

PÉTROGRAPHIE ET MINÉRALOGIE DE LA RÉGION D'ALANYA,
ORIGINE DES SCHISTES A CHLORITOÏDES ATTENANT AUX BAUXITES
DANS LE MASSIF D'ALANYA (TAURUS, TURQUIE)

Philippe de PEYRONNET

Assistant à la Sorbonne, Paris

L'étude de la région d'Alanya est assez avancée pour pouvoir donner une description pétrographique des deux principaux ensembles schisteux et carbonate composant la série stratigraphique (1).

SÉRIE SCHISTEUSE ANTÉPERMIENNE

La série schisteuse antépermiennne, visible dans un anticlinal coupé par l'Alakilise Dere à l'est d'Alanya, est d'âge imprécis et, d'autre part, sa base est inconnue. Ses roches sont affectées d'une schistosité qui est parallèle à la stratification. La direction des couches est SE-NW. J'ai identifié les quatre ensembles suivants de bas en haut :

1. Les micaschistes à grenats

Les micaschistes à grenats (plus de 200 m), roches de teinte gris-vert, grossièrement schisteuses, comportent : parmi les minéraux phylliteux, le mica blanc (avec la phengite, la paragonite et la séricite), la chlorite et, rarement, la biotite. Le quartz (diamètre 10 à 200 microns) est d'ordinaire anguleux, à extinction roulante et à inclusions de rutile. On note des traces de silicification dans les niveaux gréseux. Le grenat automorphe (jusqu'à 5 mm de diamètre) est une variété intermédiaire entre le pyrope et l'almandin ($rX_a = 11,60; 1,83 < n < 1,84$) (2). Ses cristaux, fréquemment rétro-morphosés en chlorite, souvent craquelés, portent en inclusions du quartz, du rutile et parfois de la clinozoïsite. L'albite (diamètre 250 microns) se présente en grains de contours irréguliers, d'apparence détritique. Le sphène automorphe (diamètre 140 microns) est rare. Citons aussi l'apatite, le zircon, la tourmaline verte, l'hématite et l'andalousite détritique; puis, pour certains échantillons, la calcite xénomorphe à inclusions de quartz. La structure est grano-lépidoblastique.

2. Un complexe grés-schisteux vert

Un complexe grés-schisteux vert (300 m) repose sur les micaschistes. Il admet, à sa partie inférieure, des bancs de calcaires et de calcschistes gréseux. Les minéraux sont: la chlorite, la séricite et la phengite, le quartz anguleux, à extinction roulante. Ajoutons l'albite, l'apatite, l'hématite, le zircon, la tourmaline verte (diamètre 140 microns) et, rarement, la staurotide et la cordiérite détritiques. Les quartz des grès superposés aux calcschistes ont en moyenne deux tailles : 30 et 200 microns. Les plus petits surtout sont bourrés d'aiguilles de rutile. Les quartz sont parfois allongés dans le sens de la schistosité. La structure des schistes verts est grano-lépidoblastique. Vers le

haut, s'individualise un banc de quartzite blanc à tourmaline verte détritique (diamètre 140 microns) et à rutile (diamètre 112 microns).. Les quartz ont les mêmes caractéristiques que précédemment.

3. Bancs de calcaire bleu

Des bancs de calcaire bleu, épais de 20 à 30 m, sans vestiges de fossiles, succèdent aux schistes verts. Ils contiennent de 1 à 20 % de quartz à inclusions de rutile ; les grains sont arrondis ou anguleux (diamètre 20 à 200 microns). Citons aussi : la chlorite, l'albite détritique, parfois recristallisée et l'hématite suggérant des influences terrigènes. Les parties détritiques sont parfois finement litées et les cristaux de calcite le plus souvent aplatis, la structure est grano-nématoblastique.

4. Niveaux gréseux rouges ferrugineux

Localement, des niveaux gréseux rouges ferrugineux surmontent les calcaires bleus. C'est le cas à Kızılcaşehir au-dessus de l'Alakilise Dere. Ce sont des roches compactes ou vacuolaires, parfois grossièrement litées, dont la richesse en grains de quartz est variable. Parmi eux, il en est qui renferment des inclusions de rutile. Il y a de la chlorite en paillettes ou en grandes lames recristallisées, du talc, de la séricite, de l'albite, du rutile, du zircon et de la tourmaline verte de même aspect et de même taille que celle des schistes verts. J'ai observé des concentrations d'hématite. En certains échantillons, la silice est recristallisée.

Les grès rouges pourraient s'être formés par érosion aux dépens des schistes verts car on y retrouve certains de leurs minéraux. Ils pourraient représenter un sol ancien remanié analogue aux boues rouges qui sont connues aux abords de certaines côtes (C.C. Dunbar & Rodgers, 1957). Les grès rouges témoigneraient soit d'une phase rhéoxistatique soit d'une activité tectonique et, dans ce cas, la région d'Alanya serait depuis fort longtemps une zone en soulèvement.

Les roches de la série d'Alanya semblent s'être formées aux dépens de celles d'un massif inconnu plus métamorphique qu'elles-mêmes, comme en témoignent les staurotides et les cordiérites détritiques; au surplus, la petitesse des quartz suggère un transport sur une assez longue distance. D'autre part, la série d'Alanya appartient à l'épizone du métamorphisme régional ainsi que le révèle, dans ses termes inférieurs, l'association almandin, albite, chlorite, muscovite (minéraux de stress), puis, plus haut, les mêmes minéraux moins le grenat; c'est alors le faciès dit des «schistes verts» au sens de Turner et Verhoogen (1960). On notera aussi le caractère cataclastique des structures : minéraux fracturés et à extinction roulante, clivages déformés de la calcite, plissements secondaires de l'ensemble. En ce qui concerne la biotite, on sait que la zone qu'elle caractérise dans certaines séries métamorphiques peut manquer entre celle des schistes à chlorite et celle caractérisée par l'apparition du grenat. Dans la série d'Alanya, la biotite est rare, hormis en quelques échantillons où elle se trouve en petites lames isolées ou incluses dans des paillettes de chlorite à laquelle elle passe parfois, car l'une et l'autre comportent des aiguilles de rutile. Enfin, la biotite peut être transformée en muscovite. Ce sont là quelques-unes des manifestations de rétro-morphoses, auxquelles s'ajoute la kélyphitisation des grenats qui sont transformés en chlorite et en épidote. Les rétro-morphoses, manifestées en outre par des plissements secondaires, semblent indiquer que la série anté-permienne d'Alanya a subi au moins deux métamorphismes, dont malheureusement les âges ne peuvent être encore précisés.

COMPLEXE CARBONATE

Le complexe carbonate, épais de 500 à 600 mètres, fait suite aux niveaux détritiques rouges; j'y ai reconnu les trois faciès suivants :

1. Le calcaire gris

Le calcaire gris compact, en bancs de 50 cm, formant des falaises de 300 à 400 mètres et des plateaux où sont éparpillés des poches de bauxites. La roche est grise; sa calcite, assez finement cristallisée (cristaux de 100 à 600 microns) représente la «pâte primitive»; on y voit des macles polysynthétiques, des clivages déformés et une extinction roulante; la structure est poecilitique. Le calcaire renferme rarement du quartz secondaire, en grains subarrondis, mesurant de 20 à 70 microns, exceptionnellement 400 microns. Il s'y trouve parfois de fines inclusions de rutile et de calcite. Des grains groupés en plages correspondent peut-être à des fantômes de fossiles. Le quartz est interstitiel ou inclus dans la calcite recristallisée. Ces minéraux sont accompagnés de rares plagioclases (albite), de quelques paillettes de séricite, de la chlorite, qui est parfois de néogène, dans de très fines vacuoles, de l'hématite en grains ou en feuillets soulignant les joints de glissements, enfin du zircon. Des filons secondaires de calcite plus largement recristallisée recouperont la roche. Des *Mizzia*, découvertes dans la partie moyenne de la formation, la datent du Permien (I). Les recristallisations importantes de la calcite, les silicifications, les chlorites de néogène, la structure cataclastique sont plus fréquentes au sommet de la formation où la structure devient en général nématoblastique, marquée par l'aplatissement de la calcite dont certains cristaux atteignent environ un millimètre. Les fantômes de fossiles y sont plus rares.

2. La dolomie grise

La dolomie grise, en bancs de 50 cm, s'observe en lentilles au sein du calcaire, dans la vallée de l'Alakilise Dere, et elle forme, pour une part importante, au nord du Kargı Çay, le soubassement du Susuz Dağ. Sur la rive gauche (sud) de cette rivière, elle constitue le mur d'une poche, homologue des poches bauxitiques, mais stérile. La roche, qui contient les mêmes fossiles que précédemment, est d'un gris sombre, veiné de blanc. Elle est faite de dolomie microcristalline ou en cristaux de 50 à 160 microns, exceptionnellement de 600 microns. Les minéraux accessoires sont les mêmes que ceux du calcaire. Les influences cataclastiques paraissent épisodiques.

Les sections minces, colorées par le procédé de Lemberg, montrent, par la présence de la calcite au sein de la dolomie, qu'il pourrait s'agir de la dolomitisation d'un calcaire. Il semble aussi que la dolomitisation ait effacé les caractères cataclastiques du calcaire.

3. La dolomie blanche

La dolomie blanche, compacte, en falaises massives, est le troisième faciès du Permien. Elle se distingue de la précédente à la fois par sa teinte et par sa morphologie. Les cristaux de dolomie vont de 30 à 190 microns. Les minéraux accessoires sont les mêmes. On note de nettes recristallisations et je n'ai observé ni dolomie microcristalline de la «pâte primitive», ni restes fossiles, soit qu'ils aient tout à fait disparu, soit que la roche ait été stérile dès l'origine. On note des structures poecilitiques et des

caractères cataclastiques (macles polysynthétiques, clivages déformés et joints de glissements). Ce faciès, localisé au sud du Kargı Çay, affecte seulement les termes supérieurs de la formation qui ne sont pas creusées de poches bauxitiques. Il peut aussi être surmonté par le calcaire fossilifère bien daté du Permien.

La grande pureté des formations carbonatées, par comparaison avec certains niveaux du calcaire bleu sous-jacent aux grès rouges antépermien, suggère que la sédimentation marine a été dénuée d'influences terrigènes. Les éléments Al, Si, et Fe (Fig. 1) sont en moindres proportions que dans le calcaire bleu et l'analyse spectrographique (3) révèle que certains éléments mineurs ont diminué d'importance à moins qu'ils n'aient disparu. Tout cela s'accorde avec ce que l'on sait du Permien en Turquie, habituellement transgressif et pélagique.

La partie supérieure du Permien est localement karstifiée et supporte la bauxite. Parfois, et c'est le cas à Höyük, à Derince Dere et près de Turbelinaz, au sud du Kargı Çay, des schistes, que j'appellerai désormais schistes à chloritoïdes, sont intercalés entre le mur karstifié et la bauxite. Le contact est marqué par leur légère pénétration dans des fissures. Epais de 10 cm à Höyük, ils sont d'aspect satiné, violacés ou rouges, sans minéraux visibles à l'œil nu hormis quelques mouchetures d'oxyde de fer. Les sections minces révèlent la présence de la séricite en abondance, de la chlorite en amas dispersés, surtout de chloritoïdes en «oursins», du quartz (diamètre 5 à 55 microns), subarrondi, à aiguilles de rutile, en quantité variable, sans oublier quelques feldspaths détritiques, de la tourmaline verte (diamètre 25 à 70 microns), du rutile (72x36 microns), de l'hématite et du zircon. La structure est lépidoblastique. C'est l'épizone du métamorphisme régional très léger, faciès dit des «schistes verts». On ne note pas traces de rétro-morphoses. Puisque celles-ci sont manifestes dans la série antépermienne, on peut les mettre au compte du métamorphisme qui a donné les schistes à chloritoïdes du mur des bauxites. Pour cette raison, il est légitime de penser que le premier métamorphisme est antépermien.

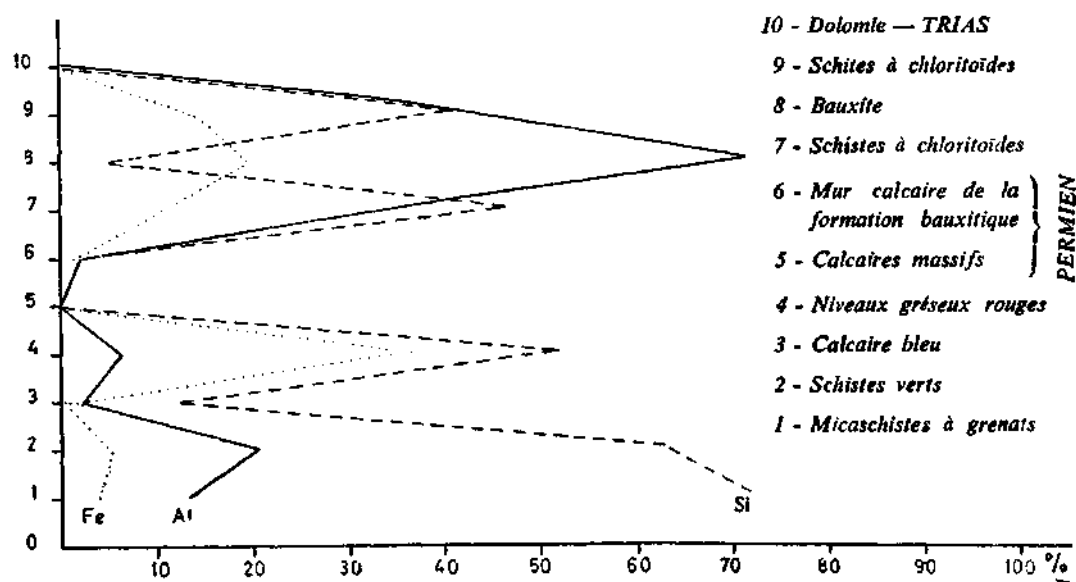


Fig. 1 - Variations de Si, Al et Fe dans la série d'Alanya.

Tableau - 1
Rapports de quelques éléments entre eux dans la série d'Alanya.

	<i>A N T É P E R M I E N</i>				<i>P E R M I E N</i>	<i>Schistes à chloritoïdes</i>	<i>TRIAS</i>
	<i>Micaschistes à grenats</i>	<i>Schistes verts</i>	<i>Calcaire bleu</i>	<i>Niveaux rouges gréseux</i>	<i>Calcaire (murs)</i>		<i>Dolomite (toits)</i>
Ga/Al	2,09	1,26	2,51	4,26	3,64	1,28	6,36
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
Cr+Ni +V/ Fe⁺⁺+Fe⁺⁺⁺ +Mg	25,96	19,07	181,73	14,78	76,17	21,68	0,31
Cr/Fe⁺⁺ +Fe⁺⁺⁺ +Mg	7,36	7,007	14,94	2,27	6,24	6,01	0,12
Ni/Fe⁺⁺ +Fe⁺⁺⁺+Mg	13,45	6,599	153,84	4,78	61,03	8,88	0,13
Sn/Ca	8,20	6,71	23,64	10,76		6,14	1,07
Sn/Si	0,10	0,08	1,47	0,21		0,17	343,71
Sn/Ti	13,01	10,68	26,08	64,69		10,99	
Ni/Si	1,26	1,008	28,08	3,06	52,97	2,43	18,16

Les schistes à chloritoïdes pourraient s'être formés à partir des schistes verts antépermien, car voici quatre arguments en faveur de cette hypothèse :

a) Ils ne peuvent provenir en totalité de la décalcification du Permien dont les calcaires ne contiennent ni quartz riches en aiguilles de rutile, ni tourmaline verte, ni rutile. L'analyse spectrographique (3) des murs ne révèle que peu de bore et de vanadium, rarement du chrome et jamais d'étain, tandis que ces éléments sont toujours présents dans les schistes à chloritoïdes. Leur allochtonie est donc certaine.

b) On note des ressemblances entre ces derniers et les schistes antépermien. En effet, des quartz à nombreuses aiguilles de rutile, des tourmalines vertes, des rutilles se trouvent identiquement dans ces deux niveaux. Ils sont cependant plus petits dans les schistes à chloritoïdes, les minéraux les plus résistants à l'usure ayant seuls pu subsister dans la masse phylliteuse transportée.

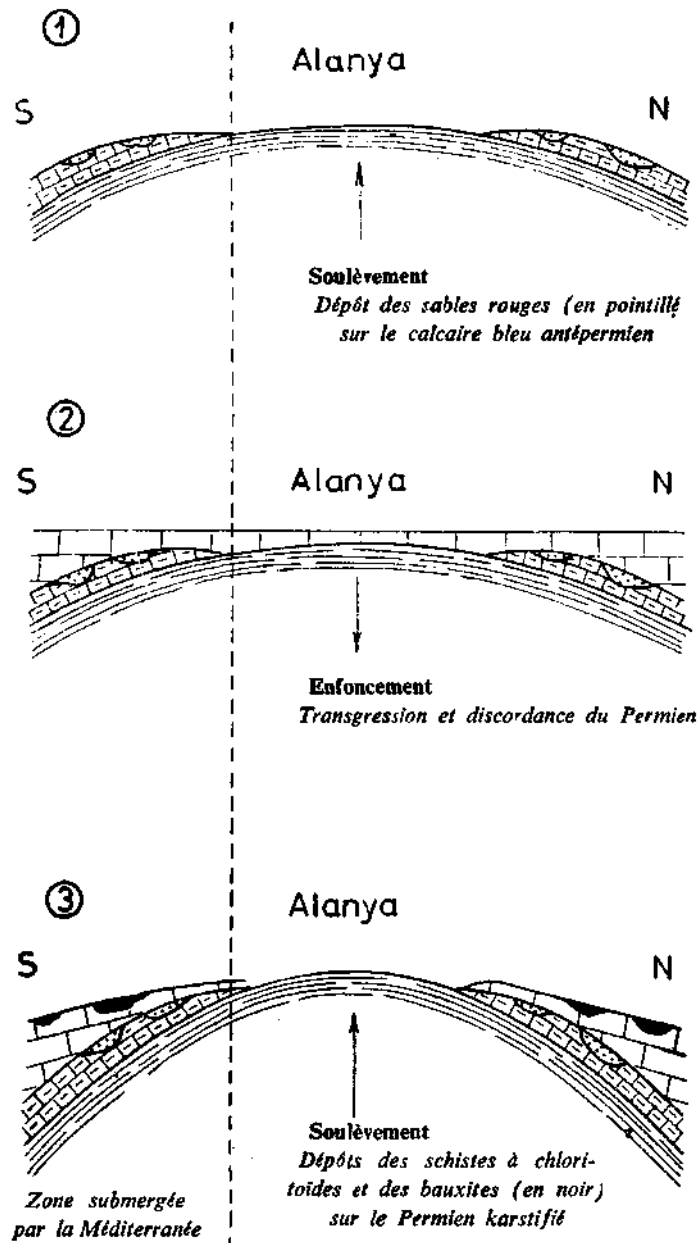


Fig. 2 - Allochtonie et origine des schistes à chloritoïdes attendant aux bauxites d'Alanya.

c) La figure 1 montre que les schistes à chloritoïdes sont plus riches en Al et Fe et plus pauvres en Si que les schistes antépermien.

d) Le calcul des rapports entre eux de certains éléments connus dans les milieux alumineux montre des analogies entre les schistes verts antépermien et les schistes à chloritoïdes. En particulier, les valeurs de Ga/Al, Al/Ti et Ti/V sont en moyenne de 1,26, 40,33 et 90,00 dans les premiers et de 1,28, 40,16 et 0,01 dans les seconds (Tableau 1).

La figure 2 traduit le mécanisme de la formation des schistes à chloritoïdes. J'ai expliqué plus haut et antérieurement (4) l'origine des grès rouges antépermien par le soulèvement de la région schisteuse d'Alanya, puis par son érosion. Puisque la discordance du Permien sur le Carbonifère supérieur est visible avec un angle de 25 à 30° à l'est d'Alanya (5), on peut envisager que des vicissitudes analogues se soient reproduites à la fin du Permien et imaginer que dès débris des schistes verts triturés auraient été transportés jusque dans des dépressions du calcaire (plutôt que dans de véritables avens, à en juger par la faible karstification du mur). Leur dissolution aurait cessé avant le dépôt des schistes, car si elle s'était poursuivie, les analyses laisseraient croire à un passage progressif du calcaire aux schistes. Au plus, on note une légère augmentation de Al, Fe et Si dans les murs par rapport à l'ensemble du calcaire sous-jacent à la suite d'une imprégnation *per descensum*. C'est pourquoi j'estime que les dépressions étaient dès l'origine peu marquées et peut-être proches du niveau de base. Au nord de Camçukuru (Susuz Dağ), on ne trouve plus d'indices de bauxite, les roches du toit sont alors directement superposées au Permien et la masse s'épaissit jusqu'à 800 ou 1000 mètres.

La bauxite à corindon et diaspore sera étudiée ultérieurement. J'ai déjà donné cependant une description du gisement d'Asmaca où la bauxite est métamorphique (6).

En d'autres poches, que la bauxite ait été conservée ou non, on trouve des schistes chloritoïdes dans les dépressions du calcaire permien. Toutefois, et exceptionnellement, à Höyük, la bauxite supporte un deuxième niveau de schistes à chloritoïdes. Il est donc certain que la formation bauxitique est métamorphique. Ici, en outre, le toit débute par des dolomies dont les couches de base renferment des galets de bauxite.

On ne peut dire encore si les dolomies sont primaires ou secondaires. Ce sont des roches grises, en bancs de 30 cm, se débitant en plaquettes, microcristallines avec des plages recristallisées dont les cristaux, d'un diamètre de 18 à 200 microns, présentent des caractères cataclastiques: macles polysynthétiques, clivages déformés, extinction roulante. En général, les toits sont moins recristallisés que les murs. La cristallisation est plus importante dans les remplissages de nombreuses fractures. Les minéraux accessoires sont: la séricite, la chlorite, parfois recristallisée dans de petites vacuoles de la roche, le quartz (diamètre 8 à 200 microns) avec, de temps à autre, des inclusions de rutile, et l'hématite. Les dolomies du toit sont datées du Trias moyen ou supérieur par des fossiles marins: *Glomospirella irregularis* (Moeller, 1880), *Glomospirella spirillinoïdes*, *Ammodiscus*, *Semiinvolutus* (1).

Les examens ne permettent pas de décider si les dolomies sont métamorphiques ou non, car ou bien le métamorphisme n'a affecté que la formation bauxitique, ou bien le métamorphisme est d'âge post-triasique, mais ses effets ne sont évidents que dans la formation bauxitique.

Après des études plus poussées, il sera peut-être possible d'apporter une réponse à ce problème.

R É F É R E N C E S

- 1 — PEYRONNET, Ph. de (1965): Observations sur la géologie du Taurus au Nord d'Alanya (Turquie). *M.T.A. Bull*, no. 65, Ankara.
- 2 — Détermination de MM. Ph. Blanc et J. C. Villeminot, Laboratoire de Pétrographie de la Sorbonne.
- 3 — Département de Géologie et Minéralogie, Université de Clermont-Ferrand.
- 4 — PEYRONNET Ph. de (1967): La série antépermienne d'Alanya (Taurus méridional): composition et évolution. *C. R. Acad. Sci.*, t. 264, p. 693-695.
- 5 — GÜVENÇ, T. (1965): Etude stratigraphique et micropaléontologique du Carbonifère et du Permien des Taurus occidentaux dans l'arrière-pays d'Alanya (Turquie). *Thèse Doct. Univ. Paris*.
- 6 — PEYRONNET, Ph. de (1966) : Un gisement de bauxite du Taurus méridional (Turquie). *C. R. Acad. Sci.*, t. 262, pp. 733-736, 1 fig.