERYCKE F., GODFRIAUX I. et ROBASZYNSKI F. (1974). — Sur quelques paragenèses du métamorphisme de haute pression-basse température dans l'Ossa et le pourtour de la fenêtre de l'Olympe (Grèce). *C.R. Ac. Sc.*, vol. 274, D, p. 227.
- 3) DERYCKE F. et GODFRIAUX I. (1976). — Métamorphismes "schistes bleus" et "schistes verts" dans l'Ossa et le Bas-Olympe (Thessalie, Grèce). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, vol. 7, XVIII, n° 2, p. 252.
- 4) DERYCKE F. (1976). — A propos d'une série insérée entre l'Olympe et les Flambouron (Thessalie, Grèce). *IV^e R.A.S.T.*, Paris.
- 5) DOBRETISOV N.L. *and al.* (1971). — Immiscibility in the sodium-calcium amphibole series and its classification. *Doklady Akad. Nauk. SSSR*, vol. 199, p. 100-103.
- 6) ERNST W.G. (1979). — Coexisting sodic and calcic amphiboles from high-pressure metamorphic belts and the stability of barroisitic amphibole. *Min. Mag.*, vol. 43, p. 269-278.
- 7) GARCIA O.G. (1978). — Criteria for the identification of ancient volcanic arcs. *Earth Sci. Rev.*, vol. 14, p. 147-165.
- 8) GODFRIAUX I., DERYCKE F. (1978). — Découverte de microfaunes paléogènes dans le flysch métamorphique de Spilia (Ossa, Grèce). *C.R. Ac. Sc.*, vol. 286, p. 555-558.
- 9) GODFRIAUX I., PICHON J.F. (1978). — Sur quelques assemblages minéralogiques dans les metabasites d'Ambelakia et de Kalipefki (Unité tectonique de l'Ossa, Grèce). *VI^e R.A.S.T.*, Orsay.
- 10) GODFRIAUX I., PICHON J.F. (1979). — Sur l'importance des événements tectoniques et métamorphiques d'âge tertiaire en Thessalie septentrionale (Olympe, Ossa, Flambouron). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XCIX, p. 367-376.
- 11) GODFRIAUX I., LADURON D., PICHON J.F., SCHMITT A. (1979). — Analyse à la microsonde électronique de quelques assemblages minéralogiques des metabasites en Ossa (Thessalie Septentrionale - Grèce). *VII^e R.A.S.T.*, Lyon.
- 12) HAMM H.M. et VIETEN K. (1971). — Zur der Kristallchemischen Formel und des Fe³⁺ - Gehaltes von Klinopyroxen aus Elektronenstrahl - Mikroanalysen. *Neues Jahrb. Min., Mh.*, p. 310-314.
- 13) HEY M.H. (1954). — A new review of the chlorites. *Min. Mag.*, vol. 30, p. 277-292.
- 14) IRVING J., VONSEN M. et GONYER F.A. (1932). — Pumpellyite from California. *Amer. Min.*, vol. 17, p. 338.
- 15) KATSIKATSOS G., MERCIER J. et VERGELY P. (1976). — La fenêtre d'Attique-Cyclade et les fenêtres métamorphiques des Hellénides internes (Grèce). *C.R. Ac. Sc.*, vol. 283, D, p. 1613-1616.
- 16) KATSIKATSOS G., MIGIROS G. et VIDAKIS M. (1980). — Remarks on the geology of the area between Mavrovouni and Olympus (Greece). *XXVI Congrès géologique international*, Paris, 1980, Abst., p. 1391.
- 17) de LA ROCHE H. (1968). — Comportement géochimique différentiel de Na, K et Al dans les formations volcaniques et sédimentaires : un guide pour l'étude des formations métamorphiques et plutoniques. *C.R. Ac. Sc.*, vol. 267, p. 39-42.
- 18) de LA ROCHE H., ROCCI G. et JUTEAU T. (1974). Essai de caractérisation chimique des associations spililitiques. Spilites and Spilitic Rocks. *Intern. Un. of Geol. Sc.*, Ser. A, Nb. 4, p. 39-58.
- 19) LEAKE B.E. (1968). — A catalog of analysed calciferous and subcalciferous amphiboles together with their nomenclature and associated minerals. *Geol. Soc. Am.*, Spec. Pap. 98, 210 p.
- 20) MIYASHIRO A. (1957). — The chemistry optics and genesis of the alkali-amphiboles. *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, II, 11, p. 51-83.
- 21) MOINE B. et de LA ROCHE H. (1968). — Nouvelle approche du problème de l'origine des amphibolites à partir de leur composition chimique. *C.R. Ac. Sc.*, vol. 267, p. 2084-2087.
- 22) PAPIKE J.J. (1974). — On the chemistry of clinopyroxenes. *E.O.S. Trans. Geophys. Union*, 55/4, p. 469.
- 23) PAPIKE J.J., CAMERON K.L. et BALDWIN K. (1974). — Amphiboles and pyroxenes : characterisation of other than quadrilateral components and estimate of ferric iron from microprobe data. *Geol. Soc. Am.*, Abst. Progr. 6, p. 1053-1054.
- 24) PEARCE J.A. (1975). — Basalt geochemistry used to investigate post-tectonic environment on Cyprus. *Tectonophysics*, vol. 25, p. 41-67.
- 25) SPRY A. (1969). — Metamorphic textures. Pergamon Press, Oxford, 350 p.
- 26) THOMPSON G. (1973). — A geochemical study of the low-temperature interaction of sea-water and oceanic igneous rocks. *E.O.S., Trans. Amer. Geophys. Un.*, vol. 54, p. 1015-1019.
- 27) VIETEN K. et HAMM H.M. (1978). — Additional notes on the calculation of cristal chemical formula of clinopyroxenes and the content of the Fe³⁺ from microprobe analysis. *Neues Jahrb. Min. Mh.*, p. 71-83.
- 28) YODER H.S. et TILLEY C.E. (1962). — Origin of basalts magmas : an experimental study of natural and synthetic rock systems. *J. Petrol.*, 3, p. 342-532.



Le Tertiaire de Saint-Valery-sur-Somme, un témoin des faciès sparnaciens à unios de la marge Nord-Ouest du Bassin de Paris

par Ch. DUPUIS (*)

Résumé. — Plusieurs témoins tertiaires de la marge nord-ouest du Bassin de Paris se singularisent par la présence des Couches à unios attribuables palynologiquement au Landénien terminal (= "Sparnacien" inférieur). Les Couches à unios relèvent d'un domaine essentiellement continental dans lequel se dessinent vers l'ouest des influences lagunomarinées dépendant probablement du Bassin de Dieppe. Le rôle paléogéographique du Môle-Bray-Artois, transverse par rapport aux axes du Bray et de l'Artois, est ainsi mis en évidence à nouveau.

Abstract. — Several tertiary outcrops in the north-west of the Paris Basin contain Unios Beds, the palynological study of which indicates an upper Landenian (= lower "Sparnacian") age. The Unios Beds belong to a continental area in which, probably originated from Dieppe Basin brackish influences increase westwards. Thus, the paleogeographic influence of the Bray-Artois high, transversal by comparison with the Bray and the Artois horsts, is shown again.

L'étude du témoin tertiaire de Saint-Valery-sur-Somme a été abordée dès 1969, dans le cadre du levé de la carte géologique (Broquet *et al.*, à paraître). 1843, 1863; Hébert, 1873, 1874).

Les sables thanétiens sont sporadiquement exploités dans la sablière du Mont de la Chapelle (X : 548 650 ; Y : 276 550). L'excavation donne accès sur une douzaine de mètres, à la partie moyenne de la colonne stratigraphique qui contient les Couches à unios. L'épaisseur totale du témoin avoisine les 20 m.

Le but de cette courte note est de faire état des premiers résultats et de situer paléogéographiquement les Couches à unios par rapport à leurs homologues du nord-ouest du Bassin de Paris. Une étude plus détaillée, notamment paléontologique, encore en cours, devrait aboutir prochainement à préciser leur position stratigraphique ainsi que leurs relations avec les bassins avoisinants.

I. — LES COUCHES A UNIOS DE SAINT-VALERY-SUR-SOMME

A) LES TRAVAUX ANTERIEURS.

Après sa découverte par Ravin en 1836, le Paléocène de Saint-Valery est signalé à quelques reprises, le

(*) Faculté Polytechnique de Mons, Institut Jules Cornet, 9, rue de Houdain, B-7000 Mons.

Note présentée le 8 Avril 1981 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 2 Décembre 1981.

Un peu plus tard, quelques informations sont apportées par Briquet, mais elles concernent essentiellement les sables thanétiens (1906).

En 1922, Stamp parallélise les couches argileuses sus-jacentes aux sables landéniens avec les Woolwich Beds, mais sans y remarquer, semble-t-il, l'abondance des unios.

Il faut attendre 1932 pour que Aufrère fasse remarquer leur présence. Une trentaine d'années plus tôt, des niveaux similaires avaient pourtant été reconnus à Colline-Beaumont et Blaireville (Leriche, 1901; Gosselet, 1902) et à Saint-Josse et Saint-Aubin (Gosselet, 1906). Plus près de nous, en 1958, Feugueur ne mentionne que très brièvement le Tertiaire de Saint-Valery. Il omet d'ailleurs de le rattacher aux "grès ferrugineux à *Unio* et à *Cyrena cordata* de Saint-Josse et Saint-Aubin" qu'il individualise pourtant sur ses reconstitutions paléogéographiques.

La synthèse des gisements tertiaires du littoral normanno-picard que propose Bignot en 1973 fait état pour Saint-Valery de la stratigraphie confuse et partiellement inexacte de Chemirani (1968). Les alluvions quaternaires de Croix-l'Abbé (Dupuis *et al.*, 1977) sont en effet classées dans le Thanétien et les Couches à unios pratiquement ignorées.

Actuellement, le gisement tertiaire de Saint-Valery reste la seule localité où l'on peut encore observer aisément ce faciès particulier du "Sparnacien".

B) LE TERTIAIRE DU MONT DE LA CHAPELLE.

La sablière qui entame le Mont de la Chapelle (fig. 1) expose deux grands ensembles. Le premier est à rapporter aux sables thanétiens, le second, argileux, comprend les Couches à unios.

Les sables thanétiens sont visibles sur 6 ou 7 m. Leur sommet a une couleur brun noir probablement à relier avec la présence de matière organique. Un mince niveau gris partiellement induré, parcouru par des traces de racines, clôtura la sédimentation purement sableuse. Ce paléosol et l'horizon brun noir relèvent d'une évolution pédologique et signale l'existence d'un hiatus

Au-dessous, les sables, plus ou moins glauconieux, admettent quelques horizons fortement bioturbés et les traces plus discrètes d'une stratification sub-horizontale ou oblique à petite échelle. Dans les sables s'inscrivent au moins deux zones de terriers.

Le contact avec la craie n'est pas visible dans la carrière. Mais la permanence d'une nappe d'eau au fond de l'exploitation indique la nature argileuse de la base des sables. Les argiles qui reposent sur la craie, ont pu être observées ailleurs (fig. 1).

A ma connaissance, les sables n'ont jamais livré de faune; toutefois, leur faciès les rapproche des sables thanétiens du Bassin de Paris.

Le second ensemble, surtout argileux, peut se diviser en cinq unités qui sont décrites de bas en haut (fig. 1).

1) Argiles, argiles sableuses et sables blancs.

Les argiles sont, ou bien dispersées en lambeaux dans les sables argileux, ou bien disposées en couches régulièrement stratifiées. La surface des lits sableux est fréquemment modelée par des ripple-marks développant une stratification ondulée (wavy bedding) qui pourrait résulter de l'action des marées (Reineck and Singh, 1980).

Des traces de racines sont décelables dans la moitié supérieure et paraissent issues de la surface des strates argileuses. C'est notamment le cas du sommet de l'unité où le phénomène, bien marqué, indique un hiatus dans la sédimentation. Les débris végétaux, abondants à ce niveau, sont pratiquement les seuls fossiles observés.

2) Silts à unios et cyrènes.

Comme les couches précédentes, les silts à unios et cyrènes sont profondément oxydés et décalcifiés. Les fossiles sont le plus souvent réduits à l'état d'empreintes et des moules internes limonitiques. Toutefois,

des zones lenticulaires, localement épargnées par l'oxydation, permettent de connaître le sédiment originel, gris à noir et délicatement stratifié (0,5 % de matières organiques). Les ilots préservés livrent quelques restes fragiles du test de cyrènes cordiformes. Les unios, semble-t-il toujours à l'état de moulages internes limonitiques et d'empreintes, ne sont abondants que dans la moitié supérieure de l'unité. Un lit sableux, parfois très mince, souligne régulièrement la base des silts.

3) Argiles et lumachelles à unios et cyrènes.

Les argiles, crèmes, bleutées ou brunes, alternent avec des lumachelles pétries de petits gastéropodes. Outre les lamellibranches et les gastéropodes, ces niveaux livrent des otolites, des dents et des os de poissons. On y remarque aussi des empreintes végétales et des oogones de charophytes ont été signalées par Aufrère.

Les unios, très nombreux, ont conservé un test rose nacré, et gisent le plus souvent avec les cyrènes.

4) Sables et grès ferrugineux.

Les argiles passent à des sables jaunes maculés d'oxyde de fer et de manganèse esquissant parfois des traces de coquilles. Les dernières sont mieux conservées sous forme de moulages, dans le grès ferrugineux qui endure la partie moyenne des sables.

5) Argiles et lumachelles.

Aux sables succède une alternance régulière de lits centimétriques d'argile brune et de lumachelle dont les coquilles brisées ne sont pas identifiables.

La suite de la série n'affleure plus actuellement mais on sait qu'elle comporte des argiles bleutées interstratifiées de bancs de lumachelles riches en *Ostrea bellovacensis* (Chemirani, 1968). Avec les ostracodes *Vetustocytheridea lignitarum*, les argiles contiennent aussi *Cyrena cuneiformis* qui remplace *Cyrena cordata* des unités 2 et 3.

Cette unité doit être mise en corrélation avec les Argiles à mollusques et à ostracodes du "Sparnacien" supérieur bien connues au sud (Chemirani, 1968).

D'une façon schématique, les Couches à unios s'intercalent donc entre les sables thanétiens et le "Sparnacien" supérieur.

C) NATURE ET AGE DES COUCHES A UNIOS. DONNEES PRELIMINAIRES DE L'ANALYSE PALYNOLOGIQUE.

L'analyse palynologique des unités 1 à 3 met en évidence l'absence de dinophycées et la présence de

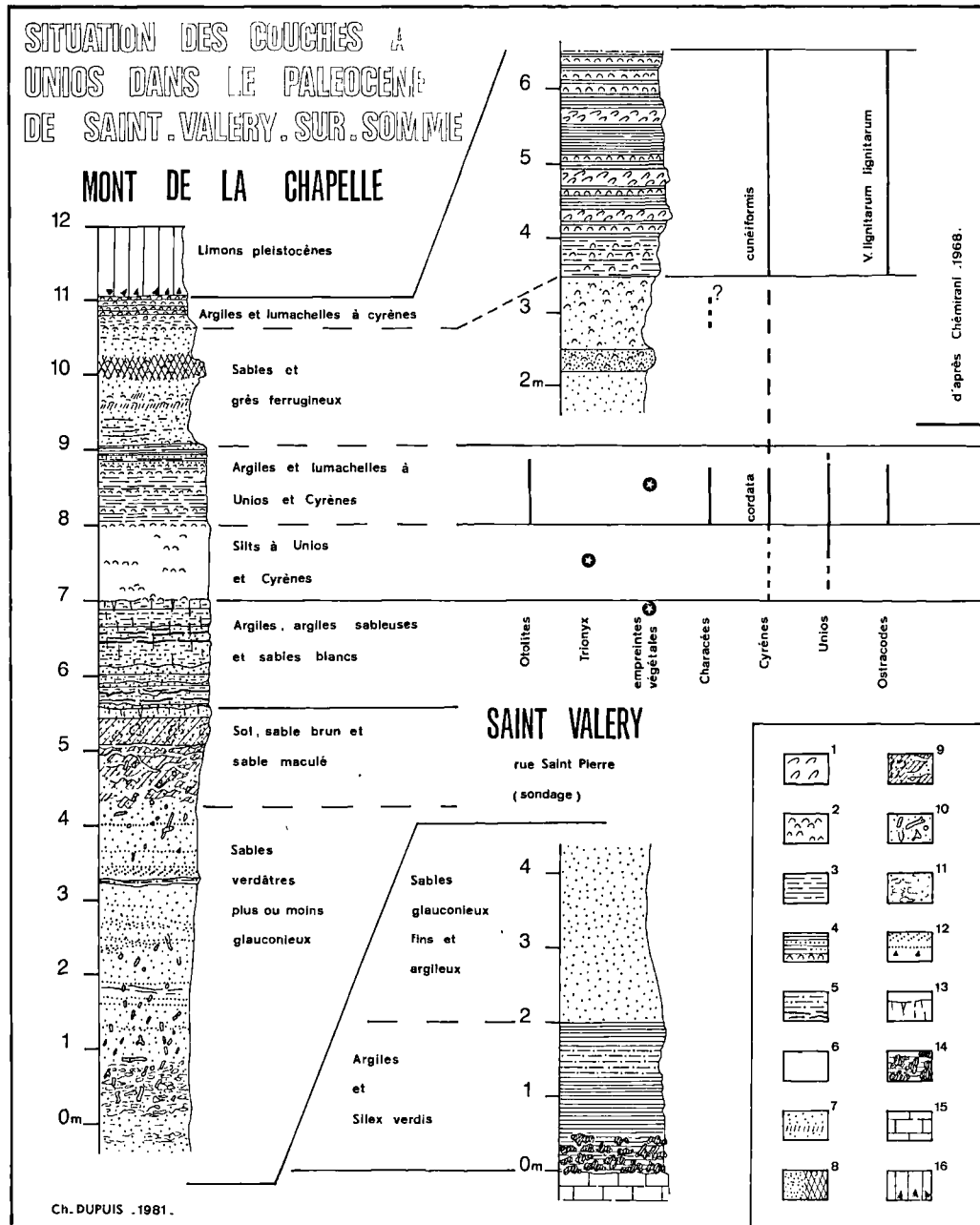


Fig. 1. — Les Couches à Unios du Paléocène de Saint-Valery-sur-Somme. Lithologie et répartition verticale de quelques fossiles. La coupe du sondage provient des archives du S.G.R. d'Amiens.

- 1, Lumachelle, calcaire à huîtres. — 2, Lumachelle à Cyrène, test conservé ou empreinte. — 3, Argile plus ou moins stratifiée, lits sableux, lumachelle. — 4, Sable argileux homogène, lits argileux. — 5, Sable, cernes ferrugineux. — 6, Silts. — 7, Sable, cernes ferrugineux. — 8, Grès brun à gauche, le même décalcifié et oxydé à droite. — 9, Sable humifère, localement induré. — 10, Terriers isolés. — 11, Bioturbations. — 12, Stratification dans les sables verts, horizontale, oblique. Petits graviers de silex verdis. — 13, Traces de racines. — 14, Rognons de silex verdis. — 15, Craie. — 16, Limons.

kystes de *Pediastrum* (*), chlorophyte d'eau douce qui milite en faveur de la nature essentiellement continentale des sédiments.

L'abondance des sporomorphes à certains niveaux et leur diversité confirment un tel point de vue et autorise de plus une interprétation stratigraphique (**).

L'assemblage palynologique des échantillons étudiés apparaît en effet caractéristique du Landénien (L2) supérieur terminal (Roche, 1968).

Les espèces les plus typiques de cet étage sont ici : *Nudopollis terminalis* (Pf. et Th., 1953) Pf., 1953, *Subtriporopollenites magnoporatus* (Pf., 1953) W. Kr., 1961, *magnoporatus* Roche, 1963, *Caryapollenites triangulus* (W. Kr et Vanh., 1977), *Intratiporopollenites microinstructus* (Roche, 1973).

De même, les pourcentages importants de *Plicapollis pseudoexcelsus* (W. Kr., 1958) W. Kr., 1961 *Turgidus* Pf., 1953 et de *Triatriopollenites platycarioides* (Roche, 1969) sont en accord avec ceux qui s'observent généralement dans le Landénien supérieur.

A la base de l'unité 5 apparaissent des dinoflagellés qui, avec la banalisation de l'assemblage palynologique, indiqueraient le passage à l'Yprésien [Argile d'Ypres au sondage de Kallo (Gulinck *et al.*, 1969 ; Roche, 1968)].

Dans le contexte des corrélations établies sur base palynologique entre le Bassin belge et le Bassin de Paris (Chateaufort et Roche, 1973), ces couches peuvent être parallélisées avec le "Sparnacien" inférieur. Ce résultat confirme et précise les interprétations émises à propos des Couches à unios, notamment par Leriche (1901), Gosselet (1902, 1906) et Dubois (1922). Il s'oppose par contre aux conclusions de Feugueur (1958).

II. — LES COUCHES SPARNACIENNES A UNIOS DE LA MARGE NORD-OUEST DU BASSIN DE PARIS

Parmi les témoins tertiaires (fig. 2) qui comportent de telles Couches à unios, deux types sont à distinguer.

Dans le premier, les mollusques d'eau douce s'associent aux cyrènes réputées saumâtres ; ce sont, outre Saint-Valery, Colline-Beaumont, Saint-Aubin et Saint-Josse. Dans le second, représenté par le "Sparnacien" de Blaireville près d'Arras, la faune (*Unio*, *Lepidosteus*) et la flore sont continentales (Dehay, 1928, 1936). Les influences laguno-marines ont disparu.

Le premier type réunit les gisements les plus occidentaux qui semblent tous reproduire la même séquence de faciès à faune dulçaquicole. La succession silt-

argile à unios et cyrènes de Saint-Valery est en effet comparable à celle de Saint-Josse et de Saint-Aubin. La "Mienne", "limon sableux à grain fin" très finement stratifié, décrite par Dubois en 1921, correspondrait aux silts de Saint-Valery. En outre, l'analyse sporopollinique situe aussi la séquence de Saint-Josse et de Saint-Aubin à la fin du Landénien, juste avant l'Yprésien (Roche, communication écrite).

Le "Sparnacien" de Blaireville recèle ses fossiles continentaux dans des sédiments argilo-sableux ou sableux assurant à l'est un passage avec les autres faciès du Landénien supérieur (Sables d'Ostricourt, Gosselet, 1883).

Envisagées de cette manière, les Couches à unios s'intègrent dans un ensemble de faciès continentaux où s'inscrit d'est en ouest la transition d'un domaine émergé vers un domaine laguno-marin probablement centré sur le Bassin de Dieppe. Cette conception a quelques points communs avec celle qu'a proposé Feugueur en 1963 pour le Thanétien zone III. Mais la situation décrite ici, est replacée au Landénien supérieur et les corrélations avec les bassins avoisinants devront être envisagées d'une autre manière.

On notera dès maintenant que la polarité est-ouest enregistrée dans la répartition des faciès à unios suggère une structuration sub-méridienne. Elle soutient la conception d'un Môle-Bray-Artois qui complète le schéma classique gouverné par l'Axe de l'Artois (Leriche, 1929).

Le Môle-Bray-Artois, sensible dès le Thanétien, se matérialise jusqu'au Lutétien et même au-delà (Dupuis, 1979 et *in* Colbeaux *et al.*, 1980). Il revêt à plusieurs reprises, les caractères d'un seuil séparant le Bassin de Dieppe de la marge septentrionale du Bassin de Paris. Son intervention dans la structure actuelle de la Manche Orientale apparaît déterminante (Colbeaux *et al.*, 1980).

CONCLUSIONS

Les Couches à unios représentent un faciès du "Sparnacien" inférieur particulier à la marge nord-ouest du Bassin de Paris.

Dans le cadre des corrélations proposées, il semble possible d'y voir une zone de transition entre, à l'est, le domaine continental des Sables d'Ostricourt et, à l'ouest, les influences laguno-marines probablement issues du Bassin de Dieppe.

Ainsi se matérialiserait, à la fin du Landénien, la structure transverse du Môle-Bray-Artois, déjà mise en évidence à d'autres moments de l'évolution de la marge nord-ouest du Bassin de Paris.

Le Môle-Bray-Artois, dont le conditionnement tectonique est à rechercher dans le socle primaire, joue à certaines périodes, entre le Bassin de Dieppe et le Bassin de Paris, un rôle comparable à celui de l'Axe de l'Artois entre le bassin nordique et le Bassin de Paris.

(*) Détermination J. Schumaker, Paléobotanique, Université de Liège.

(**) Déterminations et interprétation de E. Roche. Palynologie. Musée de l'Afrique Centrale. Tervuren.

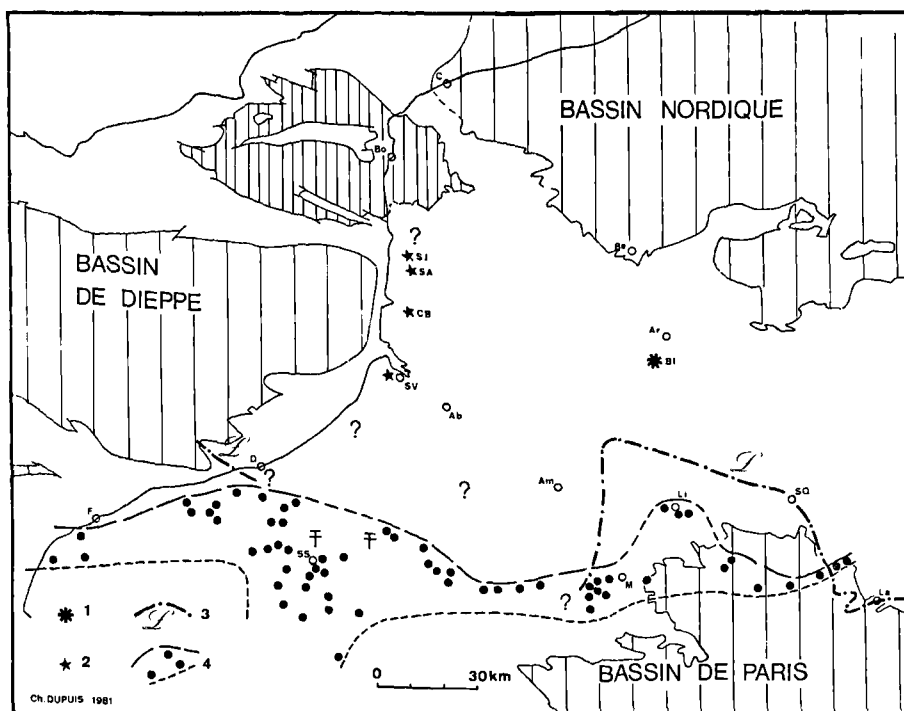


Fig. 2. — Répartition de quelques faciès du Landénien supérieur - "Sparnaciens" entre les Bassins de Paris, de Dieppe et le Bassin nordique. Les hachures verticales espacées indiquent l'extension des affleurements continus de Tertiaire. Les limites du Tertiaire sous-marin sont reprises d'après Auffret *in* Colbeaux *et al.*, 1980. Les hachures verticales serrées signalent les affleurements anté Crétacé supérieur de la boutonnière du Boulonnais.

1, Landénien supérieur - "Sparnaciens" inférieur de Blaireville à unios et flore continentale. — 2, Landénien supérieur - "Sparnaciens" inférieur à unios et cyrènes. — 3, Limite septentrionale de l'extension actuelle des Argiles à Lignites du "Sparnaciens". — 4, Principaux gisements de galets avellanaires du sud de la région considérée, limite septentrionale probable et méridionale possible.

Localités : Ab, Abbeville. — Am, Amiens. — Ar, Arras. — Be, Béthune. — Bl, Blaireville. — Bo, Boulogne. — C, Calais. — CB, Colline-Beaumont. — D, Dieppe. — F, Fécamp. — La, Laon. — Li, Lihons. — M, Montdidier. — SA, Saint-Aubin. — SJ, Saint-Josse. — SQ, Saint-Quentin. — SS, Saint-Saëns.

Commentaires. — Les faciès sparnaciens à unios du nord-ouest du Bassin de Paris appartiennent à des témoins tertiaires isolés. On peut pourtant concevoir qu'ils procèdent d'un ensemble de couches "laguno-continentales" établissant une transition est-ouest entre les faciès orientaux à caractère continental (faciès cambrasiens des Sables d'Ostricourt, Gosselet, 1883) et une influence "laguno-marine" à l'ouest, probablement originaires du Bassin de Dieppe.

Les flots méridionaux de galets avellanaires sont aussi dispersés mais il est raisonnable de les réunir en un cordon continu. Quelques gîtes fossilifères (F) supportent leur attribution au "Sparnaciens" supérieur que ne contredit pas leur superposition locale aux Argiles à Lignites (Lihons, Broys, Montdidier, etc...).

A l'ouest de Montdidier et au nord-ouest de Laon, les galets reposent directement sur les sables thanétiens sous-jacents. A la suite de De Mercey (1880), de Gosselet (1890), et de Leriche (1928), il est possible d'y voir un ravinement ayant fait disparaître les Argiles à Lignites entre Dieppe et Montdidier, ainsi qu'au nord-ouest de Laon. A l'est, la région affectée par l'érosion prend place sur le Môle Bray-Artois (Dupuis *in* Colbeaux, 1980). Si l'on admet la continuité initiale des Argiles à Lignites, leur érosion localisée sur le Môle Bray-Artois peut s'expliquer par un mouvement positif de la structure transverse au cours du Sparnaciens. A l'ouest, la lacune des Argiles à Lignites coïnciderait avec la ligne Laon-Reims dont l'influence paléogéographique et structurale a déjà été soulignée à plusieurs reprises (Dupuis, 1979 ; Laurain, 1980).

Principaux documents utilisés : cartes géologiques au 1/50.000 n° 57 à 61 et 74 à 84. Autres références : Gosselet, 1899, 1900, 1901 ; Leriche, 1909 ; Visse, 1947.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AUFRERE L. (1932). — Note préliminaire sur l'Eocène de la Somme inférieure. *C.R. somm. S. G. F.*, n° 2, p. 15-17.
- 2) BRIQUET A. (1904). — Remarque sur la composition de l'Étage Thanétien inférieur dans le Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXIII, p. 116-123.
- 3) BRIQUET A. (1906). — Observations sur la composition des terrains éocènes inférieurs du Nord de la France. Contribution à l'étude d'un cycle de sédimentation marine et d'un cycle d'érosion fluviale. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXV, p. 145-149.
- 4) BROQUET P., BEUN N. et DUPUIS Ch. (à paraître). Carte géologique de St-Valéry-sur-Somme au 1/50.000.
- 5) BIGNOT G. (1973). — Esquisse stratigraphique et paléogéographique du Tertiaire de la Haute-Normandie. *Bull. Soc. Géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*. Volume du Centenaire, t. 61, p. 25-47.
- 6) BUTEUX Ch.J. (1843, 1862). — Esquisse géologique du département de la Somme. *Mém. de l'Acad. Sc., Agric., Comm., Belles-Lettres et Arts du départ. de la Somme*.
- 7) CHATEAUNEUF J.J. et ROCHE E. (1973). — Exemple d'étude palynologique dans le Tertiaire. Contribution à la connaissance du Paléogène des Bassins belge et parisien par l'examen sporopollinique de divers gisements. *Mémoire B.R.G.M.*, n° 77, p. 251-158.
- 8) CHEMIRANI A. (1968). — Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé supérieur - Eocène du littoral picard compris entre Le Tréport et Saint-Valéry-sur-Somme. *Thèse de 3^e Cycle*. Paris.
- 9) COLBEAUX J.P., DUPUIS Ch., ROBASZYNSKI F., AUFFRET J.P., HAESAERTS P. et SOMMÉ J. (1980). — Le détroit du Pas-de-Calais : un élément dans la tectonique de blocs de l'Europe nord-occidentale. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, vol. 17, n° 4, p. 41-54.
- 10) DEHAY Ch. (1928). — Compte rendu de l'excursion de la Société Géologique du Nord à Blaireville et Gouy-en-Gohelle, le 13 mai 1928. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LIII, p. 288-291.
- 11) DEHAY Ch. (1936). — Sur un mode de formation des grès fistuleux. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXI, p. 235-239.
- 12) DE MERCEY N. (1880). — Course de la Société Géologique de France à Maignelay. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^e sér., t. 6, p. 679-688.
- 13) DUBOIS G. (1921). — Etudes des faciès thanétiens et sparnaciens du Landénien à St-Josse-sur-Mer et St-Aubin. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLVI, p. 79-133, 1 pl.
- 14) DUBOIS G. (1922). — Constitution du Sparnacien à Colline-Beaumont (Pas-de-Calais). *C.R. somm. S.G.F.*, n° 14, p. 174-175.
- 15) DUPUIS Ch., HAESAERTS P. et DE HEINZELIN J. (1977). — Mise en évidence de dépôt à caractère fluvio-marin parmi les nappes alluviales de la Basse-Somme. *Bull. AFEQ*, n° 53, p. 86-95.
- 16) DUPUIS Ch. (1979). — Esquisse paléogéographique du Nord et du Nord-Ouest du Bassin de Paris au Paléocène et à l'Eocène inférieur. *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 288, D, p. 1587-1590.
- 17) FEUGUEUR L. (1963). — L'Yprésien du Bassin de Paris. *Mém. exp. Carte Géol. dét. France*. (Thèse soutenue en 1958), 568 p.
- 18) GOSSELET J. (1883). — Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. Publiée sous les auspices de la Société géologique du Nord, 3^e fasc. Terrains tertiaires. Imp. Liégeois-Six, Lille.
- 19) GOSSELET J. (1890). — Les Demoiselles de Lihus. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XVII, p. 35-45.
- 20) GOSSELET J. et CAYEUX. (1894). — Note sur les couches tertiaires de la feuille d'Amiens. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXII, p. 150-163.
- 21) GOSSELET J. (1899). — Note sur les couches de galets de la feuille de Laon. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXVIII, p. 297-304.
- 22) GOSSELET J. (1902). — Révision des feuilles de Montreuil et d'Arras. Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne 1901-1902. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 91, t. 13, p. 511-513.
- 23) GOSSELET J. (1905). — Légende de la feuille de Montreuil, feuille 6 de la carte géologique de France au 1/80.000, suivie de notes d'excursions sur cette feuille et sur les parties voisines de la feuille d'Arras. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXV, p. 7-105.
- 24) GULINCK M., DROOGER C.W. et MARTINI E. (1969). — Le sondage de Kallo (au NW d'Anvers). *Mém. expl. Cartes géol. et min. de la Belgique*, n° 11, 42 p., 7 pl.
- 25) HEBERT E. (1863). — Note sur la craie blanche et la craie marneuse dans le bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2^e sér., t. 20, p. 605-631.
- 26) HEBERT E. (1875). — Ondulations de la craie dans le Nord de la France. *Bull. Soc. géol. France*, 3^e s., t. 13, p. 512-546.
- 27) LAURAIN M. (1980). — Données structurales sur la feuille de Reims 1/50.000 à partir d'observations cartographiques, stratigraphiques et morphologiques. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, vol. 17, n° 4, p. 55-59.
- 28) LERICHE M. (1928). — Sur un curieux effet produit dans les terrains tertiaires de la Picardie par la dissolution de la craie sous-jacente : « Les demoiselles de Lihus ». *C.R. du Congrès des Soc. sav.*, 1928. Sciences.

- 29) LERICHE M. (1929). — Sur la répartition des faciès lagunaires et fluviatiles du Landénien dans les Bassins belge et parisien. *Bull. Soc. Belge de Géologie*, t. XXXVIII, p. 69-91.
- 30) LERICHE M. (1901). — Description de deux Unios nouveaux de l'Eocène inférieur du Nord de la France et de la Belgique. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXX, p. 2-6, 1 pl.
- 31) LERICHE M. (1909). — Les vestiges de la mer yprésienne entre la Flandre et l'Ile-de-France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXVIII, p. 421-428, 1 pl.
- 32) RAVIN (1836). — Mémoire géologique sur le bassin d'Amiens et en particulier sur les cantons littoraux de la Somme. Abbeville, Boulenger, 68 p.
- 33) REINECK H.E. and SINGH I.B. (1980). — Depositional sedimentary environments with reference to terrigenous clastics. Second edition, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York.
- 34) ROCHE E. (1968). — Etude des sporomorphes du Montien et du Landénien de Belgique et de quelques gisements du Sparnacien français. *Thèse*, Bruxelles, 2 vol., 350 p., 20 pl.
- 35) STAMP L.D. (1921). — On the beds at the base of the Ypresian (London Clay) in the Anglo-franco-belgian Basin. *Proc. Geol. Assoc.*, vol. 32, part. 2, p. 57-108.
- 36) VISSÉ L. (1947). — Les formations à galets de Fres-sancourt, Versigny et Montceau-les-Leups (Aisne). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXVII, p. 273.

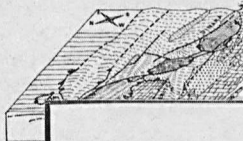


SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Publication n° 1

Jean CHOROWICZ

Étude géologique des Dinarides
le long de la
structure transversale Split-Karlovac
(Yougoslavie)



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Publication n° 2

Jacques CHARVET

Essai sur un orogène alpin

Géologie des Dinarides
au niveau de la
transversale de Sarajevo
(Yougoslavie)

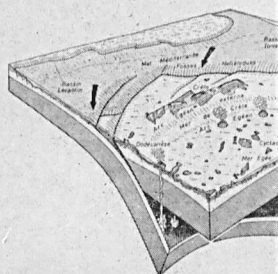


SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Publication n° 3

Jacques ANGELIER

NEOTECTONIQUE
DE
L'ARC EGÉEN



S. G. N.
59655 VILLENEUVE D'ASCQ Cedex
— 1979 —

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

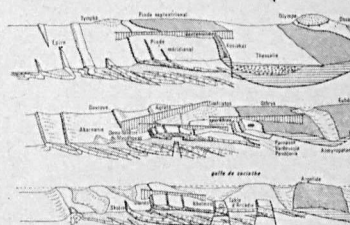
Publication n° 4

Jean-Jacques FLEURY

Les zones de
Cavrovo-Tripolitza et du Pinde-Olonos
(Grèce continentale et Péloponnèse du Nord)

Evolution d'une plate-forme et d'un bassin
dans leur cadre alpin

Volume I



S. G. N.
59655 VILLENEUVE D'ASCQ Cedex
— 1980 —

Ces fascicules sont en vente (*) au Siège de la Société Géologique du Nord,
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

Publication n° 1. — J. Chorowicz	130,00 F.
Publication n° 2. — J. Charvet	150,00 F.
Publication n° 3. — J. Angelier	140,00 F.
Publication n° 4 (2 volumes). — J.J. Fleury	175,00 F.
Publication n° 5 (2 volumes). — M. Cousin	175,00 F.

(*) Les membres adonnés de la S.G.N. bénéficient d'une réduction de 20 % sur un exemplaire de chacune de ces publications.

Sont en vente au Siège de la Société :

MEMOIRES

Tome I , n° 1. - Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétaé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.	336,00 F.
n° 2. - P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie</i> , 1882, 178 p.	252,00 F.
n° 3. - R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	36,00 F.
Tome IV , n° 1. - J. GOSSELET, <i>Etudes sur les variations du Spirifer Verneuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	90,00 F.
Tome VI , n° 1. - P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri</i> B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl. ..	85,00 F.
n° 2. - J. GOSSELET, Ch. BARROIS, M. LERICHE, A. CREPIN, P. PRUVOST, G. DUBOIS, <i>Faune siluro-dévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. (Fasc. 1 épuisé). Fasc. 2	336,00 F.
n° 3. - V. COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.	156,00 F.
Tome VII , n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl.	102,00 F.
Tome VIII , n° 2. — Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria. Observations géologiques et hydrologiques sur le plateau et la falaise au Sud de Boulogne-sur-Mer</i> , 1929, 50 p., 5 pl.	120,00 F.
Tome IX , n° 1. - G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	432,00 F.
n° 2. - Dom Grégoire FOURNIER et P. PRUVOST, <i>Description des poissons élasmobranchés du marbre noir de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.	96,00 F.
Tome X , n° 2. - J.W. LAVERDIERE, <i>Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.	180,00 F.
Tome XII . — D. LE MAITRE, <i>Etude sur la Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis</i> , 1934, 263 p., 18 pl.	336,00 F.
Tome XIII . — P. BRICHE, P. DANZE-CORSIN et J.P. LAVEINE, <i>Flore infraliasique du Boulonnais (Macro- et Microflore)</i> , 1963, 145 p., 11 pl.	252,00 F.
Tome XIV . — G. WATERLOT, <i>Les Gigantostrocés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966, 23 p., 5 pl.	84,00 F.
Tome XV . — J. MANIA, <i>Gestion des Systèmes aquifères. Applications au Nord de la France</i> , 1978, 228 p.	180,00 F.

FASCICULES SPECIAUX

« Géologie du Nord de la France » (T. LXXXIX, fasc. 1)	85,00 F.
« Centenaire de la S.G.N. » (T. XC, fasc. 4)	100,00 F.
« Rupture des roches et massifs rocheux » (T. XCV, fasc. 3)	70,00 F.
« Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale » (T. XCVI, fasc. 4 et T. XCVII fasc. 1) ..	200,00 F.
« Apports récents à la Géologie du Gondwana » (T. XCVII, fasc. 4)	150,00 F.
« Géologie de l'Europe, du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens » (T. XCIX, fasc. 1)	150,00 F.

PUBLICATIONS

Publication N° 1. — J. CHOROWICZ, <i>Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)</i>	130,00 F.
Publication N° 2. — J. CHARVET, <i>Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Sarajevo (Yougoslavie)</i>	150,00 F.
Publication N° 3. — J. ANGELIER, <i>Néotectonique de l'arc égéen</i>	140,00 F.
Publication N° 4. — J.J. FLEURY, <i>Les zones de Gavrovo-Tripolitza et du Pinde-Olonos (Grèce continentale et Péloponnèse du Nord). Evolution d'une plate-forme et d'un bassin dans leur cadre alpin</i>	175,00 F.
Publication N° 5. — M. COUSIN, <i>Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie</i>	175,00 F.

<i>Esquisse géologique du Nord de la France</i> , par J. GOSSELET, Fascicule IV (Terrains quaternaires)	29,00 F.
<i>Ecorché géologique infra-mésozoïque</i> (extrait de « Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France », présentée par C.F.P. (M), COPESEP et S.N.P.A.)	50,00 F.

SERIE DOCUMENTATION (Pochettes de 6 Diapositives avec notice)

Série I . — Paysages du Nord de la France au cours des temps géologiques	30,00 F.
Série II . — Aperçu sur les microfaciès de la craie	30,00 F.
Série III . — Les Nannofossiles calcaires de la craie	30,00 F.
Série IV . — Pétrographie des Houilles	30,00 F.
Série V . — La flore houillère. 1° les plantes à feuilles de Fougères	30,00 F.
Série VI . — Les étapes de la Préhistoire	30,00 F.
Série VII . — Reconstitution de Vertébrés sans mâchoires (« Agnathes ») du Primaire	30,00 F.
Série VIII . — Le gisement paléolithique de Blache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais). - 1) Les fouilles et le cadre stratigraphique	35,00 F.
Série IX . — Le gisement paléolithique de Blache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais). - 2) Les vestiges humains, l'industrie lithique et la grande faune	35,00 F.

Les membres abonnés bénéficient d'une réduction de 20% sur un exemplaire de chacune de ces publications.
Les prix sont augmentés des frais de port et d'emballage quand les volumes ne sont pas pris directement au dépôt.
IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

SOMMAIRE

Tome CI

1981

1^{er} trimestre

	pages
G. MENNESSIER. — Sur la répartition des formations carbonatées en Asie à partir du Cambrien	5
R. MORTIER et M. BOELS. — Histoire de la plaine maritime de <u>Wissant</u> (Pas-de-Calais) depuis le début de l' <u>Holocène</u>	17
A. SCHMITT. — L'Ensemble Volcanique et Sédimentaire de l'unité tectonique de l'Ossa (Thessalie orientale, Grèce)	23
Ch. DUPUIS. — Le Tertiaire de Saint-Valery-sur-Somme, un témoin des faciès sparnaciens à unios de la marge Nord-Ouest du Bassin de Paris	39

© 1982 Société géologique du Nord Editeur, Lille

Toute reproduction, même partielle de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.

Imprimé en France (Printed in France)