

ERICA BICCHI * - DIRK NOLF **
STEFAN VAN SIMAEYS *** - ETIENNE STEURBAUT **

**GISEMENTS PIEMONTAIS A OTOLITHES DE POISSONS:
DATATION MICROPALÉONTOLOGIQUE
(foraminifères planctoniques, nannoplancton
calcaire, kystes de dinoflagellés) DE QUELQUES SITES
DE L'OLIGOCÈNE ET DU MIOCÈNE INFÉRIEUR**

RESUME - La présente étude fournit des calages biostratigraphiques détaillés pour les plus importants gisements à otolithes de poissons d'âge oligocène et miocène inférieur en Piémont. Les gisements oligocènes sont situés dans le bassin piémontais oriental et leur datation a été confirmée et affinée par les foraminifères planctoniques, le nannoplancton calcaire et les kystes de dinoflagellés. Les gisements du Miocène inférieur, situés dans les collines de Torino et du Monferrato, ont été datés par les foraminifères planctoniques seulement. Les âges attribués aux gisements étudiés sont les suivants:

- Pizzocorno et Vigoponzo: Zone P18/19 d'après les foraminifères planctoniques; intervalle NP 21 à 23, d'après le nannoplancton; intervalle couvrant les Zones Gse, Adi et Rac des dinoflagellés, Rupélien;
- Moleto, Prera: Zone N4, Aquitanien;
- Baldissero 2, 4 et 38: Zone N5/6, Burdigalien inférieur;
- Baldissero 25 et 26, Moncalvo, Ponzano, Sciolze 42 et Valle Ceppi: Zone N7a, Burdigalien supérieur;
- Baldissero 24 et Patro: Zone N7b, Burdigalien supérieur;
- Baldissero, Auberge: Zone N8, Langhien.

ABSTRACT - *Fish otolith localities in Piedmont: micropaleontological datation (planktonic foraminifers, calcareous nannoplankton, dinoflagellate kysts) of some Oligocene and Lower Miocene sites.*

The present study provides micropaleontological datations for fish otolith localities of major importance in the Oligocene and Lower Miocene of Piedmont. The Oligocene localities are located in the eastern Piedmont Basin and have been investigated in detail for planktonic foraminifera, calcareous nannoplankton and

* Eradata, Allée des Magnolias, 72100 Le Mans, France

** Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 29, rue Vautier, 1000 Bruxelles, Belgique

*** Katholieke Universiteit Leuven, Redingenstraat 16, 3000 Leuven, Belgique

dinoflagellate cysts. The lower Miocene sites, located in the hills of Torino and the Monferrato are dated by planktonic foraminifera only. The datations of the studied sites are as follows:

- Pizzocorno and Vigoponzo sites: Zone P18/19 (planktonic foraminifera); interval covering NP 21 - NP 23 (nannoplankton); interval covering the Zones Gse, Adi and Rac (dinoflagellates), Rupelian;
- Moleto, Prera: Zone N4, Aquitanian;
- Baldissero 2, 4 and 38: Zone N5/6, Lower Burdigalian;
- Baldissero 25 and 26, Moncalvo, Ponzano, Sciolze 42 and Valle Ceppi: Zone N7a, Upper Burdigalian;
- Baldissero 24 and Patro: Zone N7b, Upper Burdigalian;
- Baldissero, Auberge: Zone N8, Langhien.

RIASSUNTO - *Giacimenti piemontesi a otoliti di pesci: datazione micropaleontologica (foraminiferi planctonici, nannoplancton calcareo, cisti di dinoflagellati) di alcune località dell'Oligocene e del Miocene inferiore.*

Questo studio fornisce datazioni micropaleontologiche per i principali giacimenti piemontesi a otoliti di pesci appartenenti all'Oligocene e al Miocene inferiore. I giacimenti oligocenici sono localizzati nel bacino piemontese orientale e sono stati datati in base ai foraminiferi planctonici, il nannoplancton calcareo e le cisti di dinoflagellati. Quelli del Miocene inferiore, situati nelle colline di Torino e del Monferrato, sono stati datati solo con i foraminiferi planctonici. Le età attribuite ai giacimenti studiati sono le seguenti:

- Pizzocorno e Vigoponzo: zona P18/19 in base ai foraminiferi planctonici, zona NP 21-23 in base al nannoplancton; intervallo comprendente le zone Gse, Adi e Rac dei dinoflagellati, Rupeliano;
- Moleto, Prera: zona N4, Aquitaniano;
- Baldissero 2, 4 e 38: zona N5/6, Burdigaliano inferiore;
- Baldissero 25 e 26, Moncalvo, Ponzano, Scolze 42 e Valle Ceppi: zona N7a, Burdigaliano superiore;
- Baldissero 24 e Patro: zona N7b, Burdigaliano superiore;
- Baldissero, albergo: zona N8, Langhiano.

INTRODUCTION

Depuis 1984 plusieurs campagnes furent organisées par l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique afin de repérer systématiquement des gisements à otolithes de poissons en Italie septentrionale. Les otolithes étant constituées d'aragonite, c'est la présence de mollusques aragonitiques (gastéropodes et bivalves, à l'exception des huîtres et des pectens

qui eux sont constitués de calcite) qui fournit le meilleur indice pour la recherche des gisements à otolithes. Les terrains tertiaires piémontais étant célèbres pour leurs riches faunes malacologiques décrites par Bellardi et Sacco de 1872 à 1904 (voir Ferrero *et al.*, 1981 pour un aperçu et une orientation bibliographique), c'est vers cette région que nous avons dirigé nos premières prospections.

En 1984, lors d'une première campagne dans les collines de Torino et du Monferrato et dans la région de Sant'Agata Fossili, Nolf et Steurbaut ont échantillonné une quarantaine de gisements. C'est Giulio Pavia qui nous guida alors, et qui nous mit aussi en contact avec plusieurs paléontologues non professionnels de la région, parmi lesquels nous citerons surtout Oreste Cavallo et Carlo Bosso. Les collines de Torino furent revisitées en 1985, tandis qu'en 1986 et 1988 nous avons prospecté le Bassin liguro-piémontais oriental, ce qui mena à la découverte des gisements de Pizzocorno et de Vigoponzo dont la faune est décrite dans le présent volume (Nolf & Steurbaut, 2004). Par après, la région fut encore visitée à plusieurs reprises, ce qui nous a permis d'effectuer aussi une synthèse sur les otolithes du Miocène inférieur de la région (Nolf & Brzobohaty, 2004). C'est à ces deux travaux que nous renvoyons le lecteur pour des cartes de localisation géographique des gisements cités dans le présent travail: fig 1 et 2 de Nolf & Steurbaut pour les gisements oligocènes et fig. 3 de Nolf & Brzobohaty pour les gisements miocènes.

Lors de ces campagnes, de nombreux échantillons d'essai furent pris: voir listes de gisements dans les travaux de Nolf & Steurbaut et Nolf & Brzobohaty dans ce volume. Beaucoup de ces échantillons n'ont livré que des faunules trop diluées ou trop banales pour justifier des prélèvements plus poussés. Par contre, nous avons surtout insisté sur quelques gisements très productifs, où le tamisage de grandes quantités de sédiment a fourni les abondantes faunes ichthyologiques décrites dans le présent volume. Lors de nos campagnes de terrain, une première évaluation de l'âge des gisements prospectés fut basée sur la cartographie publiée (Bellinzona *et al.*, 1971 pour la feuille de Voghera 1/100 000 et Bonsignore *et al.*, 1969 pour les feuilles de Torino et Vercelli 1/100 000), mais pour les gisements ayant livré d'importantes faunes, une datation micropaléontologique plus précise s'imposait.

Des premiers essais de datation par le nannoplancton calcaire (E. Steurbaut) se sont avérés peu efficaces, à cause d'un très important taux de remaniement du nannoplancton dans à peu près tous les sédiments tertiaires de la région concernée. C'est la raison pour laquelle une étude des foraminifères planctoniques fut effectuée par E. Bicchi, lors d'un séjour de deux

semaines à l'Institut royal des Sciences naturelles en mars 2003. Ce sont principalement les résultats de ces analyses, renforcées par celles du nanoplankton et des kystes de dinoflagellés qui sont présentés ici. Après une analyse micropaléontologique des prélèvements, la position de chaque gisement est indiquée sur un tableau chrono-biostratigraphique (Fig. 1).

BIOZONATIONS ADOPTEES

Les associations de nannofossiles calcaires et de dinokystes de l'Oligocène du Bassin liguro-piémontais oriental se marquent avant tout par la dominance de formes remaniées. Celles-ci dépassent les 30% dans la plupart des associations à nannofossiles (cooccurrence des formes crétacées, paléocènes et éocènes) et vont jusqu'au 50% dans les assemblages à dinokystes (surtout du Crétacé supérieur). Des associations avec un taux de remaniement si élevé ne se prêtent guère à des datations précises. Ceci est lié à la nature des limites des biozones micropaléontologiques, étant définies par des apparitions ou des disparitions d'espèces marqueurs. Les disparitions sont difficiles à localiser avec précision dans des séries sédimentaires déposées dans des zones tectoniques actives avec beaucoup de phases de remaniements, comme celles d'âge oligocène dans la partie septentrionale des Apennins. C'est la raison pour laquelle nous avons attaché plus d'importance aux apparitions dans nos interprétations biostratigraphiques.

Fig. 1 - Correlation des biozones adoptées pour l'Interval Oligo-Miocène dans les collines de Torino, d'après Boano *et al.* (sous presse), modifié (ajout des zonations pour le nanoplankton de Martini, 1971 et d'Okada et Bukry, 1981 et corrélation de ces zones avec la zonation pour les foraminifères planctoniques d'après Berggren *et al.*, 1995). La biozonation des foraminifères de Berggren *et al.* 1995 est modifiée, dans le sens que pour le Miocène inférieur, nous avons adopté leurs biozones pour le domaine subtropical, tandis que pour le Miocène moyen, nous avons adopté leur zonation pour le domaine de transition. De telles biozones s'avèrent les plus appropriées dans le bassin Piémontais où un changement climatique vers des températures plus froides est constaté au cours du Miocène. →

Epoches	Etages	Martini (1971)	Okada / Bukry (1980)	Blow (1969)	Iaccarino (1985) - Iaccarino et al. (1996)	Berggren et al. (1995) (modifié)	Novaretti et al. (1995)						
MIOCENE MOYEN	SERR.	NN5	CN4	N10	Obolinita suturalis - Globoborotalia peripheroronda	M6	non reconnue Subzone à <i>O. suturalis</i> Subzone à <i>O. universa</i>						
				N9				Obolinita suturalis					
MIOCENE INFÉRIEUR	BURDIGALIEN	NN4	CN3	N8	Pracorbolina glomerosa s.l.	M5/ M5	Zone à <i>Pracorbolina glomerosa</i> s.l.						
				N7	Globigerinoides trilobus	b	Gd. hisphaerica	b	Subzone à <i>Globigerinoides hisphaerica</i>				
						a	Cat. dissimilis - Gd. birnagae	a	Subzone à <i>Globigerinoides trilobus</i> s.l.				
				N6	Globigerinoides altiaperturus - Catapsydrax dissimilis	M3	Globigerinatella insueta - Cat. dissimilis	N5/6	Zone à <i>Catapsydrax dissimilis</i>				
				N5		M2	Catapsydrax dissimilis						
				N4	Globoborotalia debiciens - Catapsydrax dissimilis	b	Gd. kugleri - Gd. debiciens	N4	Zone à <i>Paragloboborotalia kugleri</i>				
						a	Gd. primordius						
				OLIGOCENE SUPÉRIEUR	RUPÉLIEN	NN25	CN1	P22	Globigerina ciperoensis	P22	Zone à <i>Globigerina ciperoensis</i>		
								P21	Globoborotalia debiciens - Catapsydrax dissimilis	b	Gd. angulatusuturalis - Pg. optima s.s.	b	Zone à <i>Paragloboborotalia optima optima</i>
										a	Gd. angulatusuturalis - Ch. cabensis	a	
P20	Non reconnue	P20	Gd. sellii					P20	Zone à <i>Z. eeglobigerina ampliapertura</i>				
		P19	T. ampliapertura					P19	Zone à <i>Globoborotalia tapirensis</i>				
OLIGOCENE INFÉRIEUR	RUPÉLIEN	NN22	CP17	P18	T. cerroaulensis - Pseudobastigerina spp.	P18	Zone à <i>Pseudobastigerina barbadoensis</i>						
				P19		P19							
		NP21	CP16										

La zonation à foraminifères planctoniques adoptée ici est celle de Novaretti *et al.* (1995) qui est pour l'Oligocène uniquement basée sur des disparitions (Fig. 1). Cette zonation modifie en partie la zonation standard pour l'aire méditerranéenne de Iaccarino (1985) à cause de la différente répartition de certains biomarqueurs dans le Miocène du Monferrato et de la colline de Torino. Probablement ce secteur était une bioprovince avec des échanges réduits avec la Méditerranée et il était caractérisé par de conditions climatiques particulières.

Les associations à dinokystes sont calibrées à la zonation de Brinkhuis & Biffi (1993), établie dans le Bassin des Marches en Italie centrale. La zonation à nannofossiles la plus utilisée en Italie septentrionale est celle de Catanzariti *et al.* (1997). En ce qui concerne l'intervalle Oligocène inférieur cette zonation s'appuie principalement sur des disparitions. Nous avons essayé d'adopter ici les zonations standard de Martini (1971) et de Okada & Bukry (1980) qui sont plus détaillées que celle de Catanzariti *et al.* et, depuis des décennies, ont fourni des datations fidèles aussi bien dans le domaine océanique que dans les bassins ouest-européens classiques. Nous supposons que les différences entre la zonation de Catanzariti *et al.* et les zonations standards (p.e. dans Catanzariti *et al.*, contrairement aux autres zonations, l'apparition de *Sphenolithus distentus* précède la disparition de *Coccolithus formosus*) sont dues aux effets de remaniement et non aux apparitions diachroniques de certaines espèces.

CARACTERISATION MICROPALÉONTOLOGIQUE DES GISEMENTS ETUDIÉS

Baldissero Torinese, talus en face de l'auberge et de la boucherie

Chieri 1/25 000, x = 406.900, y = 4991.500

Complexe de Baldissero, marne prise juste au dessus d'un niveau turbiditique graveleux. Ce dernier niveau a livré des otolithes.

SÉDIMENT - (S 738): marne gris clair, légèrement verdâtre. Le résidu de tamisage est riche en grains de serpentinite, mica et quartz, et contient de rares radioles d'échinodermes.

FORAMINIFÈRES - L'association contient des formes planctoniques et benthiques remarquablement bien préservées. La présence des planctoniques *Praeorbulina sicana*, *Globigerinoides* spp., *Dentoglobigerina langhia-*

na, *Globorotalia scitula* permet d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Praeorbulina glomerosa* s.l. (Zone N8 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M5/Mt5 de Berggren *et al.*, 1995), Langhien.

Baldissero Torinese, SE de Bricco Palouch (point 2)

Chieri 1/25 000, x = 405.000, y = 4991.700

Formation de Superga.

SÉDIMENT - (S 727): marne gris clair mal calibrée à rares macrofossiles. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite et du quartz très abondants, du mica fréquent, des radioles d'échinodermes et des fragments de bivalves et radiolaires.

FORAMINIFÈRES - L'association est peu diversifiée, mais riche en spécimens, surtout benthiques. Parmi les planctoniques, *Paragloborotalia continuosa*, *Catapsydrax unicavus*, *Globigerina euapertura*, *Globoquadrina prae-dehiscens* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Catapsydrax dissimilis* (Zone N5/6 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M2/M3 de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien inférieur.

Baldissero Torinese, S de Il Pilonetto (point 4)

Chieri 1/25 000, x = 405.150, y = 492.000

SÉDIMENT - (S 729): marne gris clair légèrement verdâtre. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite fréquente, du quartz très abondant et du mica abondant, des radioles d'échinodermes et de nombreux radiolaires.

FORAMINIFÈRES - L'association est peu diversifiée, mais les spécimens sont plus nombreux, surtout les formes benthiques. Parmi les planctoniques, parfois très déformés, *Paragloborotalia continuosa*, *Globorotalia opima-continuosa*, *Catapsydrax dissimilis*, permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Catapsydrax dissimilis* (Zone N5/6 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M2/M3 de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien inférieur.

Baldissero Torinese, 100 m N de S. Giuliano (point 24)

Chieri 1/25 000, x = 407.200, y = 4991.950

Deux échantillons de ce gisement ont été analysés, l'un sableux (S 744), l'autre représentant un faciès légèrement grésifié du même sédiment (S 745).

Echantillon S 744:

SÉDIMENT - Sable fin, mal calibré, gris verdâtre à fragments coquilliers. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite et du quartz très abon-

dants, du mica fréquent et de la calcite abondante, ainsi que des fragments de bivalves, gastéropodes, oursins, et des otolithes usées.

FORAMINIFÈRES - Abondants et bien préservés. Parmi les planctoniques *Globigerinoides bisphericus* et *Globoquadrina debiscens* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides bisphericus* (Sous-zone N7b de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4b de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Echantillon S 745:

SÉDIMENT - Grès gris verdâtre très mal calibré. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite abondante, du quartz commun, du mica fréquent, de la calcite abondante et de rares grains de glauconie, ainsi que des fragments de bivalves, des radioles d'échinodermes et des otolithes.

FORAMINIFÈRES - L'association est moins riche que dans l'échantillon S 744. *Globigerinoides bisphericus*, *Dentoglobigerina altispira* et *Paragloborotalia mayeri* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides bisphericus* (Sous-zone N7b de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4b de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Baldissero Torinese, 200 m N de S. Giuliano (point 25)

Chieri 1/25 000, x = 407.150, y = 4991.950

SÉDIMENT - (S 746): sable fin, brun verdâtre, mal calibré à fragments coquilliers. Le résidu de tamisage contient du quartz, des feldspath et de la serpentinite abondants, du mica fréquent et du manganèse rare, ainsi que de rares radioles d'échinodermes, des coprolithes, des fragments de bivalves, des ostracodes et des otolithes.

FORAMINIFÈRES - Les foraminifères planctoniques sont rares et mal préservés; les benthiques sont encore plus rares. Cette association très pauvre ne permet pas une datation précise. Sur la base de la présence de *Globigerinoides trilobus*, *G. subsacculifer*, *Globorotalia mayeri* et de l'absence de *Catapsydrax dissimilis* et *Globigerinoides bisphericus* on peut suggérer une âge Burdigalien supérieur (Sous-zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4a de Berggren *et al.*, 1995).

Baldissero Torinese, W de Cascina Prinetti (point 26)

Chieri 1/25 000, x = 406.500, y = 4992.050

SÉDIMENT - (S 761): sable fin, très mal calibré, légèrement induré, à fragments de coquilles. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite très abondante, du quartz abondant, du mica fréquent, des grains ferrugineux et de manganèse fréquents, ainsi que des radioles d'échinodermes,

des fragments de bivalves et des otolithes.

FORAMINIFÈRES - L'association est abondante, mais les spécimens sont souvent oxydés. Parmi les planctoniques, très petits, *Paragloborotalia opima-continiosa*, *P. acrostoma*, *Globoquadrina altispira*, *Zeaglobigerina woodi* et l'absence de *Catapsydrax dissimilis* et de *Globigerinoides bisphericus* permettent d'attribuer l'échantillon au Burdigalien supérieur, Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides trilobus* s.s. (Sous-zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4a de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Baldissero Torinese, ravin du Rio Vergagna (point 38)

Chieri 1/25 000, x = 406.050, y = 91.300

SÉDIMENT - (S 846, échantillonné par E. Bicchi): silt sableux verdâtre. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite, du quartz et du mica abondants, ainsi que des radioles d'échinodermes.

FORAMINIFÈRES - L'association est très pauvre, mais les spécimens sont bien préservés, surtout les formes benthiques. Parmi les planctoniques, très rares, *Paragloborotalia continuosa*, *P. opima-continiosa* et *Catapsydrax dissimilis* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Catapsydrax dissimilis* (Zone N5/6 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M2/M3 de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien inférieur.

Moleto, Prera

Vignale Monferrato 1/25 000, x = 49.000, y = 89.000

Brzobohaty & Nolf, 1996, p. 155; 2000, p. 186.

SÉDIMENT - (S 756, échantillon pris vers la base des couches exploitées en 1999): marne silteuse verdâtre.

FORAMINIFÈRES - La présence de *Paragloborotalia pseudokugleri* et *P. kugleri* (quoique rares et petits) et les abondantes *Globoquadrina dehiscens* indiquent la Zone à *Paragloborotalia kugleri* (Zone N4 de Novaretti *et al.*, 1995, Zone M1a de Berggren *et al.*, 1995, Aquitanien.

NANNOFOSSILES CALCAIRES - L'étude du nannoplancton par L. Svabeniça a révélé la présence de nombreux spécimens remaniés du Campanien, de l'Eocène et de l'Oligocène. Le spécimen le plus récent représenté dans l'association est *Helicosphaera carteri* qui, d'après Young (1998), indique la base du Néogène. D'autres espèces importantes pour la datation sont *H. recta*, *H. obliqua*, *H. euphratis*, *Discoaster deflandrei*, *Sphenolithus dissimilis*, *Pontosphaera discopora*. D'après Young (1998), *H. recta* est présente jusqu'à la limite NN1/2, ce qui permet de placer l'échantillon dans la partie supérieure de la Zone NN1, Aquitanien.

Moncalvo, dancing

Moncalvo 1/25 000, x = 444.225, y = 4990.975

Novaretti *et al.*, 1995, point 16

Echantillon S 525 (= point A, Nord, base de la coupe)

SÉDIMENT - Marne verdâtre. Le résidu de tamisage contient du quartz très abondant, du mica et de la calcite abondants, de la glauconie et du manganèse rares, ainsi que des radioles d'échinodermes, des radiolaires, des otolithes et des ostracodes lisses et reticulés.

FORAMINIFÈRES - Les foraminifères sont abondants et bien préservés. Parmi les planctoniques abondants figurent *Dentoglobigerina larmei*, *Globigerinoides altiapertura*, *Globigerina venezuelana*. La présence de ces espèces et l'absence de *Catapsydrax dissimilis* et *Globigerinoides bisphericus* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides trilobus* s.s. (Sous-zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4a de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Echantillon S 526 (= point B, Sud)

SÉDIMENT - Marne jaunâtre très carbonatée. Le résidu de tamisage contient du quartz très abondant, du mica abondant et de la calcite fréquente, ainsi que des radioles d'échinodermes, des radiolaires, des otolithes et des ostracodes lisses et reticulés.

FORAMINIFÈRES - Abondants et bien préservés. Parmi les planctoniques, la présence de *Paragloborotalia acrostoma*, *P. continuosa*, *P. semivera* et *Globigerinoides immaturus*, et l'absence de *Catapsydrax dissimilis* et *Globigerinoides bisphericus* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides trilobus* s.s. (Sous-zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4a de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Patro (point A)

Moncalvo 1/25 000, x = 444.425, y = 4989.450

Pietra da Cantoni affleurant dans un caniveau en bordure de route. Echantillon pris à un mètre au-dessous d'un niveau noduleux.

SÉDIMENT - (S 762): marne gris clair très carbonatée. Le résidu de tamisage contient du quartz rare, du mica et de la glauconie très rares et de rares grains ferrugineux, de même que des radioles d'échinodermes.

FORAMINIFÈRES - Les foraminifères sont très abondants et bien préservés. Parmi les planctoniques (90%) *Globigerinoides bisphericus*, *Globoquadrina debiscens*, *Globoquadrina langhiana* et *Globorotalia scitula* permettent

d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides bisphericus* (Sous-zone N7b de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4b de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Pizzocorno, gisement Piz.

Val de Nizza 1/25 000, x = 509.300, y = 4966.850

Nolf & Steurbaut, 1988; 1990; 2004; Nolf & Brzobohaty, 1994.

SÉDIMENT - (S 843). Argile grise. Le résidu de tamisage contient du quartz et du mica abondants, des grains ferrugineux, du manganèse et du phosphate rare.

FORAMINIFÈRES - Bien préservés, mais de petite taille. Parmi les planctoniques, *Pseudohastigerina barbadoensis*, *Chiloguembelina cubensis*, *Globoquadrina tapuriensis*, *Globigerina tripartita*, *Catapsydrax dissimilis* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globoquadrina tapuriensis* - *Pseudohastigerina barbadoensis* (Zones P18/P19 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone P18 Berggren *et al.*, 1995), Rupélien inférieur.

DINOKYSTES – L'association est très pauvre en espèces, ainsi qu'en spécimens. A peu près 50% des formes sont remaniées du Crétacé supérieur. Les espèces diagnostiques, telles que *Wetzeliella gochtii*, *Areosphaeridium diktyoplokum* et *Areoligera semicirculata* n'ont pas été retrouvées. Les présences de *Glaphyrocysta semitecta*, *Reticulatosphaera actinocoronata* et *Charlesdowniea clathrata* ne permettent pas une attribution à une zone précise, mais à l'intervalle couvrant les zones Gse, Adi et Rac de Brinkhuis & Biffi (1993). Cet intervalle est d'âge rupélien inférieur.

NANNOFOSSILES CALCAIRES – Cette association, riche en formes remaniées du Crétacé et de l'Eocène supérieur, a été attribuée à la Zone NP21 de Martini (1971) par Nolf & Steurbaut (1988) sur la base des présences assez fréquentes de *Coccolithus formosus*, *Clausiacoccus subdistichus* et *Reticulofenestra umbilica*. L'étude d'un échantillon récolté lors des nouvelles fouilles en 2002 a révélé la présence de rares *Sphenolithus distentus* et *Helicosphaera recta*, à côté des formes citées plus haut. D'après les travaux biostratigraphiques de synthèse (Berggren *et al.*, 1995), l'apparition de ces deux espèces se situe au sein de la Zone NP23. Ceci n'est pas compatible avec la présence de *Coccolithus formosus*, espèce dont la disparition définit la limite NP21/NP22. La cooccurrence de formes, dont la distribution stratigraphique ne se recouvre normalement pas, peut être expliquée par l'effet de remaniements ou en acceptant que certaines apparitions sont diachroniques. Les remaniements étant assez fréquents dans l'association de Pizzocorno, la première hypothèse nous semble la plus plausible. Quoi

qu'il en soit (une attribution à la zone NP21 ou à la Zone NP 23) l'âge rupelien du gisement de Pizzocorno est incontestablement démontré par l'analyse des nannofossiles calcaires.

Ponzano

Moncalvo 1/25 000, x = 441.075, y = 4992.250

Brzobohaty & Nolf, 1996, p. 155.

Pietra da Cantoni visible dans une carrière abandonnée (paroi sciée).

SÉDIMENT - (S 842): marne blanchâtre très carbonatée, légèrement indurée. Argile grise. Le résidu de tamisage contient du quartz et de la calcite abondants, du mica fréquent, de la glauconie et des grains ferrugineux rares de même que des radioles d'échinodermes et des dents de poissons.

FORAMINIFÈRES - Les foraminifères sont abondants et bien préservés. Parmi les planctoniques, très abondants, *Paragloborotalia continuosa*, *P. mayeri*, *P. acrostoma* et *Zeaglobigerina woodi* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides trilobus* s.s. (Sous-zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4a de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Sciolze W (point 42)

Casalborgone 1/25 000, x = 411.225, y = 4994.375 (les coordonnées mentionnées par Brzobohaty & Nolf, 2000 sont erronées).

SÉDIMENT - (S 754) Marne grisâtre. Le résidu de tamisage contient du mica très abondant, du quartz et de la calcite abondants, des grains ferrugineux et de la serpentinite rare, ainsi que des radioles d'échinodermes, des radiolaires et des spicules siliceux.

FORAMINIFÈRES - Remarquablement conservés et abondants. Parmi les planctoniques, la présence de *Dentoglobigerina altispira*, *Zeaglobigerina woodi*, *Paragloborotalia acrostoma*, *P. semivera*, *P. continuosa*, *Globigerinoides subsacculifer*, *G. quadrilobatus* et l'absence de *Catapsydrax dissimilis* et *Globigerinoides bisphericus* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides trilobus* s.s. (Sous-zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4a de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Valle Ceppi (point 11)

Chieri 1/25 000, x = 405.225, y = 4990.800

Brzobohaty & Nolf, 1996, p. 155.

Affleurement dans un petit affluent Est du Rio Civera. Le niveau exploité pour les otolithes est un gravier marneux riche en serpentinite et

mollusques (échantillon S 735) surmonté par des marnes. L'échantillon S 736 a été prélevé à environ 2,5 m au dessus du gravier; le S 737 se situe entre le gravier et le S 736.

Echantillon S 735:

SÉDIMENT - Gravier marneux à mollusques. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite très abondante, de la calcite abondante, du quartz fréquent et du mica rare, ainsi que des fragments de bivalves et de gastéropodes, des radioles d'échinodermes, des fragments de bryozoaires et des spicules siliceux.

FORAMINIFÈRES - Aussi bien la faune planctonique que benthique est très pauvre. Elle recèle de rares *Globigerina praebulloides* et *Paragloborotalia continuosa*. L'âge probable est Burdigalien.

Echantillon S 736:

SÉDIMENT - Marne brunâtre. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite très abondante, du quartz abondant, du mica et de la calcite fréquents de même que des radioles d'échinodermes et des otolithes.

FORAMINIFÈRES - Les spécimens sont bien préservés. Parmi les planctoniques, *Paragloborotalia continuosa*, *P. opima-continiosa*, *P. acrostoma* et *Globigerina venezuelana* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides trilobus* s.s. (Sous-zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4a de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Echantillon S 737:

SÉDIMENT - Marne grisâtre. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite très abondante, du quartz abondant, du mica et de la calcite fréquents, des fragments de bivalves, des radioles d'échinodermes et des otolithes.

FORAMINIFÈRES - Les formes benthiques sont très abondantes. Parmi les rares planctoniques, *Paragloborotalia continuosa*, *P. opima-continiosa*, *P. mayeri*, *P. acrostoma* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globigerinoides trilobus* s.l., Sous-zone à *Globigerinoides trilobus* s.s. (Sous-zone N7a de Novaretti *et al.*, 1995; Zone M4a de Berggren *et al.*, 1995), Burdigalien supérieur.

Vigoponzo CP

Rocchetta Ligure 1/25 000, x = 502.600, y = 4955.350

Pour la localisation des échantillons, voir Nolf & Steurbaut, 2004, fig. 4, dans ce volume.

Echantillon S 776 (= couche 10, échantillon c):

SÉDIMENT - Marne grisâtre assez mal calibrée, légèrement indurée. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite très abondante, de la calcite abondante, du quartz et du mica rares, de rares radioles d'échinodermes et des ostracodes.

FORAMINIFÈRES - Les spécimens planctoniques et benthiques sont très mal préservés. Les foraminifères planctoniques sont déformés, cassés et recristallisés. *Pseudohastigerina* sp., *Globoquadrina tapuriensis*, *G. tripartita* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globoquadrina tapuriensis* - *Pseudohastigerina barbadoensis* (Zones P18/P19 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone P18 Berggren *et al.*, 1995), Rupélien inférieur. On observe aussi des spécimens très déformés probablement remaniés de l'Eocène (*Turborotalia cerroazulensis* gr. ?).

NANNOFOSSILES CALCAIRES - Il s'agit d'une association pauvre et mal préservée. Parmi les formes à importance biostratigraphique on observe *Coccolithus formosus*, *Reticulofenestra umbilica* et *Isthmolithus recurvus*, permettant une attribution à la Zone NP 21, Rupélien inférieur.

Echantillon S 777 (= couche 12, échantillon d):

SÉDIMENT - Marne grisâtre assez mal calibrée, légèrement indurée. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite très abondante, de la calcite abondante, du quartz et du mica rares, de rares radioles d'échinodermes et des ostracodes.

FORAMINIFÈRES - Le matériel est un peu mieux préservé que dans l'échantillon S 776. Les foraminifères planctoniques sont parfois déformés. *Pseudohastigerina micra*, *Globoquadrina tapuriensis*, *G. tripartita*, *Chilohembelina cubensis* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globoquadrina tapuriensis* - *Pseudohastigerina barbadoensis* (Zones P18/P19 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone P18 Berggren *et al.*, 1995), Rupélien inférieur.

NANNOFOSSILES CALCAIRES - L'association est pauvre et mal préservée. La cooccurrence de *Coccolithus formosus*, *Clausicoccus subdistichus* et *Reticulofenestra umbilica* incite à une attribution à la zone NP 21, d'âge rupe-lien inférieur.

Echantillon S 778 (= couche 14, échantillon e):

SÉDIMENT - Marne grisâtre. Le résidu de tamisage contient de la serpentinite fréquente, du quartz et du mica rares et quelques radioles d'échinodermes.

FORAMINIFÈRES - Le matériel est beaucoup mieux préservé que dans les échantillons S 776 et S 777. Les foraminifères planctoniques sont parfois déformés. *Pseudohastigerina barbadoensis*, *Globoquadrina tapuriensis*, *G.*

tripartita, *Chiloguembelina cubensis* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globoquadrina tapuriensis* - *Pseudobastigerina barbadoensis* (Zones P18/P19 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone P18 Berggren *et al.*, 1995), Rupélien inférieur.

Echantillon S 779 (= couche 14, échantillon g):

SÉDIMENT - Marne grisâtre. Le résidu de tamisage contient du quartz et du mica abondants, des grains ferrugineux et de la serpentinite fréquents, du manganèse rare et quelques radioles d'échinodermes.

FORAMINIFÈRES - Les spécimens sont bien préservés. Parmi les planctoniques, *Pseudobastigerina barbadoensis*, *Chiloguembelina* sp., *Globoquadrina tapuriensis* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globoquadrina tapuriensis* - *Pseudobastigerina barbadoensis* (Zones P18/P19 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone P18 Berggren *et al.*, 1995), Rupélien inférieur (Oligocène Inférieur).

NANNOFOSSILES CALCAIRES - L'association est riche et assez bien préservée. Le taux de remaniement est assez élevé et marqué par des formes crétacées, paléocènes et éocènes. La cooccurrence de *Coccolithus formosus*, *Reticulofenestra umbilica* et *Isthmolithus recurvus* permet une attribution à la zone NP21. Par contre, les présences de *Sphenolithus distentus*, *Cyclococcolithus hirsutus* et *Pontosphaera alta* indiquent la zone NP23. Quoiqu'il en soit (remaniements ou apparitions diachroniques) l'âge rupélien de cet échantillon est confirmé par l'analyse des nannofossiles calcaires.

Vigoponzo 2

Garbagna 1/25 000, x = 502.150, y = 4955.650

Nolf & Steurbaut, 2004, ce volume.

SÉDIMENT - (S 501): argile marneuse grisâtre. Le résidu de tamisage contient du quartz et de la calcite abondants, du mica fréquent, du manganèse, de la serpentinite et des grains ferrugineux rares.

FORAMINIFÈRES - La faune est abondante et bien préservée. Parmi les formes planctoniques, *Pseudobastigerina barbadoensis*, *Chiloguembelina cubensis*, *Globoquadrina tapuriensis*, *G. euapertura*, *Paragloborotalia opimana* et *Catapsydrax* sp. permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globoquadrina tapuriensis* - *Pseudobastigerina barbadoensis* (Zones P18/P19 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone P18 Berggren *et al.*, 1995), Rupélien inférieur (Oligocène Inférieur).

DINOKYSTES - L'association est très pauvre en espèces aussi bien qu'en spécimens. A peu près 50% des formes sont remaniées du Crétacé supérieur. La présence de plusieurs spécimens de *Glaphyrocysta semitecta* et

d'*Operculodinium microtiara*, et d'un fragment d'*Apectodinium diktyoplo-kum* suggère une attribution à la zone Gse de Brinkhuis & Biffi (1993), d'âge rupélien inférieur.

NANNOFOSSILES CALCAIRES - L'association est riche est assez diversifiée. On observe beaucoup de formes remaniées du Crétacé. Les espèces *Coccolithus formosus*, *Reticulofenestra umbilica* et *Isthmolithus recurvus* ne sont représentées que par très peu d'exemplaires et ceux-ci sont considérés comme remaniements. Les présences de *Sphenolithus distentus*, *Cyclococcolithus hirsutus* et *Pontosphaera alta* incitent à une attribution à la zone NP23, Rupélien.

Vigoponzo 4

Garbagna 1/25 000, x = 502.400, y = 4955.750

Gelati, 1977; Nolf & Steurbaut, 2004, ce volume.

SÉDIMENT - (S 781): argile marneuse grisâtre. Le résidu de tamisage contient du quartz et de la calcite abondants, du mica fréquent, du manganèse, de la serpentinite et des grains ferrugineux rares.

FORAMINIFÈRES - Les spécimens sont abondants et bien préservés. Parmi les planctoniques, *Pseudobastigerina barbadoensis*, *Chiloguembelina cubensis*, *Globoquadrina tapuriensis* et *G. euapertura* permettent d'attribuer l'échantillon à la Zone à *Globoquadrina tapuriensis* - *Pseudobastigerina barbadoensis* (Zones P18/P19 de Novaretti *et al.*, 1995; Zone P18 Berggren *et al.*, 1995), Rupélien inférieur.

NANNOFOSSILES CALCAIRES - Il s'agit d'une association très pauvre, dominée par des formes remaniées du Crétacé supérieur, ne permettant aucune datation précise.

REMERCIEMENTS

Adriano Vandersypen a apporté beaucoup de soin à la mise au point de la figure et Jacques Godefroid a effectué la lecture critique d'une première version du texte. Les recherches d'Erica Bicchi ont été effectuées dans le cadre d'une subvention ABC (Access to Belgian Collections of interest for biodiversity research) de la Commission Européenne, pour un séjour à l'IRSNB.

BIBLIOGRAPHIE

- BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G., MARCHETTI G., 1971 – Carta Geologica d'Italia 1/100 000, foglio 71, Voghera, con note illustrative.
- BERGGREN W.A., KENT D.V., SWISHER C.C., AUBRY M.P., 1995 – A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. SEPM Special Publication, 54: 129-212.
- BLOW W.H., 1969 – Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy, Proceedings of the first international conference on planktonic microfossils, 1: 199-421.
- BOANO P., DELA PIERRE F., FIORASO G., PIANA F., BICCHI E., sous presse – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia 1/50.000, foglio 157 Trino.
- BONSIGNORE G., BORTOLAMI G., ELTER G., MONTRASIO A., PETRUCCI F., RAGNI U., SACCHI R., STURANI C., ZANELLA E., 1969 – Carta Geologica d'Italia 1/100 000, fogli Torino - Vercelli, con note illustrative.
- BRINKHUIS H., BIFFI U., 1993 – Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Eocene/Oligocene transition in central Italy. Marine Micropaleontology, 22 (1-2): 131-183.
- BRZOBOHATY R., NOLF D., 1996 – Otolithes de myctophidés (poissons téléostéens) des terrains tertiaires d'Europe: révision des genres *Benthoosema*, *Hygophum*, *Lampadena*, *Notoscopelus* et *Symbolophorus*. Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 66: 151-176.
- BRZOBOHATY R., NOLF D., 2000 – *Diaphus* otoliths from the European Neogene (Myctophidae, Teleostei). Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 70: 185-206.
- CATANZARITI R., RIO D., MARTELLI L., 1997 – Late Eocene to Oligocene Calcareous Nannofossil Biostratigraphy in Northern Apennines: the Ranzano Sandstone. Memorie di Scienze Geologiche, 49: 207-253.
- FERRERO MORTARA E., MONTEFAMEGLIO L., PAVIA G., TAMPIERI R., 1981 – Catalogo dei tipi e degli esemplari figurati della collezione Bellardi e Sacco, Parte I. Museo regionale di Scienze naturali, Cataloghi, 6: 1-327.
- GELATI R., 1977 – La successione eo-oligocenica di Garbagna (Alessandria) al margine orientale del Bacino Terziario ligure-piemontese. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 83 (1): 103-136.
- IACCARINO S., 1985 – Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. In Bolli H.M., Saunders J.B., Perch-Nielsen K. (edit.). Plankton stratigraphy 1. Cambridge University Press, pp. 283-314.
- IACCARINO S., BORSETTI A.M., RÖGL F., 1996 – Planktonic foraminifera of the Neogene Lemme-Carrosio GSSP section (Piedmont, Northern Italy). Giornale di Geologia, 58 (1-2): 35-49.
- MARTINI E., 1971 – Standard Tertiary and Quaternary nannoplankton zonation. Proceedings 2 Planktonic Conference, Roma 1970, 2: 739-785.
- NOLF D., BRZOBOHATY R., 1994 – Fish otoliths as paleobathymetric indicators. Paleontologia i Evolucio, 24-25 (1992): 255-264.
- NOLF D., BRZOBOHATY R., 2004 – Otolithes de poissons du Miocène inférieur piémontais. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 25: 69-118

- NOLF D., STEURBAUT E., 1988 – Description de la première faune ichthyologique exclusivement bathyale du Tertiaire d'Europe: otolithes de l'Oligocène Inférieur du gisement de Pizzocorno, Italie septentrionale. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 57 (1987): 217-230.
- NOLF D., STEURBAUT E., 1990 – Découverte de poissons bathyaux d'âge oligocène inférieur à Pizzocorno, près de Voghera. *Quaderni della sezione di Scienze Naturali del Civico Museo di Voghera*, 10 (1-2) (1987): 15-31.
- NOLF D., STEURBAUT E., 2004 – Otolithes de poissons de l'Oligocène inférieur du Bassin liguro-piémontais oriental, Italie. *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, 25: 21-68
- NOVARETTI A., BICCHI E., CONDELLO A., FERRERO E., MAIA F., TONON M., TORTA D., 1995 – La successione oligo-miocenica del Monferrato: sintesi dei dati biostratigrafici. *Accademia Nazionale delle Scienze detta dei 40, Scritti e documenti 14 (Atti del convegno rapporti Alpi-Appennino e guida alle escursioni)*, pp. 39-59.
- OKADA, H., BUKRY, D., 1980 – Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975). *Marine Micropaleontology*, 5: 321-325.
- YOUNG J., 1998 – Neogene. *In* Brown P.R., *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 225-265.