

Correction exercice intégré : Caractéristiques d'une marge active

La carte **a** montré deux zones. L'une, océanique, où les anomalies de gravité fortement négatives, atteignant -100 mgal, sont présentes le long d'un axe N-S au large du Chili (à l'Ouest de 80°O). L'anomalie de gravité est de -70 mgals à 39°S . Elles traduisent un déficit de masse que l'on peut expliquer comme suit : la plaque océanique plonge sous la plaque continentale (le « slab ») ; ceci crée une fosse. Celle-ci est généralement dissymétrique, son versant interne (vers le continent) étant plus incliné que son versant externe. Au front de la zone de subduction, des sédiments peuvent former un prisme d'accrétion (50% des zones de subduction). Les masses volumiques de l'eau et des sédiments étant inférieures à celle de la croûte océanique, elles sont à l'origine d'un déficit de masse qui n'est pas compensé par la présence plus en profondeur de la plaque plongeante pourtant dense.

Sur l'autre partie, continentale, les anomalies de gravité (air libre) sont positives (excès de masse) :

- la Cordillère des Andes est une chaîne de montagnes d'origine volcanique, injectée de matériel dense ;
- les basaltes et les gabbros de la croûte océanique de la plaque plongeante sont, au-delà de 50 km de profondeur environ, métamorphisés en éclogite, roche de forte densité.

La carte **b** montre le plongement du slab sous la plaque lithosphérique continentale vers l'Est. La lithosphère plongeante présente une densité inférieure à 3,3 qui permet de la discerner sur le profil de sismique réfraction (coupe c) : cela permet de confirmer les données de gravimétrie.

Remarque : Dans d'autres contextes, lorsqu'une zone de faiblesse existe au niveau de la bordure continentale (Japon ou la mer Égée), il se forme un arc insulaire actif séparé d'un arc généralement rémanent (inactif) par un bassin arrière-arc (= bassin marginal) comprenant une dorsale. Les bassins rétro-arc observés en arrière des cordillères pourraient être une première étape vers ce type de relief. Ce sont des bassins volcano-sédimentaires (par exemple le bassin andin du Pérou)... ces bassins sont aussi les traductions de l'évolution de la marge du fait du roll-back de la lithosphère océanique subduite.

Bilan.

De la plaque plongeante vers le continent, le relief caractéristique d'une marge active est : une fosse, un prisme d'accrétion fréquent, un relief positif de type cordillère ou arc (exemple Antilles), un bassin arrière arc plus ou moins développé.

A l'avant de la fosse, un bombement flexural de la lithosphère océanique peut aussi être observé.

Les marges actives sont des lieux de subduction marquées par deux anomalies de gravité importantes : une anomalie négative dans le secteur fosse-prisme lié à un déficit de masse (eau qui remplit la fosse et accumulation de sédiments légers), une anomalie positive à l'aplomb de l'arc magmatique alimenté en roches denses et liée à la présence en profondeur du slab constitué de roches denses (éclogites)...

Le flux thermique présente deux anomalies importantes (indique les isothermes enregistrées au niveau d'une zone de subduction) :

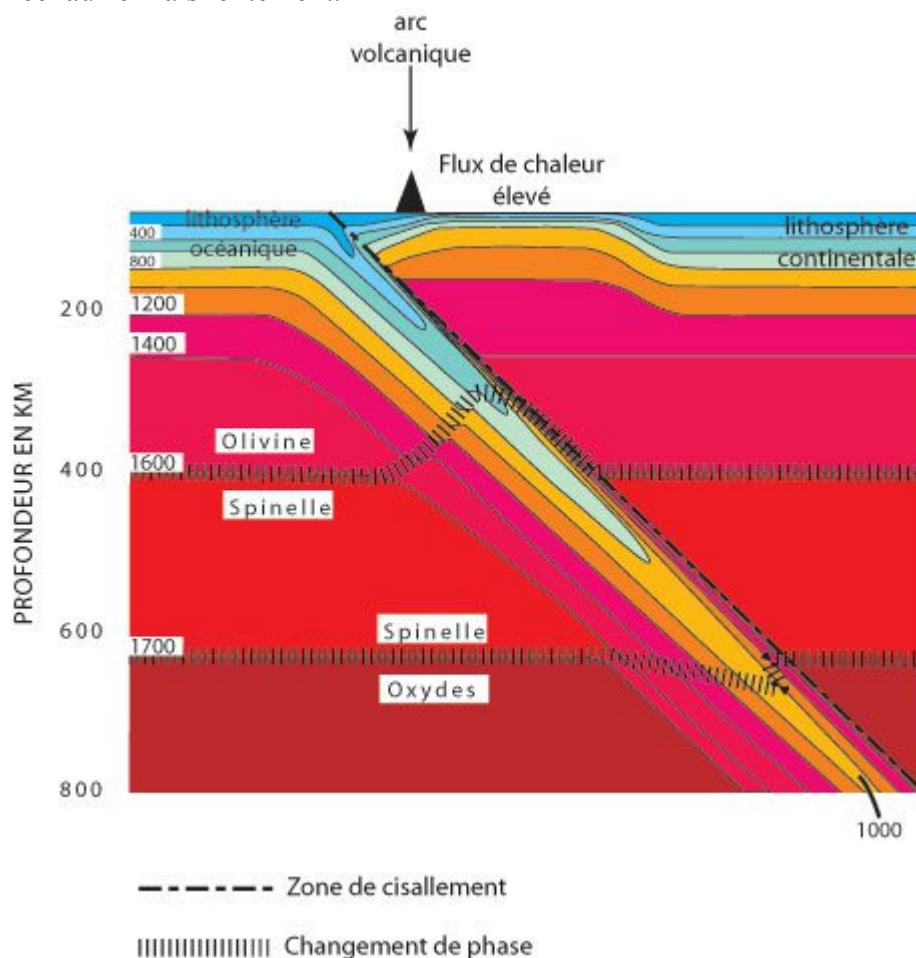
- une anomalie positive au-dessus de la cordillère ou de l'arc qui est expliquée par les injections magmatiques au sein de la lithosphère ;
- une anomalie négative au-dessus de la fosse à mettre en relation avec le matériel froid

constituant le panneau plongeant.

Les variations du flux thermique enregistré en surface sont dues à des processus se réalisant en profondeur qui peuvent être mis en évidence par les données de tomographie sismique et l'étude des isothermes à faible profondeur. Ceci permet d'ailleurs de bâtir des modèles de répartition des isothermes à plus grande profondeur.

Au niveau du relief positif (arc ou cordillère), les isothermes remontent et l'anomalie de vitesse de propagation des ondes sismiques est négative : du matériel plus chaud que la lithosphère remonte vers la surface à travers la plaque. Ce sont des injections de magma. Les échanges thermiques se faisant dans ce cas par convection, ils sont rapides et enregistrés par les isothermes.

Au niveau où l'anomalie de vitesse de propagation des ondes sismiques est positive, les isothermes sont abaissés : cette zone correspond au slab constitué de matériel relativement froid et de forte inertie thermique. En effet, la conduction de chaleur entre la lithosphère plongeante et le manteau environnant est mauvaise, si bien que le slab se réchauffe mais lentement.



Modèle de structure thermique pour une lithosphère océanique en subduction

La variation de température avec l'enfoncement du panneau plongeant est calculée à partir des équations de conduction de la chaleur d'un milieu chaud (l'asthénosphère) vers un milieu froid (la lithosphère) pour une plaque plongeante épaisse de 125 km, avec une inclinaison de 45° , une vitesse de convergence de 80 mm.an^{-1} (80 km.Ma^{-1}) et un dégagement de chaleur par friction dans la zone de glissement intraplaque. En dehors de la zone de subduction, les plaques supérieure (continentale) et inférieure (océanique) sont soumises à un géotherme moyen. L'invagination des isothermes qui suivent la forme de la plaque plongeante est

caractéristique de l'introduction de matériaux froids dans l'asthénosphère. Les isothermes « habituels » des transitions de phases olivine-spinelle et spinelle/oxyde des minéraux du manteau supérieur ont été figurées à 1600°C et 1700°C (d'après Schubert, 1975). Dans le slab, ces transitions se font dans des conditions un peu différentes....

Des roches magmatiques calco-alkalines constituent aussi des caractéristiques des marges actives : ce sont des roches volcaniques (andésites, rhyolites) dans les secteurs magmatiquement actifs mais aussi des roches plutoniques (granodiorites) dans les secteurs devenus inactifs et ayant subi érosion et/ou dénudation tectonique.

*Remarque : d'autres roches caractéristiques se forment en profondeur mais ne sont pas à l'affleurement dans la marge andine : ce sont les **roches métamorphiques** de la lithosphère océanique subduite (schistes bleus, éclogites) ou celles de la lithosphère chevauchante directement à son contact (faciès SB, Ecl) ou situées dans le voisinage des remontées magmatiques et caractérisées par des faciès de type HT-BP ; au Japon, l'évolution de l'arc depuis le début du Mésozoïque en relation avec le roll-back permet déjà d'observer ces roches au sein de ceintures métamorphiques...*

Enfin, la formation d'un prisme d'accrétion est aussi une caractéristique majeure d'une marge active (Barbade, Nankai), mais elle n'a pas toujours lieu.

D'autres marges à l'inverse de celles qui ont un prisme peuvent parfois présenter un processus d'érosion tectonique : rabotage du front de la plaque chevauchante dont les matériaux sont finalement engloutis en subduction (exemple : fosse su Japon)...