

L'OPHIOLITE D'ANTALYA DU RIFTING TETHYSIEN A LA DERNIERE DORSALE ACTIVE

La Turquie est un pays particulièrement riche en ophiolites. Réparties en trois alignements est-ouest sur pratiquement l'ensemble du territoire, elles sont représentatives de la majorité des ophiolites issues de la lithosphère de l'Océan Téthys, de l'ouverture du rift au Trias à la fermeture de l'océan au Crétacé.

Le cortège ophiolitique situé dans la région d'Antalya (sur la côte méditerranéenne), est particulièrement riche d'informations et intéressant pour de nombreuses raisons :

- l'ophiolite d'Antalya est témoin de la tectonique de collisions entre les plaques africaine et eurasiennne,
- les superbes, nombreux et divers affleurements situés en falaises côtières offrent d'exceptionnelles conditions d'observations,
- l'ophiolite d'Antalya s'est créée à proximité d'une zone de fracture océanique, dont l'influence se traduit dans les structures internes des roches,
- les pillow-lavas, contemporains du rifting initial de l'Océan Téthys, proches du cortège ophiolitique et facilement accessibles, forment, dans des montagnes surplombant la mer, des accumulations très spectaculaires de plus d'un kilomètre d'épaisseur,
- les observations effectuées permettent de reconstituer un « log » ophiolitique quasi complet,
- les eaux transparentes, les golfes tranquilles, les pinèdes ombragées et les innombrables sites de ruines gréco-romaines agrémentent à chaque instant la découverte de l'ophiolite d'Antalya.

La région d'Antalya, qui a subi de plein fouet les collisions intraplaques, est géologiquement formée d'un édifice complexe de nappes où l'on peut rencontrer tour à tour, des formations calcaires, détritiques, des marnes, des séries carbonatées ; tout cela parmi le cortège ophiolitique qui affleure, certes par fragments ou par panneaux, mais toujours de façon très nette et en général très accessible.

La reconstitution des événements tectoniques ayant conduit à l'empilement actuel des nappes a fait l'objet de nombreux travaux, et de controverses ; mais le principe de la mise en place tangentielle de ces nappes, y compris les nappes ophiolitiques, au cours de plusieurs phases de charriages est maintenant acquis par la plupart des géologues. Les structures internes des unités ophiolitiques sont en général bien préservées et bien exposées.

On ne sera donc pas étonné, au cours des excursions, de rencontrer souvent certains éléments ou fragments du cortège ophiolitique, voisinant, recouvrant des formations sédimentaires ou métamorphiques ou même en étant recouverts.

L'essentiel du cortège ophiolitique affleure le long de la côte orientale du golfe d'Antalya, entre Kemer et le cap de Gelidonya. En dehors de cette bande côtière les affleurements sont dans des zones plus tourmentées, végétalisées et difficiles d'accès.

Non loin de la côte d'Antalya, la tectonique a transporté des fragments de séries volcaniques et sédimentaires, témoins de la phase de rifting initial ayant conduit à la formation de la Téthys. C'est dans le massif du Calbali Dag que seront observés entre autres les pillow-lavas.

Les puissantes séries de basaltes alcalins ayant formé ces pillow-lavas ont été datées au Trias Supérieur (220 Ma) , c'est-à-dire à l'ouverture du rift « pré-téthysien ». Les ophiolites côtières, elles, ont été datées au **Crétacé supérieur**, c'est-à-dire à la fermeture de la Téthys. Ainsi, restent, la croûte océanique la plus ancienne (220 Ma) et des fragments **d'âge Crétacé supérieur** de la dernière dorsale océanique qui a été obductée. Tout le reste, Jurassique et partie du Crétacé, a disparu dans la **subduction nord-téthysienne**.

L'ophiolite d'Antalya, témoin de l'ouverture d'un rift, de la naissance d'une dorsale océanique, et de l'ouverture d'un océan puis de sa fermeture, est le lieu d'exception que l'on pourra découvrir en trois journées d'excursions.

PREMIER JOUR : EN BORD DE MER DES SEQUENCES MANTELLIQUES AUX GABBROS ET AUX DYKES

Les petits hôtels et les pensions abondent en bord de plage à proximité des ruines archéologiques d'Olympos, de Phaselis et des villages de Cirali et Tekirova. Ces sites, situés à environ 70 km au sud d'Antalya, peuvent être atteints à partir de la route D 400.

A la base, le cortège ophiolitique est composé de tectonites mantelliques à composition de péridotites appelées harzburgites. L'existence de harzburgites caractérise en général un océan à dorsale rapide, à croûte épaisse et continue, à complexe filonien et avec une puissante unité de gabbros.

En remontant vers le nord, à partir de la plage de Cirali, les falaises côtières à proximité d'un petit cap sont faites d'une harzburgite serpentinisée de couleur vert bouteille dans la masse, luisante, saccharoïde, contenant des mouches d'enstatite argentée (orthopyroxène) et des grains de chromite noire. La harzburgite est parfois recouverte d'une fine couche rousse d'hydroxyde de fer. L'altération a laissé en relief les pyroxènes et les grains de chromite. Ils sont disposés suivant un certain alignement, ce qui indique que ces roches ont été systématiquement foliées. Des filonets de gabbros traversent les harzburgites et y forment parfois des réseaux anastomosés.

Après une petite escalade qui permet de traverser le cap on trouve, au bout de la plage, un énorme dyke de diabase (dolérite altérée) d'une puissance (épaisseur) de 5 mètres fiché dans les serpentines. Ce dyke, en provenance directe du MORB, appartient à des essaims de dykes qui recoupent toutes les roches grenues. Dans ce massif, on pourra trouver un dyke environ tous les 80 m. Tous ces dykes ont subi les effets de la tectonique : ils sont souvent disloqués, boudinés, cassés. Résistants à l'érosion, ces dykes se dégagent de leur encaissant en formant parfois de véritables murs. Ils sont recouverts d'une couche blanchâtre d'altération et, dans la masse, ce sont des roches gris bleu finement cristallisées à cristaux visibles à l'œil nu : plagioclases, amphiboles...

Mais c'est au cours de l'excursion du second jour, en mer, en longeant les falaises côtières que l'on pourra observer au mieux ces essaims de dykes.

Du dyke on peut apercevoir, au nord et de l'autre côté d'une petite baie, des pans rocheux lisses roux à gris verdâtre: ce sont des cumulats dunitiques et gabbroïques. Ces cumulats ont été formés lors de la cristallisation fractionnée et se sont accumulés sous l'action de la gravité au sein d'un magma. Avec les cumulats dunitiques, on est vraiment au cœur de la chambre magmatique, et l'on peut « imaginer » le moho à la limite entre les deux types de cumulats. Un examen attentif des cumulats gabbroïques montre un litage bien marqué, le plus souvent serré et contrasté, visible de loin. Ce litage a été créé par des variations discrètes de proportions modales entre les olivines, les pyroxènes et les plagioclases au cours de la formation des gabbros. Les « lits » de gabbros, en particulier, ont subi une déformation visqueuse lors de leur mise en place. Les plis d'écoulement visqueux sont en général déversés vers le nord.

A la tombée du jour, et jusqu'à la nuit, on pourra se rendre au site de Chimaira (la Chimère). C'est là qu'à environ 300 m d'altitude des émanations de gaz naturel entretiennent un feu « éternel » sur deux affleurements de serpentines. D'après la légende, c'est sur cette montagne que le héros Bellérophon, monté sur Pégase, tua la Chimère en versant du plomb fondu dans sa bouche. Ce gaz, du méthane, s'échappe à travers un réseau de failles et provient des calcaires de la nappe d'Antalya inférieure, situés tectoniquement sous les ophiolites. C'est là

une preuve du transport, par nappes successives, des sédiments et des ophiolites qui finissent par s'empiler les uns sur les autres.

SECOND JOUR : EN MER

DU FOND DE LA CHAMBRE AUX DYKES

Il faut partir du port de Kemer (location d'un bateau à moteur ou excursion programmée) et longer la côte direction sud jusqu'à Cirali en passant au large de Tekirova, croisière d'une trentaine de kilomètres.

Au départ, on longe l'impressionnante falaise sédimentaire de Kemer. C'est une « galette » néogène qui repose directement sur les ophiolites. **On peut y observer en passant des structures de chenaux sédimentaires particulièrement spectaculaires.**

Après le Néogène **apparaissent les falaises** de roches grenues ophiolitiques. Ces affleurements exceptionnels se déroulent maintenant sur une vingtaine de kilomètres. Des essaims de dizaines de dykes de diabases, d'une hauteur de 10 à 50 m et épais de 50 cm à 20 m, formant de véritables murs qui s'avancent dans la mer, se succèdent en traversant des roches qui, pour la plupart, sont des harzburgites serpentinisées ou des cumulats. Les cumulats magmatiques repérés le premier jour se développent maintenant dans toute leur splendeur : falaises de gabbros lités et litages magmatiques dans ces gabbros, paquets plissés et glissés de gabbros, brèche magmatique, tectonites du manteau...

A quelque 5 km au sud de Tekirova, on remarquera un spectaculaire dyke **blanchâtre** de rodingite, mur impressionnant dressé vers le ciel et émergeant d'un chaos d'énormes blocs blanchâtres. S'il est possible de rejoindre la côte, on pourra non seulement examiner de près cette roche gris rose dans la masse, mais aussi des bancs de dunites avec un réseau maillé de fractures serpentinisées. **La rodingite, qui se trouve dans les complexes ophiolitiques fortement serpentinisés, résulte d'un processus de métasomatose qui modifie profondément la composition chimique de la roche originale, ici un dyke de diabase. Une intense serpentinisation a expulsé de la péridotite encaissante, vers le dyke de diabase, des éléments tels que Na, Ca, Al et aussi beaucoup de silice.**

Le bateau pourra aborder facilement sur une plage située juste au nord de Cirali, ce qui permettra la visite des anciennes mines de chromite dans des dunites à structure nodulaire. Un sentier qui part vers le nord, s'élève dans la montagne. Le long du chemin et dans les haldes on pourra collecter de beaux blocs de chromite... et les examiner ensuite à l'ombre d'une pinède. La chromite fait partie du groupe des spinelles et elle constitue l'unique minerai exploité de chrome.

TROISIEME JOUR : EN MONTAGNE

LES PILLOW-LAVAS ET LE COMPLEXE FILONIEN BRECHIFIE

Bien que des coulées de pillow-lavas puissent être examinées, non loin de la mer, le long de la route qui va d'Ulupinar Köy à Cirali, on consacra la journée à la visite du spectaculaire massif volcanique alcalin triasique du Calbali Dag. Comme il faut progresser sur des chemins de montagne, jusqu'à 1600 à 2000 m d'altitude, il est recommandé de louer un 4X4. La route, d'abord goudronnée, traverse un impressionnant défilé, puis devient une piste bien entretenue à mesure que l'on s'élève ; on part de Kemer pour atteindre **le villages de Sögütcumasi, situé non loin d'une belle forêt de cèdres.**

Vers 1150 m d'altitude, on passera à côté d'un sill prismé de basalte avec une grande richesse de minéraux **visibles**: plagioclases, augite, hornblende, biotite...

On suit d'abord sur environ 5 km la piste qui serpente en ligne de crête à travers les pâturages au-dessus des villages, puis, après une piste descendante, on rencontre un large torrent au bas d'un thalweg, c'est après l'avoir traversé que l'on s'arrêtera vers 1680 m d'altitude. On se trouve alors devant une puissante série volcanique d'environ 700 m d'épaisseur et formée de

nombreuses coulées **de pillow lavas** superposées. Cette série volcanique est surmontée par une nappe calcaire d'un blanc éclatant.

Remontant le long du torrent puis s'élevant vers la droite, on commencera à rencontrer les coulées de pillow-lavas, tous pluridécimétriques à métriques, **alternativement aphanitiques (pas de cristaux discernables à l'œil nu) et porphyriques, et reposant parfois sur d'épaisses coulées de basalte prismé. L'une de ces dernières, de 40 m d'épaisseur, pourrait représenter un ancien lac de lave.** Les pillow-lavas, en général fracturés radialement et très bulleux (ce qui signifie qu'ils se sont mis en place sous une faible tranche d'eau), se moulent magnifiquement les uns sur les autres dans une matrice sédimentaire calcaire. Des tubes de lave tortueux et fracturés serpentent à travers les pillow-lavas. Certains pillow-lavas contiennent des géodes de calcite. Si la concavité de ces géodes est, par exemple, tournée vers le haut, cela signifie que le pillow-lava est resté dans son sens de formation ; dans le cas contraire il est à l'envers.

Cependant le « mur » de pillow-lavas n'est pas continu : de nombreux niveaux calcaires et de brèches sont intercalés dans la série de coulées basaltiques. Certains calcaires pélagiques contiennent une faune (ammonites, halobies) qui a permis de dater ces coulées au Trias supérieur. Cet âge a été confirmé par des datations K/Ar sur des biotites.

Tout le matériel volcanique et sédimentaire est ici dans un état de fraîcheur remarquable.

Au retour de l'excursion en montagne, on pourra faire un petit crochet, à 4 km au nord de Kemer pour visiter le piton ruiniforme et bicéphale de Karatas Tepe : il émerge comme une île au-dessus de la végétation de la plaine d'Agva. Ce piton est une brèche composée de tous les éléments d'un cortège ophiolitique : complexe filonien, diabase, basaltes, gabbros, harzburgite, radiolarites, avec, en plus, des roches sédimentaires contenant des rudistes **d'âge maestrichtien (Crétacé terminal)...** Ces fossiles indiquent, ici encore, un milieu de dépôt en eau peu profonde. Cette brèche est formée exclusivement de blocs anguleux de toutes tailles. Le ciment de ces blocs semble fait d'un même matériel pulvérisé et ferrugineux. En prenant un peu de recul, on constate que la formation de Karatas Tepe est très grossièrement stratifiée. Cette brèche a été mise en place brusquement, par un phénomène d'avalanche sous-marine, au moment où la croûte océanique subissait de « violents » mouvements tectoniques, c'est-à-dire au premier stade du processus d'obduction.

Enfin, en visitant le site archéologique de Phasélis, on pourra observer, en bord de mer, le fameux « champignon » de brèche polygénique de diabase, calcaires, gabbros, cherts, et contenant de beaux débris de rudistes.

CONCLUSION

L'ophiolite d'Antalya est, avec celles d'Oman et de Chypre, l'une des plus riches d'informations sur la lithosphère océanique de cet océan fossile que fut la Téthys.

Si l'on assemble les roches magmatiques reconnues dans les différents massifs voisins visités on peut reconstituer le « log » ophiolitique quasi idéal, tel qu'il fut défini dans le manifeste ophiolitique de la Penrose Conference.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

DEBELMAS J., MASCLE G. (1994). *Les grandes structures géologiques*, pp. 192-202. Masson édit. Paris

JUTEAU T., MAURY R. (1997). *Géologie de la croûte océanique. Pétrologie et dynamique endogène*, pp. 127-173. Masson édit. Paris

JUTEAU T. (2005). *CBGA Excursion Turquie 2005. L'ophiolite d'Antalya. Livret guide d'excursion*. Centre Briançonnais de Géologie Alpine (<http://www.cbga.net>). Responsable du CBGA : CIRIO Raymond.

NICOLAS A. (1999). *Les montagnes sous la mer. Expansion des océans et tectonique des plaques*, pp. 89-128. Editions BRGM. Orléans.