

ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION D'ALANYA  
(TAURUS MÉRIDIONAL)  
ORIGINE DES BAUXITES MÉTAMORPHIQUES

Philippe de PEYRONNET

*Faculté des Sciences de Paris*

INTRODUCTION

L'étude de la région d'Alanya m'a été proposée en 1962 par le Service géologique de Turquie (M.T.A, d'Ankara). Ce territoire est situé dans la chaîne du Taurus, en bordure de la Méditerranée, dans la partie E du golfe d'Antalya. Les terrains les plus anciens du Taurus, primaires et mésozoïques, en partie métamorphisés, y affleurent en un ensemble anticlinal sur 200 km de longueur, comptés depuis la région des lacs, au NW, jusqu'à Silifke au SE et sur 40 km de largeur. Les travaux effectués sur le terrain et en laboratoire m'ont permis d'établir la stratigraphie et de reconstituer l'histoire géologique de ce territoire.

Du point de vue morphologique, la région d'Alanya (Fig. 1) comprend une plaine côtière et un arrière-pays montagneux. La première, taillée dans les vieux schistes antérieurement au Miocène, et dominée par le rocher d'Alanya d'altitude 300 m, isolé au bord de la mer, est adossée à la chaîne du Taurus, ici haute de 1300 m. Le secteur étudié est arrosé par deux rivières, l'Alakilise Dere et le Dim Çay qui prennent leurs sources dans les hauts sommets; dans leurs vallées, le climat chaud aidant, les habitants cultivent le coton, les agrumes et les bananes. Dans l'arrière-pays dominent les calcaires et les dolomies, formant de grandes surfaces dans lesquelles les torrents ont taillé des gorges profondes, notamment celle du Kargı Çay au cours orienté d'Est en Ouest. Ce sont des territoires arides et rocailloux ou encore vêtus de forêts de pins et de pâturages, domaines des transhumants; on y observe l'habituel cortège de la morphologie karstique classique. Citons en particulier: Araplar Dağ, Ovacık Dağ, Cebelireis Dağ, Susuz Dağ<sup>1</sup>.

La région d'Alanya a été étudiée de 1941 à 1951 par le géologue suisse M. Blumenthal. Ses contours ont servi à dresser la carte géologique au 500 000<sup>e</sup> de la Turquie. Par la suite, des prospecteurs tels que A. Egger et J. Wipperfurth ont parcouru. Le travail le plus récent est celui de T. Güvenç dont la Thèse d'Université (Paris 1965) portait essentiellement sur la stratigraphie du Primaire non métamorphique de l'arrière-pays d'Alanya, dans la vallée du Göksu Irmak, à 20 km au NE du territoire décrit ici.

Je vais exposer ici les résultats auxquels j'ai abouti notamment en ce qui concerne la stratigraphie et la géochimie de certaines roches et spécialement celle des bauxites; je terminerai par un aperçu sur la structure.



1 - Localité; 2 - Gisement de bauxite;  
3 - Point côté; 4 - Route; 5 - Chemin;  
6 - Cours d'eau.

Fig. 1 - Esquisse de la région d'Alanya.

I. LA SÉRIE STRATIGRAPHIQUE

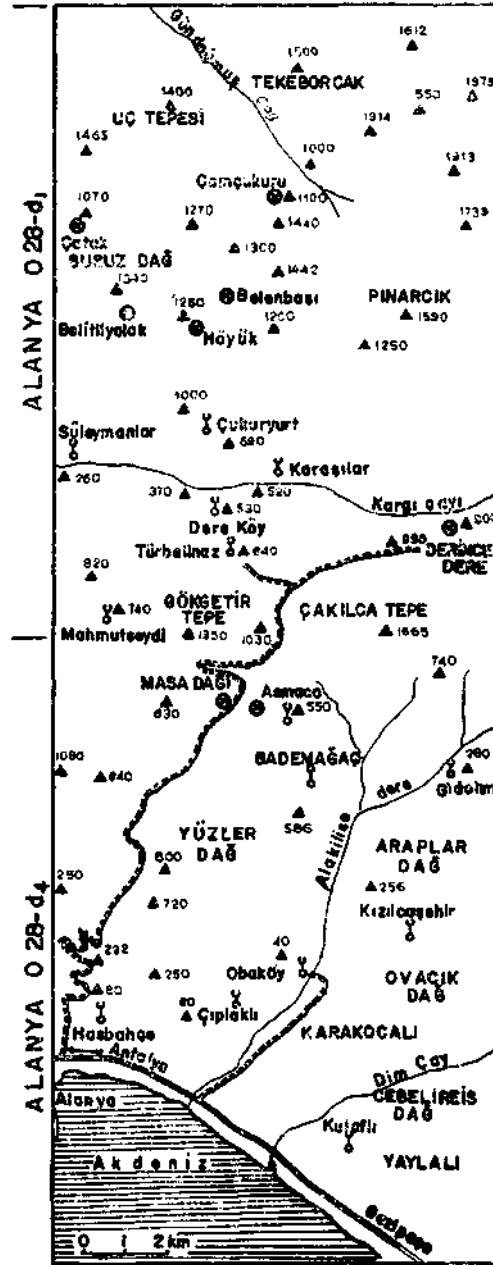
Elle comprend trois ensembles d'importances diverses, déjà distingués par M. Blumenthal :

- la Série schisteuse et l'Ensemble carbonate permo-triasique (Fig. 2);
- le Néogène;
- les Formations récentes.

Série schisteuse

Ces assises, les plus anciennes de toutes, constituent le massif d'Alanya; on n'en connaît pas la base. Elles affleurent surtout dans la plaine côtière et un peu aussi dans l'arrière-pays à la faveur de complications structurales. Leur succession paraît normale puisque les couches les plus métamorphiques supportent celles qui sont les moins transformées. Voici de bas en haut, les divers termes que j'ai identifiés :

A. *Les Micaschistes a grenat*, visibles sur 200 m d'épaisseur, n'affleurent qu'à proximité de la mer. Leurs minéraux sont le quartz, la phengite, la paragonite, la biotite rétrotransformée en chlorite, le pyrope-almandin, portant des traces de kelyphitisation, l'albite, la clinozoïsité et la calcite; la tourmaline verte, le zircon, l'apatite et l'andalousite sont détritiques. La structure de la roche est granolépido-blastique. Cette paragenèse caractérise, dans le métamorphisme régional, le



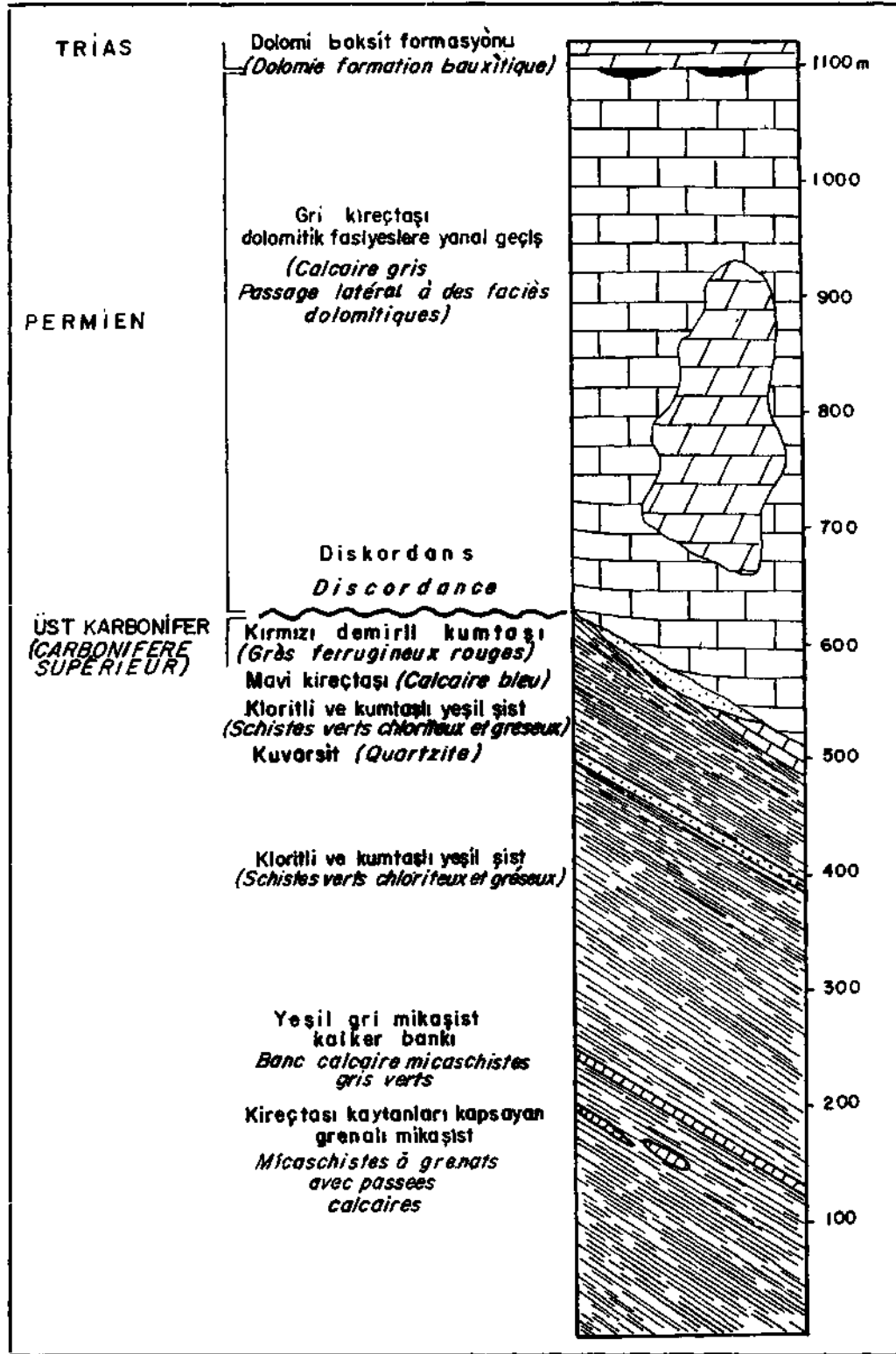


Fig. 2 - La série stratigraphique ancienne d'Alanya.

sous-faciès «quartz, albite, épidote, almandin» du faciès «schistes verts» de Turner et Verhoogen. Il révèle une température de 400° à 500° sous une pression de 3000 à 8000 bars, ce qui implique un enfouissement de 8 à 11 km.

*B. Le Complexe schistogréseux*, épais de 250 m, est visible à la fois dans la plaine côtière et dans l'arrière-pays. Il se décompose en:

a. Mince niveau schisteux (une dizaine de mètres) avec les mêmes minéraux que précédemment moins le grenat et la clinozoïsite. On note encore les rétro-morphoses de la biotite en chlorite et séricite, les caractères cataclastiques du quartz et les plissements secondaires de l'ensemble. La structure est granolépido-blastique. Le métamorphisme est encore celui du sous-faciès «quartz, albite, épidote, biotite» du faciès «schistes verts» de Turner et Verhoogen.

b. Niveau de calcaires et calcschistes (2 à 3 m) où la calcite est poecilitique.

c. Schistes métamorphiques gréseux et chloriteux, 2,30 m environ, de teinte verte, d'aspect satiné, constitués par des lits de mica et de quartz. Ils se terminent par un banc de quartzite. Dans le faciès le plus commun, les minéraux sont: le quartz, en cristaux de deux tailles (30 et 200 microns, les plus petits bourrés de rutile), avec des inclusions hélicitiques ou orientées comme les lits de phyllites (recristallisation paratectonique), la muscovite, la phengite, la biotite, rare et rétro-morphosée en chlorite, l'albite, et des minéraux accessoires: tourmaline verte, poecilitique, zircon, apatite, hématite. La roche est de structure granolépido-blastique. Le métamorphisme est encore celui du sous-faciès «quartz, albite, muscovite, chlorite» du faciès «schistes verts» de Turner et Verhoogen.

*C. Bancs discontinus de Calcaire bleu sombre*, épais de 30 m, disposé en lentilles au sommet de la Série schisteuse. Ils sont distribués çà et là et le Kargı Çay marque leur limite d'extension vers le N. La roche, isocristalline, est composée de cristaux de calcite étirés et poecilitiques, aux plans de clivages déformés et avec des macles polysynthétiques; il s'y trouve un peu de mica blanc, de la chlorite, de l'albite et de l'hématite. La structure est granonématoblastique. Ici les Calcaires bleus ne conservent pas le moindre fossile mais leur attribution au Carbonifère supérieur, daté par des Schwagérines, à Gazipaşa, à 40 km au SE d'Alanya, est admissible (renseignement oral de J. Wipfern).

*D. Grès quartziques ferrugineux*.— Je les considère comme le terme le plus élevé de la Série schisteuse. Ce sont ordinairement des grès rouges ou jaunes, à quartz, éléments phylliteux et oligiste, affleurant en de rares points (Asmaca, Kızıldağ, Karaisalar et Süleymanlar). Je n'en connais pas au N du Kargı Çay. On notera les caractères cataclastiques du quartz, poecilitique, à extinction roulante, portant des traces de fracture et avec inclusions de rutile aciculaire; j'ai identifié l'hépatite en concentrations importantes, l'albite, la séricite, la chlorite, le talc et des minéraux détritiques: tourmaline verte, zircon, rutile et péridot. Cette paragénièse correspond encore au sous-faciès «quartz, albite, muscovite, chlorite» du faciès «schistes verts» de Turner et Verhoogen et suppose cette fois une température de 400° seulement sous une pression de 2000 bars, impliquant un enfouissement de 7 à 8 km, donc moindre que précédemment. Je les interprète comme le produit de l'érosion des roches soumises à l'altération continentale consécutive au soulèvement de la région. De fait, on y retrouve des minéraux du Complexe schistogréseux tels

que le quartz à rutile, la tourmaline et le zircon. Ils évoquent ainsi les boues rouges transportées actuellement par des fleuves comme l'Amazone et redéposées en mer. De plus, M. Blumenthal aurait observé un gisement de bauxite, à la base du Permien, à l'Ouest d'Alanya. Si cette observation était confirmée, elle fournirait la preuve de l'émersion.

*Remarques.:*

1. La Série schisteuse est à dominante détritique et provient probablement de la transformation d'argiles sableuses dérivées de l'érosion de roches métamorphiques inconnues sur le territoire étudié ici (présence de l'andalousite détritique). D'autre part, les micaschistes à grenat renferment 46% de quartz contre seulement 40% dans les schistes qui les surmontent et qui sont plus riches en phyllites : Palluvion originelle était donc de moins en moins sableuse.

2. On constate l'existence d'un gradient géothermique élevé, puisque tous les stades du faciès «schistes verts» se succèdent sur une épaisseur de 300 m.

3. Ce métamorphisme, qui est de type régional, décroît aussi d'intensité en se dirigeant du S vers le N du territoire où les micaschistes à grenat n'affleurent pas.

4. Les caractères cataclastiques du quartz, et les rétro-morphoses de certains minéraux (biotite et grenat) montrent que la série schisteuse a sans doute subi deux métamorphismes.

**Ensemble carbonate permo-triasique**

Il surmonte les niveaux détritiques rouges dont il est séparé probablement, ainsi que le montrera l'étude structurale, par une discordance. Celle-ci est certaine à 20 km au NE d'Alanya où le Permien repose sur le Carbonifère supérieur avec un angle de 25° à 30° (T. Güvenç, 1965). Epais de 500 à 600 m et même 800 m dans le N du territoire, l'Ensemble carbonate forme les reliefs de l'arrière-pays où il renferme la bauxite. Du fait de la présence de celle-ci, on distingue une partie inférieure qui est calcaire et dolomitique, et une partie supérieure, dolomitique, au toit des poches bauxitiques.

A. *Partie inférieure.*— J'y ai reconnu trois faciès :

a. Le calcaire gris, en bancs de 0,50 m, est largement représenté et constitue le mur de la bauxite. La calcite est poecilitique, avec des caractères cataclastiques (extinction roulante, plans de clivage déformés, macles polysynthétiques) accentués au S du Kargı Çay. Les éléments détritiques sont rares : séricite, chlorite (souvent de néogénèse) et quartz. On distingue à l'oeil nu les Algues, *Mizzia velebitana* Schub. et, probablement, *Permocalculus*<sup>2</sup> qui datent du Permien la série subordonnée aux bauxites. J'ai reconnu aussi des vestiges indéterminables de Foraminifères, Gastéropodes, Echinodermes et Ostracodes.

b. La dolomie grise est disposée au sein du calcaire en grandes lentilles qui s'enflent parfois en masses plus importantes; c'est ainsi qu'elle forme toute la pente du Susuz Dağ au-dessus du Çukuryurt. La roche est à grain fin avec des zones calcaires et des zones dolomitiques lesquelles effacent les caractères cataclas-

tiques des cristaux. Elle est datée du Permien par les *Mizzia*. Il est probable qu'elle résulte de la dolomitisation du calcaire gris.

c. La dolomie blanche, jusqu'ici azoïque, ne s'observe qu'au S du Kargı Çay où elle forme de grandes corniches arrêtées en falaises. La roche, bien cristallisée, se tient au-dessus du calcaire gris à *Mizzia*.

Ainsi, après le dépôt des grès rouges, consécutifs à une surélévation, la région d'Alanya a été couverte en transgression par la mer Permienne, probablement peu profonde comme semblent l'indiquer les maigres éléments de faunes et de flores. L'absence presque totale d'apports détritiques s'explique par un éloignement des côtes ou par des conditions de biostasie.

La présence de la Formation bauxitique au sommet du Permien, calcaire et dolomitique, implique un retrait de la mer d'environ 20 km vers le N où l'on note un épaissement de l'Ensemble carbonate qui s'enfle jusqu'à atteindre 1000 m, ce qui suggère la continuité de la sédimentation.

La Formation bauxitique est le niveau le plus élevé de la série d'Alanya portant encore des traces évidentes de métamorphisme. La bauxite est à diaspore, chloritoïde et hématite, pour tous les gisements; il s'y ajoute le corindon et la disthène, pour ceux situés au S du Kargı Çay. Elle est comprise entre deux couches de schistes à chloritoïde. Par l'intermédiaire de l'une d'elles, elle repose sur le mur carbonate à surface simplement irrégulière. J'ai remarqué en effet l'absence d'une véritable karstification, disposition qui a peut-être été due à la proximité du niveau de base à l'époque de la Formation bauxitique.

#### B. Partie supérieure :

Sur le terrain, elle ne se distingue bien de la précédente que grâce au repère fourni par les gisements de bauxite. C'est une dolomie sans doute secondaire en bancs plus minces, de teinte plus claire et d'aspect moins cristallin que celles de la partie inférieure. Son épaisseur est inconnue car elle a été certainement entamée par l'érosion. Au microscope, la dolomie finement cristallisée présente des extinctions roulantes et des macles polysynthétiques, plus nombreuses au S du Kargı Çay qu'au N. On observe des filonnets de calcite, du quartz, de la séricite, de la chlorite et de l'hématite. Des Foraminifères ont été observés à Çamçukuru, dans une zone un peu plus calcaire au toit de la Formation bauxitique. Ce sont d'après M. J. Sigal : *Glommospirella irregularis* Moeller, *Glommospirella spirillinoides*, *Ammodiscus* et *Semiinvolutus* cf. *clari* Krist, vraisemblablement d'âge triasique moyen ou supérieur.

Le Trias est certainement transgressif sur la bauxite dont on trouve des galets dans ses couches de base. Le métamorphisme est douteux mais retenons que les cristallisations sont plus marquées au S du territoire qu'au N.

Une revue d'autres séries anciennes décrites en divers points de Turquie nous montre que le Paléozoïque, jusqu'au Carbonifère compris, est très souvent détritique (schisteux et gréseux) et métamorphique. Il se termine en Anatolie centrale par des calcaires sombres et dans l'arrière-pays d'Alanya, soit à une vingtaine de kilomètres de la côte, par des niveaux détritiques accompagnés de roches vertes,<sup>3</sup> ce qui fournit un indice touchant la provenance des rares périodites

identifiés dans les grès rouges d'Alanya. Le Permien est généralement transgressif et souvent discordant sur son substratum avec des faciès calcaires. En Anatolie, le Trias est fréquemment régressif; à peu près seule la région d'Alanya, où il est transgressif, fait donc exception.

La plaine côtière, taillée sur les schistes antépermieniens est couverte par des placages de marnes blanches à *Orbulina* de l'Helvetien.<sup>4</sup> Elles supportent des cailloutis descendus du Taurus, interprétés comme un ancien delta du Dim Çay qui aujourd'hui les entaille. La découverte de galets de bauxite prouve que le transport fut important puisque le gisement d'Asmaca, le plus proche du littoral, en est éloigné de six kilomètres. Ces cailloutis ont été cimentés en conglomérat par un calcaire à débris de Corallinacées du Néogène moyen ou supérieur<sup>5</sup> dont les thalles usés révèlent un dépôt en milieu marin agité.

Enfin, parmi les formations récentes mentionnons l'importance des alluvions des rivières aux lits encaissés, celles des formations de pentes et surtout l'existence du cordon littoral qui borde la côte. Les minéraux des sables pourraient provenir du massif d'Alanya. Les examens morphoscopiques<sup>6</sup> ont révélé qu'ils ont subi de forts remaniements.

## II. FORMATION BAUXITIQUE

Compris entre le Permien au mur et le Trias au toit, le minerai bauxitique a été reconnu pour la première fois en 1939 par P. Arni. D'après M. Blumenthal (1951), la zone des bauxites s'étend du Kargı Çay à l'Alara Çay, au NW du territoire, et sa largeur est de 10 km entre Asmaca, au S, et Çamçukuru au N (Fig. 1).

La formation se présente en lentilles épaisses de 4 à 5 m et longues de 2 km au plus à Çatak. Les pendages varient entre 40° et 70°.

Lorsque la coupe est complète, on observe que la bauxite est séparée localement de son mur et de son toit par 0,05 à 0,10 m de schistes à chloritoïdes sombres violacés et d'aspect satiné. L'étude microscopique révèle la présence de la séricite, abondante, du chloritoïde en oursins, du quartz en grains anguleux et souvent à inclusions de rutile, de l'albite, de la tourmaline poecilitique, du zircon, du rutile et de l'hématite. En outre, les examens aux rayons X (Mme J. Mergoil et Y. Blanc, Laboratoire de Géologie de Clermont-Ferrand) ont permis d'identifier la pyrophyllite, à Derince Dere, au S du Kargı Çay. La structure est lépidoblastique.

### Remarques:

1. On ne trouve jamais de schistes à chloritoïde dans la bauxite même, mais seulement aux épontes des gisements, ce qui prouve la constance des conditions de dépôt depuis le début jusqu'à la fin de l'épisode bauxitique.

2. Le métamorphisme, qui les a portés au début du faciès «schistes verts», pourrait être dû aux dislocations survenues dans la région car il est de type Bar-

row (basse température et forte pression) et le contexte géologique ne permet pas actuellement d'imaginer qu'une forte épaisseur de sédiments ait couvert la Formation bauxitique.

3. Enfin leur matériau d'origine devrait être cherché non dans les produits d'altération du mur carbonate, mais dans ceux des schistes antépermien préablement métamorphisés et transportés. De fait, les schistes à chloritoïde conservent certains éléments les plus durs de la Série ancienne (quartz, rutile, tourmaline et zircon) dont sont dépourvus les calcaires. Leur aspect est identiques à ceux des vieux schistes sauf que leurs tailles sont plus petites en raison de l'usure qu'ils ont subie (Fig. 3). La Formation bauxitique est donc allochtone sur le calcaire permien, ce que confirme l'étude géochimique. D'autre part, on est conduit à supposer un soulèvement de la région schisteuse d'Alanya au S, comme au moment de la formation des grès rouges, suivie de l'érosion du socle et du transport des débris schisteux en direction du N (Fig.4).

*Les minéraux de la bauxite sont*, en tous lieux: le diaspore, le chloritoïde, la chlorite, la séricite, l'hématite. Sont considérés comme accessoires: le rutile, la tourmaline et le zircon. Les gisements du S du Kargı Çay renferment en plus du corindon automorphe né de la transformation du diaspore sous l'effet du métamorphisme, et du disthène. Dans les poches les plus septentrionales, celles de Çatak et Çamçukuru, les moins touchées par le métamorphisme, on trouve la goethite.

— *Le diaspore*, né peut-être uniquement à la suite du métamorphisme d'un hydroxyde d'aluminium non identifié, est l'élément majeur des bauxites où il se trouve dans des proportions variant de 90 % à 40 %, mais réduite à 6 % dans certains échantillons. Dans la masse du minerai, il domine à deux niveaux (Fig. 5). Au microscope, le diaspore est le plus souvent microcristallin, de teinte rosé plus ou moins foncée selon l'importance des poussières d'oxyde de fer qu'il contient en inclusions et qui permettent de distinguer plusieurs types de structures de la bauxite. J'ai reconnu les suivantes: structure orientée, comme si la matière de la roche s'était écoulée; structure oolitique, ou pisolitique, ou encore structure concrétionnée. Dans certaines plages, le diaspore s'offre en cristaux rectangulaires bien formés de 8 à 426 microns de longueur tandis qu'avec la structure dite homogène, ce sont alors des baguettes atteignant jusqu'à 780 sur 75 microns. Enfin, le diaspore existe dans les filonnets remplissant les fissures de la roche. Les diagrammes de poudres aux rayons X sont normaux<sup>7</sup> car le rapport des intensités  $I(020)/I(110)$  est compris entre 0,06 et 0,14; de plus, la maille est canonique:  $a = 4,40 \text{ \AA}$ ,  $b = 9,42 \text{ \AA}$  et  $c = 2,84 \text{ \AA}$ .

— *Le corindon* n'a été reconnu que dans certains gisements du S du Kargı Çay où il est réparti sur toute la hauteur de la lentille dans la proportion de 12 à 48%. Les cristaux, automorphes, présentent des clivages et des macles et sont souvent incolores, plus rarement jaunes- ou bleutés. Certains contiennent des inclusions de poussières d'oxyde de fer. En revanche, dans certains cas, le corindon est trop finement cristallisé pour être identifié d'après ses formes propres: ce ne sont alors que des taches claires situées dans la masse du diaspore microcristallin. L'observation microscopique d'échantillons à structure oolitique provenant de



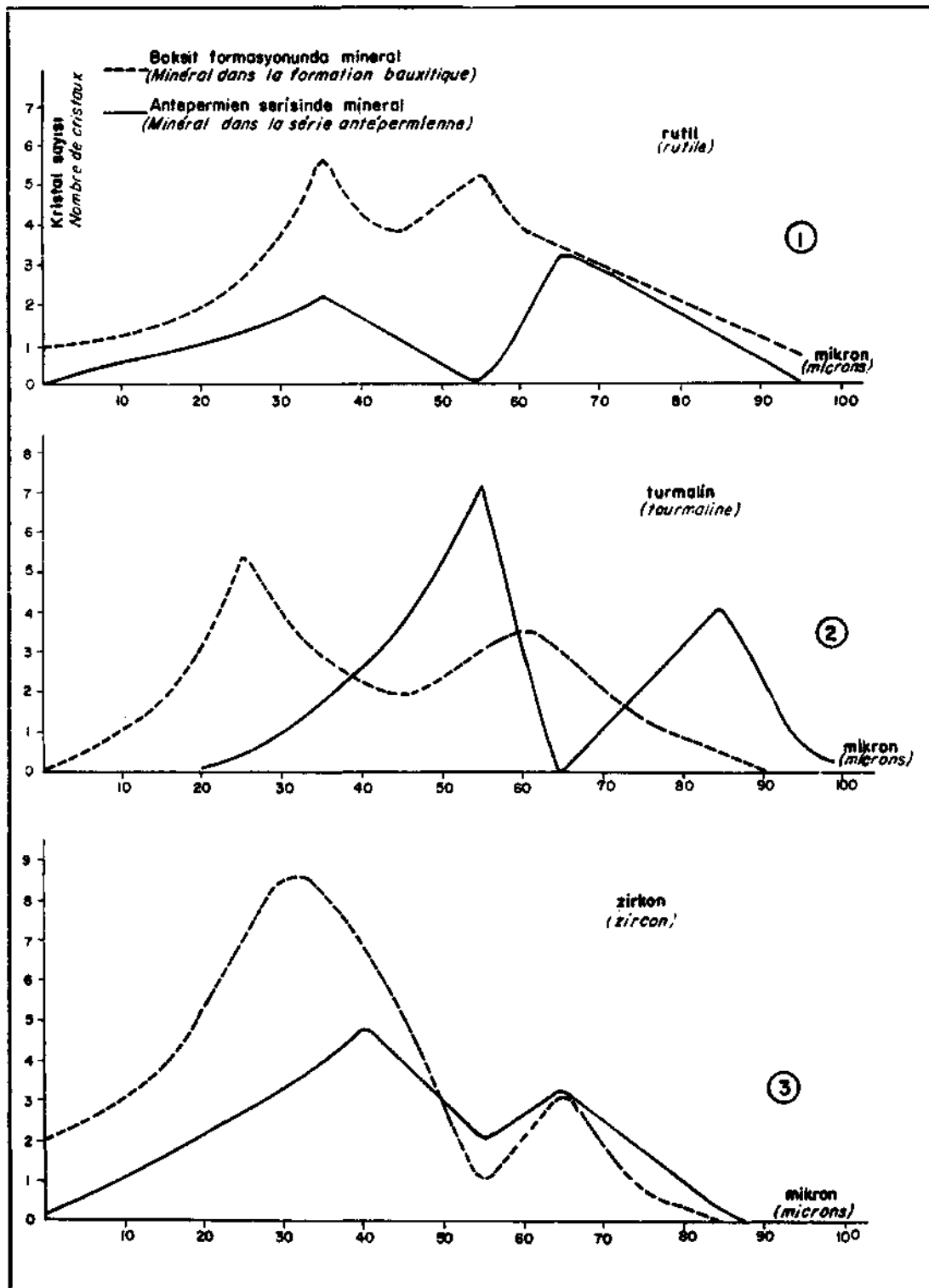


Fig. 3 - Courbes des fréquences des tailles du rutile, de la tourmaline et du zircon.

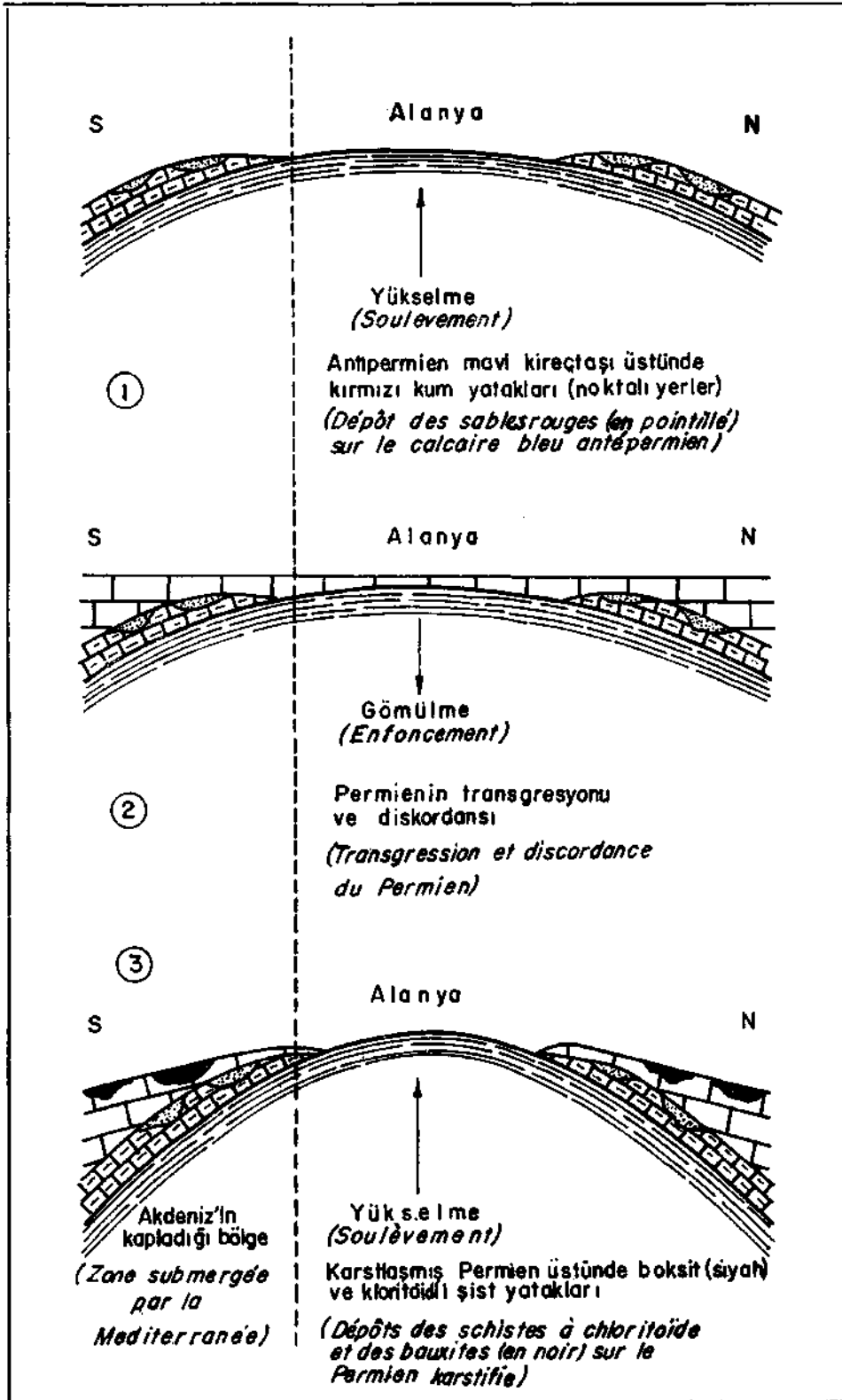


Fig. 4 - Allochtonie et origine des schistes à chloritoïde attachés aux bauxites d'Alanya.

Masa Dağ et Derince Dere permet de saisir le passage du diaspore au corindon. En effet, dans un premier stade, l'oolite est composée de diaspore microcristallin et de cristaux de corindon groupés en plages bordées d'oxyde de fer et mesurant de 14 à 100 microns. Des inclusions ferrugineuses demeurent seules, permettant d'évoquer les oolites antérieures au métamorphisme. A des stades plus avancés, le corindon automorphe domine sur le diaspore, puis subsiste seul. L'ancienne structure oolitique est toujours décelable grâce à la densité et à la répartition des inclusions ferrugineuses. D'autre part, le calcul des compositions minéralogiques a montré que la somme des teneurs en diaspore et corindon demeure à peu près constante dans les échantillons prélevés aux parties moyennes des gisements. Les diagrammes de poudres aux rayons X révèlent que la maille calculée du corindon est strictement identique à celle du corindon type,<sup>8</sup> ce qui laisse supposer qu'il n'y a pas de Fe+++ en substitution dans la structure.

Le corindon procède donc du diaspore par perte d'une molécule d'eau. Ajoutons que la transformation diaspore-corindon observée paraît en accord avec les conditions thermiques du début du faciès «schistes verts», ce qui est confirmé par la mise en évidence de *pyrophyllite*\* dans un échantillon de schistes du mur de Derince Dere, ainsi que par la présence de chlorite et de chloritoïde, dans tous les gisements.

Enfin, le fait qu'aux gisements situés dans la partie méridienne du territoire, la bauxite y est à corindon et à diaspore, tandis qu'à la partie septentrionale, c'est-à-dire au-delà du Kargı Çay, le diaspore y règne seul, permet de conclure à une diminution du gradient de métamorphisme lorsque l'on procède du S vers le N. Le métamorphisme régional responsable de la transformation du diaspore en corindon et des rétro-morphoses décelables dans la série antépermienne, a donc eu une localisation identique à celle du premier métamorphisme, celui d'âge antépermien.

— *Le chloritoïde* est le phyllosilicate le plus abondant dans la bauxite où d'ordinaire plus de 50% du cortège minéralogique lui reviennent. Ses cristaux vert foncé ont la macle en oursin qui atteint 300 microns de diamètre; l'ottrélite a été reconnue dans un échantillon du gisement de Çamçukuru. Il est le dernier venu aussi bien dans la bauxite que dans les schistes du mur et du toit, car on constate dans ceux-ci que les lits de séricite ont été écartés par la cristallisation du chloritoïde. De plus, ceux-ci indiquent un stade de métamorphisme régional peu avancé (faciès des «schistes verts») et de type Barrow, à faible gradient géothermique et où les températures ont agi sous de fortes pressions. Le sédiment initial était riche en Al et Fe, mais pauvre en Ca, Mg et K. Enfin, le chloritoïde situé dans les fractures montre que le métamorphisme a opéré postérieurement à la consolidation de la bauxite et lors d'une détente, peut-être au moment des dislocations qui ont affecté la région.

— *La chlorite*, caractéristique elle aussi du début du faciès «schistes verts» est fréquente et atteint 10% dans quelques échantillons sous forme de grandes lames montrant un pléochroïsme de jaune à incolore et comportant de l'oxyde de fer et du rutile en inclusions. On sait aussi par les diagrammes de rayons X qu'il s'agit d'une chlorite riche en fer. Les cristaux de chlorite sont groupés en amas

d'importance variable, disposés dans des géodes ou comblant les diaclases de la roche.

— *Le disthène* se présente en baguettes automorphes de 170 sur 70 microns, incolores ou bleutés, où l'on décèle des traces de clivages et même des macles. Les cristaux du disthène sont disposés près de ceux du corindon et du diaspore. L'apparition du disthène coïncide à peu près avec le début de «l'amphibolite faciès» dans le métamorphisme de type Barrow, c'est-à-dire accompagné de fortes pressions.

Les oxydes de fer sont un des composants principaux de la bauxite où ils comptent pour 40 % et même 60 % dans la croûte ferrugineuse qui coiffe certains gisements. Ce sont ordinairement des oxydes (*hématite* et *ilménite*), exceptionnellement des hydroxydes (*goethite*) dans le N du territoire. Les sections polies font apparaître des aiguilles d'hématite enchevêtrées sans aucune orientation, et groupées en masses compactes ou disposées dans la zone corticale d'oolites dont elles soulignent la structure concentrique. Les minéraux du fer sont présents dans toute l'épaisseur de la couche de bauxite et les plus forts pourcentages sont atteints dans le Nord du territoire (gisement de Çamçukuru, Fig. 5) qui était la région la plus éloignée de l'anticlinal d'Alanya et aussi la plus basse topographiquement à l'époque de la formation de la bauxite (Fig. 4).

La bauxite elle-même se présente sous *trois faciès*. Dans le premier, dit *bréchique* ou *pseudo-bréchique*, des fragments d'une bauxite massive ou oolitique sont cimentés par du diaspore macrocristallin ou par de l'oxyde de fer. Le plus souvent, les éléments de la brèche sont pratiquement identiques au ciment; plus rarement ils sont différents. La roche présente alors une allure orientée à la suite des tassements survenus au cours du remplissage de la poche. Bien mieux, les fragments qui composent la roche ont été déformés les uns au contact des autres: il s'agissait donc à l'origine de galets mous.

Le faciès *ferrugineux* est caractérisé par la présence de nombreux pisolites composés de minéraux alumineux et d'oxyde de fer; la roche est riche en hématite. Ce faciès est localisé au toit des gisements, exceptionnellement dans la masse comme c'est le cas à Çatak.

Enfin, le faciès *homogène* est consécutif à la recristallisation des minéraux sous l'effet du métamorphisme: le diaspore est disposé en baguettes enchevêtrées atteignant 180 sur 75 microns et l'on note l'apparition du corindon automorphe et du disthène. Cependant les structures primitives orientées et oolitiques sont toujours décelables grâce à des particules ferrugineuses qui ont conservé leur disposition originelle. Ce faciès n'a été reconnu que dans la bauxite du S du Kargı Çay. Les deux premiers sont analogues à ceux des bauxites banales de l'Europe méridionale.

-Les diagrammes des gisements fondés sur les pourcentages calculés de minéraux d'après les échantillons qui ont été recueillis entre le mur et le toit offrent beaucoup de points communs (Fig. 5). Ainsi les minéraux phylliteux dominent aux épontes, ce qui est le cas de beaucoup de gisements du Midi de la France où la bauxite est comprise entre deux niveaux, d'argile ou d'argilite. Presque partout, la courbe du diaspore dessine deux maxima, confirmant l'unicité du niveau de bauxite, ce qu'avait déjà montré l'étude de la série stratigraphique. Les minéraux accessoires

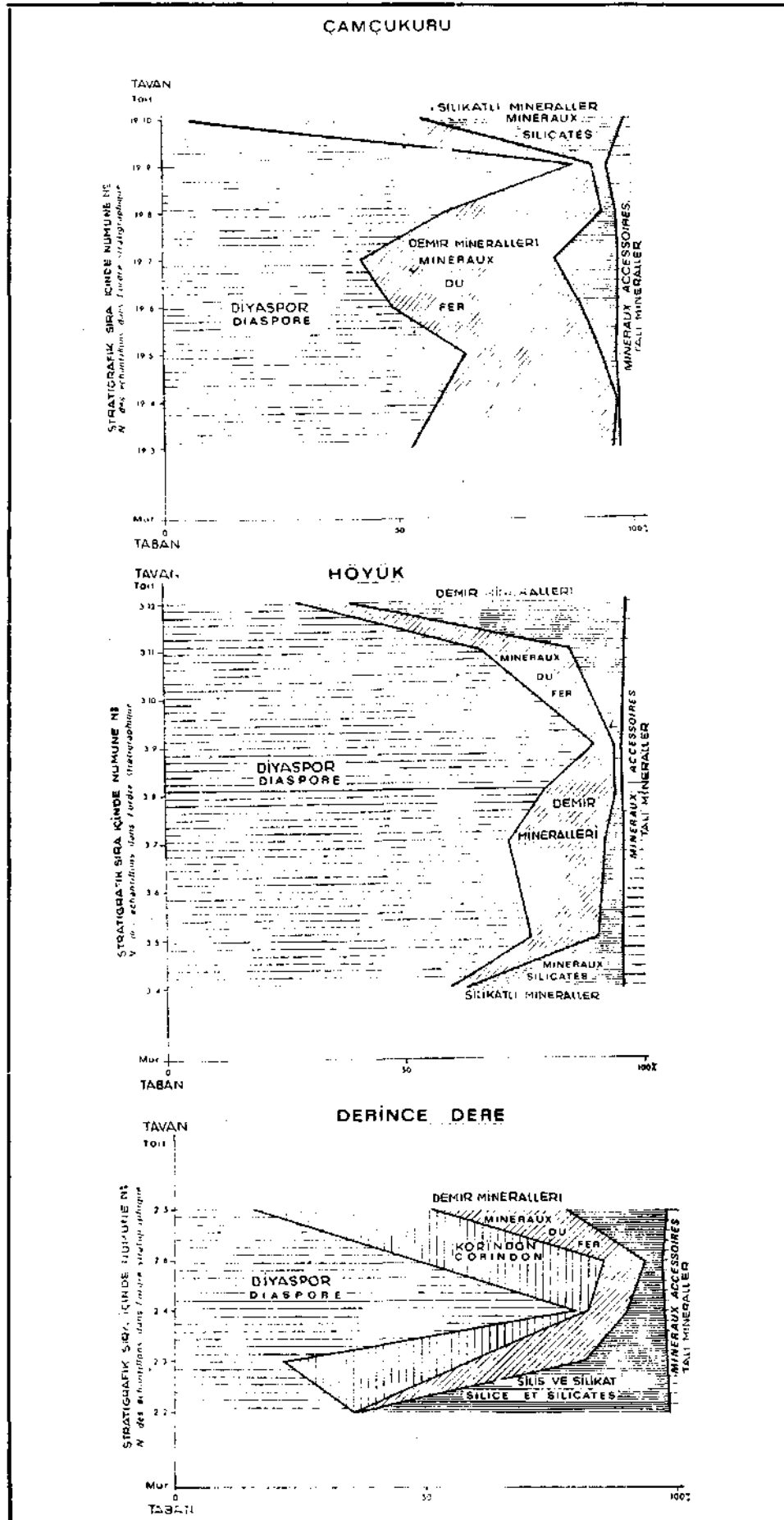


Fig. 5

(rutil, tourmaline et zircon) sont identiques d'un gisement à l'autre, ce qui tend à faire croire à une commune origine. Au surplus, les minéraux accessoires étant semblables à ceux des schistes à chloritoïde et aussi à ceux des schistes antépermien, il est légitime de conclure à une filiation entre ceux-ci et la bauxite (Fig. 3).

L'étude géochimique a révélé la présence des mêmes éléments-traces dans la bauxite, les schistes à chloritoïde et les schistes d'Alanya. D'autre part j'ai noté une augmentation voisine de celle indiquée par V. M. Goldschmidt (4 à 5 fois) du Ga, Ti et Sn dans la bauxite par rapport aux roches du Complexe antépermien, ce qui nous confirme dans l'idée de les considérer comme la roche-mère. Enfin, certains rapports connus dans les milieux alumineux sont identiques dans les schistes verts et dans les schistes à chloritoïde de la Formation bauxitique (Fig. 6).

	ANTÉPERMIEN				PERMIEN	Schistes à chloritoïde	TRIAS	
	Mica-schistes à grenat	Schistes verts	Calcaire bleu	Niveaux rouges gréseux	Calcaire murs	Dolomie toits		
Ga/Al	2,09	1,26	2,51	4,26	3,64	1,28	6,36	$10^{-4}$
Al/Ti	14,00	40,33	48,40	29,54		40,16	165,00	
Ti/V	0,008	0,009	0,008	0,0012		0,011	0,003	$10^4$
Cr + Ni + V/Fe <sup>++</sup> + Fe <sup>+++</sup> + Mg	25,96	19,07	181,73	14,78	76,17	21,68	0,31	$10^{-4}$
Cr/Fe <sup>++</sup> + Fe <sup>+++</sup> + Mg	7,36	7,007	14,94	2,27	6,24	6,01	0,12	$10^{-4}$
Ni/Fe <sup>++</sup> + Fe <sup>+++</sup> + Mg	13,45	6,599	153,84	4,78	61,03	8,88	0,13	$10^{-4}$
Sn/Ca	8,20	6,71	23,64	10,76		6,14	1,07	$10^{-4}$
Sn/Si	0,10	0,08	1,47	0,21		0,17	343,71	$10^{-4}$
Sn/Ti	13,01	10,68	26,08	64,69		10,99		$10^{-4}$
Ni/Si	1,26	1,008	28,08	3,06	52,97	2,43	18,16	$10^{-4}$

Fig. 6 - Rapports de quelques éléments entre eux dans la série d'Alanya.

Quant à la répartition géographique du fer (Fig. 7), elle s'accorde avec l'hypothèse d'un soulèvement de la région d'Alanya au S, provoquant l'érosion des schistes antépermien et le transport de leurs débris en direction du N. L'enrichissement en minéraux ferrugineux des gisements les plus septentrionaux (40% à Çamçukuru) au regard de ceux situés au S au Kargı Çay s'accorde avec ce que l'on sait du transport lointain du fer en solution.

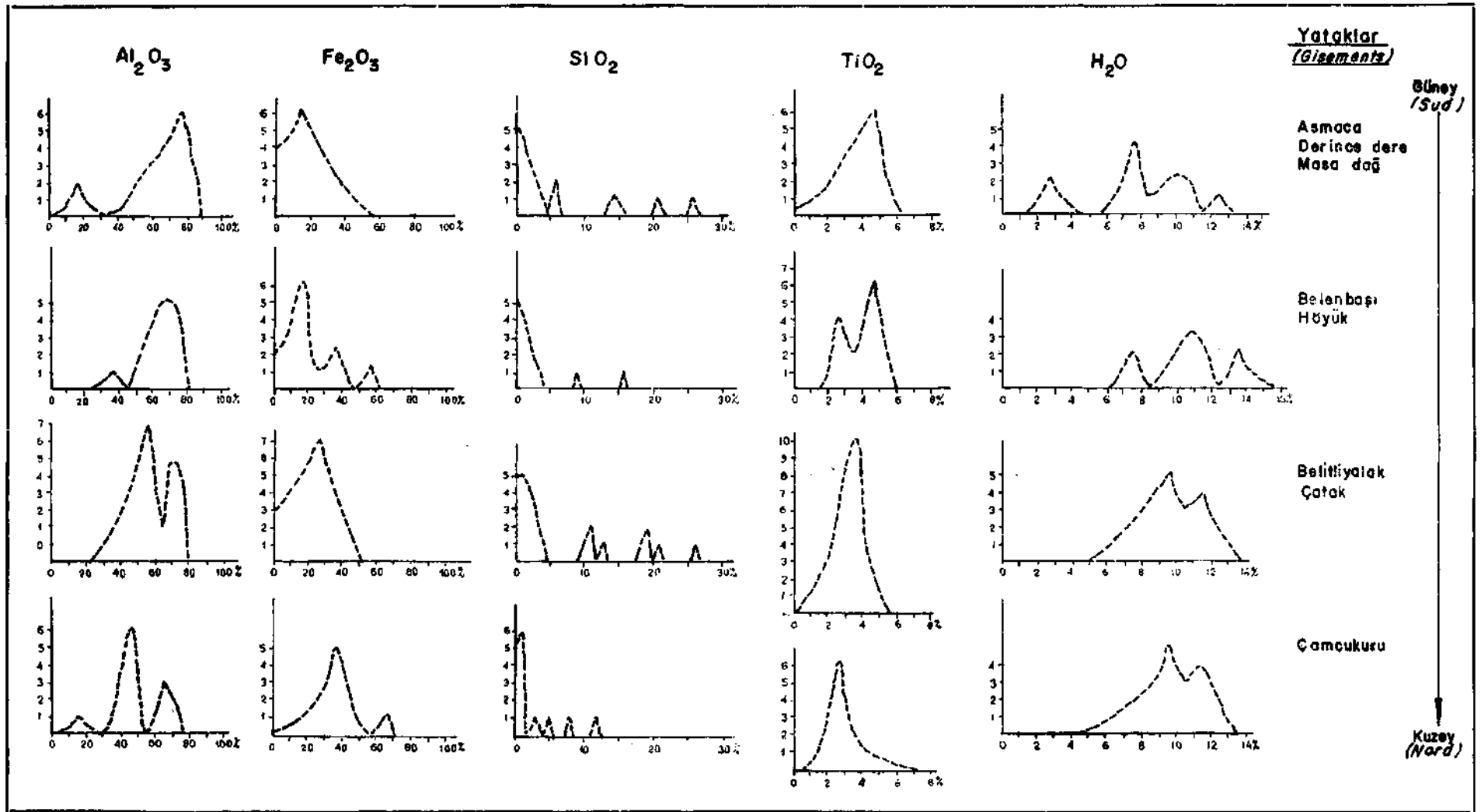


Fig. 7 - Etudes des systèmes  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $HO_2$  dans les bauxites d'Alanya. (En ordonnée : nombre d'analyses effectuées.)

J'ai donc acquis maintenant la certitude que la bauxite a eu pour roches-mères les schistes antépermien d'Alanya. Une incertitude subsiste en ce qui concerne la place où s'est effectuée la bauxitisation, d'où deux hypothèses :

1. On peut supposer une évolution aux gisements mêmes, actuels par désilicification centrifuge de la matière schisteuse : de fait l'on n'a jamais observé de schistes dans la couche de bauxite alors que c'est aux marges du minerai que les silicates (surtout la séricite) se rencontrent de préférence;

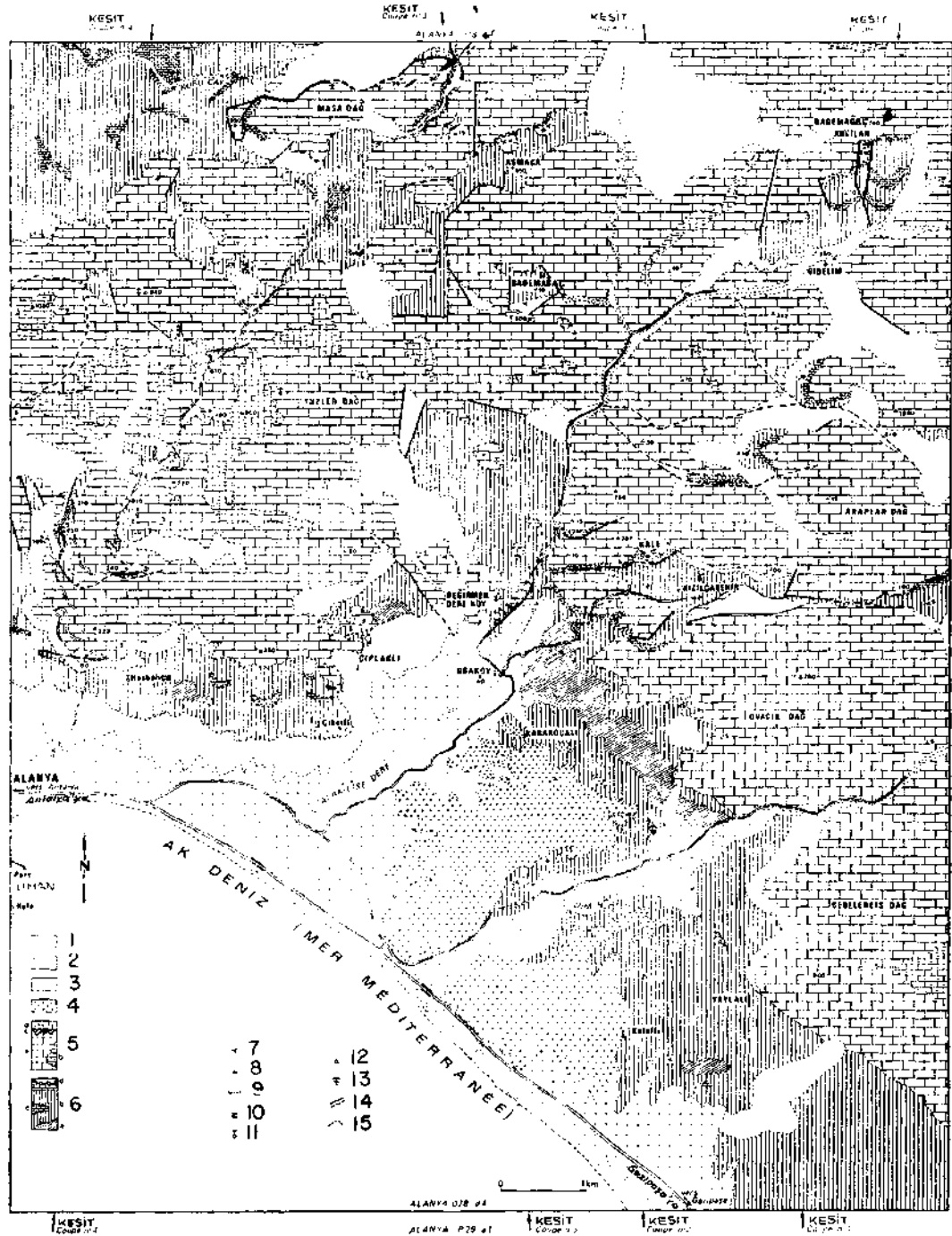
2. La région d'Alanya, soulevée à la fin du Permien aurait porté une couverture de roches latéritisées ou en voie de latéritisation; la bauxite aurait été le résultat de son érosion et de la sédimentation de ses produits aux lieux mêmes des gisements que nous connaissons. Dans cette hypothèse toutefois, on s'expliquerait mal la localisation des schistes à chloritoïde au mur et au toit et pourquoi les dépôts sont identiques en des points éloignés de plusieurs kilomètres.

L'étude des principaux composants chimiques de la bauxite a mis en évidence que les proportions d'alumine et d'oxyde ferrique varient en sens inverses. On sait que l'alumine précipite dans des conditions de pH comprises entre 3,8 et 6, le fer ferrique à partir de 2 et le fer ferreux à 8 ou 9. Pour rendre compte de l'inégale répartition du fer entre les divers gisements, on est conduit à imaginer que les schistes qui sont à l'origine du matériel bauxitique avaient déjà subi un enrichissement en alumine et en fer avant que l'érosion ne se soit attaquée à la région émergée d'Alanya et ne les ait entraînés vers le N. Les eaux circulant sur la partie schisteuse avaient un pH bas, entraînant ainsi la mise en solution des oxydes d'aluminium et de fer. C'est à ce mécanisme que Mlles S. Caillère et Th. Pobeguïn ont fait appel pour expliquer la formation des gisements de bauxite de la France méridionale. Au contact du calcaire et de la brusque élévation de pH qui s'en est suivie, l'alumine a commencé à précipiter ainsi qu'une partie de l'oxyde de fer. Il s'agissait alors de l'oxyde ferreux, puisque ce sont les gisements les plus septentrionaux qui en sont les plus riches. Au voisinage de ceux-ci, après un parcours plus long sur le calcaire, les solutions transportées rencontraient un pH nettement plus élevé, aussi le peu d'alumine restant précipitait-il en même temps que le fer ferrique devenu plus abondant. Par la suite ces produits se sont concentrés dans des dépressions du calcaire où ils sont conservés aujourd'hui. Enfin le métamorphisme régional a fait sentir son action avec une intensité décroissante vers le N, comme celui qui avait affecté la Série schisteuse, de sorte que la bauxite d'Alanya diffère de la grande majorité des bauxites de karst par ses minéraux mais non pas par ses structures par le simple fait du métamorphisme qui les a affectées.

### III. STRUCTURE

Pour M. Blumenthal le massif d'Alanya consistait simplement en un soubassement schisteux plissé couvert par une «carapace calcaire ondulée». Il distinguait des zones anticlinales et des régions synclinales et notait l'absence de «lignes structurales». Mes recherches m'ont amené à préciser et à compliquer la structure telle qu'elle était apparue à M. Blumenthal. J'apporte aussi des faits nouveaux touchant les rapports réciproques entre les Séries schisteuses et carbonatée. Sans entrer dans les détails, disons que la région d'Alanya est compliquée de beaucoup





**Fig. 8 - Carte géologique de la région d'Alanya (Turquie) (Ph. de Peyronnet, 1963-1964).**

1 - Eboulis, formations de pentes; 2 - Alluvions récentes; 3 - Formations dunaires; 4 - Conglomérats; 5 - d) calcaire et dolomie, c) bauxite à corindon et diaspore, b) dolomie massive blanche, a) calcaire et dolomie; 6 - d) niveaux détritiques rouges, c) calcaire bleu, b) schistes verts, a) micaschistes à grenat; 7 - Pendage; 8 - Horizontalité; 9 - Verticalité; 10 - Renversement; 11 - Village; 12 - Altitude; 13 - Gisement fossilifère; 14 - Faille, fracture, contact anormal; 15 - Contours géologiques.

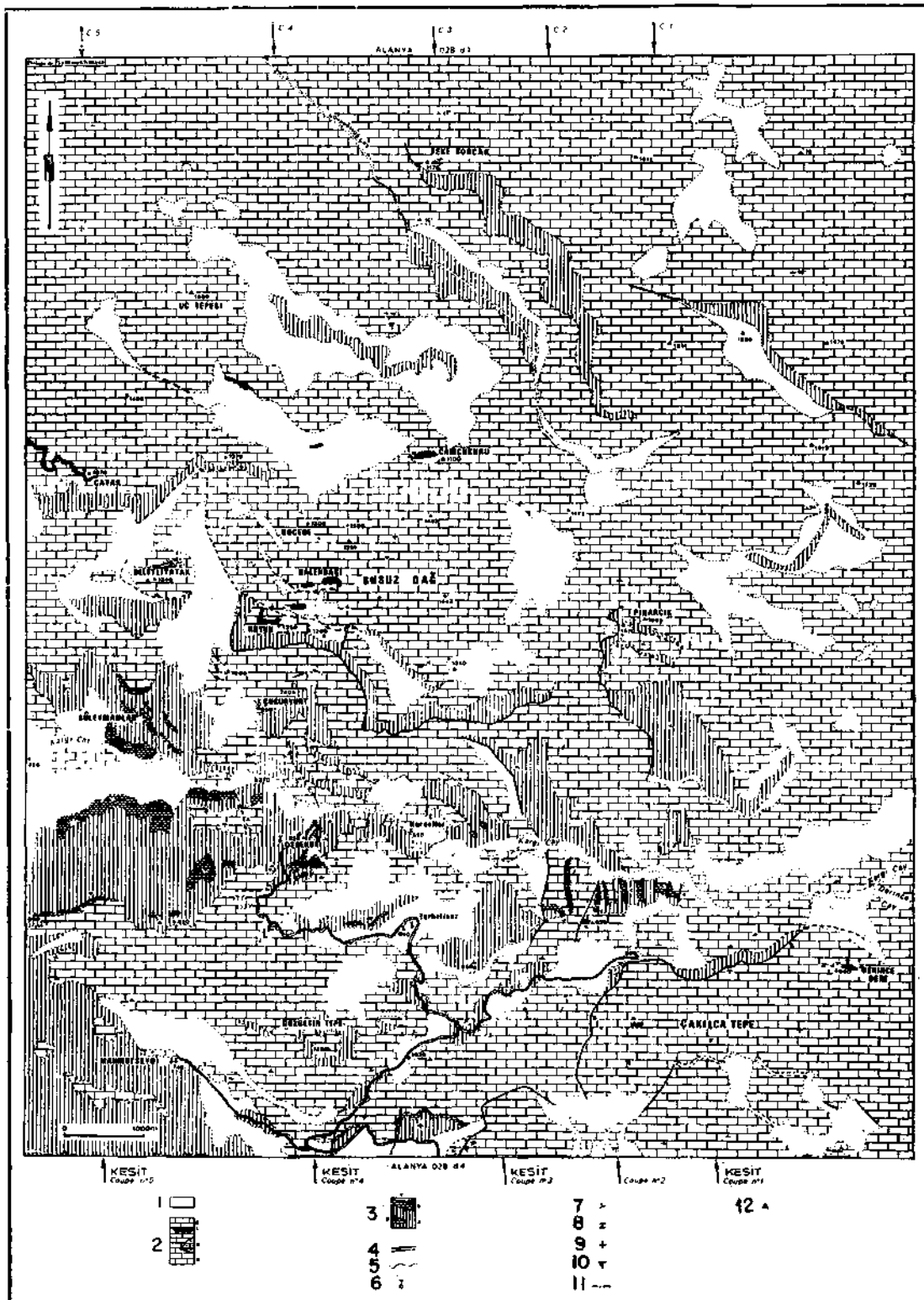


Fig. 9 - Carte géologique de la région d'Alanya (Turquie) (Ph. de Peyronnet, 1964-1965).

1 - Eboulis, formation de pentes; 2 - d) calcaire et dolomie, c) bauxite à corindon et diaspore, b) dolomie massive blanche, a) calcaire et dolomie; 3 - c) niveaux gréseux rouges, b) calcaire bleu, a) schistes verts; 4 - Faille, fracture, contact anormal; 5 - Contours géologiques; 6 - Village; 7 - Pendage; 8 - Renversement; 9 - Horizontalité; 10 - Fossiles; 11 - Verticalité; 12 - Altitude.

plus de dislocations que n'en avait vues le savant tectonicien suisse. Il m'est devenu alors possible de reconstituer l'histoire de la région (Fig. 8 et 9).

Les roches antépermiennes de la plaine côtière sont affectées de plis et d'écaillés NW-SE, et dont les directions sont matérialisées par les affleurements de micaschistes à grenat (Fig. 10). Plus au N, le cours du Kargı Çay offre cette même orientation, aussi est-il possible que son cours ait suivi une ancienne ligne structurale de la Série schisteuse (Fig. 11).

Dans l'arrière-pays, domaine de la Série carbonatée, les ondulations anticlinales et synclinales notées par M. Blumenthal ont un plus grand rayon de courbure et sont plus difficiles à identifier. Certaines d'entre elles ont toutefois abouti à des renversements comme c'est le cas entre Masa Dağ et Derince Dere où le lambeau observé, d'origine certainement locale, comporte des bauxites reposant sur leur vrai toit et supportant leur vrai mur (Fig. 10). L'interprétation de la dislocation est délicate : il pourrait s'agir soit d'un pli couché venu du S, soit d'un déversement vers le N, en sens inverse de la poussée. La structure imbriquée, résultat probable de la rigidité des roches carbonatées, est fréquente. Ainsi j'ai noté six écaillés entre Obaköy et le village de Gidelim, au N : d'abord, les schistes supportent normalement les calcaires bleus, puis les calcaires permiers. L'ensemble, affecté d'un net pendage N, s'engage sous une écaille dont les calcaires permiers affleurent sous la forteresse de Kızılcaşehir (Fig. 10). Viennent ensuite plus au N encore quatre écaillés, jusqu'au village de Gidelim. Près d'Alanya, mais alors plus à l'Ouest, la route qui s'élève en lacets vers l'arrière-pays traverse plusieurs bandes alternativement schisteuses et calcaires dont chaque couple constitue une écaille. Au N, encore, dans le secteur de Türbelinaz, des écaillés font réapparaître les schistes antépermiens. Les pendages de ces contacts anormaux vont de 35° à 55°N.

Les conséquences de cette structure imbriquée sont importantes :

1. Elle permet de ramener à 500 ou 600 m l'épaisseur des calcaires d'âge permiers au lieu du double comme l'avait proposé M. Blumenthal.
2. Elle révèle, grâce au tracé des lignes de contact anormal, la véritable orientation E-W des directions structurales.
3. Elle réduit à un seul niveau des bauxites.

Notons aussi que les poussées, dans leur ensemble, se sont toutes exercées dans la direction du Sud.

Aux lignes structurales définies ci-dessus et repérées grâce aux contacts anormaux des écaillés, sont superposées des cassures d'orientation méridienne, ou presque, qu'ont suivi les rivières telles que l'Alakilise Dere et le Dim Çay; des failles sont nettes à l'Est de Kızılcaşehir, à Bademağaç, près d'Asmaca et encore aux environs de Türbelinaz (Fig. 8 et 9).

Ainsi le soubassement schisteux du massif d'Alanya est affecté de plis et d'écaillés qui ont cassé suivant des directions méridiennes, comme c'est le cas près de Kızılcaşehir, d'Asmaca, de Bademağaç-Avcılar et à l'Est de Türbelinaz. Ajoutons qu'il a été affecté d'un bombement qui a porté les schistes verts à l'altitude de 1400 m au N, à Teke Borçak (Fig. 9). Enfin, on remarque sous Gökgetir Tepe, à l'Ouest, une avancée des schistes qui a provoqué l'écartement des lignes

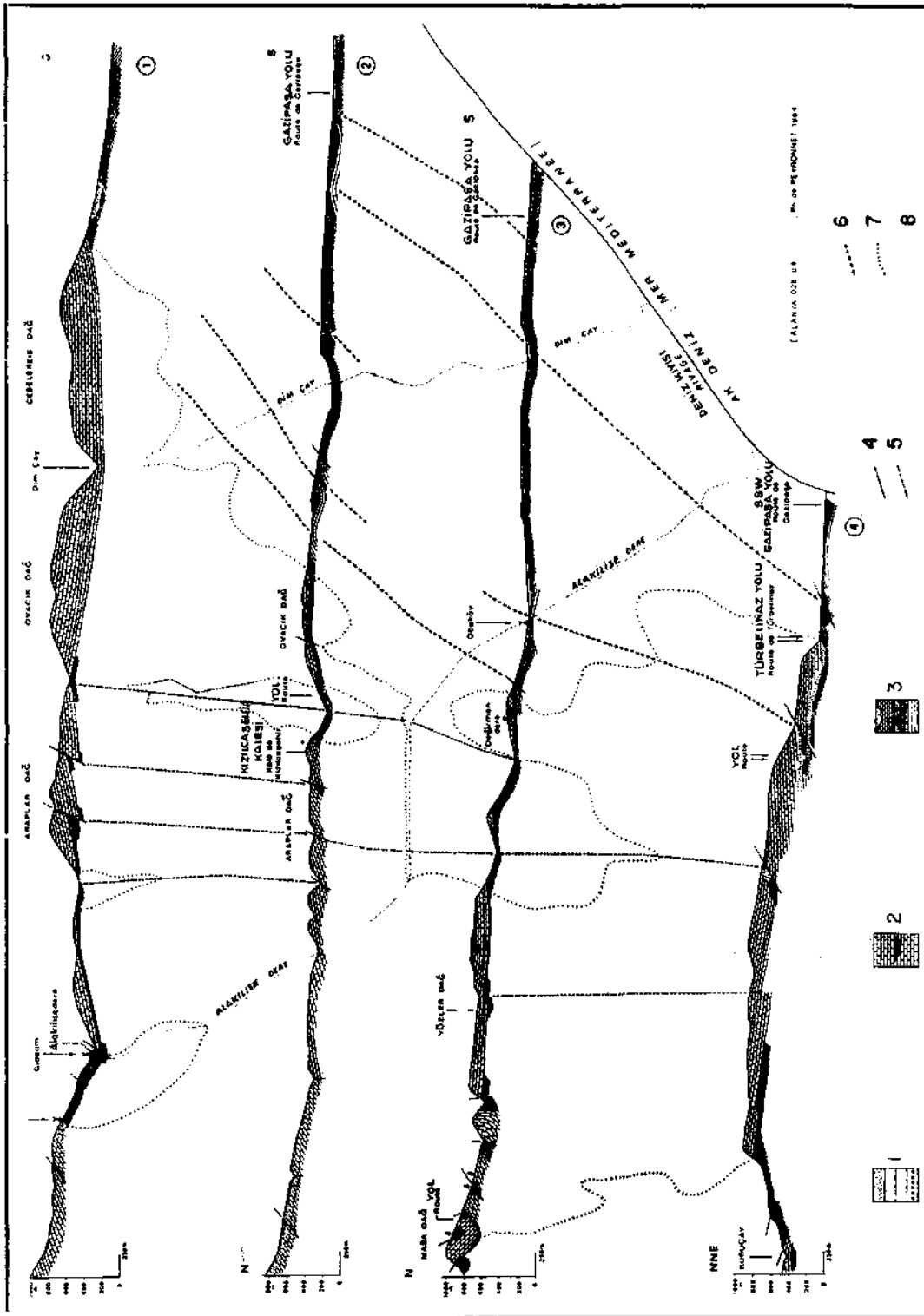


Fig. 10  
 1 - Eboulis, cordon littoral, alluvions récentes, conglomérat néogène; 2 - bauxite, série calcaro-dolomitique; 3 - Niveaux détritiques rouges, calcaire bleu, schistes verts, micascistes à grenat; 4 - Fracture, contact anormal; 5 - Axe tectonique dans la série calcaro-dolomitique; 6 - Axe tectonique dans la série schisteuse; 7 - Limite d'érosion du Permien calcaire; 8 - Rivière.



ALANYA 018-d1. Ph. de Peyronnet, 1964-1965.

Fig. 11

1 - Série calcaire-dolomitique; 2 - Niveaux détritiques rouges, à bauxite à diaspore; 3 - Calcaire bleu; 4 - Schistes; 5 - Axe tectonique dans la série calcaire-dolomitique; 6 - Rivière; 7 - Fracture, contact anormal.

structurales de part et d'autre du Kargı Çay (Fig. 8, 9, 10 et 11) et l'inflexion vers le Sud du lambeau renversé de Masa Dağ (Fig. 8).

En ce qui concerne les rapports entre le soubassement schisteux et le Permien, bien qu'au cours de mes itinéraires je n'ai constaté ni discordance ni conglomérat à la base du Permien, j'ai admis une discontinuité entre ces deux séries et supposé que les grès ferrugineux superposés aux calcaires bleus pourraient fournir la preuve du soulèvement de la région d'Alanya avant le Permien; mais je crois aussi que celui-ci coiffe en discordance la Série schisteuse et les grès rouges. Cette opinion est fondée sur l'observation du terrain et sur le résultat des examens pétrographiques.

En ce qui concerne la structure imbriquée, on a vu que le tracé des contours et des directions de pendage mettent en évidence deux directions structurales (Fig. 12). La première court à l'Est d'Alanya, dans la Série schisteuse de la plaine côtière, où les axes des plis ont une orientation NW-SE. La seconde, plus franchement W-E, s'observe dans l'arrière-pays où elle affecte des calcaires qui, en général, plongent au N et sont haches d'écaillés faisant apparaître tantôt les schistes et tantôt les calcaires. Ces deux directions structurales d'orientations un peu différentes confirment la discordance qui, dans ce secteur du Taurus, sépare les schistes des calcaires surincombants.

La Série antépermienne a vraisemblablement subi deux métamorphismes comme le laissent supposer les rétro-morphoses de certains minéraux, ce qui n'a pas été constaté dans le Permien ni dans le Trias, affectés d'un seul métamorphisme. L'âge du premier, dont l'intensité va en décroissant vers le N, demeure inconnu. Quant au second, ses effets s'atténuent à mesure que l'on s'élève dans la Série. Ainsi, d'une part, le calcaire permien superposé aux grès rouges est nettement moins recristallisé que les calcaires bleus du Carbonifère supérieur probable, d'autre part, les schistes à chloritoïde des bauxites ne portent pas les moindres traces de rétro-morphose.

Les caractères transgressifs et discordant du calcaire permien s'accordent non seulement avec les observations recueillies plus à l'Est par T. Güvenç, mais encore avec ce que l'on sait de cet étage en d'autres régions anatoliennes.

Quant au bombement de la région d'Alanya, déjà amorcé avant le Permien, il devient possible de préciser qu'il se serait esquissé déjà au Carbonifère supérieur si l'on se réfère aux observations de T. Güvenç. Dès sa formation, le relief a été attaqué par l'érosion dont les produits sont conservés sous le faciès des grès rouges ferrugineux.

Au Permien, la mer a déposé en transgression des calcaires et dolomies. Leur grande épaisseur, au N, incite à penser que la mer était plus profonde dans cette direction.

A la fin du Permien, un nouveau soulèvement de la région schisteuse d'Alanya a déclenché la reprise de l'érosion donnant ainsi naissance aux matériaux de la bauxite.

L'étude géochimique confirme Tallochtonie de celle-ci et corrobore l'hypothèse de son origine à partir de roches antépermiennes notamment le Complexe

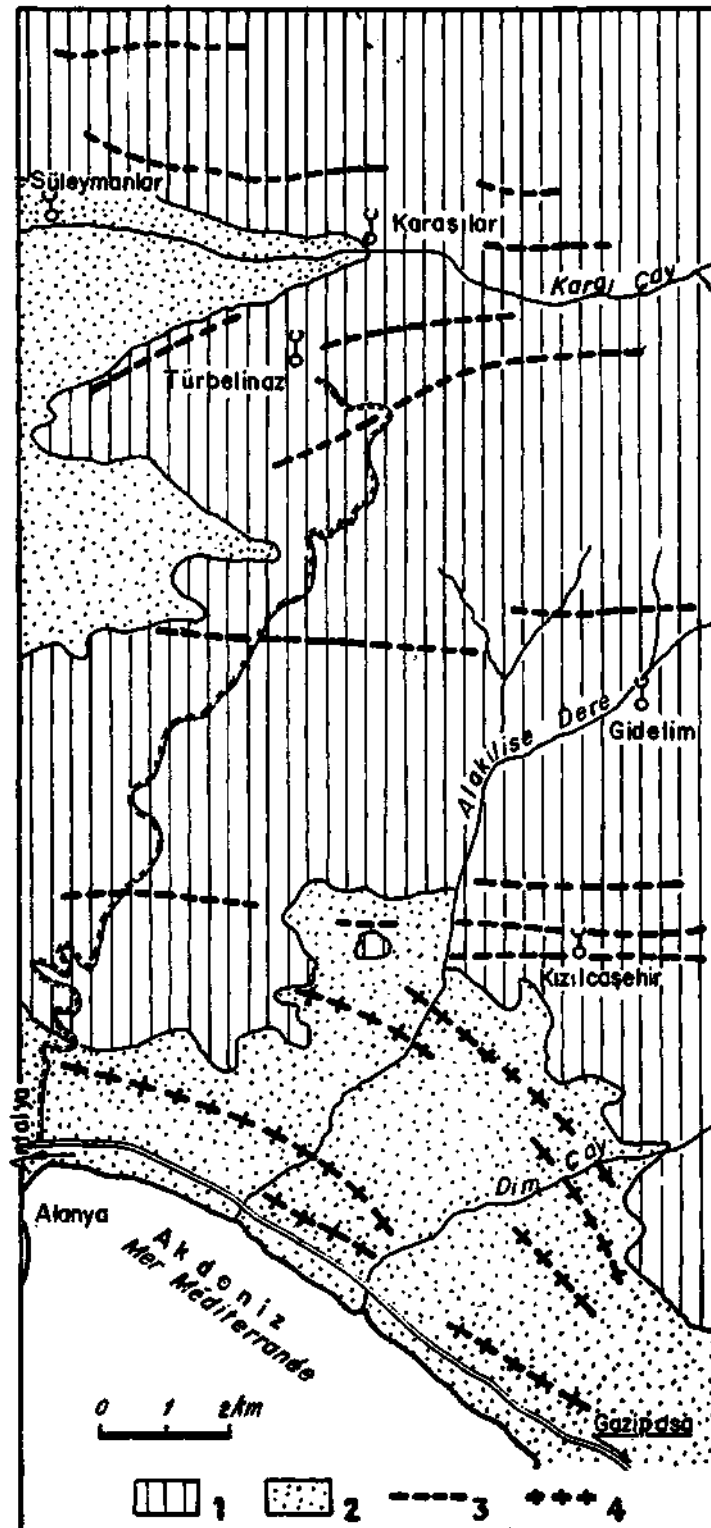


Fig. 12 - Carte géologique des environs d'Alanya.

1 - Série carbonatée; 2 - Série schisteuse; 3 - Directions structurales dans la série carbonatée; 4 - Directions structurales dans la série schisteuse.

schisto-gréseux dont elle contient des éléments tels que Ga, Ti et Sn avec des taux de concentrations que les travaux de Goldschmidt (1937) permettraient de prévoir. D'autre part la répartition géographique du fer, plus abondant dans les gisements septentrionaux, révèle que le matériel alumineux évolué en bauxite s'est mis en place en direction du N, ce qui corrobore l'hypothèse d'un relèvement de la région au S.

Les dolomies transgressives du Trias ont scellé les gisements.

Les dislocations dont le pays d'Alanya a été le théâtre se sont produites à trois reprises au moins. Les plus anciennes, d'âge post-Carbonifère inférieur probable et antépermien, ont eu une direction WNW-ESE. Les secondes post-triasiques ont débité les masses calcaires et dolomitiques en écailles orientées E-W. Enfin, les mouvements, plus récents encore probablement, sont responsables du bombement de Gökgetir Tepe.

Un second métamorphisme, sans doute contemporain des déformations d'âge alpin *sensu lato*, a touché le Permien et causé des phénomènes de rétro-morphose dans la Série schisteuse. Enfin son action sur le Trias, toit des bauxites, n'apparaît pas avec évidence et il est moins intense au N qu'au S.

Toutes ces dislocations sont du style «accidents de couverture»: et de fait les mesures de coefficient de dilatation effectuées sur des échantillons de calcaires et de dolomies appartenant à la Série antépermienne et au Permien ne montrent aucune anisotropie.<sup>9</sup>

Au cours de la seconde période de diastrophisme, le socle a cependant réagi donnant ainsi le bombement des schistes de Gökgetir Tepe, prolongé par la faille supposée que suivrait le cours du Kargı Çay. On a dit précédemment qu'au S de cet accident sont éparpillées les bauxites à corindon et à diaspore et, au N, celles à diaspore seul.

#### IV. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Levers sur le terrain et recherches en laboratoire précisent la stratigraphie, la structure et l'histoire du massif d'Alanya. De plus, la bauxite, développée en un seul niveau, a été étudiée en détail tant en ce qui concerne sa structure que sa minéralogie et que sa géochimie. L'ensemble de ces résultats m'a conduit à une hypothèse touchant l'origine du minerai.

*Du point de vue lithostratigraphique*, la série d'Alanya, déjà décrite par M. Blumenthal (1955.), comporte deux termes:

1. L'inférieur, à dominante détritique, comprend de bas en haut: des mica-schistes à grenat (pyrope-almandin) (200 m) affleurant au S, près de la côte, puis des micaschistes gréseux (250 à 300 m)-, des bancs d'un calcaire bleu sans fossiles mais daté par des Schwagérines du Carbonifère supérieur à 40 km à l'Est d'Alanya;<sup>10</sup> enfin des grès ferrugineux, rouges; affleurant en certains points, qui résulteraient d'une altération continentale.

Le métamorphisme, de type régional, est celui du faciès «schistes verts» de Turner et Verhoogen. Tous les stades sont représentés sur une épaisseur de 300 m



ce qui implique un gradient assez fort. On a vu aussi que le métamorphisme diminue d'intensité en direction du N. Enfin, les structures cataclastiques et les rétro-morphoses indiquent que ces roches ont subi deux métamorphismes.

2. L'ensemble carbonate permo-triasique (500 à 600 m) constitue le terme supérieur de la série d'Alanya. On a distingué:

a. Une partie d'âge permien subordonnée aux gisements de bauxite, datée par *Mizzia velebitana* Schub. et probablement *Pennocalculus*. Le faciès le plus répandu est celui d'un calcaire gris passant à des dolomies grises et blanches qui sont sans doute secondaires. Les débris organiques tels que Algues, Gastéropodes, Echinodermes, suggèrent un dépôt de mer peu profonde.

La Formation bauxitique repose sur la partie supérieure légèrement karstifiée du calcaire. C'est le niveau le plus élevé où le métamorphisme est évident.

b. Le toit des gisements de bauxite est en dolomie transgressive dont l'âge triasique est probable d'après les Foraminifères: *Glommospirella irregularis* Moeller 1880, *Glommospirella spirillinoides*, *Ammodiscus*, *Semiinvolutus*.

Dans tout l'Ensemble carbonate, les caractères cataclastiques sont plus accentués au S du territoire qu'au N.

3. Près de la côte affleurent des couches, plus jeunes et principalement un conglomérat à éléments empruntés au Taurus et dont le ciment calcaire renferme des Algues du Pliocène terminal. Il repose localement sur des marnes blanches à *Orbulina* de l'Helvétien.

La Formation bauxitique ne constitue qu'un seul niveau de poches lenticulaires situées à la limite entre le Permien et le Trias. Elle correspond à deux niveaux de schistes à chloritoïde (0,15 m), l'un reposant sur le mur, l'autre précédant le toit. Ils encadrent donc la bauxite. Ses minéraux, pour tous les gisements, sont: le diaspre, le chloritoïde, la chlorite, plus rarement la séricite, l'hématite, l'ilménite et même la goëthite dans les poches les plus septentrionales. Les gisements du S du territoire étudié renferment en outre le corindon, le disthène et la pyrophyllite, révélateurs d'un faciès «schistes verts» qui, comme précédemment, diminue d'intensité du S vers le N, ou alors la bauxite est dépourvue de ces trois minéraux. Le métamorphisme qui a atteint la Formation bauxitique est peut-être celui qui a provoqué les rétro-morphoses dans la Série inférieure schisto-gréseuse.

La bauxite s'offre sous trois faciès: ceux qui sont dits bréchiques et ferrugineux (ce dernier au voisinage du toit), ont été décrits dans l'ensemble des bauxites karstiques. Le troisième, dit homogène, est réalisé lorsque la roche est faite de cristaux de diaspre recristallisé ou de corindon automorphe. Il est symptomatique des gisements méridionaux, les plus métamorphiques. Ainsi, en définitive, la bauxite d'Alanya diffère de celles qui ont été décrites en Europe par sa composition minéralogique et non par sa structure. Elle diffère aussi de l'émeri de Naxos par l'absence de la margarite, de la staurotide et de la magnétite.

Le matériau constitutif de la Formation bauxitique provient de l'évolution du Complexe schisto-gréseux antépermien puisqu'elle conserve certains de ses minéraux et de ses éléments avec une concentration plus forte que dans les roches-mères. Une incertitude demeure en ce qui concerne le lieu où s'est effectuée la bauxitisation.

L'étude gcochimique a permis non seulement de bien individualiser la Formation bauxitique mais aussi de démontrer son indépendance par rapport à son mur en calcaire permien, puisque ce dernier est dépourvu des éléments constitutifs de la Formation bauxitique. D'autre part, la répartition géographique du fer entre les divers gisements confirme que la région au S a subi un soulèvement.

En ce qui concerne la *structure*, on a distingué des plis de couverture et des accidents du socle. Les premiers consistent en plis et écaillés orientés NW-SE dans la Série antépermienne et E-W dans l'Ensemble carbonate. J'ai conclu à une discordance entre l'une et l'autre, la plus ancienne ayant subi plusieurs métamorphismes. Notons que T. Güvenç a observé une discordance à la base du Permien à 20 km à l'Est d'Alanya (1965). Les accidents du socle ont abouti à la formation d'un grand bombement localisé à l'Ouest et aussi à une zone faillée, située à l'intérieur du territoire, parallèle au cours E-W du Kargı Çay, lequel sépare le domaine des bauxites à diaspore seul, au N, de celui des bauxites à corindon et diaspore au S.

*En définitive*, la Série schisteuse correspond à l'érosion d'un ancien massif métamorphique, ainsi que le prouve la présence de certains minéraux (staurotide, andalousite et cordiérite), et au dépôt de sédiments argilo-sableux dans un bassin, probablement au Carbonifère supérieur. La région d'Alanya s'est alors soulevée, puisque les grès ferrugineux surincombants offrent tous les caractères d'un sédiment d'origine continentale.

La mer est revenue au Permien avec des dépôts de précipitation chimique. Au cours d'une nouvelle émergence se sont produits à la fois l'érosion des Séries anciennes et une modeste karstification de la surface du calcaire. Dans les dépressions ainsi formées, s'est déposée la Formation bauxitique bientôt protégée contre l'érosion par les dolomiés du Trias. Leur dépôt a été causé par un mouvement de bascule amenant la mer en transgression depuis le N où la sédimentation paraît avoir été continue et où, en tous cas, l'Ensemble carbonate passe de 600 à 800 mètres. Il est alors impossible, en l'absence de gisement de bauxite, de situer la limite entre le Permien et le Trias. Des dislocations, orientées E-W, peut-être d'âge alpin, ont abouti à la formation de plis, voire de quelques renversements. Enfin, un dernier bombement du socle, indépendant du précédent, a affecté l'Ouest du territoire. Ces deux dernières phases de déformations ont peut-être été suivies du métamorphisme qui a touché la Formation bauxitique, plus intensément au S qu'au N, et provoqué les rétromorphoses dans la Série antépermienne.

La simplicité structurale de la partie méridionale du Taurus est surprenante puisque, selon une flèche de 30 kilomètres, elle se résume en définitive à quelques écaillés et quelques failles dont les rejeux ont été néanmoins suffisants pour conférer au territoire son caractère montagneux.

*Manuscript received February 15, 1971*

## B I B L I O G R A P H I E

- ARNI, P. (1941) : Über die heute bekannten Bauxit-Vorkommen der Türkei. *M.T.A. Mecm.*, no. 23, Ankara.
- BLUMENTHAL, M. (1951) : Recherches géologiques dans le Taurus occidental, dans l'arrière-pays d'Alanya. *M.T.A. Publ.*, série D, no. 5, Ankara.

- CAILLÈRE, S. & POBEGUIN, T. (1965) : Considérations générales sur la composition minéralogique et la genèse des bauxites du Midi de la France. *Paris Mém. du Muséum National d'Histoire Naturelle*. Nlle série, C, *Sciences de la Terre*, t. XII, fasc.4, 125-212.
- EGGER, A. (1960) : Bericht über Al-Erze im Paläozoikum nördlich Alanya, Vilâyet Antalya. *Maden Etüt Şubesi* (Rapport de campagne), Ankara.
- GÜVENÇ, T. (1965) : Etude stratigraphique et micropaléontologique du Carbonifère et du Permien des Tatirus occidentaux dans l'arrière-pays d'Alanya (Turquie). *Thèse d'Université*, Paris.
- LAPPARENT, J. de (1946) : Composition minéralogique, structure et origine des émeris de Turquie. *C. R. Acad. Sci.*, t. 223, pp. 227-228.
- ONAY, T. S. (1949) : Über Smirgelgesteine SW Anatoliens. *Min. Petr. Mitt.*, Ed. XXIX, H 2, pp. 358-491.
- PEYRONNET, Ph. de (1965a) : Sur la structure du Taurus au Nord d'Alanya (Turquie). *C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, pp. 74-76.
- (1965b) : Nouvelles observations sur la région d'Alanya (Taurus, Turquie). *C.R. Somm. Soc. Fr.*, p. 206.
- (1965c) : Observations sur la géologie du Taurus au Nord d'Alanya (Turquie). *M.T.A. Bull.*, no. 65, Ankara.
- (1966) : Un gisement de bauxite du Taurus méridional (Turquie). *C.R. Acad. Sci.*, t. 262, pp. 733-736.
- (1967a) : La série antépermienne d'Alanya (Taurus méridional) : composition et évolution. *C.R. Acad. Sci.*, t. 264, pp. 693-695.
- (1967b) : L'allochtonie et l'origine des schistes à chloritoïde attenant aux bauxites d'Alanya (Turquie méridionale). *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, pp. 88-89.
- (1967c) : Pétrographie et minéralogie de la région d'Alanya, origine des schistes à chloritoïde attenant aux bauxites dans le massif d'Alanya. *M.T.A. Bull.*, no. 68, Ankara.
- (1968) en collaboration avec Mme J. Mergoil : Origine du corindon dans les bauxites d'Alanya (Taurus, Turquie). *C.R. Acad. Sci.*, t. 266, pp. 1349-1352.
- (1969) : Origine des bauxites d'Alanya (Turquie méridionale). *C. R. Acad. Sci.*, t. 268, pp. 1001-1003.
- (1970) : Géologie de la région d'Alanya (Taurus méridional). *Tez*, Paris.
- RAGUIN, E. (1949) : Géologie des gîtes minéraux. *Masson et de.*, Paris.
- WIPPERN, J. (1962) : Die Bauxite der Taurus und ihre tectonische Stellung. *M.T.A. Bull.*, no. 58, Ankara.
- (1964) : Die Aluminium-Rohstoffe in der Türkei. *M.T.A. Bull.*, no. 62, Ankara.
- (1965) : Die Ausgangsgesteine für die Bauxitbildung. *M.T.A. Bull.*, no. 64, Ankara.

**Analyses chimiques de la formation bauxitique d'Alanya**

(Schistes à chloritoïde et bauxites)

(nd = non dosé)

Date	Lieu	No.	Analyste	Echantillon	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Perte au feu	Total
66	Péchiney		M. Berthou	1-2	1,40	50,50	35,20			Trace			2,75			9,80	99,65
66	»		M. Berthou	1-3a	0,10	51,25	34,60			Trace			2,60			10,00	98,55
66	»		M. Berthou	1-3b	2,10	31,60	57,20			Trace			2,00			7,15	100,05
66	»		M. Berthou	1-4a	0,40	71,40	10,80			Trace			4,05			13,90	100,55
66	»		M. Berthou	1-4b	0,10	76,00	5,00			Trace			4,20			14,10	99,40
66	»		M. Berthou	2-2	13,20	54,80	20,30			Trace			3,20			7,75	99,25
66	»		M. Berthou	2-3	2,90	64,80	19,60			Trace			3,40			9,55	100,25
66	»		M. Berthou	2-4	2,00	72,70	7,60						3,90			12,55	98,75
65	»		M. Berthou	2-6	0,80	79,05	6,60						5,20			7,35	99,00
66	»		M. Berthou	2-5	5,70	54,80	30,20						2,60			4,15	97,45
65	»		M. Berthou	2-1b	31,30	30,60	30,00						1,10			6,15	99,15
64	»		M. Berthou	3-2	47,20	26,60	12,80			0,05			1,30			3,85	91,80
64	Clermont	2659	F. Cantagrel	3-2	46,20	26,55	13,55	1,50	0,95	0,55	1,80	5,00	0,75	Trace	Trace	3,65 0,10	100,60
66	Péchiney		M. Berthou	3-4	8,30	64,80	11,20			Trace			4,00			10,30	98,60
66	»		M. Berthou	3-5	1,50	68,80	12,20			Trace			4,05			11,90	98,45
66	»		M. Berthou	3-7	1,40	63,20	19,60			Trace			3,20			11,15	98,55
66	»		M. Berthou	3-8	0,50	68,80	14,20			Trace			4,40			11,95	99,85
66	»		M. Berthou	3-9	0,30	77,50	4,00			Trace			4,75			13,06	99,61
66	»		M. Berthou	3-11	2,70	60,70	22,00			Trace			3,40			10,00	98,80
66	»		M. Berthou	3-12	15,10	55,10	15,00			Trace			2,50			7,90	95,60
66	»		M. Berthou	3-13	35,80	31,10	16,60			Trace			1,75			4,95	90,20
68	Clermont	4218	S. Couturic	3-13	36,05	32,00	12,85	4,20	3,60	0,40	0,95	5,40	0,15	0,20	Trace	4,80 0,10	100,70
66	Péchiney		M. Berthou	4-3	18,20	47,90	21,80			Trace			2,45			6,70	97,05
66	»		M. Berthou	4-4	20,30	45,40	18,80			Trace			2,15			8,90	95,55
66	»		M. Berthou	4-5	25,20	35,70	22,20			Trace			1,60			11,05	95,75
66	»		M. Berthou	4-6	1,10	73,90	7,20			Trace			3,60			12,20	98,00
66	»		M. Berthou	4-7	0,80	74,70	7,60			Trace			3,60			11,90	98,60
66	»		M. Berthou	4-8	1,00	74,50	7,60			Trace			3,70			12,15	98,95
66	»		M. Berthou	4-9	1,10	59,70	24,80			Trace			3,20			9,55	98,35
66	»		M. Berthou	4-10	1,60	55,30	31,18			Trace			3,00			8,80	100,50
66	»		M. Berthou	4-11	2,20	71,40	10,20			Trace			3,70			11,15	98,65
66	»		M. Berthou	4-12	2,40	46,70	40,80			Trace			2,70			7,40	100,00
66	»		M. Berthou	4-13	0,90	73,40	9,40			Trace			3,60			11,50	98,80
66	»		M. Berthou	4-14	9,40	53,05	23,20			Trace			3,90			8,50	98,05
65	»		M. Berthou	8-2	1,00	72,90	13,20						4,20			7,45	98,75
64	Clermont	2916	J. Orliac	8-2	0,65	69,55	12,00	5,25	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	nd	Trace	10,30 0,00	100,05
64	Clermont	4472	Ph. de Peyroumet	8-3	5,65	73,45	7,50	4,10	0,30	0,00	0,00	0,00	nd	0,00	0,00	9,15 0,05	100,20
65	Péchiney		M. Berthou	8-3b	1,50	76,00	12,00						4,90			4,65	99,05
64	Clermont	2917	J. Orliac	8-4	14,00	18,20	58,05	1,45	2,75	0,00	0,95	2,25	0,45	nd	Trace	2,00 0,20	100,30
65	Péchiney		M. Berthou	8-4b	24,80	19,40	49,60						1,35			2,55	97,70
65	»		M. Berthou	8-5	0,40	77,00	7,80						4,35			10,80	100,35
65	»		M. Berthou	8-6	2,10	58,10	28,60						3,50			6,45	98,75
65	»		M. Berthou	8-7	1,90	65,80	22,80						4,90			4,35	99,75
65	»		M. Berthou	13-1	21,20	48,70	17,60						2,40			7,25	97,15
65	»		M. Berthou	13-2	0,50	68,85	22,20						4,30			3,65	99,50
65	»		M. Berthou	13-3	0,20	82,10	3,80						4,60			8,30	99,00
64	»		M. Berthou	14	45,20	19,10	9,60			5,80			1,10			10,55	91,35
65	»		M. Berthou	16-1	0,70	54,60	31,00						4,00			9,65	99,95
65	»		M. Berthou	16-2	10,40	57,90	17,40						3,30			9,40	98,40
65	»		M. Berthou	16-3	2,20	53,00	32,60						2,70			9,25	99,75
65	»		M. Berthou	16-4	10,30	60,40	16,40						2,90			9,85	99,85
65	»		M. Berthou	16-5	0,50	59,20	27,00						2,90			10,50	100,10
65	»		M. Berthou	16-6	12,40	44,90	32,40						2,25			7,20	99,15
65	»		M. Berthou	16-7	0,90	61,30	22,80						4,40			10,60	100,00
65	»		M. Berthou	16-8	18,60	39,30	32,80						1,90			6,15	98,75
65	»		M. Berthou	16-9	2,20	56,90	27,00						3,20			10,15	99,45
66	»		M. Berthou	19-3	0,90	44,00	44,00			Trace			2,80			8,35	100,45
66	»		M. Berthou	19-4	0,10	49,30	39,20			Trace			2,90			9,00	100,50
66	»		M. Berthou	19-5a	1,90	63,00	18,80			Trace			4,00			11,95	99,65
66	»		M. Berthou	19-5b	0,20	48,70	39,80			Trace			2,80			9,05	100,55
66	»		M. Berthou	19-6	2,70	46,20	40,50			Trace			2,80			8,35	100,55
66	»		M. Berthou	19-7	4,50	49,00	35,60			Trace			2,80			7,75	99,65
66	»		M. Berthou	19-8	0,50	62,20	24,80			Trace			3,50			8,35	99,35
66	»		M. Berthou	19-9	0,80	75,00	5,00			Trace			5,00			13,70	99,50
66	»		M. Berthou	19-10	12,80	15,30	67,20			Trace			1,30			3,45	100,05
68	Muséum		M. Patureau	19-8	0,80	60,50	25,30	0,80	0,20	0,80			3,20			8,96	100,56
68	»		M. Patureau	19-7	7,75	45,70	35,20		0,30	0,25			2,30	0,20	0,015	0,43 7,90	100,04

**Analyses chimiques de la série d'Alanya**

(non comprises celles de la formation bauxitique; schistes à chloritoïde et bauxites)

(nd = non dosé)

Date	Lieu	No.	Analyste	Echantillon	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Perte au feu	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Total	
66	Clermont	3665	S. Couturié	25-1	71,90	15,30	1,10	1,90	2,40	0,85	0,90	1,65	0,20	0,20	0,05	2,50	0,10	99,05	
66	Clermont	3666	S. Couturié	25-2	78,60	8,25	2,85	1,80	1,90	1,05	1,55	1,95	0,45	0,20	0,05	1,60	0,00	100,25	
67	Clermont	3833	F. Cantagrel	9-11	74,00	8,40	3,20	1,75	2,90	2,00	2,80	0,90	0,70	0,75	0,10	0,00	0,20	99,70	
67	Clermont	3830	F. Cantagrel	9-8	59,30	15,35	3,55	4,50	7,00	1,25	2,20	1,70	0,90	0,80	0,05	3,50	0,00	100,10	
67	Clermont	3832	F. Cantagrel	10-1	55,80	19,35	3,90	3,80	4,40	1,35	2,20	3,30	0,70	0,70	0,20	3,20	0,20	99,10	
67	Clermont	3825	F. Cantagrel	9-10	39,00	13,90	5,65	8,70	7,15	13,20	2,60	0,20	2,50	0,70	0,20	6,60	0,20	100,60	
66	Clermont	3633	F. Cantagrel	25-3	66,90	15,80	3,20	3,35	3,60	0,60	1,70	1,40	0,60	0,20	Trace	3,30	0,25	100,90	
66	Clermont	3611	F. Cantagrel	25-4	5,45	1,65		1,80	1,75	49,05	Trace	0,00	0,00	0,05	Trace	39,85	0,30	99,90	
66	Clermont	3605	F. Cantagrel	25-5	70,80	15,75	2,70	2,45	2,15	0,70	1,00	1,30	0,60	0,20	0,05	3,10	0,15	100,95	
67	Clermont	3848	S. Couturié	9-4	63,60	15,65	2,40	4,35	3,60	1,15	1,60	2,65	0,70	0,90	0,05	3,00	0,00	99,65	
66	Clermont	3667	S. Couturié	25-6	53,00	25,15	2,65	4,35	3,40	1,30	2,50	2,55	0,80	0,30	0,05	4,35	0,20	100,60	
67	Clermont	3849	S. Couturié	9-9	56,70	21,15	3,85	0,40	3,30	1,40	0,55	7,80	0,90	0,70	Trace	3,00	0,10	99,85	
67	Clermont	3825	F. Cantagrel	5-10	52,50	31,40	5,65	0,70	4,30	1,15	Trace	1,25	0,50	0,75	0,05	1,40	0,05	99,70	
66	Clermont	3669	S. Couturié	25-7	9,00	2,05	1,20	nd	2,25	46,65	0,30	0,40	0,25	0,10	nd	37,70	0,00	99,90	
67	Clermont	3942	S. Couturié	9-5	7,20	1,80	0,40	nd	7,10	43,75	0,00	0,10	Trace	0,15	Trace	40,15	0,00	100,65	
65	Clermont	3387	S. Couturié	9-6	31,90	4,85	1,35	nd	1,15	33,60	0,00	0,45	Trace	0,10	nd	26,85	0,00	100,25	
66	Clermont	3610	F. Cantagrel	25-8	2,80	0,10		0,30	1,00	53,15	Trace	0,00	Trace	0,10	Trace	42,70	0,30	100,45	
65	Clermont	3385	S. Couturié	11-1	0,60	0,40	0,25	nd	Trace	57,00	0,00	0,00	0,00	Trace	nd	41,80	0,00	100,05	
66	Clermont	3733	J. Orliac	15-C	71,45	3,95		19,50	0,55	0,30	0,00	0,15	0,10	nd	Trace	3,05	0,20	99,25	
67	Péchinicy		M. Berthou	17	18,50	4,60	49,60			4,63			0,36			15,10		92,79	
66	Clermont	3760	S. Couturié	20-a	38,00	2,85	39,75	0,40	1,80	5,00	Trace	0,80	0,80	2,80	0,30	6,50	0,70	99,70	
66	Clermont	3761	S. Couturié	20-b	6,60	8,65	61,65	6,50	1,80	1,95	0,20	0,10	1,00	2,80	0,10	7,25	1,50	100,10	
65	Clermont	3390	S. Couturié	5-3	8,20	3,00	1,35	nd	2,40	47,60	0,00	0,40	Trace	0,05	nd	37,75	0,00	100,75	
66	Clermont	3668	S. Couturié	22	0,20	0,05	Trace	nd	3,25	55,00	0,00	0,00	Trace	0,05	Trace	41,70	0,00	100,25	
66	Clermont	3653	F. Cantagrel	21	0,00	2,20	0,50	nd	21,20	31,45	0,10	0,00	0,00	nd	Trace	45,50	0,00	100,95	
66	Clermont	3606	F. Cantagrel	1-1	1,00	0,15	0,15	nd	2,00	53,50	0,10	0,00	0,00	nd	Trace	42,90	0,00	99,80	
66	Clermont	3670	S. Couturié	1-1a	3,00	0,90	0,90	nd	8,00	45,10	0,10	Trace	Trace	0,15	Trace	42,40	0,00	100,55	
65	Clermont	3542	J. Orliac	3-1	2,00	1,80		1,05	1,50	51,50	0,05	0,10	0,00	nd	nd	42,00	0,10	100,00	
65	Clermont	3543	J. Orliac	4-1	2,70	2,40		1,05	1,50	51,50	0,05	0,25	0,00	nd	nd	41,25	0,05	100,75	
65	Clermont	3386	S. Couturié	16-Ma	1,00	1,50	0,25	nd	2,50	53,20	0,00	0,00	Trace	0,25	nd	42,00	0,00	100,75	
66	Clermont	3607	F. Cantagrel	19-1	0,40	0,40		0,20	1,25	55,25	0,10	0,00	0,00	nd	Trace	42,45	0,00	100,05	
65	Clermont	3202	S. Couturié	2-1	1,10	0,95	0,50	nd	0,90	54,25	0,00	0,35	0,00	0,05	nd	41,70	0,00	99,80	
65	Clermont	3389	S. Couturié	8-M	0,95	0,35	0,30	nd	0,00	56,70	0,00	0,00	Trace	0,05	nd	42,30	0,05	100,70	
65	Clermont	3388	S. Couturié	13-Mb	2,60	2,75	0,80	nd	0,00	53,45	0,00	0,25	Trace	0,10	nd	40,40	0,00	100,35	
65	Clermont	3391	S. Couturié	14-M	3,20	3,80	0,25	7,55	15,50	28,10	Trace	0,00	Trace	0,15	nd	41,20	0,00	99,75	
66	Clermont	3671	S. Couturié	1-5	0,30	0,05	0,30	nd	22,25	31,35	0,00	0,00	0,10		0,00	45,80	0,00	100,15	
65	Clermont	3125	F. Cantagrel	3-15	0,95	0,60		5,35	19,50	30,00	Trace	0,00	0,00	0,05	Trace	44,30	0,00	100,75	
65	Clermont	3126	F. Cantagrel	4-15	0,30	0,40		0,55	22,60	30,00	0,00	0,00	0,00		Trace	46,40	0,00	100,30	
64	Clermont	3129	F. Cantagrel	16-Ta	0,20	0,85		Trace	19,00	33,85	0,00	0,00	0,00	0,05	Trace	45,75	0,25	99,95	
64	Clermont	3130	F. Cantagrel	16-Tc	0,05	0,85		Trace	20,50	32,50	0,00	0,00	0,00	0,05	Trace	46,25	0,25	100,45	
66	Clermont	3654	F. Cantagrel	19-2	0,00	0,45	0,15	nd	21,30	33,40	0,15	Trace	0,00	nd	Trace	45,45	0,00	100,90	
65	Clermont	3135	J. Orliac	2-T	0,15	0,45		0,10	20,95	31,65	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	45,70	0,20	99,70	
65	Clermont	3127	F. Cantagrel	8-10	0,40	1,20		0,65	23,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,05	Trace	44,60	0,25	100,15	
65	Clermont	3128	F. Cantagrel	8-11b	0,00	1,10		Trace	22,50	30,00	0,00	0,00	0,00	0,10	Trace	45,55	0,10	99,35	
65	Clermont	3205	S. Couturié	13-Ta	0,05	0,95		Trace	nd	21,30	31,50	0,00	0,00	0,00	0,25	Trace	46,90	0,00	100,95
65	Clermont	3204	S. Couturié	13-Tb	0,00	1,35		Trace	nd	20,00	31,60	0,00	0,00	0,00	0,20	Trace	46,90	0,00	100,05
65	Clermont	3203	S. Couturié	14-T	5,90	1,65		0,65	nd	19,50	29,70	Trace	0,60	0,00	0,15	Trace	42,25	0,00	100,40

La perte au feu représente le départ soit de l'eau de constitution soit du CO<sub>2</sub>.

## Éléments mineurs (en parties par million)

Département de Géologie et Minéralogie, Université de Clermont-Ferrand; Spectrographe Jobin & Yvon Z 3.  
(nd = non dosé)

Analyse, Echantillon	Pb	Sn	V	Ni	B	Cr	Cu	Ag	Ga
<b>Trias. Dolomie</b>									
1955 s 1-5	11	0	3	6	3	0	8	1	7,5
1956 s 2-T	0	104	2	3	0	9	8	3	nd
1957 s 3-14	11	94	2	9	18	3	2	1	6,7
1958 s 4-15	0	90	1	4	0	6,5	6,5	3,5	nd
1959 s 8-10	10	96,5	0,5	3	1	4,5	9	3	nd
1960 s 13-T	9,5	67	1	3,5	1,5	5,5	4	1,6	nd
1961 s 14-T	9	78,5	1	3	0,5	2	2,5	2	nd
1962 s 16-T	0	96	1	4	0	9	13	4,5	4,7
1963 s 19-2	11	0	5	6	0	0	10	8,5	nd
<b>Permien. Calcaire</b>									
1967 s 1-1	7	0	10	119	4	0	6,5	0,5	7,5
1968 s 2-1	7,5	0	10	54	4	6	8	2,5	nd
1969 s 3-1	11	0	6	114	6,5	0	6	4	10,5
1970 s 4-1	10	0	6	10	6	0	6	7	nd
1971 s 8 M	9	0	12	97	3	15	11	5	nd
1972 s 13 M	0	0	10	71	0	0	8	3	nd
1973 s 14 M	11,5	0	7	255	8	0	4	4	nd
1974 s 16 M	9	0	18	45	1	7	5	1	6,9
1975 s 19-1	0	0	27	67	0	0	6	2	nd
<b>Grès rouges</b>									
1976 s 15 a	2,5	21	41	41	0	52	Trace	3,5	nd
1977 s 15 c	17	9,5	240	132	34	69	57,5	1	28
1978 s 17	9,5	9	256	94	30	66	2,5	1	nd
1979 s 20 a	11,5	9	167	189	43	61	2,5	1	28
<b>Calcaire bleu</b>									
1980 s 11-1	0	0	6	80	Trace	7	10	2,5	nd
1981 s 25-8	0	0	5	37,5	0	10	37,5	3	7,25
1982 s 9-7	13	100	3	63	1,5	16	15	1,5	nd
1983 s 9-6	7	6	3	48	1,5	4,5	6	0,5	4,9
1984 s 9-5	0	0	7,5	33	0	12	42	0	nd
1985 s 25-7	9,5	24	11	19	0	7	6	1	nd
<b>Complexe schisto-gréseux</b>									
1986 s 5-11	10	8	69	80	49	45	22	8	52
1987 s 5-10	5,5	6	38	120	49	54	Trace	Trace	19,8
1988 s 5-8	4	4,5	27	34	29	54	Trace	2,5	nd
1989 s 5-1 a	5	9	4,5	80	1	20	Trace	1	nd
1990 s 9-9	9	5	64	41	36	71	27	1	16,8
1991 s 25-6	5	5	79	50	18	64	20	4	22,7
1992 s 9-4	3,5	4	79	44	16	50	5	3	nd
1993 s 25-5	4	4	77	53	18	73,5	Trace	6,5	16
1994 s 9-1	12,5	9,5	2	180	6	20	37	1,5	nd
1995 s 25-4	24	35	7	25	0	7	27	1,5	nd
1996 s 10-2	6,5	25	7	16	7	2	417	2,5	nd
1997 s 25-3	5	7	35	88	20	61	9	Trace	29
<b>Micaschistes à grenat</b>									
1998 s 10-1	7	8	66	26	nd	71	2	0,5	40,6
1999 s 9-11	9	6	76	38	nd	74	15	1,5	nd
2000 s 9-10	8	6	491	54	21	168	119	Trace	nd
2001 s 9-8	6,5	7	75	58	nd	70	18	1	35,3
2002 s 9-3	5	5,5	35	86	nd	68	14	3	nd
2003 s 9-2	7	12	42	45	nd	66	8	2	nd
2004 s 25-2	6	6	32,5	89	23	52	25	Trace	20,5
2005 s 25-1	6,5	8,5	36	93	25	47	4,5	Trace	14,8

Analyste : Ph. de Peyronnet, 1966.

## Éléments mineurs (en parties par million)

Département de Géologie et Minéralogie, Université de Clermont-Ferrand;  
Spectrographe Jobin & Yvon Z 3.  
(nd = non dosé)

### Schistes à chloritoïde

Analyse	Echantillon	Pb	Sn	V	Ni	B	Cr	Cu	Ag	Ga	Mo
1964 s	2-1b	11	5,5	36	151	77	77	11	0,5	60,2	
1965 s	3-2	10,5	9	136	122	188	69	2	1	36,8	
1966 s	14	9	11	62	56	29	63	6	1	30,4	

Plaques : 849 Y, 850 Y & 852 Y.

Analyste : Ph. de Peyronnet, 1966.

1769 s	3-13	13	7	283	58	108	609	71	4	24,5	2
--------	------	----	---	-----	----	-----	-----	----	---	------	---

Analyste : C. Jamond, 1968.

### Bauxite

2013 s	19-3	115	21	364	9	1	100	114	6	120	
2012 s	19-4	59	23	260	5	4	255	71	6	121	
2011 s	19-5	24	10	90	15	0,5	85	90	7	95	
2010 s	19-6	104	21	405	15	4	120	82	3	132	
2009 s	19-7	116	32	78	47	0,7	815	132	3	150	
2008 s	19-8	13	10	923	376	20	235	43	4	108	
2007 s	19-9	6	6	772	147	31	308	22	5	59	
2006 s	19-10	18	6	581	268	22	150	26	4	32	
2023 s	3-3	7	7	333	39	64	148	10	3	46	
2022 s	3-4	5	7	722	44	58	369	5	13	29	
2021 s	3-5	4	6	725	61	53	307	20	11	29	
2020 s	3-6	2	4	995	83	78	585	13	0	22	
2019 s	3-7	2	4	993	144	12	637	14	4	23	
2018 s	3-8	1	3	95	42	50	605	17	10	22	
2017 s	3-9	2	6	262	422	43	455	36	8	51	
2016 s	3-10	1	8	315	110	16	596	943	64	61	
2015 s	3-11	2	5	1580	120	47	787	8	3	29	
2014 s	3-12	168	455	200	29	844	65	831	7	150	
2029 s	2-2	7	10	537	13	53	211	3	2	71	
2028 s	2-3	1,5	12	50	52	0	132	13	1	64	
2027 s	2-4	0	8	42	49	0	39	20	1	42	
2025 s	2-5	2	15	1360	108	0	342	25	1	80	
2026 s	2-6	7	26	1760	29	53	323	9	4	66	
2032 s	8-3	6	9	246	264	15	270	10	2	101	
2030 s	8-4	16	8	544	185	100	155	29	7	45	
2031 s	8-6	8	8	221	253	70	123	21	3	104	
2035 s	16-5	9	Trace	905	242	Trace	500	16	nd	95	
2034 s	16-6	126	1	589	530	2	nd	3	nd	370	
2033 s	16-8	nd	1	980	390	Trace	400	67	Trace	812	

Analyste : Ph. de Peyronnet, 1968.