



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

C. R. Geoscience 337 (2005) 1084–1095



<http://france.elsevier.com/direct/CRAS2A/>

Stratigraphie

L'unité ophiolitique de Pineto (Corse) : signification du détritisme continental dans sa couverture de flysch albo-cénomannien

Michel Durand-Delga^{a,*}, Marie-José Fondécave-Wallez^b, Philippe Rossi^c

^a La Pélisserie, 81150 Florentin, France

^b Institut des sciences de la Terre, université Paul-Sabatier, 14, av. Édouard-Belin, 31400 Toulouse cedex, France

^c BRGM, BP 6009, 45060 Orléans cedex 02, France

Reçu le 30 novembre 2004 ; accepté après révision le 29 mars 2005

Disponible sur Internet le 3 juin 2005

Présenté par Michel Durand-Delga

Résumé

Les ophiolites jurassiques de l'unité de Pineto (N-MORB), épargnées par le métamorphisme alpin, peuvent être comparées aux ophiolites de l'Apennin. Elles s'en distinguent cependant par la présence, dans leur couverture, d'un flysch silico-clastique, que nous datons de l'Albo-Cénomannien. Des apports de même nature, mais plus grossiers, étaient déjà connus dans la couverture des ophiolites (E-MORB) de la nappe de Balagne, situées originellement sur une croûte continentale amincie, ou à son voisinage. De la même façon, une alimentation détritique à matériel continental a pu aussi atteindre, comme le montre l'unité de Pineto, un domaine à caractère franchement océanique du paléo-océan ligure. *Pour citer cet article : M. Durand-Delga et al., C. R. Geoscience 337 (2005).*

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

The Corsican N-MORB ophiolitic Pineto Unit (Corsica): Significance of the continental clastics within its Albian-Cenomanian cover flysch. The Jurassic N-MORB ophiolites of the Pineto Unit, which were unaffected by Alpine metamorphism, can be compared to the Apennine ophiolites. They are, however, distinguished by their cover rocks that include a silico-clastic flysch that we have dated as Albian-Cenomanian. Clastic deposits of the same type, but coarser grained, are known from the normal cover rocks of the Balagne Nappe E-MORB ophiolites, originally located on a thinned continental crust and/or near a continental margin. The Pineto Unit thus indicates that the detrital input of continental material was able to extend to a domain of clearly oceanic character in the Ligurian palaeo-ocean. *To cite this article: M. Durand-Delga et al., C. R. Geoscience 337 (2005).*

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : wallez@cict.fr (M.-J. Fondécave-Wallez), p.rossi@brgm.fr (P. Rossi).

Mots-clés : Ophiolites ; Palombini ; Flysch ; Albo-Cénomaniens ; Corse ; Ligurides ; Unité de Pineto

Keywords : Ophiolites; Palombini; Flysch; Albian–Cenomanian; Corsica; Ligurides; Pineto Unit

Abridged English version

The ophiolites of the ‘internal’ nappes of the Corsican–Apennine orogenic realm represent remains of the Jurassic Piedmont Ligurian oceanic lithosphere.

1. Geochemical characteristics of the ophiolites (Fig. 1)

T- or E-MORB basalts (i.e. enriched in LILE and LREE vs HREE) are found in Corsica in the Balagne Nappe ophiolites [3,8], which lie unconformably on the autochthonous Eocene of western Corsica [7,22], and also in the topmost unit of the Nebbio [23] tectonic stack that lies unconformably on the ‘Schistes lustrés’ (SL) Nappe to the west of Bastia (Fig. 2). These basalts are considered to have been emplaced on a thinned continental crust and/or near a continental margin during an early stage of oceanization.

N-MORB basalts (depleted in LILE) and occurring along ridge axes and in ocean basins are known in most of the SL ophiolites of Corsica [3]. They acquired their tectono-metamorphic features during the subduction that preceded their exhumation and emplacement within the accretion wedge. The internal Liguride ophiolites of the Apennines, unaffected by Alpine metamorphism, are of the same N-MORB type [26]. Finally, again in Corsica, two small non-metamorphosed ophiolitic units – the Rio Magno Unit (east of the SL) [18,19] and the Pineto Unit (to the west of the SL) [24] – also contain N-MORB basalts, on the basis of which they can be assigned to the Apennine Ligurides.

2. Characteristics of the supra-ophiolite sedimentary formations

The ophiolite units of the Corsica–Apennine realm are, with rare exceptions, overlain by radiolarites (Bathonian to Tithonian) [1] and limestones (generally Berriasian calpionellids-bearing micrites). In the specific case of the Balagne Nappe, these facies have

been invaded by detrital inputs of continental origin [8], which agrees well with the E-MORB nature of the underlying basalts. These cover rocks are overlain by the ‘Palombini’, a clayey–marly formation with micrite beds showing silicified walls. The oldest of these deposits is Late Berriasian and, in certain parts of the Ligurian Apennines [9,14], may extend up to the Earlier Campanian.

Overlying the ‘Palombini’ in the Balagne Nappe [13], however, coarse-grained detrital facies of continental origin are found in the Albian–Cenomanian ‘Flysch à lydiennes’ [Lydite Flysch]. The presence of a silici-clastic flysch in the Pineto Unit, geographically close to the Balagne Nappe, led certain authors [17,21] to conclude that the two exposures belonged to a single complex that they termed ‘Balano-lygure’. This grouping of the two units, however, is brought into question by the distinct geochemical features of their respective basalts.

3. Structural situation of the Pineto Unit

Located to the south of Ponte Leccia (Figs. 2–3), the Pineto Unit consists mainly of gabbros (700–800-m thick), overlain (Testa a l’Ortone) by thin basalts and their sedimentary cover rocks. The cover rocks plunge northwards beneath an isolated slice of ‘Inzecca’-type [2] SL (‘Aliterneta’ Unit).

4. Sedimentary succession of the Pineto unit

Overlying the basalts, or resting directly on the gabbros, we find: (1) radiolarites (from 1 to 10-m thick); (2) pelites (50 to 100-m thick) with ‘Palombini’-type beds, dated near the base by Calpionellopsis as Late Berriasian; (3) indurated olive-green marl (about 20-m thick) with thin beds of limestone or quartzite; (4) the pelitic to microbrecciated ‘Flysch de Balliccione’ [Balliccione Flysch] (about 300-m thick), which is commonly calcareous and contains rare (Fig. 5, Table 2) Albian–Cenomanian foraminifera.

5. Composition of the ‘Flysch de Balliccione’ [Balliccione Flysch] debris

The composition of the coarse-grained beds ranges from sandstone to microbreccia. The microbreccia clasts are generally several millimetres in size and nowhere exceed 1 cm; the matrix derives from the decomposition of granite, which in places is preserved as lithic fragments, along with abundant fragments of Permian volcano-sedimentary and rhyolitic rocks.

6. Interpretations and conclusions

The Pineto Unit thus shows N-MORB basalts overlain by a cover with Albian–Cenomanian containing abundant debris derived from a continental basement. The hypothesis of an Eocene age [4,6,10,15,16], accepted by earlier authors in view of the single facies, must thus be abandoned.

No silico-clastic flysch of this age appears to be known in the Apennine Ligurides [9]. However, detrital facies are known in the Balagne Nappe, especially in the ‘Grès de la gare de Novella’ [Novella Nappe Sandstone], well dated as Late Albian [12]–Cenomanian [22] and associated with the ‘Flysch à lydiennes’ [Lydite Flysch].

The detritus within the Cretaceous silico-clastic beds at Balagne can reach olistolith size. It is much larger than the debris of the Pineto Unit flysch. The Pineto Unit flysch would thus have been deposited at a greater distance from the source of the detritus, i.e. towards the ‘central’ part of the Ligurian Ocean. One can thus envisage that the same continental source supplied the Albian–Cenomanian deposits in both Balagne and the Pineto–Rio Magno area. Depending on the adopted viewpoint, the continental source could have been derived either from a margin located in an Adriatic palaeoenvironment to the east of the Ligurian Ocean or, as we have proposed [8,20], from a margin on the European side of this former ocean.

1. Introduction

Les reconstructions palinspastiques entre les formations de l’océan ligure, ouvert au Jurassique entre les domaines continentaux d’Europe occidentale et

Adria, se heurtent à maintes difficultés : l’allochtonie des ophiolites dans l’Apennin et, en Corse orientale, le métamorphisme HP–BT qui a affecté les séries ophiolitiques des Schistes lustrés, le faible volume des formations qui ont échappé à l’érosion ou à l’enfouissement tectonique. Des critères stratigraphiques, sédimentologiques et géochimiques peuvent toutefois être utilisés pour situer les positions relatives de portions démembrées du paléo-océan ligure.

2. Caractères géochimiques des ophiolites

(A) On sait que les ophiolites des Ligurides internes de l’Apennin [26] sont de type « normal » (N-MORB). Il en est de même pour les ophiolites des Schistes lustrés de Corse [3] qui, à la différence des précédentes, ont été subductées dans des conditions de HP–BT au Crétacé supérieur–Éocène, avant d’être partiellement exhumées.

(B) Il existe en outre, en Corse, des ensembles ophiolitiques ayant échappé au métamorphisme HP–BT. C’est le cas dans la nappe de Balagne [7,22], située en position très externe et superposée tectoniquement à l’Éocène autochtone de Corse occidentale (Fig. 2). C’est aussi le cas des unités supérieures du Nebbio (Saint-Florent), faisant partie d’un ensemble allochtone superposé tectoniquement aux Schistes lustrés [22] : à la position structurale près, on considère unanimement que les séries ophiolitiques du Nebbio équivalent à celles de Balagne. L’analyse géochimique le confirme : à la fois en Balagne [3,8] et dans le Nebbio [23,24], les basaltes jurassiques sont de type E-MORB à T-MORB, et caractérisent le voisinage relatif d’une marge, voire l’aplomb d’une croûte continentale amincie [20].

(C) On connaît, en Corse orientale, les restes d’une nappe dite du « Rio Magno » [7,18] qui, elle non plus, n’a pas subi d’empreinte métamorphique sensible. Cette nappe est superposée tectoniquement à l’unité tectonique la plus haute des unités (de type « Inzecca » [2]) de la zone des Schistes lustrés. Les basaltes du Rio Magno sont, au contraire de ceux de la Balagne et du Nebbio, de type N-MORB [19] : aussi peuvent-ils être comparés à ceux de l’Apennin.

(D) Enfin, l’unité de Pineto, située entre Francardo et Ponte-Leccia, un peu au sud de la nappe de Balagne, a longtemps été considérée comme se rattachant

Tableau 1

Analyses chimiques des basaltes de l'unité de Pineto : comparaison des coulées de Testa a l'Ortone (éch. 3–6, ce travail) et des dykes dans les gabbros du Bois de Pineto et de la Casaluna (cf. [24]). Analyses 3–6, BRGM : majeurs, FX ; traces, ICP-MS

Table 1

Chemical analyses of basalt samples from the Pineto Unit: comparison between Testa a l'Ortone lavas (samples 3–6; this paper) and dykes crosscutting the gabbros in the Pineto Forest and the Casaluna river (see [24]). Analyses 3–6, BRGM: major-, FX; trace-elements, ICP-MS

	Co37P [23] Pineto, B dyke	Co40P [23] Pineto, B dyke	3 Testa a l'Ortone	4 Testa a l'Ortone	5 Testa a l'Ortone	6 Testa a l'Ortone
SiO₂	48,52	49,52	47,9	52,2	45,5	46,2
Al₂O₃	16,22	15,99	16,4	14,4	16,2	17,4
Fe₂O₃*	8,01	9,41	10,6	9,2	13,5	11,3
MnO	0,11	0,11	0,19	0,2	0,26	0,22
MgO	10,84	8,68	5,4	7,5	4,8	5,5
CaO	10,71	8,45	10,2	7,7	8,3	9,5
Na₂O	3,04	4,32	2,8	2,5	3,2	2,9
K₂O	0,03	0,02	0,05	0,06	0,05	0,04
TiO₂	1,09	1,78	1,16	0,9	2,96	1,24
P₂O₅	0,38	0,33	0,1	0,08	0,12	0,07
P.F.	1,68	2,12	4,77	4,56	4,58	4,95
Total	100,63	100,73	99,57	99,3	99,47	99,32
Cr	314	182	50	71	50	61
Ni	198	134	50	48	54	98
Co	36	34	32	27	26	33
Rb	3		2	1	2	1
Ba	40	23	10	13	12	10
Sr	197	201	88	77	58	59
Nb	1,07	1,63	0,8	0,7	0,8	0,7
Zr	117	185	162	88	134	73
Y	23	38	39	29	39	31
La	2,65	4,14	3,9	2,8	3,8	3,7
Ce	8,67	14	12,7	9,6	12,4	11,1
Nd	8,98	14,6	12,7	10,1	13,3	10,3
Eu	1,2	1,59	1,7	1,3	1,7	1,4
Dy	4,95	7,59	6,7	5,3	6,9	5,3
Er	3,02	4,73	4,2	3,3	4,3	3,4
Yb	2,7	4,48	3,9	2,9	4	3,2

à cette dernière [17,21], du fait de l'absence de métamorphisme sensible l'affectant et de sa position tectonique élevée.

Par la suite, cependant, l'étude géochimique des basaltes traversant en dykes les gabbros de cette unité dans sa partie méridionale (bois de Pineto et Casaluna) a révélé [23,24] le caractère N-MORB de ces basaltes, ce qui excluait de les rapprocher des basaltes (E-MORB à T-MORB) de Balagne ou du Nebbio [24].

Ce résultat est confirmé ici par l'analyse de quatre échantillons de basaltes, prélevés cette fois dans les coulées au-dessus des gabbros de l'unité de Pineto. Ils se situent à la partie nord-ouest de cette unité, au revers de la Testa a l'Ortone, au sud-ouest de la gare de Ponte Leccia ($X = 564\ 390/370$, $Y = 241\ 420$). On

trouvera dans le **Tableau 1** les résultats de nos quatre analyses et, pour comparaison, de deux des quatre analyses [24] des dykes basaltiques des gabbros de Pineto–Casaluna. On constatera sur le diagramme de la **Fig. 1** que les spectres de tous ces basaltes sont très proches et qu'ils caractérisent des basaltes de type N-MORB.

En résumé, leurs caractères géochimiques permettent d'opposer deux types d'ophiolites : les unes (E-MORB), relativement précoces (Balagne et Nebbio), et les autres (N-MORB), parmi lesquelles on distingue, en Italie, les ophiolites des Ligurides internes et, en Corse, celles du Rio Magno et de Pineto, ainsi que celles, ultérieurement métamorphosées, des Schistes lustrés.

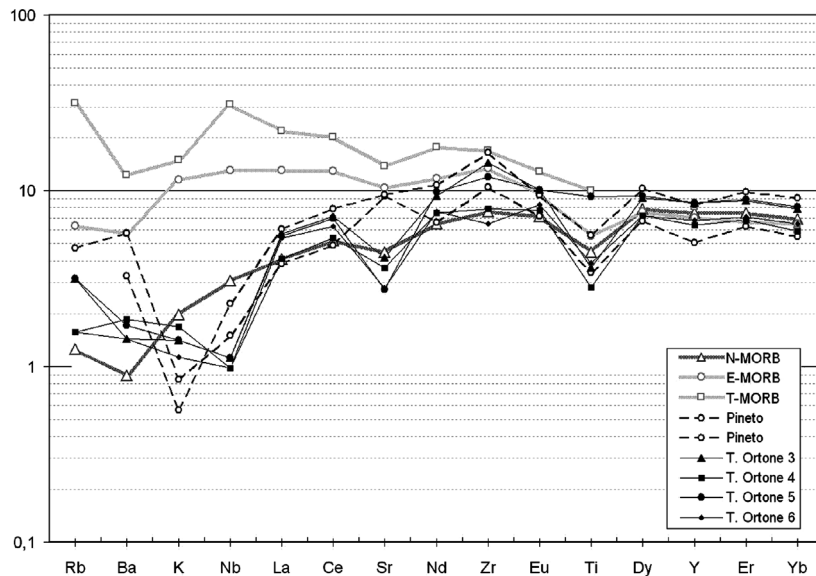


Fig. 1. Diagramme multiélémentaire de basaltes de l'unité de Pineto (dykes [24] et coulées [ce travail]). La séquence des éléments est rangée par ordre d'incompatibilité décroissante par rapport au manteau primitif [25]. Les courbes représentatives correspondent aux analyses du Tableau 1, les courbes caractéristiques de N-, I-, E- et T-MORB [11] sont figurées pour comparaison.

Fig. 1. Multi-element diagram of basalts of the Pineto Unit (dykes [24] and lavas, this paper). The sequence of elements is ranked in order of decreasing incompatibility with respect to primitive mantle, according to [25]. Representative curves are from Table 1 and those for comparisons are N-, I-, E- and T-MORB [11].

3. Caractères des formations sédimentaires supra-ophiolitiques

Nous considérerons ici uniquement les séries qui, ayant échappé à un métamorphisme alpin appréciable, ont pu fournir des datations micropaléontologiques fiables.

La couverture sédimentaire des ophiolites débute en général par des radiolarites, généralement peu épaisses, mais parfois absentes (cas du Rio Magno). Leur dépôt, débutant au Jurassique moyen, se poursuit dans le Jurassique supérieur, comme le montrent les datations obtenues [1] dans les Ligurides internes de l'Apennin.

Aux radiolarites succède, dans la plupart des cas, l'épisode des calcaires à calpionelles, daté du Berriasien. Dans la nappe de Balagne, ce terme se charge de détritiques continentaux [8], indiquant la proximité d'une marge continentale, et d'autant plus abondants qu'on se déplace plus vers le nord-ouest.

On passe plus haut aux « Argille à Palombini », faciès typiquement « apennin », à bancs irréguliers de

micrites compactes à épontes souvent silicifiées dans la partie la plus basse des Palombini, où le Berriasien supérieur à *Calpionellopsis* a été souvent caractérisé. Ce faciès monte plus ou moins haut dans la série stratigraphique : Barrémo-Aptien en Balagne [13, 22] et, dans l'Apennin, jusqu'au Santonien terminal–Campanien inférieur [14].

C'est par les Palombini que se termine la sédimentation proprement océanique des séries ophiolitiques. Plus haut apparaissent en Corse des faciès plus ou moins flyschoides : ils paraissent débiter à l'Albo-Cénomaniens et se poursuivre au Crétacé supérieur.

4. Situation structurale de l'unité de Pineto

La succession sédimentaire de l'unité de Pineto surmonte des termes ophiolitiques (gabbros et basaltes N-MORB).

(A) Affleurement de l'unité de Pineto : comme la nappe de Balagne, plus au nord, l'unité de Pineto est située à l'ouest du grand accident séparant les zones internes de Corse (« zone des Schistes lustrés ») et les

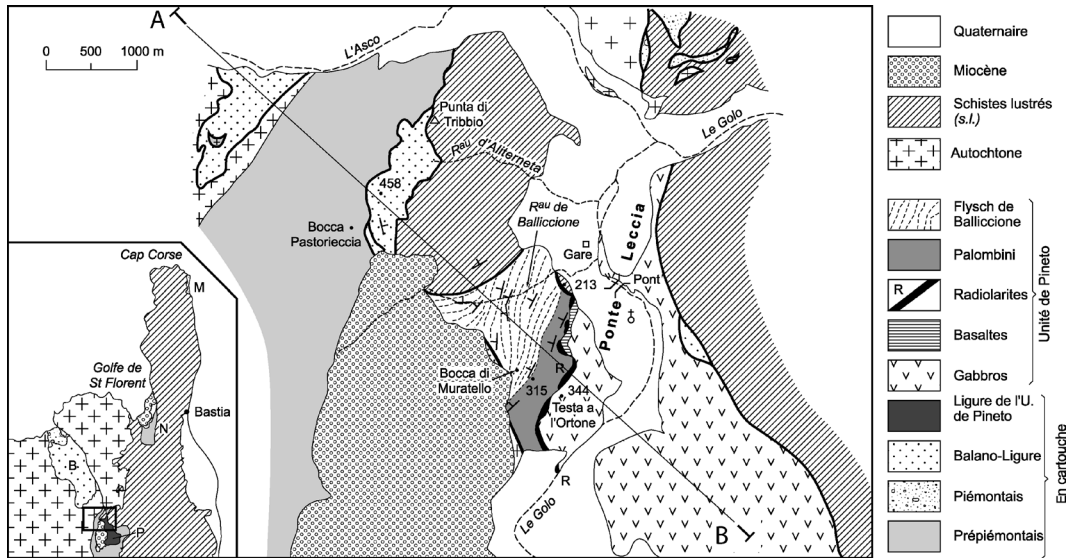


Fig. 2. Schéma géologique de la région de Ponte Leccia représentant la position de la couverture sédimentaire de l'unité de Pineto. La ligne A–B correspond à la coupe de la Fig. 3. Dans le cartouche, cadre structural du Nord de la Corse alpine (B, Balagne ; M, Macinaggio ; N, Nebbio ; P, Pineto).

Fig. 2. Geological sketch map of the Ponte Leccia area showing the position of the sedimentary cover of the Pineto unit. The A–B line locates the cross-section in Fig. 3. On the inset, structural framework of the northern part of Alpine Corsica (B, Balagne; M, Macinaggio; N, Nebbio; P, Pineto).

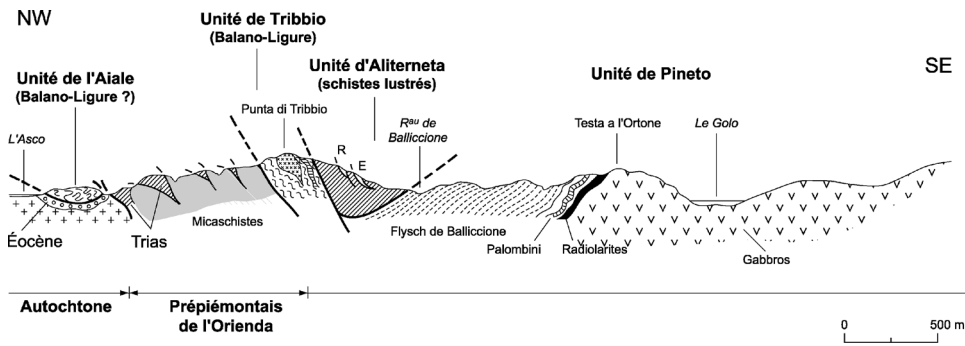


Fig. 3. Coupe montrant les rapports entre les diverses unités tectoniques de la région de Ponte Leccia, suivant la ligne A–B (Fig. 2). Dans le lambeau de Schistes lustrés (« unité d'Aliterneta ») : R, radiolarites ; E, formation schisteuse d'Erbajolo (Crétacé inférieur métamorphique, équivalent des Palombini).

Fig. 3. Cross-section showing the relationships between the different tectonic units in the Ponte Leccia area along the A–B line (Fig. 2). Within the 'Schistes lustrés' Nappe ('Aliterneta unit'): R, cherts; E, Erbajolo pelitic formation (Metamorphosed Lower Cretaceous equivalent to the Palombini Formation).

zones externes. Des fractures verticales importantes séparent les ophiolites de Pineto d'avec les unités tectoniques prépiémontaises (nappes externes) : à l'est, l'unité de la Cima Pedani ; au sud, l'unité de Caporalino [21]. L'ensemble ophiolitique de Pineto peut être ainsi considéré comme effondré par rapport à ces

unités à matériel continental, auxquelles il devait être initialement tectoniquement superposé.

Le puissant complexe gabbroïque de Pineto, observable du talweg de la Casaluna (250 m) à la Cima Ferletto (875 m), se suit sur environ 7 km entre la Croix de Setonia, au sud, et le confluent Golo-Asco,

au nord (Fig. 2). Au sud-ouest de Ponte Leccia, le Golo traverse le massif gabbroïque, en isolant sur la rive gauche (ouest), la Testa a l'Ortone (344 m). Au revers ouest de ce sommet, les gabbros sont surmontés de résidus de basaltes, puis la couverture sédimentaire débute par des radiolarites et s'achève par un épais flysch silico-clastique qui, au nord-ouest, s'enfonce sous l'« unité d'Aliterneta » (Fig. 3).

(B) L'unité d'Aliterneta ou de Ponte Leccia [17] (Schistes lustrés), elle aussi ophiolitique, domine au nord-ouest la gare de Ponte-Leccia. Essentiellement formée de basaltes en oreillers, couronnés par des brèches volcaniques [4, Figs. 12–13], elle est surmontée de résidus, coincés entre des fractures, de radiolarites et de schistes à lits de calcaires marmoréens à « ponctuations », ayant les caractères de la formation d'Erbajolo [2], définie dans les Schistes lustrés « supérieurs » de type « Inzecca ». Ce lambeau (2 km²) est un résidu, déjà reconnu par E. Maury [16], de l'avancée vers l'ouest de la nappe des Schistes lustrés, superposé aux zones externes.

Du côté ouest (Figs. 2 et 3), cette unité d'Aliterneta surmonte l'unité prépiémontaise parautochtone de l'Orienda (socle paléozoïque et couverture mésozoïque) par l'intermédiaire de la petite « unité de la Punta di Tribbio ». Celle-ci montre des faciès « balano-ligures » apparentés à ceux de la nappe de Balagne [7] : calcaires de type « Palombini » à passées péliques ; lydiennes, plus ou moins quartzifiées ; niveaux grésocalcaires à lentilles conglomératiques, en particulier de type « Toccone » (Albo-Aptien ?). Ces termes ont été étirés et affectés par un métamorphisme sensible.

Ainsi, le lambeau de Schistes lustrés de l'unité d'Aliterneta repose-t-il – même si les contacts, mal visibles, ont pu jouer en failles – au nord-ouest sur l'unité de Tribbio, d'affinités balano-ligures, et au sud-est sur l'unité de Pineto. De ce fait, ces deux dernières unités, situées toutes deux sous les Schistes lustrés d'Aliterneta, avaient-elles été regroupées [21], malgré leur différence sensible de faciès, sous le nom d'unité (balano-ligure) de Pineto-Tribbio. La récente mise en évidence [24 et ce travail] de la nature N-MORB des basaltes de Pineto n'autorise plus un tel regroupement avec la nappe de Balagne dont les basaltes présentent une affinité E-MORB.

5. Succession sédimentaire de l'unité de Pineto

Les auteurs qui, de 1930 à 1954, ont étudié ce secteur, ont souligné la ressemblance des faciès de cette succession avec celle de la Balagne sédimentaire, à cette époque tenue pour entièrement éocène et en position autochtone. Les études menées après 1960 ont établi qu'en Balagne, ces dernières formations étaient en fait principalement crétacées et que, allochtones, elles appartenaient à une « nappe de Balagne ». Nous allons montrer qu'il en est de même pour la couverture sédimentaire de l'unité de Pineto avec, de bas en haut (Fig. 4, colonne 2) et du sud-est vers le nord-ouest (Fig. 3) : 1, radiolarites ; 2, Palombini ; 3, marnes olivâtres ; 4, flysch péli-microbréchique.

Les conditions d'affleurement sont médiocres, sauf (Fig. 2) sur le sentier de crête entre Testa a l'Ortone et la Bocca di Muratello (termes 1 à 4, base) et dans le talweg du ruisseau de Balliccione (terme 4, haut).

Terme 1. Des radiolarites, généralement rouges, parfois vertes, reposent de loin en loin, tantôt sur les basaltes, tantôt sur les gabbros par l'intermédiaire de brèches ophiolitiques (W cote 344, cf. [4, Fig. 15]).

Terme 2. Essentiellement formé de pélites grises ou verdâtres, parfois feuilletées, ce terme, de l'ordre de 50–100 m, admet de loin en loin des bancs (un à plusieurs décimètres) de calcaires gris clair à grain fin, souvent à radiolaires et chargés de minuscules quartz détritiques. Ces bancs sont plus abondants à l'extrême base de ce terme sur la crête au nord-ouest de Testa a l'Ortone : quelques Calpionelles (*Calpionellopsis oblonga*, *Tintinnopsella carpathica* [17]) à minces loricas y datent le Berriasien supérieur. Le même âge se retrouve (*C. oblonga*, *Calpionella alpina*) quelques dizaines de mètres plus haut (S de la cote 213). La partie plus élevée de ce terme n'a pu être datée. Les bancs calcaires, souvent à épontes silicifiées, rappellent ceux des « Argille a Palombini » de l'Apennin ligure.

Terme 3. En apparente continuité (crête 315), ce terme est constitué de marnes olivâtres indurées (environ 20 m), avec quelques lits pluricentimétriques de quartzites et de calcaires gris à grain fin (éch. Co 150 et 125 : Tableau 2), qui ont montré de rares foraminifères, souvent silicifiés, de l'Albien–Cénomaniens.

Terme 4. Un flysch péli-microbréchique (« flysch de Balliccione »), surmonte, en continuité assurée, le terme 3. Son épaisseur, précédemment sous-estimée

généralement remplis d'oxyde de fer. Les «Globo-truncanidés» (une ou deux sections dans les lames favorables) peuvent être silicifiés. À la partie moyenne du flysch, trois échantillons (Co 127, 135, 135 bis) sont parsemés de minuscules débris roulés d'Orbitolinidés (confirmés par R. Schröder, Francfort-sur-le-Main). Une lame (Co 135) montre en outre des restes (dét. A. Poignant, Paris) de *Paraphyllum primaevum*, algue floridée réputée albo-cénomaniennne et, plus hypothétiquement, d'*Hemiphyllum atacicum*. L'attribution du flysch de Balliccione à l'Albo-Cénomaniennne a pu être assurée grâce aux foraminifères planctoniques, aucune différence d'âge n'étant sensible du terme 3 au sommet du terme 4. Les essais de recherche de nannoplancton (S. Gardin, Paris) ont été infructueux.

6. La microfaune planctonique (M.-J. F.-W.)

Le Tableau 2 porte la liste des espèces reconnues, avec leur répartition stratigraphique d'après M. Caron [5]. On peut ainsi attribuer l'assemblage cité au passage Albiennne-Cénomaniennne : sommet de la zone à *Rotalipora appenninica* et zone à *R. brotzeni* (bande en grisé sur le tableau). La partie droite du tableau précise le contenu en formes pélagiques des échantillons étudiés, dont certaines ont été photographiées (Fig. 5).

7. Les détritits du flysch de Balliccione

Les bancs grossiers (grès et surtout microbrèches), d'épaisseur d'ordre décimétrique ou pluridécimétrique, s'intercalent irrégulièrement dans les pélites, parfois légèrement carbonatées. La composition des microbrèches résulte du remaniement d'un socle continental de nature granitique et volcano-sédimentaire. Quelques petits fragments basaltiques peuvent provenir de la base ophiolitique de l'unité.

Les grès, de grain varié, sont souvent chargés de micas, surtout de muscovite, soulignant le litage, et de plagioclases détritiques, le quartz n'étant qu'exceptionnellement bien roulé ; le ciment peut être calcaireux ou microquartzitique. Par augmentation de la taille des éléments, de plus en plus anguleux, on passe des grès à des microbrèches plus ou moins grossières. Les fragments les plus importants, situés à la partie la plus élevée de la formation, n'excèdent pas la dimension centimétrique. Des rhomboèdres d'ankérite peuvent

obscurcir la roche. Pouvant dériver de l'altération de granitoïdes, à côté du quartz (jusqu'à 25 %) parfois pluricristallin, on note, en proportions variables : plagioclases, feldspath-K (rare), muscovite, biotite plus ou moins déferrisée et chlorite. Comme éléments lithiques, on trouve : micaschistes ; quartzites métamorphiques, parfois à biotite, ou à deux micas ; grès étirés ; granitoïdes s.l. ainsi que de grands plagioclases calcitisés. Apparaissent aussi de très abondants éléments lithiques brunâtres, à fond quartzo-feldspathique phyllitisé, issus de formations volcano-sédimentaires permiennes, à côté de fragments de rhyolites souvent recristallisées ou phyllitisées et exceptionnellement des clastes de micropegmatites graphiques issues de microgranites permienns.

Dans quelques bancs, on note des débris de micrites et de calcaires à faciès de plate-forme. Ces derniers proviennent de niveaux d'âge Jurassique supérieur : sparites à coralliaires ; sparites à intraclastes et milioles ; calcaires oolitiques ; calcaires à *Audienusina fourcadei* et micrites à *Tubiphytes* (dét. B. Peybernès, Toulouse).

8. Interprétations et conclusions

L'unité ligure de Pineto montre ainsi l'association à des ophiolites N-MORB, d'une couverture sédimentaire comportant un flysch silico-clastique albo-cénomaniennne, alimenté en détritits continentaux. L'unité du Rio Magno, située dans une toute autre situation tectonique et géographique (au sommet et à l'est de la pile tectonique des Schistes lustrés corses) avait déjà montré [18,19] des indices d'une association analogue (basaltes N-MORB et flysch albo-cénomaniennne), mais la médiocrité des affleurements et l'intense fracturation laissaient peser certaines interrogations auxquelles permet de répondre l'examen de l'unité de Pineto.

Une telle association représente un fait original dans le domaine ligure corso-apenninique. On peut toutefois envisager que ce flysch relativement proximal soit sensiblement contemporain d'intercalations, en position plus distale, de grès quartzeux dans les Palombini des Ligurides internes de l'Apennin ; comme aussi des passées quartzitiques signalées [2] à la partie supérieure de la formation d'Erbajolo (Schistes lustrés « supérieurs » de type Inzecca).

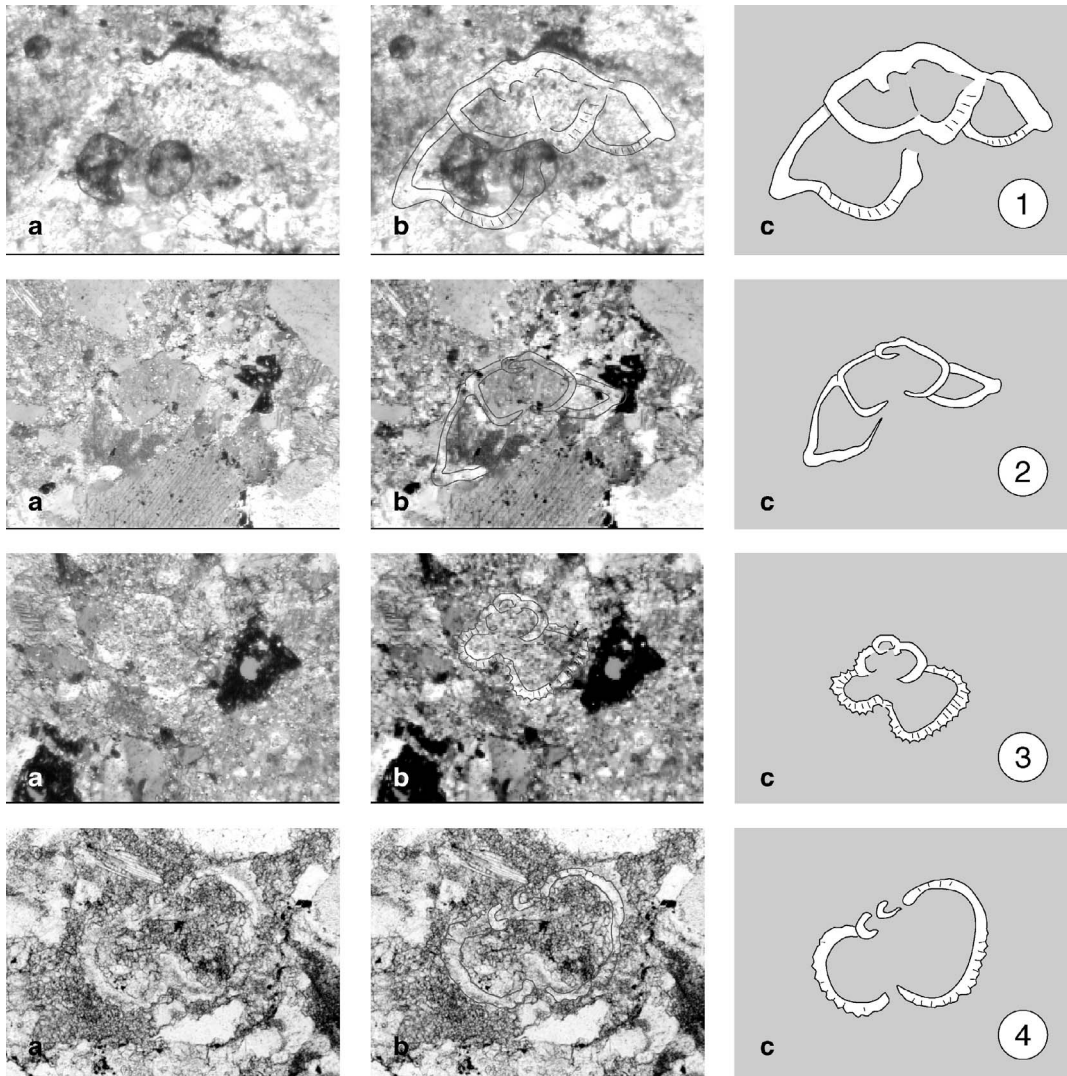


Fig. 5. Sections de foraminifères planctoniques (a, photo; b, photo surlignée; c, dessin d'après photo). 1 : *Rotalipora appenninica* (Renz), section sub-axiale, $\times 100$ (lame Co 127). 2 : *Rotalipora gandolfi* Luterbacher et Premoli-Silva, section sub-axiale, $\times 60$ (lame Co 135). 3 : *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi) ?, section sub-axiale, $\times 60$ (lame Co 139). 4 : *Favusella washitensis* (Carsey), section sub-axiale, $\times 100$ (lame Co 135 bis).

Fig. 5. Sections of planktonic foraminifera. (a, photo; b, photo underlined; c: drawing from photo). 1: *Rotalipora appenninica* (Renz), sub-axial section, $\times 100$ (thin section Co 127). 2: *Rotalipora gandolfi* Luterbacher and Premoli-Silva, sub-axial section, $\times 60$ (thin section Co 135). 3: *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi)?, sub-axial section, $\times 60$ (thin section Co 139). 4: *Favusella washitensis* (Carsey), sub-axial section, $\times 100$ (thin section Co 135 bis).

8.1. La liaison stratigraphique des termes de la couverture sédimentaire de l'unité de Pineto

La succession de la triade basaltes–radiolarites–Palombini peut s'observer dans le talweg au nord-est

de la Bocca di Muratello (325 m au SSW de la cote 213), avec quelques indices d'étirement. Sur le sentier de crête de Testa a l'Ortone à Bocca di Muratello, on passe progressivement des Palombini au flysch péliotomicrobréchi de Balliccione, comme l'avaient ad-

mis implicitement les auteurs ayant étudié le secteur [4,6,17]. Seul, I. Vieuxblé plaçait un contact anormal [15] entre une unité inférieure (« Ophiolite-Einheit » = l'ophiolite de Pineto, avec son couronnement de *Kalkkieselschiefer* = les Palombini), et une unité tectonique plus élevée, formée par des « Grauwacken-Sandsteine » (= le flysch de Balliccione). Il comparait ce flysch à l'Éocène détritique de sa « San Angelo-Einheit », c'est-à-dire l'unité prépiémontaise de Caporalino [21] : mais, ni l'âge Albo-Cénomaniens que nous avons reconnu, ni la situation normale de ce flysch au-dessus d'ophiolites (alors que l'unité de Caporalino est à substratum granitique) ne permettent de retenir une telle interprétation.

8.2. L'âge de la succession sédimentaire de l'unité de Pineto

Cette succession a longtemps été tenue dater de l'Éocène [4,6,10,16]. Nous venons de la dater du Crétacé. Les micrites de la partie inférieure des Palombini (faciès classique de l'Apennin septentrional) ont fourni des Calpionelles du Berriasien supérieur. Les niveaux de passage des Palombini au flysch de Balliccione admettent des micrites ferrugineuses à hebbegelles de l'Albo-Cénomaniens (Tableau 2).

Les microorganismes observés dans le flysch, jusqu'à son sommet, toujours dans des niveaux détritiques, ont été évidemment déplacés de leur biotope originel, sinon remaniés. Ils s'accordent cependant avec un âge Albo-Cénomaniens. Une telle datation avait été soupçonnée, du fait de l'analogie de faciès avec certains termes de cet âge de la nappe de Balagne [17]. L'âge « Alttertiär » [15] doit être abandonné, aucun indice paléontologique ne le justifiant.

8.3. Comparaison avec les séries crétacées des autres unités ligures (Fig. 4)

Les Palombini supra-ophiolitiques sont connus dans toutes ces unités, qu'elles soient proches (nappe de Balagne) ou éloignées (Ligurides internes de l'Apennin) de la marge continentale.

En revanche, une différenciation de faciès s'observe à la fin du Crétacé inférieur. Dans l'Apennin septentrional (Fig. 4, colonne 4), le faciès Palombini peut se poursuivre jusqu'au Santonien supérieur–Campanien inférieur [9,14] : aucun flysch silico-clastique de l'Albo-Cénomaniens n'y est connu. En re-

vanche, dans les unités « balano-ligures » de Corse, des faciès détritiques, souvent grossiers, apparaissent à un moment discuté, dès le Barrémien pour certains [13], à l'Albo-Cénomaniens pour d'autres [7]. Ce dernier âge a été ainsi attribué, immédiatement au-dessus des Palombini, au « flysch à lydiennes » noires (grès et microbrèches calcareux, à spicules, plus ou moins silicifiés) de la nappe de Balagne ; ce flysch s'indentant avec les « grès de la gare de Novella », bien datés de l'Albien supérieur [12] et du Cénomaniens [22].

C'est à ce dernier faciès que les microbrèches du flysch de Balliccione ont pu être comparées [17,21], ce qu'établissent nos datations. On sait cependant qu'à la différence de la Balagne (aux ophiolites E-MORB), les ophiolites de Pineto sont de type N-MORB. Ceci montre que l'apport détritique a atteint, à l'Albo-Cénomaniens, des zones océaniques éloignées du continent, sans cependant envahir les domaines océaniques proprement « apennins ».

8.4. Les débris d'origine continentale du flysch de Balliccione

Ils sont de faciès analogue, mais de taille beaucoup plus faible (généralement d'ordre plurimillimétrique), à ceux des niveaux grossiers liés au Flysch à lydiennes de Balagne, où les éléments remaniés sont souvent de taille décimétrique, voire à l'état d'olistolites. Le domaine de la future unité de Pineto pouvait donc se trouver plus loin de la zone continentale d'alimentation que le domaine balano-ligure, ce qui s'accorde avec la nature N-MORB de ses basaltes.

L'essentiel de cet apport détritique provient de l'érosion d'un socle à la fois cristallophyllien et granitique, et de son revêtement de Permien volcanosédimentaire rhyolitique.

On peut donc envisager que la même marge continentale a nourri les dépôts d'âge Albo-Cénomaniens, tant en Balagne que dans le domaine Pineto–Rio Magno. Selon l'optique choisie, on situera cette marge, soit à l'est du domaine ligure en la reliant à un palécontinent Adria, soit (cf. [8,20]), du côté européen de l'espace océanique ligure.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier E. Padoa (Florence) qui, nous ayant initialement accompagnés et

nous ayant procuré un lot de lames minces, aurait dû cosigner ce travail, à G. Bignot (Paris), B. Peybernès (Toulouse), A. Poignant (Paris) et R. Schröder (Frankfort-sur-le-Main), pour leurs remarques micropaléontologiques, à P. Eichene (Toulouse), pour la réalisation de la planche photographique, ainsi qu'aux rapporteurs, pour leurs utiles suggestions.

Références

- [1] E. Abbate, V. Bortolotti, M. Marcucci, P. Passerini, G. Principi, Genetic models for the Northern Apennines ophiolites: a discussion in the light of radiolarian biostratigraphy, *Ofioliti* 19 (2b) (1994) 333–347.
- [2] S. Amaudric du Chaffaut, J.-M. Caron, R. Delcey, M. Lemoine, Données nouvelles sur la stratigraphie des schistes lustrés de Corse, la série de l'Inzecca. Comparaisons avec les Alpes occidentales et l'Apennin ligure, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. D* 275 (1972) 2611–2614.
- [3] L. Beccaluva, D. Ohnenstetter, M. Ohnenstetter, G. Venturilli, The trace element geochemistry of Corsican ophiolites, *Contrib. Mineral. Petrol.* 64 (1977) 11–31.
- [4] J.F. Brondijk, Géologie de la région de Ponte Leccia (Corse), thèse, université d'Amsterdam, 1954, 106 p.
- [5] M. Caron, Cretaceous planktic foraminifera, in: *Plankton Strat.*, Cambridge Univ. Press, 1985, pp. 17–86 (chap. 4).
- [6] G. Denizot, Sur la stratigraphie et la tectonique de Ponte Leccia et de Francardo (Corse), *C. R. somm. Soc. géol. France* (1939) 199.
- [7] M. Durand-Delga, Principaux traits de la Corse alpine et corrélation avec les Alpes ligures, *Mem. Soc. Geol. It.* 28 (1987) 285–329.
- [8] M. Durand-Delga, B. Peybernès, P. Rossi, Arguments en faveur de la position, au Jurassique, des ophiolites de Balagne (Haute-Corse, France) au voisinage de la marge continentale européenne, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIA* 324 (1997) 973–981.
- [9] S. Gardin, M. Marino, S. Monechi, G. Principi, Biostratigraphy and sedimentology of Cretaceous Ligurid flysch: palaeogeographical implication, *Mem. Soc. Geol. It.* 48 (1994) 219–235.
- [10] P. Jodot, Notes de pétrographie sédimentaire sur la Corse. VII, Les calcaires des lambeaux e³ de la Cima al Tompio (F. 263 : Corte NW) et e²⁻¹ de la gare de Ponte Leccia (F. 261 : Bastia SW), *Bull. Soc. géol. France* (5) III (1933) 798.
- [11] T. Juteau, M. Maury, Géologie de la croûte océanique, Dunod, 1999, 367 p.
- [12] M. Marino, S. Monechi, G. Principi, New calcareous nannofossils data on the Cretaceous – Eocene age of Corsican turbidites, *Rev. It. Paleontol. Stratigr.* 101 (1) (1995) 49–62.
- [13] M. Marroni, L. Pandolfi, N. Perilli, Calcareous nannofossil dating of the San Martino formation from the Balagne ophiolitic sequence (Alpine Corsica): comparison with the Palombini shale of the Northern Apennine, *Ofioliti* 25 (2000) 147–155.
- [14] M. Marroni, N. Perilli, The age of the ophiolite sedimentary cover from the Mt. Gottero Unit (internal Ligurid units, Northern Apennines): New data from calcareous nannofossils, *Ofioliti* 13 (1990) 29–42.
- [15] K. März, K.H. Prösl, H. Ruhland, G. Seidl, I. Vieuxblé, P. Wollenberg, W. Zacher, Geologische Karte des Gebietes zwischen Ponte Leccia und Morosaglia, Korsika (échelle : env. 1/25 000), Druck Frühmorgen u. Holzmann (1971–1975), Munich, Allemagne.
- [16] E. Maury, Feuille de Bastia à 1/80 000 (n° 261), Service de la Carte géologique de la France (avec notice), 1909.
- [17] J.J. Ollé, Étude géologique des unités de la Dépression Centrale Corse entre Asco et Golo (régions de Ponte Leccia à Francardo), thèse de 3^e cycle, université Paul-Sabatier, Toulouse, 1981, 209 p.
- [18] E. Padoa, M. Durand-Delga, L'unité ophiolitique du Rio Magno en Corse alpine, élément des Ligurides de l'Apennin septentrional, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIA* 333 (5) (2001) 285–293.
- [19] E. Padoa, E. Saccani, M. Durand-Delga, Structural and geochemical data on the Rio Magno Unit: evidences of a new 'Apenninic' ophiolitic unit in Alpine Corsica and its geodynamic implications, *Terra Nova* 13 (2001) 135–142.
- [20] P. Rossi, A. Cocherie, D. Lahondère, C.M. Fanning, La marge européenne de la Téthys jurassique en Corse : datation de trondhjémites de Balagne et indices de croûte continentale sous le domaine Balano-Ligure, *C. R. Geoscience* 334 (2002) 312–322.
- [21] P. Rossi, M. Durand-Delga, J.-M. Caron, G. Guieu, G. Libourel, M.-D. Loÿe-Pilot, Feuille Corte (n° 1110), Carte géologique de la France à 1/50 000, avec notice, 1994, 150 p.
- [22] P. Rossi, M. Durand-Delga, J.-C. Lahondère, D. Lahondère, Feuille Santo-Pietro-di-Tenda (n° 1106), Carte géologique de la France à 1/50 000, avec notice, 2001, 224 p.
- [23] E. Saccani, New geochemical and petrographical data on Corsica ophiolites: possible geodynamic implications for the Alpine Corsica–Apennine system, in: *La geologia del Mar Tirreno e degli Appennini*, Convegno in Memoria di Raimondo Selli e Renzo Sartori, Bologna, 2003, *Geol. Acta* 2 (2003) 161–164.
- [24] E. Saccani, E. Padoa, R. Tassinari, Preliminary data on the Pineto gabbroic massif and Nebbio basalts: progress toward the geochemical characterization of Alpine Corsica ophiolites, *Ofioliti* 25 (2000) 75–85.
- [25] S.-S. Sun, W.F. Mac Donough, Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes, in: A.D. Saunders, M.J. Norry (Eds.), *Magma-tism in the Ocean Basins*, *Geol. Soc. Spec. Publ.* 42 (1989) 313–345.
- [26] G. Venturilli, R.S. Thorpe, P.J. Potts, Rare-earth and trace element characteristics of ophiolitic metabasalts from the Alpine–Apenninic belt, *Earth Planet. Sci. Lett.* 53 (1981) 109–123.