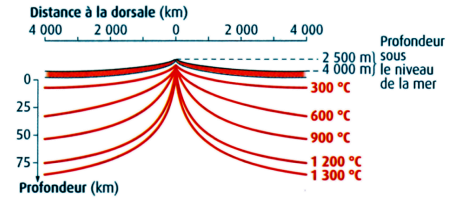




LA DIVERGENCE LITHOSPHÉRIQUE : STRUCTURE & FONCTIONNEMENT DES DORSALES

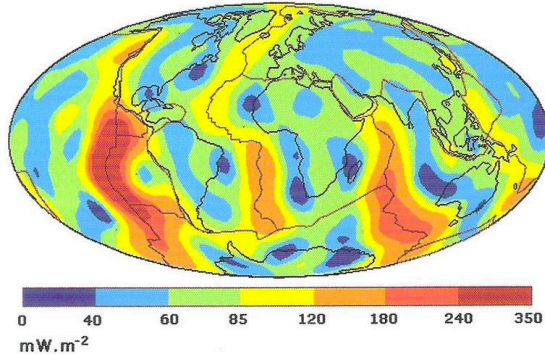
à l'aplomb d'une branche ascendante d'une cellule de convection, on observe une divergence et une chaîne de volcans sous-marins observées au niveau des limites de plaques, par leur activité effusive, correspondraient à un lieu de production de croûte océanique, lieu de mise en place de lithosphère océanique



I / APPROCHE TECHNIQUE DES CARACTÉRISTIQUES DES DORSALES

carte des flux géothermiques mesurés en surface en $mW.m^2$: anomalies positives du flux géothermiques aux dorsales et plus étendues et élevées pour les dorsales rapides (moyenne terrestre x 6 : 350 $mW.m^2$)

Le flux de chaleur mesuré ici en surface résulte de l'énergie interne produite de façon permanente dans la masse du globe. Ce flux est en moyenne de $60 mW \cdot m^{-2}$. Il correspond à une augmentation moyenne de la température avec la profondeur de $30^\circ C$ par km dans la lithosphère et de $0,3^\circ C$ par km dans le manteau (gradient* géothermique).

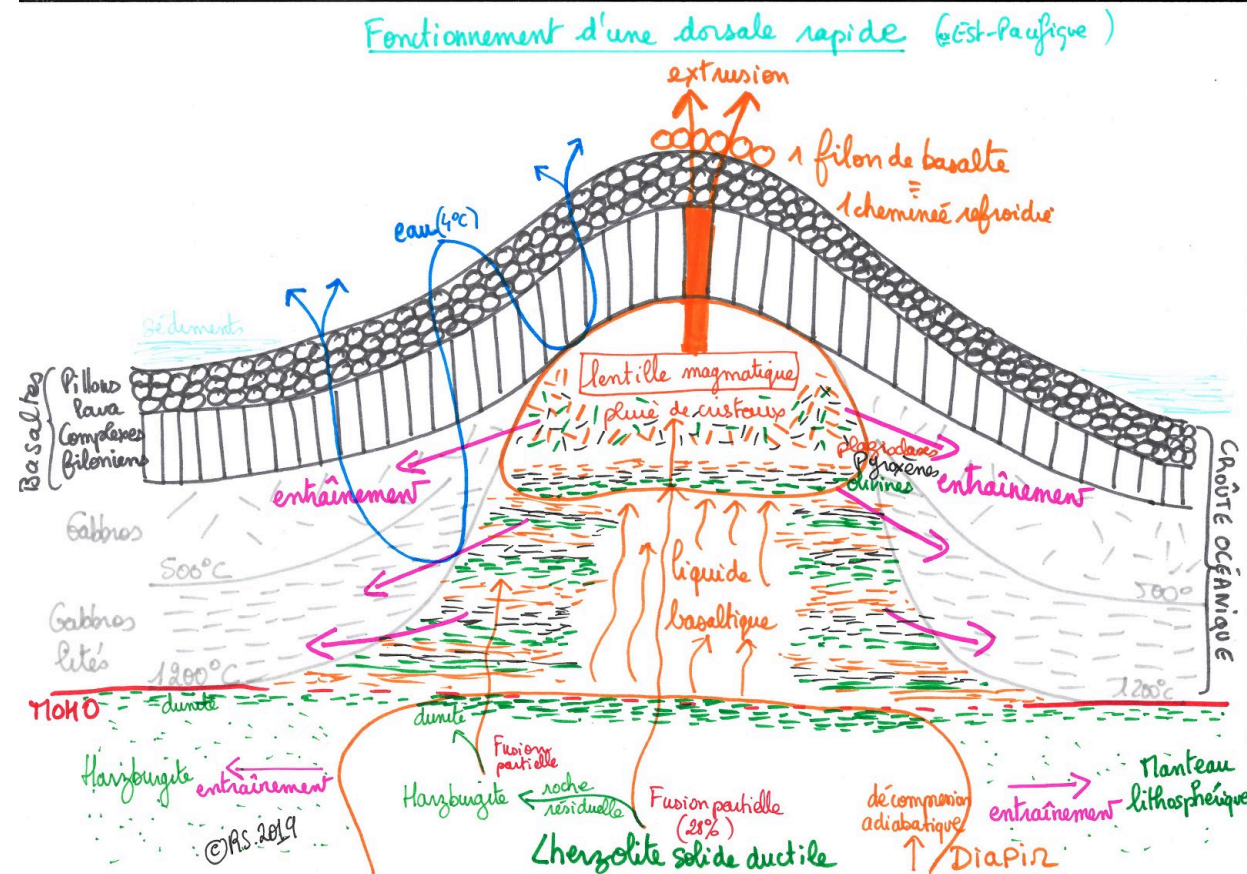


tomographie sismique : anomalies de vitesse négatives au niveau des chambres magmatiques : ductilité/liquide / fusion partielle, roches fondues

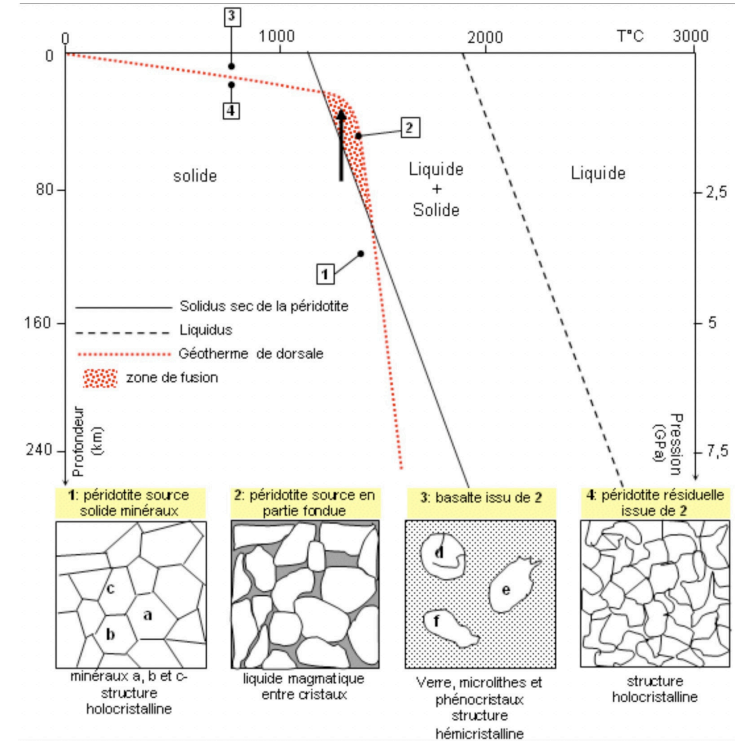
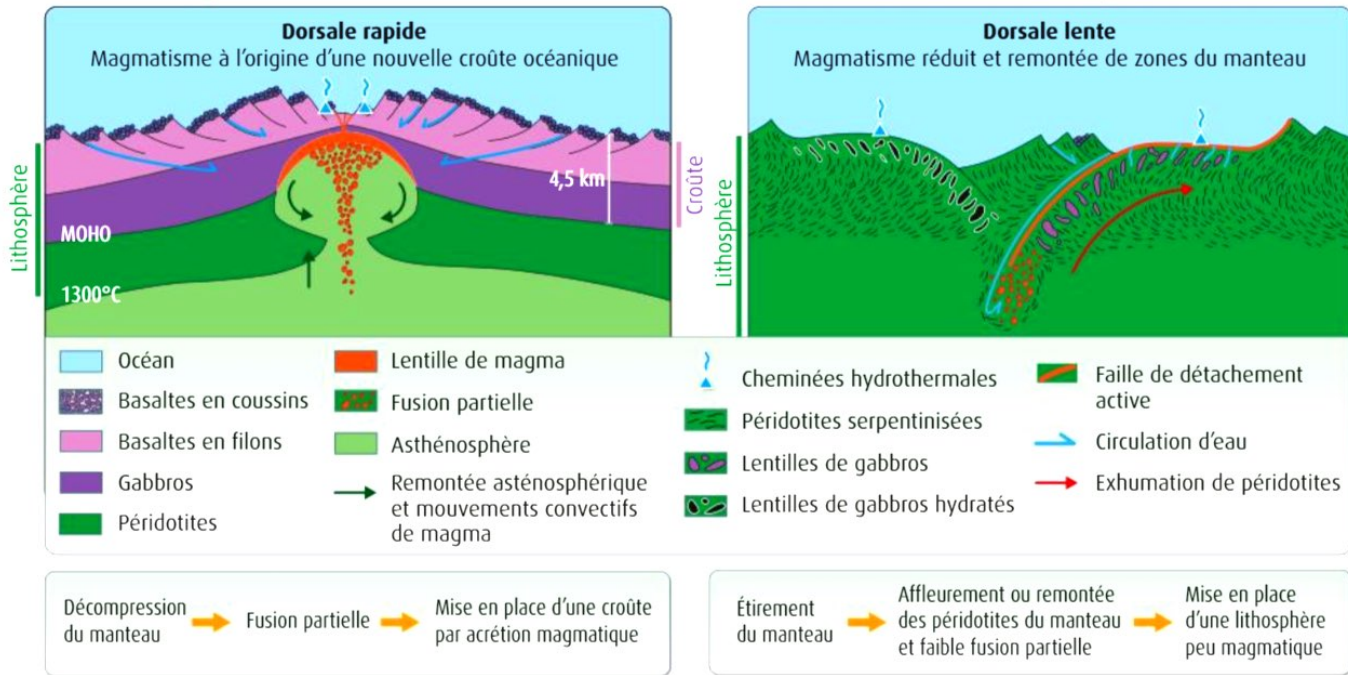
II / MAGMATISME PAR DÉCOMPRESSION ADIABATIQUE (BAISSÉ DE PRESSION À LA REMONTÉE SANS ÉCHANGE DE CHALEUR)

A/ FUSION PARTIELLE DES PÉRIDOTITES

L'étude du diagramme de phases de la péridotite indique que cette dernière entre en fusion partielle dans différentes combinaisons de températures et de pressions. Ainsi, si la péridotite entre en fusion partielle sous une dorsale c'est qu'elle rencontre des conditions de pressions/températures qui le permettent. L'étude de la répartition des isothermes révèle que l'isotherme 1300° correspondant à la limite lithosphère/asthénosphère et normalement présent entre -80 et -100 kilomètres de profondeur, est plus haute que prévu sous la surface du plancher océanique à l'aplomb de la

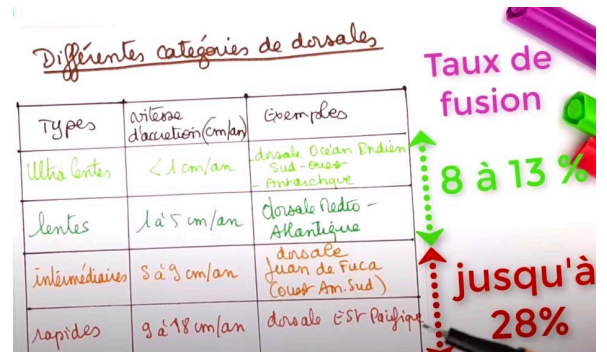


dorsale (-3 km) : ⇒ cela indique bien la remontée de matériau chaud par la cellule de convection. Or si la température de ce matériau reste constante à plus de 1300 °C, sa pression va progressivement diminuer au fur et à mesure de son ascension : on parle de



décompression adiabatique car il n'y a pas de changement de température. Ce matériau à température constante finira par arriver à une pression suffisamment faible pour permettre une fusion partielle : cela se produira vers -80 km de profondeur. Si le géotherme de la lithosphère océanique ne recoupe pas le domaine de fusion partielle des péridotites, celui de la lithosphère océanique au niveau d'une dorsale oui, créant ainsi des conditions permettant la naissance d'un magma d'origine mantellique (voir AP # 7)

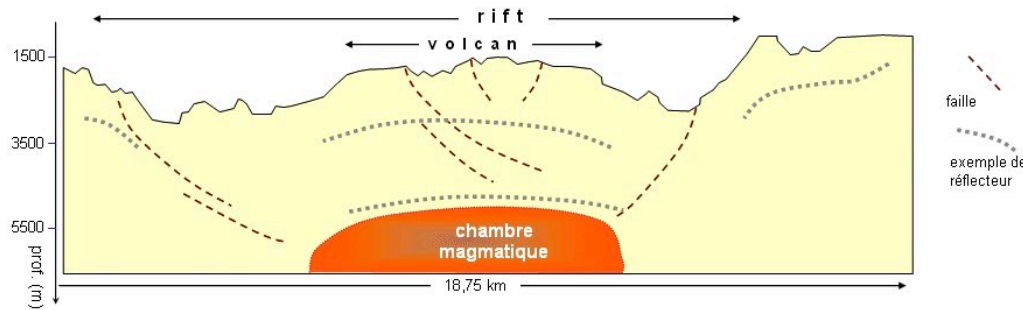
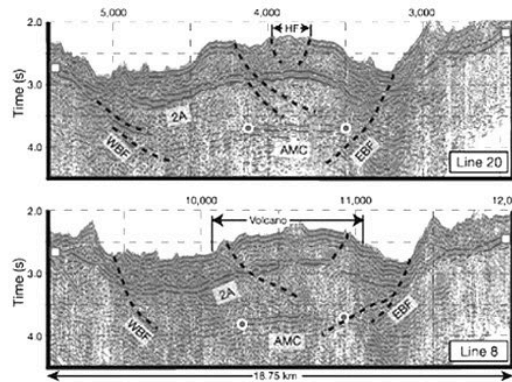
B/ CRISTALLISATION FRACTIONNÉE DANS LES CHAMBRES MAGMATIQUES



Profils de sismique réflexion au niveau de l'axe de la dorsale médio-atlantique, à l'aplomb du volcan **Lucky Strike**.

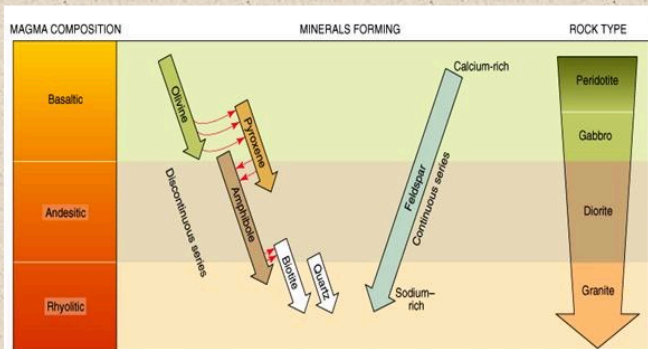
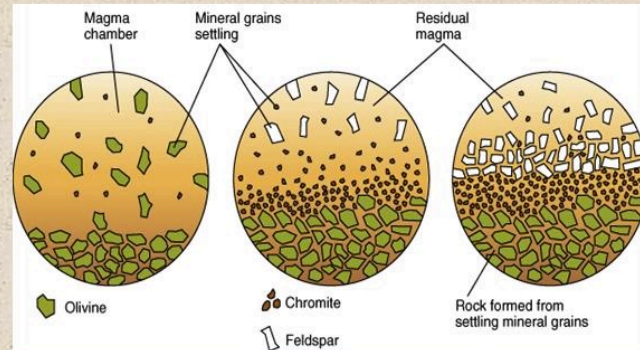
situé à l'axe de la dorsale (37° N environ ; -32° W environ), au sud des Açores

zone du volcan sous-marin **Lucky Strike**
 profils sismiques issus d'un document prepa agreg Jussieu
 2 profils sont présentés selon des sections transversales à l'axe de la dorsale.
 AMC : Axial Magma Chamber
 EBF et WBF : failles
 HF : champ de sources hydrothermales



La cristallisation fractionnée

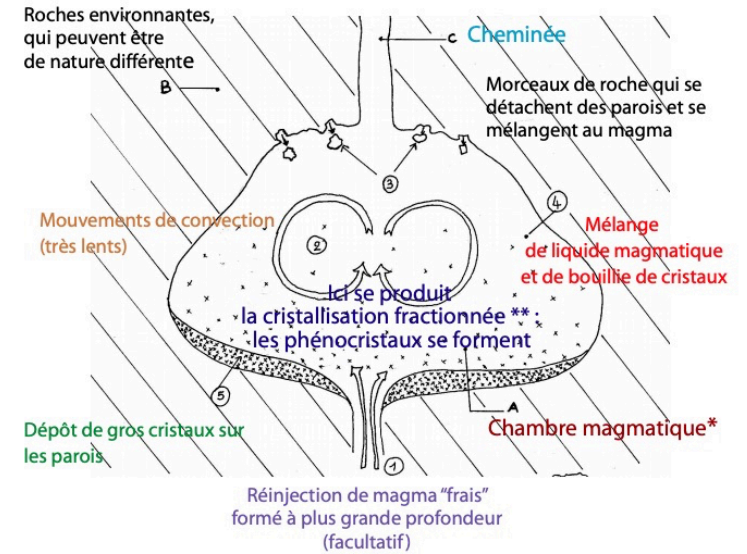
La loi de répartition des éléments chimiques entre le liquide qui cristallise et les minéraux qui se forment est la même que pour la fusion : les petits ions, Fe, Mg vont dans les premiers minéraux, l'olivine puis le pyroxène; les gros ions Na, K, restent dans le liquide:



Comme les minéraux ferromagnésiens sont plus denses, ils se séparent du liquide (ils fractionnent). La composition du liquide change au fur et à mesure du fractionnement et permet la cristallisation de minéraux de plus en plus légers.

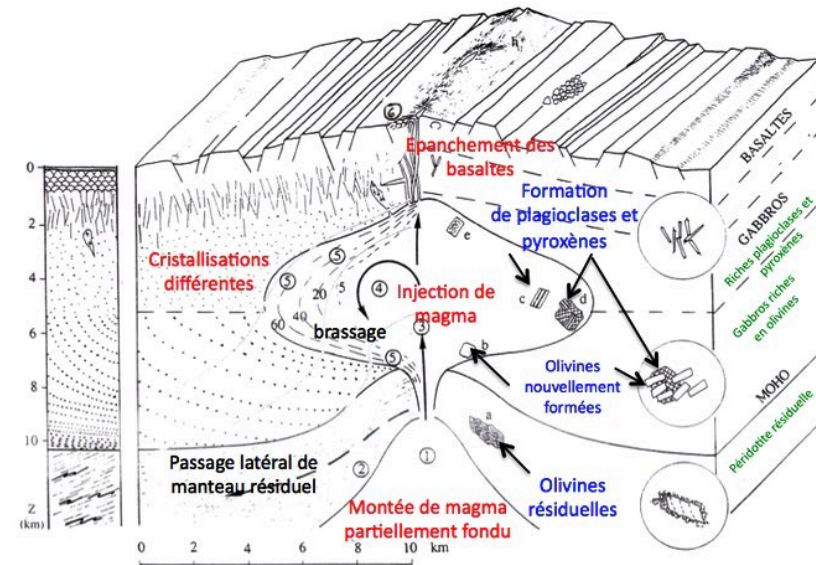
On obtient ainsi des séries de roches magmatiques variées dont la plus différenciée est le granite.

QUE SE PASSE-T-IL DANS LA CHAMBRE MAGMATIQUE ?



* La chambre magmatique existe parce que les conditions physique (P et T) et chimiques sont favorables à une fusion des roches et son accumulation à cet endroit précis. Il peut exister plusieurs réservoirs à différentes profondeurs. Dans le cas des volcans explosifs, c'est la présence d'eau qui fait fondre des roches vers -100km : un réservoir se forme à cette profondeur. Dans le cas de volcans "de point-chaud" comme le Piton de la Fournaise, le magma remonte directement du manteau, il peut ne pas y avoir de réservoir.

** La cristallisation fractionnée est le processus de fabrication des différents minéraux les uns après les autres. Cela fait évoluer la composition du magma, qui passe de "basique" (comme le basalte) à "acide" (comme le trachyte).



2 TYPES DE DORSALES AUX VITESSES D'ACCRETION DIFFERENTES

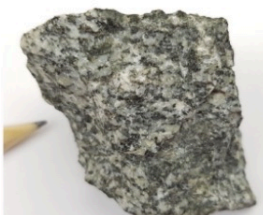
Il existe deux grandes catégories de dorsale dont le fonctionnement dépend du **taux de fusion partielle** de la péridotite :

- les **dorsales rapides** ont une vitesse d'expansion qui va de 5 à 10 cm par an. Leur importante activité volcanique provient d'un **taux de fusion partielle T_f assez élevée (28 % maximum)** avec comme exemple la dorsale Est Pacifique. La péridotite du manteau, une Lherzolite, une fois entrée en fusion partielle produit un liquide magmatique de type basaltique. La roche résiduelle s'appelle une Harzburgite. Cette dernière peut subir une fusion partielle dont la roche résiduelle correspondra à une accumulation de cristaux d'olivine et appelée « Dunité ». Le magma issu de la fusion partielle de la péridotite mantellique est injecté dans la chambre magmatique à une température de 1300° au minimum. Il va se retrouver en contact avec les parois froides de cette dernière et va perdre en température. Il va ainsi y avoir une diminution de l'agitation des molécules favorisant leur association formant des minéraux qui pourront adopter une forme géométrique et prendront alors le nom de cristaux. Les premiers minéraux à cristalliser sont les olivines puis avec la baisse des températures ce sont les pyroxènes puis enfin les feldspaths plagioclases. Sous leur propre poids, les cristaux vont se déposer au fond de la chambre magmatique puis en raison de la divergence, être entraînés sur les côtés et former des gabbros lités. Ainsi le magma de départ a subi des cristallisations

successives : voilà pourquoi on parle « cristallisation fractionnée ». Les roches formées en surface et appelées « basaltes », ont été formées par refroidissement rapide au contact de l'eau de mer : elles sont donc constituées d'une pâte non cristallisée appelée « verre » ou « mésostase » de couleur sombre car riche en Fer et Magnésium. Au cours de son ascension dans la cheminée volcanique vers la surface, ce magma résiduel a subi un refroidissement assez rapide mais pas aussi rapide qu'en surface : de microcristaux ont amorcé leur croissance mais ont été figés dans la mésostase au moment de l'épanchement en surface. On peut donc ainsi observer des microlites ou microcristaux au sein d'une mésostase : on parle de structure microlitique. Ce magma a pu entraîner avec lui de gros cristaux (phénocristaux)

Gabbro

Observé à l'œil nu



©RS.2019

Observé au microscope polarisant en lumière analysée (x40)



Phénocristal de pyroxène
Phénocristal de feldspath

Source : Microscope polarisant virtuel JEULIN

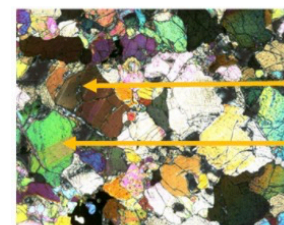
Péridotite (Lherzolite)

Observée à l'œil nu



Lherzolite eifel.jpg, par Woudloper via Wikimedia Commons, Domaine public, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lherzolite_eifel.jpg

Observée au microscope polarisant en lumière analysée (x40)

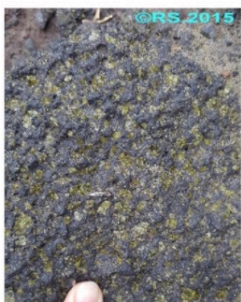


Phénocristal de pyroxène
Phénocristal d'olivine

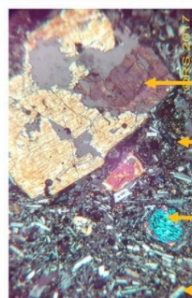
Source : Microscope polarisant virtuel JEULIN

Basalte

Observé à l'œil nu



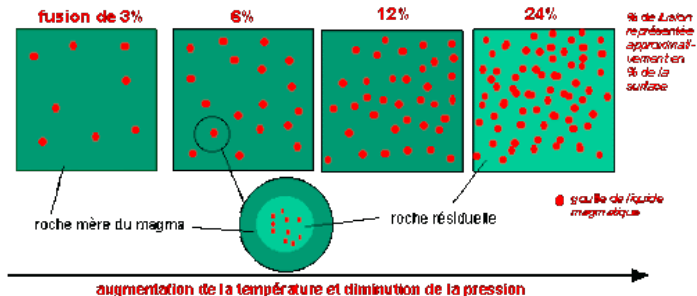
Observé au microscope polarisant en lumière analysée (x40)



Phénocristal de pyroxène
Verre ou mésostase
Phénocristal d'olivine
Microlite de feldspaths

formés préalablement. On peut ainsi observer des phénocristaux d'olivines au sein d'une mésostase donnant un « basalte à olivine ». Cette structure révèle une formation en deux temps : une cristallisation des olivines puis une évacuation du magma avant que ces dernières ne se déposent au fond de la chambre magmatique

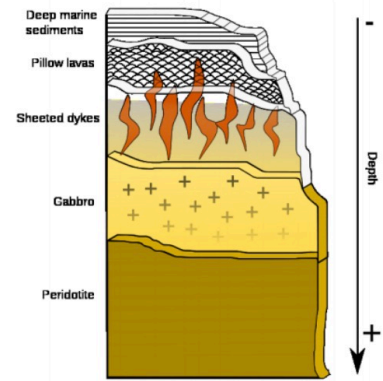
le magma n'est pas dans une "poche" mais imprègne la roche-mère dont il est issu



augmentation de la température et diminution de la pression
il peut ensuite migrer à la faveur d'une fracture...
 les composants chimiques du magma sont en perpétuel équilibre avec les composants chimiques de la roche-mère et ceux de la roche résiduelle; le déséquilibre intervient lors du départ du magma.

• les dorsales lentes : à leur niveau, l'activité volcanique est inférieure à l'activité tectonique. Sous l'effet de la divergence, la lithosphère océanique s'affine, se fracture, donnant naissance à une vallée d'effondrement volcanique appelée « rift ». Si l'activité volcanique est quasi inexistante, sous l'effet de la divergence, une faille majeure se met en place facilitant la remontée de la péridotite sous-jacente (la Lherzolite). Celle-ci formera des dômes de plusieurs kilomètres de long et de large et appelées O.C.C (Océanics Core Complexes) ou encore Mégamullions. Dans le cas des dorsales rapides, l'injection dans la croûte d'un énorme volume de magma provoque un **bombement** du plancher océanique, fracturant le sol. Ainsi, à l'axe de la dorsale rapide on n'observe pas de vallée centrale alors que c'est le cas dans les dorsales lentes ou intermédiaires. Les **dorsales lentes ont une**

vitesse d'expansion allant de 0,5 à 1 cm par an avec faible activité volcanique provenant d'un faible taux de fusion partielle (de 8 à 13 %). On peut citer comme exemple de dorsale ultra lente la dorsale du sud-ouest de l'Océan Indien et comme dorsale lente (voire intermédiaire), la dorsale Medio Atlantique.



III/ HYDROTHERMALISME

fumeurs noirs et blancs / réactions de métamorphisme hydrothermal :
 plagioclase + pyroxène + H₂O => hornblende
 olivine + eau => serpentine

LEXIQUE : MOTS-CLEFS

chambre magmatique
 dorsale
 fusion partielle
 hydrothermalisme
 magma
 accrétion

rift : fossé axe d'une dorsale limité par des failles normales

graben : fossé d'effondrement au rift

crystallisation fractionnée et fusion partielle

ophiolite : manteau péridotitique surmontés de couches de gabbros surmontés de basaltes surmontés de sédiments

	Dorsale rapide	Dorsale lente
Profil	Bombement axial - graben latéral	Graben central – vallée axiale
Roches	Basalte en coussins Basalte en filons Gabbros Péridotite	Rares Basaltes en coussins Filons de basalte / lentilles de Gabbros Péridotite serpentinisée / lentilles de Gabbros Péridotite
Minéraux	Olivine (péridotite)	Serpentine (olivine hydratée)
Transformation		→ Hydratation
Densité	++	+++
Activités annexes	Sources hydrothermales	

La carte des idées

→ Fiche Méthode n° 20
pour construire une carte
mentale

