

Effet de la répartition terre / mer sur la formation des gisements de bauxites en Bosnie-Herzégovine Yougoslavie

J. PAPEŠ*, F. TRUBELJA** and T. SLIŠKOVIĆ***

In the last ten years intense geological research work has been carried out on the territory of Bosnia and Herzegovina. Numerous new data concerning both the bauxite deposits and the disposition of mainland and sea in mesozoic and tertiary have been obtained.

Besides the description of the general geological circumstances on the territory of Bosnia and Herzegovina, the authors present a detailed outline of the geological relations bauxite-bearing regions of the western, central and eastern Bosnia as well as Herzegovina.

According to stratigraphic position of bauxite, deposits of Triassic, Jurassic, Cretaceous and Tertiary periods have been separated. With regard to mineralogical composition of bauxite, we distinguish: boehmite, diasporite, boehmite-diasporite, boehmite-gibbsite and gibbsite bauxites. The mineralogy of the deposits is closely connected with the geological age. The older bauxites contain mostly boehmite and diasporite, the younger ones contain a mixture of boehmite and gibbsite, while the youngest ones are composed mainly of gibbsite.

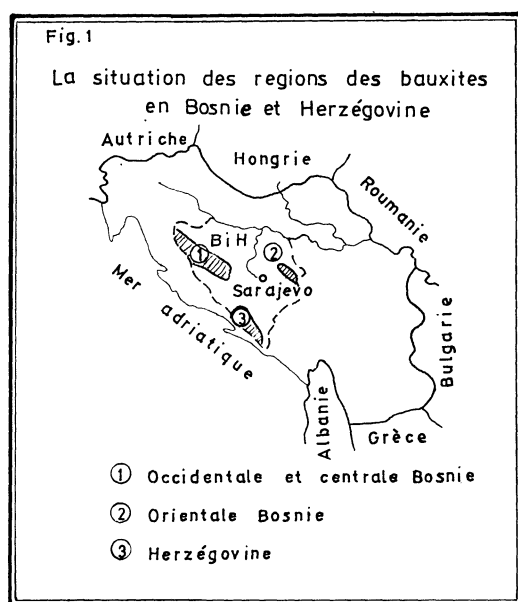
With respect to the genesis of bauxites, the authors are of the opinion that the greatest part of material participating in the formation of deposits is descended from silicate rocks which had been considerably far away from the present-day deposits. This is pointed to by the disposition of mainland and sea in Mesozoic and Tertiary, the lithological character of the overlying sediments, as well as the calculated relationships: $\%TiO_2/\%Al_2O_3$ and $\%TiO_2/\%Fe_2O_3$ in the bauxite and in silicate rocks in the region of Bosnia and Herzegovina.

1. GÉNÉRALITÉS

D'importantes recherches géologiques effectuées au cours des dix dernières années sur le territoire de la Bosnie-Herzégovine nous ont permis d'établir les schémas paléogéographiques des terrains bauxitiques (fig. 1-13).

Les gisements de bauxite en Bosnie-Herzégovine se trouvent dans trois secteurs distincts : 1) Bosnie occidentale et centrale; 2) Bosnie orientale; 3) Herzégovine. Ces secteurs ont une constitution géologique différente et appartiennent à des parties différentes des Dinarides.

Les Dinarides ont été divisées par différents auteurs en plusieurs unités paléogéographiques et tectoniques (Kossmat 1924, Petković 1960, Ćirić 1962, Sikošek et Medwenitsch 1965, Aubouin et al. 1970, etc.). On pratique souvent une division des Dinarides en externes et internes. Leur limite pourrait être établie approximativement par la ligne Cazin-Bosanska Krupa-Jajce-Kupres-Prozor-Jablanica-Konjic-Gacko. Dans la partie



interne des Dinarides prévalent des roches clastiques, magmatiques et métamorphiques. Plusieurs lacunes stratigraphiques formées au cours du Mésozoïque y ont été découvertes. Au Paléogène, la majeure partie de ce territoire est une terre ferme continue. Les Dinarides externes ont connu en général une sédimentation continue allant du Trias inférieur jusque vers la fin du Crétacé. Durant le Paléogène, des parties du terrain avaient été été sujettes à plusieurs reprises à des émergences et des submersions. La terre ferme s'était formée dès le Trias supérieur sur le territoire de transition entre les Dinarides externes et internes. Elle avait existé durant le Jurassique et le Crétacé inférieur. Pendant le Malm et le Crétacé supérieur la majeure partie de la terre a été submergée par la mer. Au Trias supérieur, la terre constituait presque tout le reste des Dinarides internes. Là aussi on retrouve en de nombreux endroits des lacunes stratigraphiques allant du Trias moyen au Malm et au Crétacé inférieur (Slišković 1971, Jurić 1971). La terre est constituée de roches clastiques, volcaniques et carbonatées du Paléozoïque et du Trias.

La terre, émergée dès le Trias, constituée pour la plupart de roches siliceuses, ainsi que des superficies de terre plus récentes et peu considérables le long du littoral ou à l'intérieur de la mer, ont rendu possible la formation de la bauxite. L'usure mécanique et chimique de roches siliceuses de la terre ferme en premier lieu et le transport de matériaux détritiques sur une couche carbonatée ont créé des conditions propices à la bauxitisation de type latéritique. Le processus de bauxitisation a été favorisé surtout par le climat tropique et la submersion intermittente des matériaux amassés. La submersion définitive des matériaux bauxitiques amassés en premier lieu dans des cavités karstiques amène à la sédimentation du toit. Celui-ci protège les gisements de bauxite contre l'érosion.

Nous avons établi par l'analyse des rapports géologiques en Bosnie-Herzégovine que les conditions favorables à la formation de la bauxite ont existé en Bosnie occidentale et centrale au Trias, Malm, Crétacé inférieur et supérieur; en Bosnie orientale au Crétacé inférieur; en Herzégovine au Malm, Crétacé supérieur et Paléogène.

2. RÉPARTITION TERRE / MER ET HORIZONS BAUXITIQUES

2.1. Ladinien

Les bauxites ne sont connues au Ladinien qu'en Bosnie centrale près du village de

Ljuša, au sud de Jajce (Burić et Vujnović 1970, Trubelja 1970). Les bauxites gisent sur des dolomies anisiennes, et sont génétiquement liées à la série vulcanogène-sédimentaire du Trias moyen. On retrouve des rapports géologiques similaires au sud de Bugojno, ensuite aux environs de Prozor et de Konjic, où apparaissent des minerais Fe et Mn. On a pu établir une lacune stratigraphique entre les calcaires anisiens et les dolomies, et la série vulcanogène-sédimentaire ladinienne. D'après le hiatus ci-dessus, nous concluons à l'existence d'une terre de peu d'importance à l'intérieur de la mer ladinienne (fig. 2). Les matériaux pyroclastiques de la terre carbonatée ont été transformés par latérisation en bauxite diasporique. Ces bauxites contiennent par endroits plus de 90% de diaspore.

2.2. Carnien

Les bauxites du Carnien sont décrites sur un espace allant de Bihać à Kulen Vakuf (Burić 1969). On a établi là une lacune stratigraphique entre les anisiens ou ladinien développés dans le faciès carbonaté et constituant le mur de la bauxite, et les clastites carniennes formant son toit. La terre ferme à l'intérieur de la mer carnienne s'étendait de Kulen Vakuf vers le nord-ouest (Šinkovec 1970). Les matériaux dont les bauxites se sont formées proviennent de la terre attenante avec, à cette époque, des roches dénudées de la série vulcanogène-sédimentaire (fig. 3). La minéralogie de ces bauxites n'est pas connue.

2.3. Malm

On trouve en Bosnie occidentale et en Herzégovine du sud-est plusieurs gisements de bauxite avec un mur fait de calcaires hydrozoïques du Malm et un toit de calcaires à clypéines (Natević, Živaljević et Burić 1966, Sakać 1969, Burić et Živaljević 1970, Burić 1971).

En Bosnie occidentale (montagne Srnetica), la terre ferme émergeait au Malm d'une mer peu profonde; les matériaux dont s'est constituée la bauxite s'y déposaient (fig. 4). Les mêmes conditions géologiques régnaient dans le secteur d'Herzégovine sud-orientale (fig. 5), exemple: la montagne Viduša.

Au Malm on trouve pour la plupart des bauxites boehmitiques. En Herzégovine, en plus de la boehmite, il y a très peu de diaspore.

2.4. Crétacé inférieur

Dans le secteur allant de Bihać à Bosanski Petrovac on retrouve de nombreux gisements de bauxite à mur de calcaires malmiens et à toit de calcaires barrémo-aptiens (Sakać 1969). Là aussi, à l'intérieur de la mer du Crétacé inférieur avait existé une terre ferme carbonatée sur laquelle étaient déposés les matériaux devant former la bauxite (fig. 6). On ne possède pas non plus de données minéralogiques sur ces bauxites-là.

En Bosnie orientale (environs de Vlasenica sensu lato) on trouve d'importants gisements de bauxite avec mur de calcaires du Trias moyen, en partie du Trias supérieur, et toit constitué de couches clastiques de l'éo-Crétacé inférieur (Slišković 1971, Slišković et Gušić 1973). C'est sur le mur karstifié qu'a eu lieu le dépôt de matériaux clastiques et granuleux, ainsi que la séparation de particules plus ou moins grandes. C'est justement ce matériau granuleux (argileux), séparé en des dépressions karstiques particulières, qui a donné par bauxitisation la substance bauxitique. Des particules clastiques plus grandes, sable quartzes et galets en premier lieu, forment par endroits le toit de la bauxite ou sont déposés directement sur le mur. Le toit du gisement s'interpénétrant souvent intimement avec la bauxite, ceci est une belle preuve de la formation de la bauxite des mêmes roches que le toit immédiat (fig. 7). Toutes les bauxites des environs de Vlasenica sont boehmitiques.

2.5. Crétacé supérieur

Les bauxites à toit sénonien sont très répandues en Bosnie occidentale et centrale, et on pense depuis peu que certaines bauxites en Herzégovine appartiennent au Sénonien.

Sur le territoire de la Bosnie occidentale sensu lato, de Bihać et Bosanska Krupa à Bosanski Petrovac, on a établi par endroits une lacune stratigraphique entre calcaires cénomaniens-turonien et calcaires sénoniens et clastites (Živaljević 1963, Živaljević 1966, Sakač 1969, Burić et Živaljević 1971). A l'intérieur de la mer sénonienne, du matériau formant la bauxite a été déposé sur les calcaires cénomaniens-turonien. Ce matériau provient généralement de la même terre ferme que nous avons mentionnée en décrivant les bauxites du Carnien, du Malm et du Crétacé inférieur (fig. 8). Ces bauxites sont dans leur majeure partie boehmitiques ou boehmitiques-diasporiques.

De pareilles conditions géologiques ont régné en Bosnie centrale (environs de Jajce sensu lato). Une lacune stratigraphique entre calcaires turoniens-sénoniens et couches de maestricht y a été établie (Devidé-Neděla et Polšak 1961, Pujzina et al. 1969) (fig. 9).

En Herzégovine il existe aussi une terre carbonatée à l'intérieur de la mer sénonienne. Elle s'étendait dans le secteur Posušje-Stolac (fig. 10). Les bauxites se sont formées sur un mur karstifié de la manière que nous avons décrite à plusieurs reprises. Le toit des gisements bauxitiques est formé par des brèches carbonatées, des bancs de calcaires ou des calcaires bien lités sans fossiles, de sorte que leur âge n'est pas bien défini. Ces bauxites sont exclusivement boehmitiques.

2.6. Paléogène

On ne trouve les bauxites du Paléogène qu'en Herzégovine (Slišković et al. 1962, Slišković et Luburić 1964). Le Paléogène est développé également en Bosnie septentrionale (Čičić et Papeš 1970), mais il n'est pas bauxitique. Par contre, on connaît en Herzégovine plusieurs horizons bauxitiques. Des lacunes stratigraphiques ont lieu entre les calcaires du Crétacé supérieur et différents dépôts paléogéniques, aussi bien qu'à l'intérieur des couches paléogéniques mêmes. La minéralogie de ces bauxites a été bien étudiée (Šćavničar et al. 1968).

2.6.1. Paléocène et Eocène inférieur

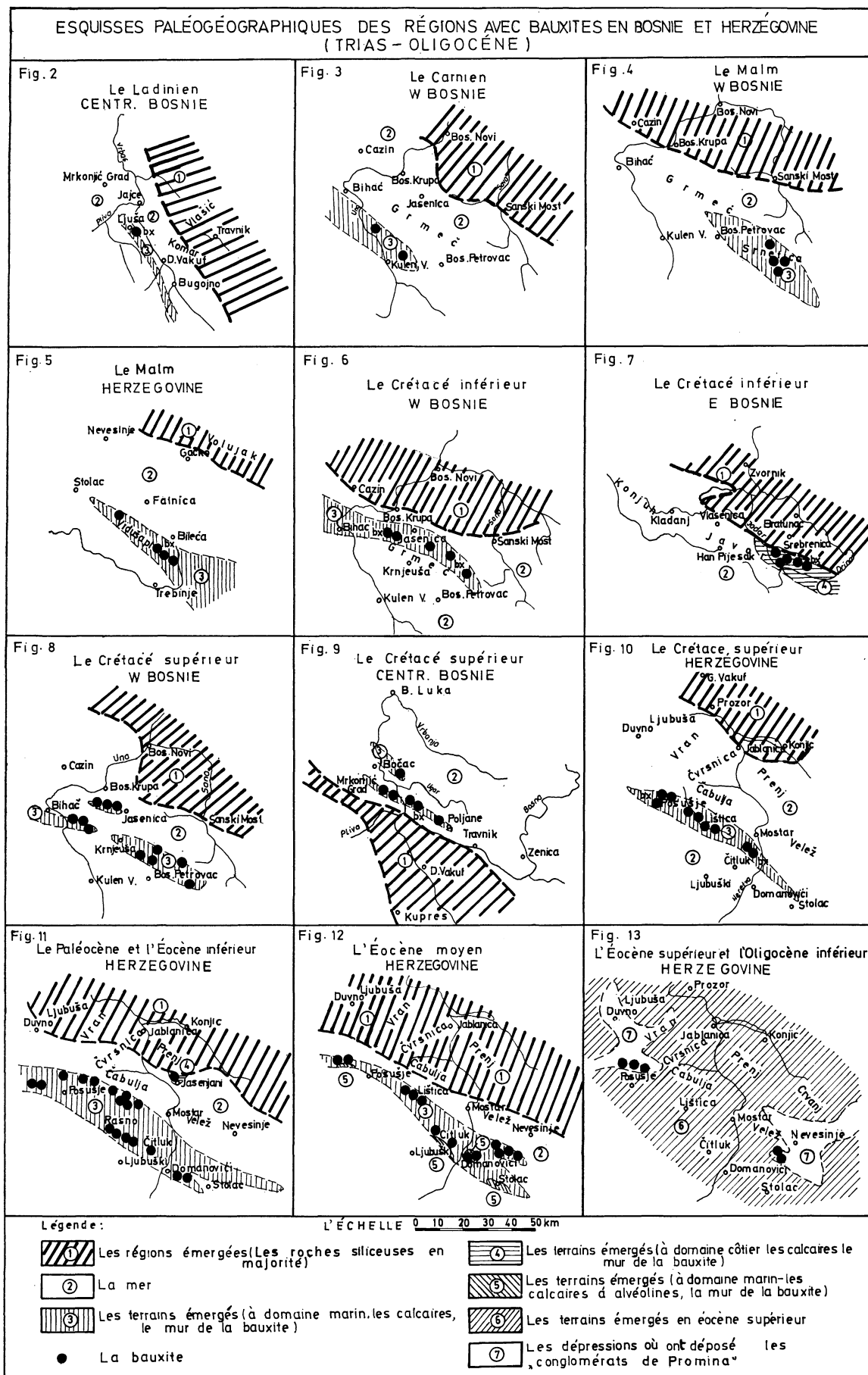
Les conditions paléogéographiques au Paléocène sont semblables à celles du Crétacé supérieur, avec toutefois l'extension des superficies de terre ferme (fig. 11). Le dépôt des matériaux bauxitiques et leur bauxitisation se sont effectués aussi bien sur la terre carbonatée à l'intérieur de la mer paléogénique que sur sa côte nord (Jasenjani). Les bauxites sont soit boehmitiques, soit boehmitiques-hydrargillitiques. Le toit des bauxites est formé par des couches liburniennes ou des calcaires alvéoliniens-nummulitiques.

2.6.2. Eocène moyen

A l'Eocène moyen, la terre ferme au nord de l'Herzégovine s'est étendue encore davantage vers le sud (fig. 12). La superficie de terre à l'intérieur de la mer paléogénique change jusqu'à une certaine mesure de forme et de dimensions. Elle est constituée de calcaires du Crétacé supérieur et du Paléogénique ancien. Les matériaux bauxitiques sont déposés maintenant aussi bien sur les calcaires du Crétacé que sur ceux du Paléogène. Entre ceux-ci et ceux-là il existe une différence dans le degré de karstification. Les calcaires du Crétacé ont des formes karstiques plus développées, ayant été exposés plus longtemps à l'action des forces extérieures, tandis que les calcaires paléogéniques n'ont pas de formes karstiques tellement développées. Relativement à quoi les gisements de bauxite à mur crétacé sont généralement plus grands et de meilleure qualité, tandis que ceux assis sur des calcaires paléogéniques ont des dimensions et une qualité inférieures. Les bauxites ont un toit de flysch éocène. Ce sont pour la plupart des bauxites boehmitiques-hydrargillitiques soit hydrargillitiques-boehmitiques (Trubelja 1973).

2.6.3. Eocène supérieur

La mer se retire complètement de tout le territoire de l'Herzégovine à l'Eocène supérieur (fig. 13). Il reste en Herzégovine occidentale et orientale des dépressions dans les-



quelles sont déposées des couches clastiques (couches promina). Dans celles-ci on retrouve des fragments et des galets pratiquement de toutes les roches dont avait été constituée la terre de cette époque. Les fragments et galets qui y sont le mieux représentés sont toutefois ceux des calcaires crétacés et paléogéniques. Les matériaux dont se sont formées les bauxites se sont déposés sur des calcaires crétacés ou paléogéniques karstifiés, et proviennent sans doute pour la plupart du flysch crétacé et paléogénique qui recouvrait alors la majeure partie du terrain environnant. Du point de vue minéralogique ce sont en général des bauxites boehmitiques-hydrargilitiques, soit hydrargilitiques-boehmitiques. Le toit des gisements de bauxite est constitué par des couches promina.

2.7. Néogène

Les bauxites sous des couches néogéniques d'eau douce (marnes et conglomérats) sont connues dans les secteurs de Barači, Prozor, Lištica et Posušje (Slišković et Luburić 1964, Trubelja et Vasiljević 1968). Les bauxites gisent sur des couches mésozoïques (Jurassique, Crétacé).

Après le plissement des Dinarides (vraisemblablement vers la fin de l'Oligocène), des dépressions se sont formées dans la majeure partie de la Bosnie-Herzégovine et le dépôt des couches miocènes d'eau douce y a commencé. Les matériaux dont se formeront les bauxites sont déposés sur un relief karstifié et se transforment par bauxitisation en bauxite. L'enfoncement du mur karstique et le dépôt du toit amènent au recouvrement des gisements par des sédiments d'eau douce.

Les bauxites néogéniques sont de qualité inférieure (contenant assez de kaolinite). Ce sont en général des bauxites hydrargilitiques typiques (Trubelja 1971).

3. APERÇU DE L'ORIGINE DES MATÉRIAUX POUR BAUXITES

Essayant d'expliquer l'origine de la substance bauxitique dans notre karst, nous partons des faits provenant des potentiels ioniques des éléments hydrolysables et des rapports mutuels de ces éléments dans la bauxite et les roches silicieuses.

Les composantes chimiques principales et secondaires de la bauxite sont des éléments hydrolysables, dont le potentiel ionique va de 3 à 10. Ceci signifie par la suite que Al, Fe, Ti et d'autres éléments se comportent de manière similaire dans un milieu sédimentaire et que leur sort définitif aussi dans les gisements bauxitiques dépend de leurs potentiels ioniques. Des potentiels ioniques similaires sont en quelque sorte la garantie du maintien de rapports à peu près égaux entre les éléments hydrolysables dans les bauxites. D'autre part, les rapports entre ces éléments doivent être très rapprochés de ceux qui existent dans les roches d'origine, lesquelles sont pour la plupart de constitution silicieuse. C'est pourquoi nous avons procédé à un calcul des rapports $\% \text{TiO}_2 / \% \text{Al}_2\text{O}_3$ et $\% \text{TiO}_2 / \% \text{Fe}_2\text{O}_3$ pour des bauxites provenant de nombreux gisements en Bosnie-Herzégovine. Le calcul a démontré que ces rapports sont pareils entre eux et assez constants pour tous les gisements de bauxite. Ainsi, par exemple, la valeur moyenne $\% \text{TiO}_2 / \% \text{Al}_2\text{O}_3$ pour les bauxites d'Herzégovine est de 0,057, pour les bauxites de Bosnie orientale de 0,07, pour ceux des environs de Jajce de 0,04 et pour les bauxites de Bosnie occidentale de 0,043. Pour les rapports $\% \text{TiO}_2 / \% \text{Fe}_2\text{O}_3$ nous avons obtenu les valeurs moyennes suivantes: bauxites d'Herzégovine 0,129, bauxites de Bosnie orientale 0,129, bauxites des environs de Jajce 0,118 et ceux de Bosnie occidentale 0,146. Ces données représentent la première composante de notre hypothèse sur l'origine des matériaux bauxitiques.

Comme seconde composante nous avons pris les rapports chiffrés pour les mêmes éléments contenus dans les roches silicieuses de Bosnie-Herzégovine. Lors de ce calcul, nous avons pris en considération les roches allant du Paléozoïque au Jurassique. Les

rapports calculés pour les mêmes éléments dans les roches siliceuses sont très rapprochés, voire égaux aux rapports pour ces éléments dans les bauxites.

Après avoir comparé les rapports chiffrés dans les bauxites et les roches siliceuses, nous concluons que les roches d'origine dont provient la plupart des matériaux bauxitiques ont été en général siliceuses. Ces roches se trouvaient et se trouvent toujours dans la région des Dinarides (fig. 1-13). C'étaient en premier lieu des roches magmatiques basiques et des schistes à niveau de métamorphisme bas, ainsi que d'autres roches dont l'usure de type latéritique amène la libération d'éléments hydrolysables, sur terre ferme carbonatée en premier lieu. Naturellement, une part moins importante de matériaux bauxitiques peut être fournie par les roches carbonatées mêmes.

4. CONCLUSIONS

Les faits énumérés au cours du présent travail nous permettent d'énoncer les constatations suivantes :

1. Les gisements de bauxite en Bosnie-Herzégovine se trouvent exclusivement sur un lit carbonaté, soit qu'ils remplissent des cavités karstiques de dimensions plus ou moins importantes, soit qu'ils s'étendent sur une superficie plus considérable des plateaux karstiques.

2. D'après la répartition entre la terre et la mer, les gisements de bauxite sont situés dans la zone littorale de la terre plus ancienne (notée sur les schémas par le chiffre 1), ou bien aux superficies de terre plus récentes (notées par 3 et 5 sur les schémas) à l'intérieur de la mer. A l'Eocène supérieur, l'Oligocène et le Néogène (fig. 13) les bauxites se trouvent à côté des dépressions d'eau mi-douce et douce à l'intérieur d'une terre ferme unique.

3. Les matériaux d'origine dont se sont formées les bauxites proviennent pour la plupart de la terre plus ancienne constituée en majeure partie par des roches siliceuses.

4. Une étude détaillée de la composition minérale de gisements particuliers de bauxite provenant d'horizons stratigraphiques différents nous a permis d'établir que: les bauxites plus anciennes sont généralement mono-hydratées (boehmite, diaspore); les bauxites plus récentes sont mono et trihydratées; les bauxites les plus récentes sont exclusivement trihydratées (hydrargillite). Ces dernières contiennent de la kaolinite en quantités assez importantes.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBOUIN (J.) et al., 1970. — Essai sur la géologie des Dinarides. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XII, p. 6. Paris.
- BURIĆ (P.), 1969. — Srednjotrijaska ležišta boksita izmedju Bihaća, Kulen Vakufa i Bosanskog Petrovca (zapadna Bosna). *Geol. glasn.*, 13, p. 225-234. Sarajevo.
- BURIĆ (P.) et VUJNOVIĆ (L.), 1970. — Neki podaci o ležištu boksita u selu Ljuši izmedju Jajca i D. Vakufa. *Geol. glasn.*, 14, p. 191-195. Sarajevo.
- BURIĆ (P.) et ŽIVALJEVIĆ (T.), 1970. — Gornjojurska ležišta boksita na planinama Srnetici i Soši gori u S.Z. Bosni. *Geol. glasn.*, 14, p. 181-189. Sarajevo.

- BURIĆ (P.), 1971. — Ležišta crvenog boksita gornjojurske strosti na sjeveroistočnim padinama planine Grmeč. *Geol. glasn.*, 15, p. 169-176. Sarajevo.
- BURIĆ (P.) et ŽIVALJEVIĆ (T.), 1971. — Ležišta boksita senonske starosti na planini Grmeč (sjeverozapadna Bosna). *Geol. glasn.*, 15, p. 145-162. Sarajevo.
- ČIČIĆ (S.) et PAPEŠ (J.), 1970. — Litostratigrfske odlike paleogena u Bosni i Hercegovini. *Geol. glasn.*, 14, p. 35-40. Sarajevo.
- ČIRIĆ (B.), 1962. — Le développement des Dinarides (Yougoslavie) pendant le cycle alpin. Libre mem. prof. Paul Fallot. Soc. géol. France. Paris.
- DEVIDÉ-NEDELA (D.) et POLŠAK (A.), 1961. — O nalazu mastrihta u okolini Bešpelja, sjeverno od Jajca. *Geol. vjesn.*, 14. Zagreb.
- JURIĆ (M.), 1971. — Geologija područja sanskog paleozoika u sjeverozapadnoj Bosni. Posebna izdanja. *Geol. glasn.*, XI. Sarajevo.
- KOSSMAT (F.), 1924. — Geologie der zentralen Balkanhanbilsel. Bornsträger. Berlin.
- NATEVIĆ (Lj.) et al., 1966. — Geologija ležišta boksita na Viduši planini u jugoistočnoj Hercegovini. *Geol. glasn.*, 11, p. 433-438. Sarajevo.
- PETKOVIĆ (K.), 1960. — Tektonska karta F.N.R.J. *Glass S.A.N.*, 22, p. 129-139. Boegrad.
- PUIZINA (D.) et al., 1969. — Novi rezultati geološkog istraživanja područja sjeverno od Jajca. *Geol. vjesn.*, 22, p. 247-268. Zagreb.
- SAKAĆ (K.), 1969. — O stratigrafiji, tektonici i boksitima planine Grmeč u zapadnoj Bosni. *Geol. vjesn.*, 22, p. 269-301. Zagreb.
- SIKOŠEK (B.) et MEDVEVITSCH (W.), 1965. — Tektonik der jugoslavischen Südalpen. *Verch. Geol.*, B-A, 116/2. Wien.
- SLIŠKOVIĆ (T.) et al., 1962. — O stratigrafiji i tektonici južne Hercegovine. *Geol. glasn.*, 6, p. 111-140. Sarajevo.
- SLIŠKOVIĆ (T.) et LUBURIĆ (P.), 1964. — Stratigrafische Lage des Bauxites in der Herzegovina und S.W. Bosnien. *Bull. Sci. Cons. Acad. R.S.F. Yougoslavie*, 9/1-2, 6-7. Zagreb.
- SLIŠKOVIĆ (T.), 1971. — Novija istraživanja krednih naslaga istočne Bosne. Glasn. Zemalj. muzeja, Prirodne nauke, 10, p. 19-27. Sarajevo.
- SLIŠKOVIĆ (T.) et GUŠIĆ (I.), 1973. — O stratigrafskom položaju boksita i razvoju krede u istočnoj Bosni. II jugosl. simpozij o istraživanju i eksploataciji boksita. Tuzla.
- ŠČAVNIČAR (S.) et al., 1968. — Mineralogical and chemical Properties of Herzegovinian Bauxites. Travaux Comité I.C.S.O.B.A., 5, p. 45-62. Zagreb.
- ŠINKOVEC (B.), 1970. — Geology of the Triassic Bauxites of Lika, Yougoslavia (Geologija trijaskih boksita područja Like). *Acta geologica*, 7, p. 5-67. Zagreb.
- TRUBELJA (F.) et VASILJEVIĆ (R.), 1968. — Boksiti područja Barača (Jajce) (geološko mineraloška studija). *Glasn. Zemalj. muzeja Bosne i Hercegovine, Prirodne nauke*, 7, p. 139-158. Sarajevo.
- TRUBELJA (F.), 1970. — Diaspore Bauxite at the village of Ljuša in the environs of Jajce (Bosnia). *Bull. Sci. Cons. Acad. R.S.F. Yougoslavie*, 15, p. 3-4. Zagreb.
- TRUBELJA (F.), 1971. — Two different Bauxite types in the area of Jajce, Bosnia. Second Intern. Symp. of I.C.S.O.B.A., 2, p. 53-62. Budapest.
- TRUBELJA (F.), 1973. — Mineralogija bosansko-hercegovačkih boksita kao funkcija geološke starosti. II jugosl. simpozij o istraživanju i eksploataciji boksita. Tuzla.
- ŽIVALJEVIĆ (T.), 1963. — Geološki sastav i tektonska gradnja jugoistocnih padina Grmeč planine u sjeverozapadnoj Bosni. *Geol. glasn.*, 8, p. 85-94. Sarajevo.

- ŽIVALJEVIĆ (T.) et BURIĆ (P.), 1964. — Geološki sastav i tektonska gradja boksitonosnog terena Crnih Lokava u Hercegovini. *Geol. glasn.*, 10, p. 109-118. Sarajevo.
- ŽIVALJEVIĆ (T.), 1966. — Geološke karakteristike boksitonosnog terena Suvaja-Vojevac kod Bosanske Krupe (S.Z. Bosna). *Geol. glasn.*, 11, p. 389-402. Sarajevo.

**Institut Géologique, 71000 Sarajevo (Yougoslavie)*

***Prirodno-Matematički Fakultet, Titova 114, 71000 Sarajevo (Yougoslavie)*

****Musée National, 71000 Sarajevo (Yougoslavie)*