

## Contrôles sédimentologiques des minéralisations à Pb-Zn et à Ba de la séquence carbonatée du Cambrien Inférieur de la Sardaigne sud-occidentale

S. TOCCO

Istituto di Giacimenti Minerari. Facoltà di Ingegneria. Piazza d'Armi. Università di Cagliari (Italie)

### RÉSUMÉ

Les minéralisations à Pb-Zn-Fe et Ba de la Sardaigne sud-occidentale sont renfermées dans des lithofacies carbonatées cambriennes de plateforme qui témoignent de l'existence de différents environnements dépositionaux et diagénétiques. Le processus métallogénique a été étroitement contrôlé par les caractéristiques sédimentologiques et paléogéographiques du milieu.

*Mots clés:* Sédimentologie. Paléogéographie. Plomb/Zinc/Barium. Minérogénèse. Roches carbonatées. Cambrien. Sardaigne. Italie.

### ABSTRACT

The Pb-Zn-Fe and Ba mineralization of SW-Sardinia occurring in the carbonatic rocks of Cambrian platform, shows in their genesis a clear evidence of sedimentological and paleogeographic controls. The sulphide and/or sulphate deposition was strictly connected to depositional and/or diagenetic environments at regional scale. Unfavourable conditions did not permit the sulphide or sulphate deposition even if high metal anomaly existed. The primary features of mineralization are today almost completely masked by subsequent post-Cambrian events which caused strong phenomena of remobilization and reconcentration.

*Key words:* Sedimentology. Paleogeography. Lead-Zinc-Barium ores. Carbonatic rocks. Cambrian. Sardinia. Italy.

### INTRODUCTION

La série paléozoïque de la Sardaigne SO ôte d'importantes minéralisations à Pb-Zn et à Ba qui constituent les ressources de métaux de base les plus importantes de l'Italie. Elles sont toujours contenues dans les lithofacies carbonatées de la séquence cambrienne et leur actuel arrangement représente le résultat des phénoménologies complexes de rémobilité et reconcentration qui ont

presque totalement oblitéré les structures originelles. Toutefois, à l'échelle régionale il est possible de reconnaître une variation dans la distribution, soit horizontale, soit verticale, des paragéneses à sulfure et à sulfate, et sur la base des données des études minéro-pétrographiques et sédimentologiques, on a pu reconstruire l'évolution paléogéographique des lithofacies carbonatées cambriennes et donc l'histoire des minéralisations.

Les résultats mettent en évidence l'importance des contrôles sédimentologiques et paléogéographiques, qui, si d'un côté permettent de mieux comprendre la genèse des minéralisations, de l'autre initient des guides nouveaux pour la prospection géo-minière qui vont s'ajouter aux guides lithostratigraphiques et structuraux employés avec succès jusqu'à présent.

### LE CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL

La séquence stratigraphique cambrienne de la Sardaigne SO (figs. 1, 2) se caractérise par un important épisode carbonatique compris entre deux épisodes clastiques.

Elle est généralement divisée en trois parties: a) un complexe de base à dominante terrigène et avec des lentilles et niveaux carbonatés à faune d'algues et d'Archéocyathes ou oolitiques («Formation de Nebida»); b) un complexe carbonaté, concordant avec le précédent, constitué par des dolomies et des calcaires («Formation de Gonnese») et enfin, c) en concordance apparente, un complexe supérieur, à dominante terrigène mais carbonaté dans sa partie basale («Formation de Cabitza»).

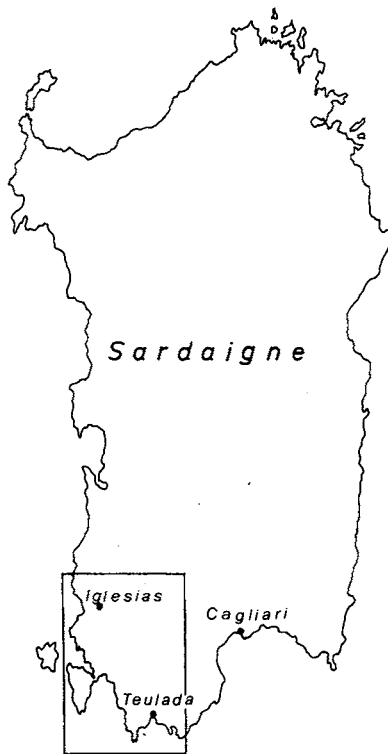


Figura 1. — Carte schématique de la Sardaigne et localisation géographique de la zone étudiée.

Figure 1. — Sketch map of Sardinia and geographic location of investigated area.

La séquence, avec un potentiel moyen de 1500 mètres, est dans son ensemble assignée au Cambrien Inférieur-Moyen, dubitativement Supérieur; elle repose en concordance angulaire sur un complexe terrigène («Formation de Bithia») et métamorphique dubitativement assigné à l'Infracambrien-Précambrien (Junker et Schneider, 1979), et est fermée au toit par l'Ordovicien terrigène, discordant, en facies transgressive.

Les lithofacies cambriennes affleurent de façon diffuse dans toute la Sardaigne SO (fig. 1) et montrent des marques très nettes de deux cycles orogéniques, le Calédonien et l'Hercynien.

Le premier se caractérise en Sardaigne par une phase précoce, «Fase sarde» (Stille, 1939) et a donné des plis avec axe E-O, conduisant à l'émersion des terrains cambriens, et, peut-être, l'Ordovicien basal. La phase suivante, hercynienne, beaucoup plus importante, est responsable d'un très fort plissement avec axes N-S, qui a repris la phase précédente, et caractérise cette zone de la Sardaigne. Un important champ de fractures à direction dominante NO-SE et NE-SO est étroitement relié à cette phase. (Valera, 1967, Carmignani *et al.*, 1982).

Dans son ensemble la séquence cambrienne de la Sardaigne montre des analogies très fortes avec celles de la Montagne Noire et de la Meseta Iberica (Courjault-Rade et Gandin 1984, Zamarreño 1972).

## LES LITHOFACIES CARBONATÉES

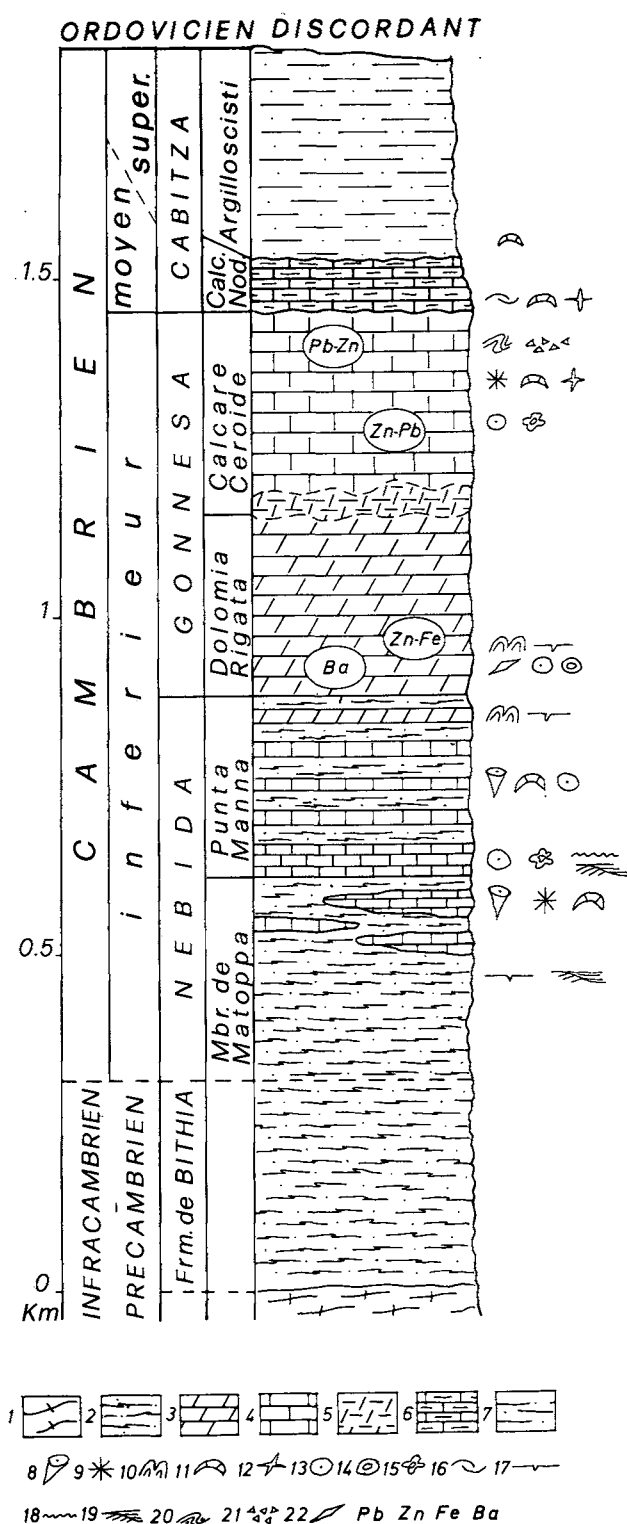
Les lithofacies carbonatées de la «Formation de Nebida» permettent de définir le Membre de «Matoppa», inférieur, et le Membre de «Punta Manna», supérieur, (fig. 2).

Le membre de «Matoppa» est constitué d'une séquence terrigène de grès et silts qui, dans la partie haute, montre des épisodes calcaires, à géométrie lenticulaire, et avec une faune caractéristique d'Algues et d'Archéocyathes; et qui sont interprétés comme des biohermes ou *mounds* (Debrenne 1964, Bechstadt *et al.*, 1985).

L'environnement dépositionnel est de type deltaïque, avec possibilité de sédimentation carbonatée dans les zones où l'apport détritique est négligeable ou absent (Cocoza, 1979). Les microfacies plus caractéristiques et diffusées sont de *wackestone*, *mudstone* et *boundstone*, à Archeocyathes, *Ephiphyton* et *Renalcis*, et, associés, restes de trilobites, *Hyolithes* et *Chancelloria* (Gandin et Debrenne, 1984) déposées sous conditions d'énergie du milieu en général faibles. Les processus diagénétiques ont été développés dans un environnement marin-phréatique (Fanni *et al.*, 1981).

Le Membre de «Punta Manna» qui suit, se caractérise par une sédimentation terrigène réduite par rapport au précédent, dans laquelle on retrouve intercalés des niveaux carbonatés, calcaires à la base de la séquence et dolomités dans la partie supérieure. Un puissant horizon calcaire, oolitique, marque la base de la séquence qui vers le haut évolue dans une alternance rythmique de niveaux terrigènes et carbonatés. Les microfacies les plus diffuses sont constituées de *mudstone*, *grainstone*, *packstone* et *wackstone* oolitiques et oncolitiques. L'environnement de déposition est interprété comme un *oolitic shoal* (Debrenne *et al.*, 1980; Fanni *et al.*, 1981; Bechstadt *et al.*, 1985; Debrenne *et al.*, 1985), qui évolua sous conditions d'énergie faible-haute. Les conditions diagénétiques ont oscillé des conditions phréatique-marines à marine vadoses, parfois schizoalines.

La «Formation de Gonnese», concordante avec la précédente, se caractérise par l'absence totale de facies terrigènes et par la présence d'une forte déposition carbonatée, dolomitique à la base, calcaire dans la partie supérieure.



Le Membre de la "Dolomia Rigata", inférieur, est constitué par des dolomies primaires, stromatolitiques, laminaires, avec des structures de dessèchement très dif-fusées. Des niveaux oolitiques ou à pellets et pseudo-morphes de sulfates sont fréquents. Les microfacies sont données par des *boundstone*, *mudstone*. Ces facies ont été développées sous conditions d'énergie faible. La dia-génèse a passé des conditions marine-vadoses à des conditions schizoalines. L'environnement de déposition a été un contexte de tidal flat évoluant à sabkha (Gandin *et al.*, 1973, 1974).

La transition au membre suivant du «Calcare Ceroide» a lieu par un horizon dolomitique, irrégulier et dis-continu. Cette lithofacies, considérée comme hétéropique, soit de la «Dolomia Rigata», soit du «Calcare Ceroide» (Cocozza, 1979; Carmignani *et al.*, 1982) est actuellement interprétée par une dolomitisation tar-do-dia-génétique du 'Calcare Ceroide» et peut-être de la «Dolomia Rigata» (Bechstadt *et al.*, 1985; Tocco *et al.*, 1985).

Le membre du «Calcare Ceroide» est constitué par une forte déposition de calcaires, en général massifs, parfois laminés et avec slumpings et phénomènes de bréchifica-tion précoce dans la zone SE de la plateforme.

## RECONSTRUCTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE

Avec l'étude comparée des données minéro-petrographiques, sédimentologiques et géochimiques, on peut maintenant essayer d'élaborer la reconstruction d'un cadre paléogéographique, lequel peut expliquer l'évolu-tion des environnements dépositionaux et dia-génétiques de la plateforme cambrienne de la Sardaigne.

Figure 2. — Séquence lithostratigraphique du Cambrien de la Sar-daigne sud-ouest.

1) Ortogneis. 2) Grès et silts. 3) Dolomies laminaires. 4) Calcaires. 5) Dolomies massives. 6) Calcaires nodulaires. 7) Argiloschistes. 8) Archeocyata. 9) Algae. 10) Stromatolites. 11) Trilobites. 12) Echi-noderma. 13) Oolithes. 14) Pisolithes. 15) Oncolithes. 16) Bioclas-tes. 17) Mud cracks. 18) Stylolithes. 19) Cros-bedding. 20) Slumpings. 21) Breches. 22) Pseudomorphes de sulfate. Pb) Galène. Zn) Sphale-rite. Fe) Pyrite. Ba) Barytine.

Figure 2. — Cambrian lithostratigraphic sequence of south-western Sardinia.

1) Ortogneis. 2) Sandstones and siltstones. 3) Bedded dolomites. 4) Limestones. 5) Massive dolomites. 6) Nodular limestones. 7) Shales. 8) Archeocyatha. 9) Algae. 10) Stromatolites. 11) Trilobites. 12) Echi-noderma. 13) Ooids. 14) Pisoids. 15) Oncoids. 16) Bioclasts. 17) Mud cracks. 18) Stylolites. 19) Cross-bedding. 20) Slumpings. 21) Breccias. 22) Sulphate pseudomorphs. Pb) Galena. Zn) Sphalerite. Fe) Pyrite. Ba) Baryte.

La sédimentation carbonatée a lieu et se stabilise sur un complexe deltaïque silteux-gréseux (membre de «Matoppa»), qui renferme des lentilles calcaires bio-construites qui se développaient dans des zones où la sédimentation terrigène était négligeable ou totalement absente. Dans la phase suivante, (membre de «Punta Manna»), la sédimentation terrigène va faiblir et devenir intermittente, avec possibilité d'accumulation de phases carbonatées en forme de niveaux et horizons continus. L'environnement passe de deltaïque à lagunaire et de tidal flat, faiblement protégé de la mer ouverte avec caractéristiques oxidantes et de salinité moyenne-haute. On peut observer une tendance très nette à l'émergence avec facies inter-supratidales et phénomènes de dessèchement et diagenèse vadose.

Cette tendance régressive semble culminer avec la déposition suivante de la «Dolomia Rigata». L'apport terrigène tombe et une sédimentation dolomitique précocée peut s'établir sur un tidal flat et/ou lagune de tidal flat, à faible communication avec la mer ouverte.

La distribution dans les lithofacies carbonatées de certains éléments tels que Mn, Sr et Na, de même que le rapport Sr/Na, est envisagée comme un bon indicateur de milieu, dépositionnel et/ou diagénétique (Land et Hoops, 1973; Cook, 1973; Bencini et Turi, 1974; Rao, 1981). D'après les données géochimiques de table I, on peut envisager pour les lithofacies de la «Dolomia Rigata» un milieu dépositionnel et diagénétique contrôlé par un climat chaud et sec, avec caractéristiques oxidantes et hypersalines. La présence diffusée de facies de dés-

sèchement et de pseudomorphes de sulfate semble confirmer cette hypothèse. Des sous-environnements diagénétiques moins oxidants pouvaient toutefois se développer dans des zones, peut-être, à plus forte subsidence (fig. 3a).

La tendance régressive semble s'arrêter avec la déposition suivante du «Calcare Ceroide», qui marque des variations très nettes, soit climatiques, soit morphologiques.

L'environnement dépositionnel semble évoluer d'un tidal flat vers un néritique faible, le climat est moins chaud et plus humide. La salinité va faiblir rapidement de même que les caractéristiques oxidantes (voir table I). Des sous-environnements restreints semblent s'établir dans la zone centre-occidentale tandis que dans la zone sud-orientale, on peut entrevoir une structure de talus (fig. 3b).

Cette situation générale progresse avec la déposition suivante du «Calcare nodulare», qui témoigne d'un environnement néritique franc. La présence d'un apport terrigène, d'abord intermittent, va devenir dominante et empêche l'accumulation des facies carbonatées; la plateforme va s'abaisser, recouverte par des sédiments silteux et argileux.

## LE CADRE MÉTALLOGÉNIQUE

Les minéralisations stratiformes à Pb-Zn-Fe et à Ba de la plateforme cambrienne de la Sardaigne, interprétées dans le passé comme hydrothermales, sont aujourd'hui considérées comme d'origine sédimentaire et remobilisées; elles sont classées dans la large typologie MBS (Mississippi Valley- Bleiberg- Silesia) (Amstutz, 1971; Violo, 1974; Garbarino *et al.*, 1984; Boni, 1985). En renvoyant à la bibliographie spécialisée pour ce qui concerne les aspects géologiques et miniers, ici, on essaye une reconstruction du processus métallogénique, d'où elles ont pris leur origine.

L'étude comparée des données lithostratigraphiques, minéropétrographiques, sédimentologiques et géochimiques des encaissants carbonatés, ainsi que les observations sur la géométrie, structure et paragenèse des minéralisations et de leur distribution à l'échelle régionale, nous permettent de schématiser une série de points fondamentaux:

— toutes les minéralisations et les indices économiques sont toujours renfermés dans les lithofacies carbonatées de la «Formation de Gonnese» avec prévalence dans le «Calcare Ceroide» sur la «Dolomia Rigata».

TABLE 1. — Données géochimiques (lithogéochimie) des lithofacies carbonatées des différents Membres. x, moyenne (ppm); s, écart type; n, nombre d'échantillons.

TABLE 1. — Geochemical data (lithogeochemistry) of carbonatic lithofacies of different Members. x, mean value (ppm); s, standard deviation; n, number of samples.

	Pb	Zn	Ba	Mn	Sr	Na	Sr/Na	
$\bar{x}$	82	43	51	512	152	44		"Calcare
s	58	26	19	169	43	24	3.3	"Ceroide"
n	53	54	50	43	54	51		
$\bar{x}$	18	83	46	1176	82	172		"Dolomia
s	12	68	32	509	39	69	0.5	"Rigata"
n	45	38	56	63	63	61		
$\bar{x}$	16	38	53	1866	136	131		"Punta
s	7	13	26	687	49	48	0.9	"Manna"
n	77	68	80	86	95	88		

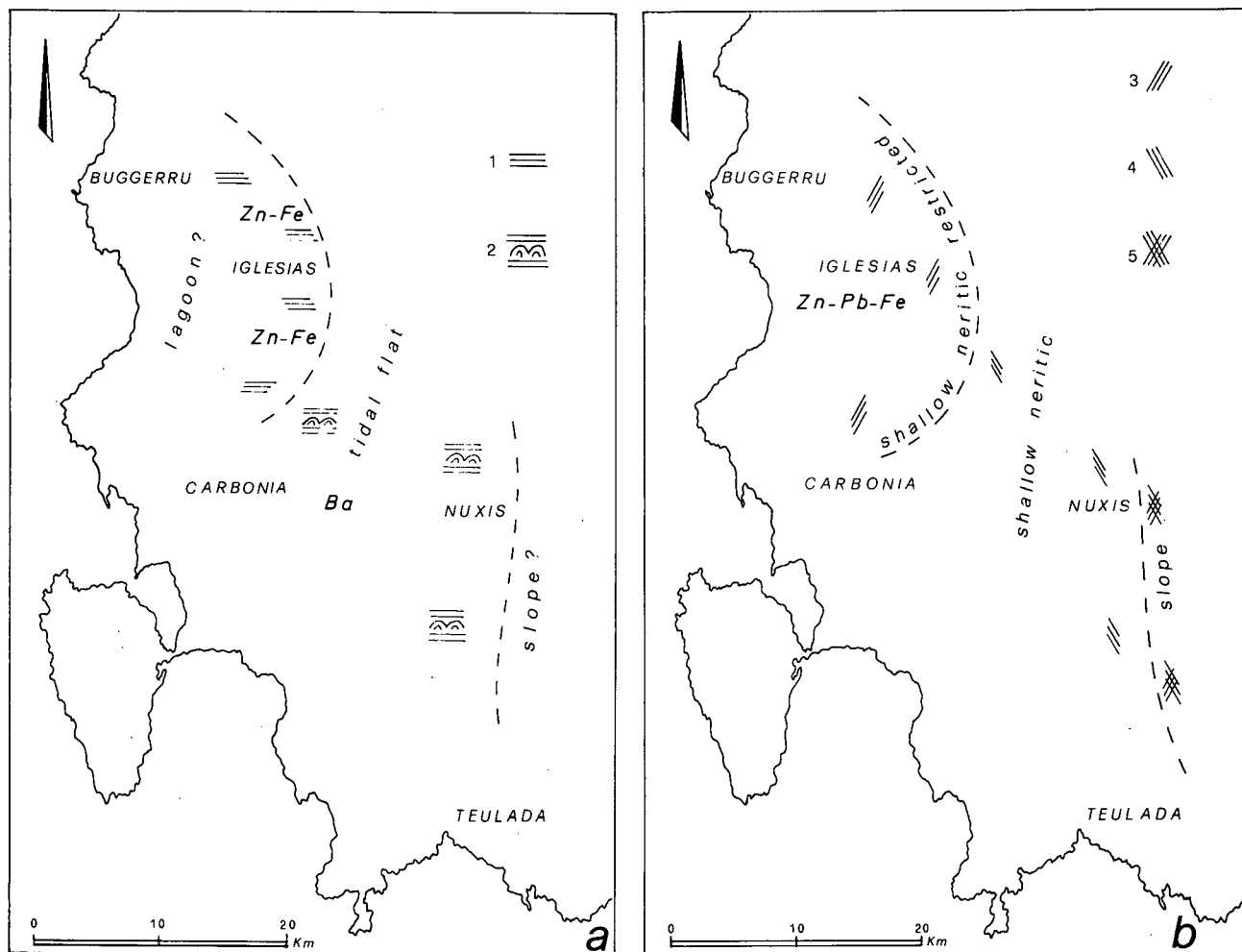


Figure 3. — a) Esquisse paléogéographique interprétative du membre de la «Dolomia Rigata» avec localisation des zones préférentielles pour la précipitation, diagénétique, des sulfures (Zn-Fe) ou syn-sédimentaire du sulfate (Ba). 1) Facies infra-subtidales dominantes. 2) Facies infra-supratidales dominantes. b) Esquisse paléogéographique interprétative du membre du «Calcare Ceroide» avec localisation de la zone préférentielle pour la précipitation diagénétique précoce des sulfures (Zn-Pb-Fe). 3) Facies de milieu néritique-bas, faiblement restreint. 4) Facies de milieu néritique bas. 5) Facies de talus.

Figure 3. — a) Paleogeographic sketch interpretation of «Dolomia Rigata» member with location of environments leading to the diagenetic precipitation of sulphides (Zn-Fe) or the syn-depositional precipitation of sulphate (Ba). 1) Prevalent tidal-subtidal facies. 2) Prevalent tidal-supratidal facies. b) Paleogeographic sketch interpretation of «Calcare Ceroide» member with location of more favourable zone for the early diagenetic precipitation of sulphides (Zn-Pb-Fe). 3) Prevalent shallow neritic restricted facies. 4) Shallow neritic facies. 5) Slope facies.

— la paragenèse est toujours simple et monotone avec sphalérite-galène-pyrite ou barytine.

— on observe une distribution verticale avec, de bas en haut, barytine, sphalérite-pyrite, sphalérite-galène, galène-sphalérite.

— la présence de barytine en général implique l'absence des sulfures et *viceversa*.

— à l'échelle régionale, prévalence des sulfures dans la zone centre-occidentale et de la barytine dans la zone sudorientale.

— la teneur géochimique en Sr, Na et Mn des lithofacies carbonatées témoigne de l'existence d'environnements et sous-environnements dépositionaux et diagénétiques différents pour salinité et caractéristiques oxidantes.

— la teneur géochimique en Pb, Zn et Ba des lithofacies carbonatées montre des anomalies par rapport aux teneurs mondiales données pour les carbonates épiconinentaux (Wedepohl, 1978).

— aucune relation génétique, directe ou infime, ou spatiale, à été jusqu'à présent trouvée entre minéralisation et roches plutoniques ou volcaniques.

Sur la base de ces observations, on peut donc synthétiser: la possibilité de précipitation de sulfure ou de sulfate est fonction du contenu géochimique et de l'environnement. Ainsi, les caractéristiques très oxidantes et hypersalines pendant la déposition et la diagénèse de la "Dolomia Rigata", ont permis une précipitation primaire synsédimentaire de barytine, tandis qu'elles empêchaient la précipitation des sulfures, mêmes en présence de fortes anomalies métalliques. Les sous-environnements différenciés pouvaient permettre une faible précipitation diagénétique des sulfures (fig. 3a).

Au contraire, les environnements dépositionaux et diagénétiques du «Calcare Ceroides» (fig. 3b), à faible salinité et moins oxidants, ont permis, en présence d'anomalie métallique, la précipitation diagénétique des sulfures, en empêchant la précipitation de barytine.

## CONCLUSIONS

Les minéralisations stratiformes à Pb-Zn-Fe et à Ba de la plateforme cambrienne de la Sardaigne montrent des marques très nettes d'un étroit contrôle sédimentologique et paléogéographique de leur genèse.

Les variations paragénetiques en vertical et/ou en horizontal à l'échelle régionale semblent étroitement liées à la variation des environnements dépositionaux et diagénétiques.

Les événements géologiques et orogéniques suivants, à commencer par le Calédonien et jusqu'à nos jours, ont donné des phases répétées de rémobilité et de reconcentration, pour aboutir aux géométries et concentrations actuelles.

## BIBLIOGRAPHIE

- AMSTUTZ, G.C., 1971: Observational criteria for the classification of Mississippi Valley-Bleiberg-Silesia type ore deposits. *Proceed. of the 2nd Int. Symp. on the Mineral Deposits of the Alps*, Bled.: 207-215.
- BECHSTADT, T., BONI, M., SCHLEDDING, T., 1984: Slope-sediments in the Cambrian Gonnese Formation of the Sulcis area, SW-Sardinia. *N. Jb. Geol. Paleont. Mn.*, 3: 129-137.
- BECHSTADT, T., BONI, M., SELG, M., 1985: The lower Cambrian of SW-Sardinia: from a clastic shelf to an isolated carbonate platform. *Facies*, 12: 113-140.
- BENCINI, A. y TURI, A., 1974: Mn distribution in the Mesozoic carbonate rocks from Lima Valley, Northern Appennines. *Jour. Sed. Petrology*, 44: 774-782.
- BONI, M., 1985: Les gisements de type Mississippi Valley du Sud-Ouest de la Sardaigne (Italie): une synthèse. *Chron. Rech. Min.*, 479: 7-34.
- CARMIGNANI, L., COCOZZA, T., GHEZZO, C., PERTUSATI, P.C. y RICCI, C.A., 1982: Lineamenti del basamento sardo. Guida alla Geologia del Paleozoico sardo. Guide Geol. Regionali. *Soc. Geol. It.*: 11-23.
- CARMIGNANI, L., COCOZZA, T., GANDIN, A., PERTUSATI, P.C., 1986: The Geology of Iglesias. In «Guide-book to the excursion on the Paleozoic basement of Sardinia». IGCP Project N.5, *Newsletter*, Special issue.
- COCOZZA, T., 1979: The Cambrian of Sardinia. *Mem. Soc. Geol. It.*, 20: 163-187.
- COOK, P.J., 1973: Supratidal environment and geochemistry of some recent dolomite concretions, Broada Sound, Queensland, Australia. *Jour. Sed. Petrology*, 43: 998-1011.
- COURJAULT-RADE, P. y GANDIN, A., 1984: Sedimentary evolution of the Cambrian sequences in Montagne Noire (France) and Sardinia (Italy): first tentative correlation. *Internat. Assoc. of Sedimentologists, Abstracts 5th European regional meeting of Sedimentology*, Marseille.: 124-125.
- DEBRENNE, F., 1964: Archaeocyata: contribution à l'étude des faunes cambriennes du Maroc, de Sardaigne et de France. *Notes et Mem. Serv. Geol. Maroc.*, 179, 1: 265.
- DEBRENNE, F., GANDIN, A., SIMONE, L., 1980: Studio sedimentologico comparato di tre "lenti" calcaree ad Archeocyati nell'Iglesiente e nel Sulcis (Sardegna sud-occidentale). *Mem. Soc. Geol. It.*, 20: 379-393.
- DEBRENNE, F., GANDIN, A., PILLOLA, G.L., 1985: La sezione tipo del Membro di Punta Manna (Formazione di Nebida, Cambriano inferiore, Sardegna SW). Biostratigrafia e Sedimentologia. In *Evoluzione stratigrafica, tettonica, metamorfica del Paleozoico Italiano*. Siena. Riunione Scientifica, 13-14 Dicembre: 33-34.
- ESTEBAN, M., 1976: Vadose pisolite and caliche. *Amer. Ass. Petr. Bull.*, 60: 2048-2057.
- FANNI, S., GANDIN, A., GRILLO, S.M., LIPPI, F., MARRAS, G., SALVADORI, A. y TOCCO, S., 1981: La piattaforma carbonatica cambrica della Sardegna Sud-occidentale: sedimentazione e deposizioni metallifere. *Mem. Soc. Geol. It.*, 22: 123-137.
- GANDIN, A., PADALINO, G., TOCCO, S. y VIOLO, M., 1973: Un esempio di deposizione stratiforme di barite nella "dolomia rigata" del Cambriaco della Sardegna occidentale. Tentativo di cor-

- relazione tra l'ambiente di sedimentazione e la precipitazione del solfato di bario. *Boll. Soc. Geol. It.*, 92: 329-354.
- GANDIN, A., PADALINO, G. y VIOLO, M., 1974: Correlation between sedimentary environment and ore prospecting. Sedimentological and ore-genesis studies of Cambrian "arenarie" and "dolomie rigate" Formations (Sardinia, Italy): deposition and concentration of barite in an evaporitic environment. *Rend. Soc. It. Mineral. e Petrol.*, 30: 251-303.
- GANDIN, A. y DEBRENNE, F., 1984: Lower Cambrian bioconstructions in South-western Sardinia (Italy). *Geobios*, Mem, special. 8: 231—240.
- GARBARINO, C., GRILLO, S.M., MARINI, C., MAZZELLA, A., MELIS, F., PADALINO, G., TOCCO, S., VIOLO, M., MACCIONI, L., FIORI, M., 1984: The paleozoic Metallogenic epochs of the Sardinian microplate (Western Mediterranean): an attempt of Syntesis of geodynamic evolution and mineralizing processes. *Rend. Soc. It. Mineral. e Petrol.*, 39, 1: 193-228.
- GRILLO, S.M., TOCCO, S. y GARBARINO, C., 1985: Il calcare Ceroide della sequenza Cambrica della Piattaforma Carbonatica della Sardegna sud-occidentale. Nuove osservazioni. In *Evoluzione stratigrafica, tettonica, metamorfica e magmatica del Paleozoico Italiano*. Siena, Riunione Scientifica, 13-14 Dicembre: 37-38.
- JUNKER, B. y SCHNEIDER, H.H., 1979: L'infracambriano della Sardegna sud-occidentale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 20: 461.
- LAND, L.S. y HOOPS, G.K., 1973: Sodium in carbonate sediments and rocks: a possible index to the salinity of diagenetic solution. *Jour. Sed. Petrology*, 43: 614-617.
- RAO, C.P., 1981: Geochemical differences between tropical (Ordovician) and subpolar (Permian) carbonates, Tasmania, Australia. *Geology*, 9: 205-209.
- STILLE, H., 1939: Bemerkungen betreffend die "Sardische" Faltung und den Ausdruck "Ophiolitisch". *Zs. Deutsch. Geol. Ges.*, 91: 771-773.
- TOCCO, S., GARBARINO, C., GRILLO, S.M. y LIPPI, F., 1985: Nuove osservazioni sulla sequenza delle litofacies carbonatiche della piattaforma cambrica della Sardegna sud-occidentale. In *Evoluzione stratigrafica, tettonica, metamorfica e magmatica del Paleozoico Italiano*. Siena. Riunione Scientifica, 13-14 Dicembre: 35-36.
- VALERA, R., 1967: Contributo alla conoscenza dell'evoluzione tettonica della Sardegna. *Res. Ass. Min. Sarda*, 72, 6: 3-95.
- VIOLO, M., 1974: Tentativo di classificazione dei giacimenti metaliferi insediati nel Cambrico inferiore-medio del Sulcis-Iglesiente (Sardegna-Italia). *Atti Fac. Ing. Cagliari*, 2: 209-214.
- WEDEPOHL, K.K., 1978: *Handbook of Geochemistry*, 2: 3-4-5, Berlin, Springer-Verlag.
- ZAMARREÑO, I., 1972: Las litofacies carbonatadas del Cámbrico de la zona cantábrica (NW España) y su distribución paleogeográfica. *Trabajos Geol. Univ. Oviedo*, 5: 118 p.