

Quelques considérations sur les bauxites des Abruzzes et sur la présence de cuivre dans un gisement

G. de WEISSE

L'arrêt de l'exploitation des bauxites de Campo Felice, dans les Abruzzes, à la suite de l'épuisement des réserves de qualité métallurgique, sert de prétexte à un bref exposé sur ces gisements.

Après un aperçu historique, les gisements sont situés dans leur cadre géographique et géologique. Leur position stratigraphique comprise entre le Crétacé inférieur et le Cénomanién supérieur présente une certaine analogie avec les bauxites de l'Isthme durancien et, en particulier, celles du Revest. De dimension relativement faible, cet horizon bauxitique caractérisé par son manque de continuité, implique une émergence de courte durée, ayant donné naissance à des amas dispersés sur la surface continentale crétacée.

Les amas exploités sont formés d'un minerai boehmitique massif et dur, dont la teneur en silice varie dans une large mesure d'un gisement à l'autre.

A la base d'un des gisements, on observe au contact du minerai et du calcaire du mur la présence d'une mince croûte couleur vert vif, formée par de la malachite. Ce carbonate de cuivre indique que la bauxite qui le surmonte devait renfermer des traces de cuivre.

Même si le fait en lui-même n'a qu'une importance secondaire, il démontre que par l'observation du contact entre la bauxite et le calcaire, on peut parfois déceler la présence d'éléments qui échappent généralement à l'analyse.

Le gisement d'Orsello dont il est question dans cette note appartient au groupe d'affleurements de bauxite de Campo Felice, qui apparaît dans la partie sommitale des calcaires du massif du Velino.

Cette région bauxitifère qui occupe la partie culminante des Abruzzes, s'étend sur une soixantaine de kilomètres de long entre l'Aquila et Sora et sur une quinzaine de kilomètres de large entre la vallée du Salto et celle de l'Aterno.

Dans sa partie centrale elle est occupée par une importante dépression: l'Alveo del Lago di Fucino, asséché une première fois par les Romains, sous l'empereur Claude, puis une nouvelle fois au XIX^e siècle.

Les bauxites des Abruzzes, découvertes au début de ce siècle, apparaissent au sud et au nord du Fucino. Elles ont alimenté la première usine d'alumine italienne, établie à Bussi (Soc. It. Fabbricazione Alluminio) devenue la Società Meridionale di Electricità, Napoli (SIME), dont la capacité atteignit 4 000 t.p.a. d'oxyde.

Durant la période initiale de 1901 à 1920, 90 000 tonnes environ furent extraites des

gisements de Pescosolido, Ovindoli, Roccadi Mezzo et Lecce nei Marsi. Mais peu à peu, en raison de sa qualité médiocre, la bauxite des Abruzzes fut abandonnée pour être remplacée par la bauxite d'Istrie.

En 1936, l'usine de Bussi ferme ses portes et la fabrication d'oxyde d'aluminium se concentre dès lors à Porto Marghera. Après la Seconde Guerre mondiale, suivie de la perte pour l'Italie du territoire istrien, il s'avéra nécessaire de refaire l'inventaire des ressources nationales en bauxite.

Les recherches entreprises à cette époque conduisirent à la découverte d'un important gisement stratiforme à San Giovanni Rotondo, au pied du versant sud du Gargano. Un certain nombre de petits gisements en poche furent localisés dans la partie septentrionale des plateaux de la Murge, près de Minervino. A partir de 1950, la prospection des gisements abandonnés des Abruzzes et du massif du Matese fut reprise activement et leur exploitation recommença en 1956, au sud de l'Aquila.

1. DISTRIBUTION DES GISEMENTS DES ABRUZZES

Les gisements de bauxite des Abruzzes se subdivisent en deux groupes: ceux situés au nord-nord-ouest du bassin du Fucino et ceux qui apparaissent au sud-sud-est.

Dans le groupe nord on peut distinguer les gisements d'Ovindoli, de Rocca di Mezzo, du Mont Morrone et de Campo Felice.

Dans le groupe sud, les affleurements se groupent autour de Lecce'nei Marsi, Villavallelonga, Civita d'Antino et Pescosolido. Nous examinerons dans ce qui suit plus particulièrement les gisements de Campo Felice, qui ont fait l'objet d'une exploitation entre 1956 et 1971.

2. GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE CAMPO FELICE

On désigne sous le nom de Piano di Campo Felice un bassin fermé, situé à 1 550 m d'altitude, et qui occupe un fossé d'effondrement comblé par des moraines et des alluvions descendues des versants avoisinants.

Des blocs de bauxite assez fréquents apparaissent dans les amas morainiques ou dans les éboulis. Ils proviennent d'affleurements dispersés sur les versants dominant le bassin.

Ces affleurements, relativement rares sont de dimensions restreintes et fréquemment dissimulés sous des éboulis calcaires ou dans les forêts de hêtres couvrant les ubacs.

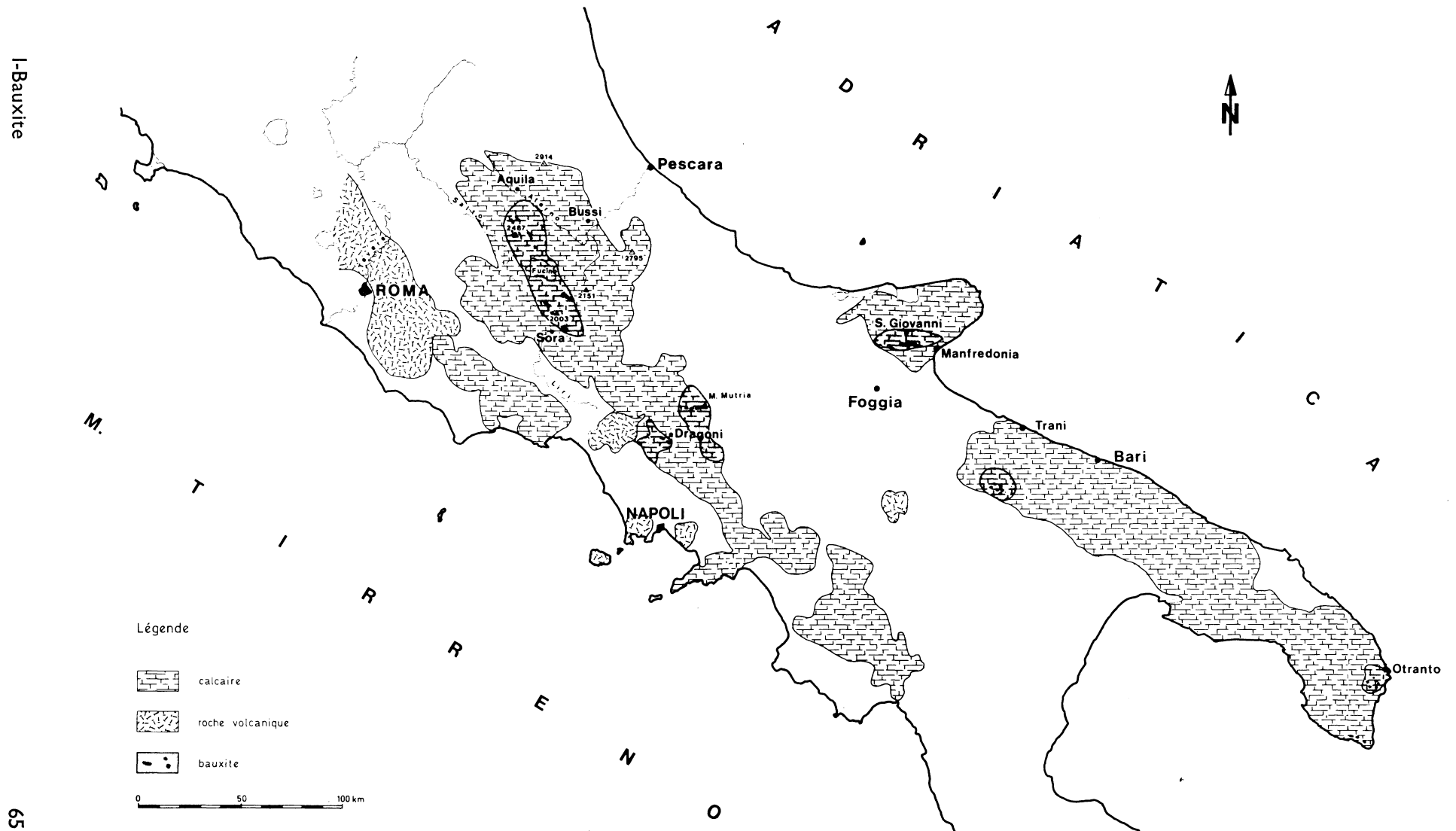
Ils apparaissent généralement sur les plans des failles qui ont fortement affecté ces formations rigides et leur discontinuité est souvent due aussi à des failles.

La stratigraphie des séries calcaires de Campo Felice a fait l'objet de plusieurs études récentes, basées sur la micro-paléontologie [3], [6], [8], [9], [11]. Ces études ont permis de dater l'horizon bauxitique avec une certaine précision.

Les formations que l'on rencontre s'échelonnent du Jurassique au Miocène supérieur et accusent une prédominance marquée des faciès néritiques carbonatés. La base, constituée par des calcaires et dolomies sans fossiles, fait partie du Jurassique et du Crétacé inférieur. Au-dessus viennent des calcaires blancs, massifs, à petits Diceras et rares Radiolites, pouvant atteindre une centaine de mètres et que l'on attribue à l'Albien.

Le mur immédiat de l'horizon bauxitique fait partie de l'Albien supérieur et du Cénomanien inférieur [11].

ZONES BAUXITIFÈRES D'ITALIE



L'horizon bauxitique correspond à une émerision; il est représenté par une surface de dissolution comblée par des sols résiduels transformés en bauxite. Leur accumulation s'est limitée aux dépressions karstiques, dispersées irrégulièrement sur ce massif calcaire émergé.

Au moment où la transgression qui mettait fin à la phase continentale recouvrait les bauxites, la surface continentale avait atteint le stade du pénéplaine, qui est soulignée par la structure plane, caractéristique des calcaires du toit. Les calcaires du toit varient dans le détail d'un gisement à l'autre. Généralement on trouve des calcaires rougeâtres, renfermant des débris de bauxite remaniés, ou des microbrèches. Ailleurs, comme à Lecce de Marsi, au sud du Fucino, le toit est formé de calcaires lacustres ou saumâtres à petits gastéropodes.

L'ensemble évoque les conditions variées qui régnaient à la fin de la période continentale relativement courte de l'Apennin central. L'horizon bauxitique indique non seulement une interruption de la sédimentation calcaire mais également la disparition par dissolution d'une certaine épaisseur de calcaires formés antérieurement. Dans le cas des Abruzzes l'épaisseur relativement faible des amas de bauxite suppose une émerision de courte durée et par conséquent la dissolution d'épaisseurs calcaires peu importantes. Au Crétacé supérieur la sédimentation calcaire s'établit à nouveau. Il se forme de gros bancs de calcaire blanc, pouvant atteindre 12 à 15 m d'épaisseur. On note en quelques points l'apparition d'une intercalation d'argile rouge, interprétée comme une seconde émerision. Puis vient une succession de calcaires blancs, séparés par des lits de marnes verdâtres qui termine la série crétacée.

Le Crétacé est surmonté par des calcarénites à Pectens, d'âge miocène. Cette superposition implique une importante lacune stratigraphique durant l'Eocène.

Lors des dislocations tectoniques concomitantes à l'orogénèse alpine, les Apennins ont été soulevés et la région qui nous occupe a été amenée à l'altitude de 1 500 à 2 500 m, sous forme de grands blocs délimités par des fractures.

3. GISEMENTS DE CAMPO FELICE

Les gisements de bauxite exploités à Campo Felice forment quatre groupes distincts, désignés sous les noms suivants:

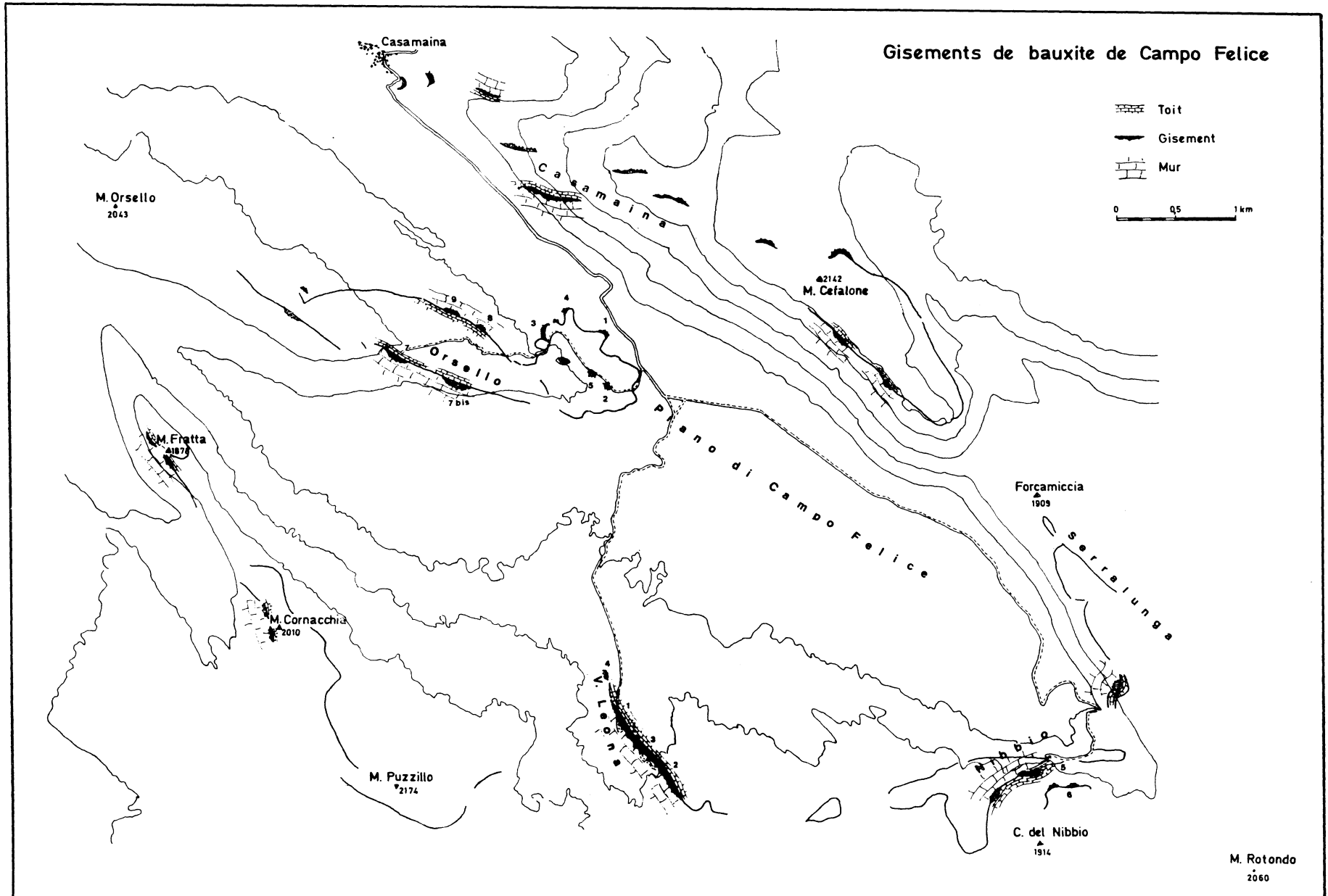
Orsello	7 gisements
Val Leona	4 »
Nibbio	3 »
Serra Lunga	3 »

Il existe en outre un certain nombre d'affleurements qui n'ont pas été exploités en raison de la teneur en silice trop élevée de la bauxite ou de leur position difficilement accessible.

Ce sont:

Casamaina	5 affleurements
Monte Fratta	2 »
Cornacchia	3 »
Cefalone	5 »

Le tonnage total extrait au cours de cette dernière période (1956-1971) a atteint 450 000 tonnes environ, dont la plus grande partie provenait de Val Leona. Il subsiste dans ce gisement quasi stratiforme, un certain tonnage de bauxite à l'aval, mais dont l'exploitation souterraine, d'un coût prohibitif, a dû être abandonnée.



Le constituant minéralogique essentiel de la bauxite des Abruzzes est la boehmite, monohydrate d'alumine, accompagné d'hématite, de kaolinite et d'anatase.

La bauxite se présente sous forme massive, se débitant en blocs durs, ne tachant pas les doigts, faiblement métamorphique. La composition chimique ressort du tableau ci-dessous.

Tableau d'analyses

Gisement		SiO ₂ (%)	FeO ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	MnO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	P.F. (%)	Hum.
Val Leona	1	8,1	20,8	2,5		56,8	11,5	3,6
Val Leona	2	3,4	24,0	2,8		58,5	11,2	
Val Leona	3	6,6	19,4	2,8		59,2	12,0	
Orsello	2	5,2	25,6	2,5		56,2	10,5	
Nibbio	2	7,4	22,2	2,7		56,3	11,2	
Production 12 000 t		3,4	25,0	2,8	0,2	57,2	11,5	
Casamaina	1	8,6	21,0	2,5	0,2	55,5	11,9	

La composition chimique de chaque poche est relativement homogène, mais on constate des variations notables de la silice combinée d'une poche à l'autre.

4. LE GISEMENT D'ORSELLO

Le mont Orsello, qui ferme au nord la plaine de Campo Felice, présente sur son versant méridional, sur une distance de près de 3 km, la ligne de contact, plus ou moins continue entre le Cénomanién inférieur et le Crétacé supérieur. On observe le long de ce contact trois affleurements de bauxite, totalisant 250 m de longueur.

L'affleurement supérieur (1 780 m) d'une longueur de 100 m environ, a donné lieu à une petite exploitation.

La couche de minerai plonge de 15° vers le nord-est, sous un toit régulier.

Les sondages de prospection ont mis en évidence des réserves d'une cinquantaine de mille tonnes, d'une bauxite dont la teneur moyenne était la suivante:

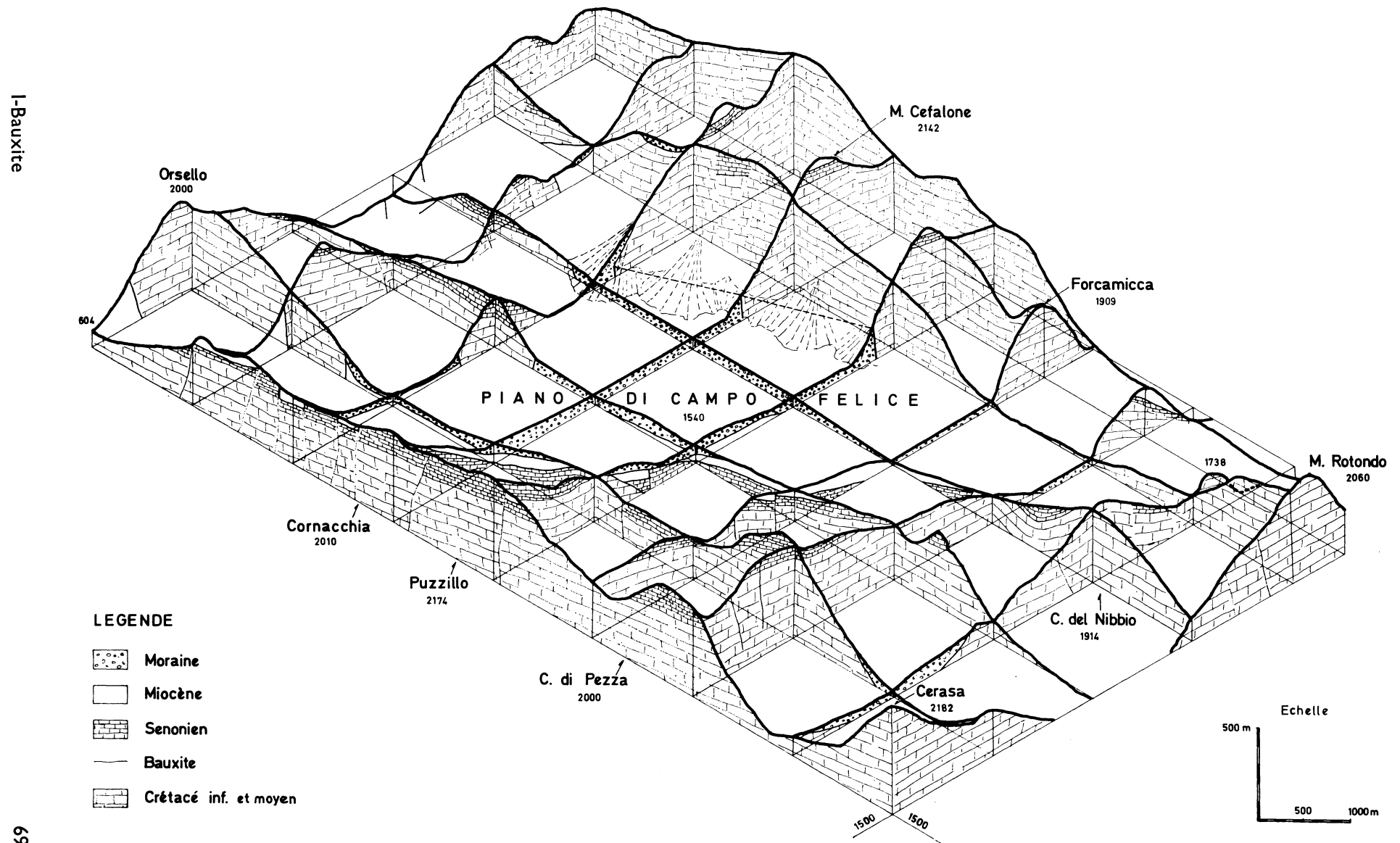
SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	P.F.	Al ₂ O ₃
8,5	25,5	2,5	0,1	11,	52,4

Examinée plus en détail on constate que la couche se compose d'un horizon supérieur renfermant 6,5% de silice et 55,5% d'alumine, passant graduellement vers le bas à une bauxite plus siliceuse (10,5% SiO₂ et 49,5% Al₂O₃). Au voisinage du mur le minerai fait place à une argile rouge reposant sur un socle calcaire irrégulier, en forme de cônes arrondis.

Dans la zone exploitée ces cônes calcaires laissent apparaître sous l'argile une surface généralement noirâtre, teintée par des oxydes de manganèse. Le calcaire proprement dit est décomposé sur quelques kilomètres sous forme de poudre blanche, c'est la zone d'attaque des eaux d'infiltration qui agissent par dissolution du ciment, laissant un amas calcaire pulvérulent. En pénétrant plus à l'intérieur on atteint le calcaire plus consistant, imprégné le long des fissures par des solutions ayant déposé de fines dendrites d'oxyde de manganèse.

Sur l'un des cônes du mur, entre la couche d'argile et le calcaire pulvérulent on observe une croûte verte, atteignant par place quelques millimètres d'épaisseur et s'étendant sur plusieurs décimètres carrés. Cette croûte délicate comprise entre deux formations meubles est très fragile et disparaît facilement lorsqu'elle est exposée aux intempéries. On ne peut

SCHEMA STRUCTURAL DE LA REGION DE CAMPO FELICE



l'observer que dans les fonds de gisement, récemment vidés par l'exploitation. Elle n'existe vraisemblablement que dans la partie du gisement exposée depuis longtemps aux pluies, au voisinage des affleurements, là où certains éléments de la bauxite peuvent être remis en mouvement.

L'analyse par spectrométrie d'émission montre qu'on est en présence de cuivre, et l'examen par diffractométrie de rayons X indique qu'il s'agit d'une croûte de malachite.

5. INTERPRÉTATION

La présence d'une mince pellicule de malachite $\text{Cu}^2(\text{OH}_2\text{CO}_3)$ à la base d'un gisement de bauxite des Abruzzes rappelle à certains égards les concentrations de nickel, observées dans un gisement de Grèce (Mégare) [14], [18]. On ignore sous quelle forme le cuivre se trouve dans la bauxite. Il est possible que ce soit sous forme de chalcopryrite, ainsi que nous l'avons observé dans un gisement d'Eleusis (Grèce). Quoi qu'il en soit, les solutions acides de cuivre précipitent au contact du calcaire et donnent naissance à la malachite.

Nous ne possédons pas de dosage de cuivre dans la bauxite d'Orsello. Les seuls oligo-éléments dosés dans la bauxite de Campo Felice sont le vanadium, le gallium et le zinc:

V_2O_5	Ga	ZnO
660-760 ppm	40-45 ppm	130-190 ppm

Néanmoins, la présence de malachite à la base du gisement indique que la bauxite sus-jacente devait renfermer des traces de cuivre. On trouve dans la littérature quelques valeurs pour la teneur en cuivre dans les bauxites. Ces teneurs sont généralement assez faibles:

Yougoslavie: Obrovac	Cu 13-32 ppm	(L. Maric, 1970)
Herzegovine	Cu 27-41 ppm	(Z. Maksimovic, 1968)
Grèce: Mandra	Cu 10-45 ppm	(Z. Maksimovic, 1970)
France: Unjat	Cu 14 ppm	(P. J. Combes, 1969)
Espagne: Fuentespalda	Cu 20-32 ppm	(P. J. Combes, 1969)

L'existence d'une pellicule de malachite à la base d'un gisement de bauxite de Campo Felice, si insignifiante soit-elle, permet à défaut d'analyse, de supposer la présence de cuivre dans la bauxite avoisinante. En outre, elle est un exemple de la mobilité d'un élément lourd tel que le cuivre, dans une roche d'altération continentale.

A ce titre il convenait d'attirer l'attention sur le milieu particulièrement réactif que constitue la surface de contact entre la bauxite et le calcaire sur lequel elle repose; ainsi que la possibilité d'y rencontrer des concentrations de métaux lourds.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AICHINO (G.), 1902. — Bauxite in Italy. *Eng. Min. Journ.*, 74, p. 41, New York.
- [2] BONI (M.), 1972. Bauxiti dell'Italia Centrale, Meridionale e della Sardegna. (Bibliografia ragionata.) *Ind. Min.*, anno 23 ott. e nov., p. 1-32, Roma.
- [3] BOSI (C.), MANFREDINI (M.), 1967. — Osservazioni geologiche sulla zona di Campo Felice (L'Aquila). *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 6, p. 245-266, Roma.
- [4] CASSETTI (M.), 1901. — La bauxite in Italia. *Rass. Min.*, 15 (2), p. 17-18, Torino.

- [5] CAVINATO (A.), 1948. — Geologia e genesi delle bauxiti. *Mem. Ist. Geol. Univ. Padova*, 15, p. 50, Padova.
- [6] CREMA (C.), 1909. — Cenni morfologici e geologici sul gruppo dei Monti d'Ocre. Mem. per servire alla desc. d. Carta Geol. d'It., 5 (1), p. 20, Roma.
- [7] CREMA (C.), 1917. — Nuovi affioramenti di bauxite nell'Abruzzo aquilano. *Min. It.*, anno 1, n° 2, p. 71-72, Roma.
- [8] CRESCENTI (U.), 1969. — Stratigraphic position of the bauxites in the central southern Italy. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, 54 (3), p. 235-239, Budapest.
- [9] D'ARGENIO (B.), 1963. — La transgressione sopracretacica nei Monti d'Ocre (Abruzzo aquilano). *Boll. Soc. Nat. in Napoli*, 72, p. 145-149, Napoli.
- [10] D'ARGENIO (B.), 1967. — Zone isopiche e faglie trassorrenti nell'Appennino centro-meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 5, p. 279-299, Roma.
- [11] D'ARGENIO (B.), 1967. — Central and southern Italy cretaceous bauxites: stratigraphy and paleogeography. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, 54 (3), p. 221-233, Budapest.
- [12] LOTTI (B.), 1908. — Ostungarische und italienische Bauxite. *Zft. Prkt. Geol.*, 16 Jahr., p. 501-504, Berlin.
- [13] LOTTI (B.), 1917. — Giacimenti italiani di bauxite. *Min. It.*, 1 (3), p. 82-85, Roma.
- [14] MAKSIMOVIC (Z.), 1972. — Nimesite. A new Septechlorite from a Bauxite deposit near Megara. *Bull. scient. Ac. sc. de Yougoslavie*, 17, n°s 7-8, p. 224-226, Belgrade.
- [15] MATTIROLO (E.), 1901. — Bauxiti italiane. *Rass. Min.*, anno 7 vol 14, p. 229-230, Torino.
- [16] NOVARESE (V.), 1903. — Der Bauxit in Italien. *Zft. Prakt. Geol.*, Jahr. 11 (8), p. 229-231, Berlin.
- [17] SEGRE (A.), 1950. — Sulla struttura dell'arco abruzzese interno. *Contr. di science. geol.*, suppl. a *La Rich. Scient.*, anno 20, p. 98-111, Roma.
- [18] WEISSE (G. de), 1967. — Sur la présence de nickel dans un gisement de bauxite près de Mégare. *Miner. Deposita*, 2, p. 349-356, Heidelberg.

Alusuisse Mines SA
Feldeggstrasse, 4, 8034 Zurich (Suisse)