

Chapitre 5 :

Les îles de point chaud, de dorsale océanique et faille transformante ; Atolls, Seamounts, Guyots ; Plateaux océaniques des Kerguelen et Atlantique nord.

Différents exemples :

- Atlantique nord : île de J. Mayen. Elle n'est pas située exactement sur la dorsale mais à 50km.
- Islande : plateau océanique.
- Açores : elles sont sur une frontière coulissante et non sur un point chaud.
- Bermudes : si c'est un point chaud, alors il est mort.
- Canaries : c'est un gros point chaud actif
- Saint Paul : ce n'est même pas une île volcanique. Les roches sont ultrabasiques. Le rocher de St Paul se situe sur un premier atlantique ouvert au jurassique (165 millions d'années) et sur le deuxième atlantique ouvert à l'albien (-100 millions d'années). Cela n'a rien à voir avec une dorsale.
- Ascension : située à 100km de la dorsale, c'est un point chaud.
- St Hélène : c'est un point chaud.
- Tristan du Cunha : c'est un point chaud.
- Dough : c'est un point chaud.
- Bouvet : c'est un point chaud.

→ Les îles sont de plus en plus alcalines qu'elles sont éloignées de la dorsale.

Six points chauds ont été mis en évidence :

- Yellowstone,
- Îles de la société.
- Islande.
- Îles du cap vert.
- Réunion.
- Canaries.

Notion de la ligne chaude : Cette notion a été faite pour expliquer l'alignement d'îles dans lequel on ne retrouve pas la logique du point chaud. Les points chauds sont fixes et les plaques bougent au-dessus.

Le point chaud de Yellowstone est sous la croûte continentale américaine. On peut donc avoir un volcanisme de ce type sous n'importe quelle structure.

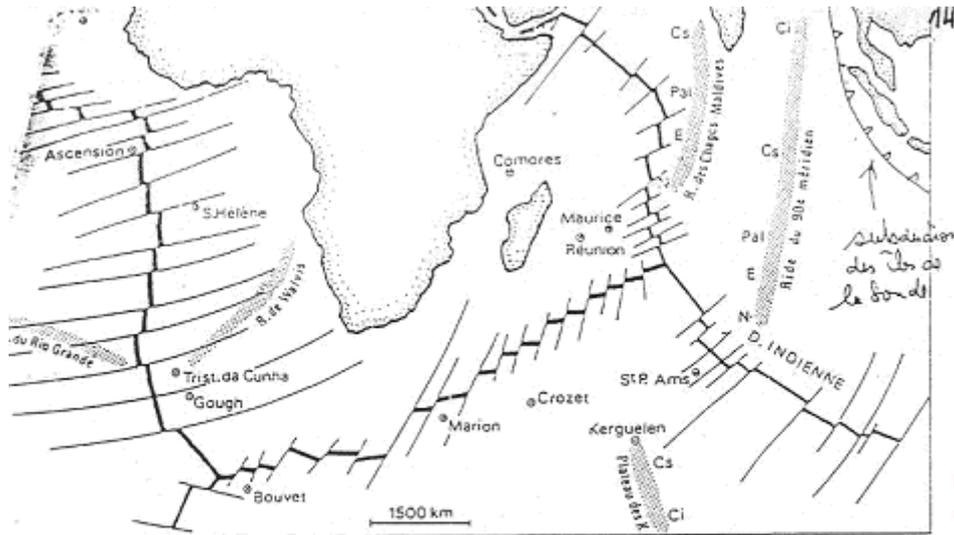
Le volcanisme de point chaud est de type alcalin. La matière chaude qui remonte est en fusion partielle, les basaltes sont riches en alcalins donc en calcium.

Les feldspaths seront surtout des plagioclases.

Il y a trois voies d'expression des magmas de points chauds :

- Directe : on trouve à la sortie le magma initial, non différencié.
- Stockage dans la chambre magmatique : cristallisation d'olivine qui prend beaucoup de SiO₂. Le magma va s'enrichir en fer et magnésium. Les laves vont être sous-saturées, avec des coulées visqueuses, explosives.
- Stationnement définitif : gabbros ou roches grenues sous-saturées.

Exemple de la ligne chaude des Açores :



M



ÎLES VOLCANIQUES ET DORSALES DES OcéANS ATLANTIQUE ET INDIEN

- ⚠ St Paul's Rocks = peridotites pas de laves!
- ⚠ Comores = archipel.
- ⚠ il manque beaucoup d'îles dans l'O. Indien
- ⚠ Les Açores sont pas sur la dorsale, les grandes dorsales sont au N et MASQUE, les grandes dorsales sont des structures géologiques.
- ⚠ pas de volcan aux Açores

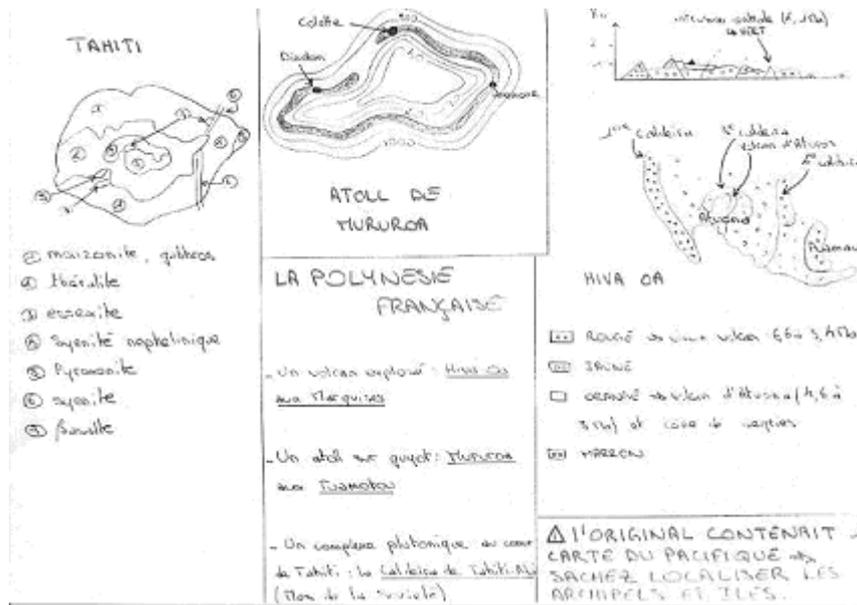
M

Etude des îles éteintes.

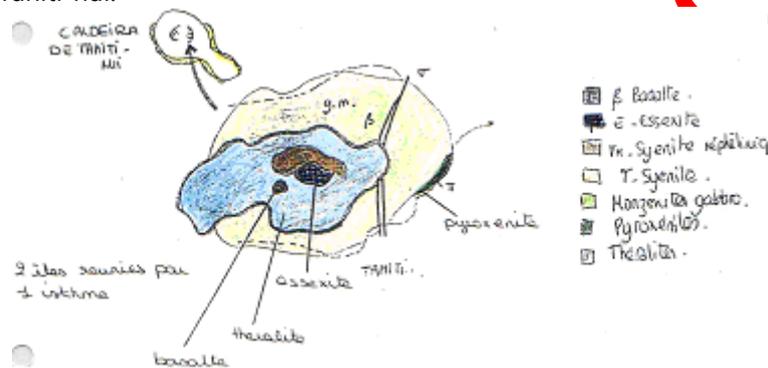
Exemple de l'île d'Hiva Oa.

L'appareil volcanique est compliqué : il présente trois calderas à magma indifférencié de basaltes alcalins : conditions explosives → Explosion et formation de la première caldera. Le deuxième volcan, en explosant donne la seconde caldera. Le troisième explose mais de manière incomplète et il en reste donc la moitié.

On trouve des intrusions de produits différenciés alcalins (plagioclases de phonolithes qui forment le bouchon). Le volcanisme est arrêté depuis trop peu de temps pour avoir accueilli des coraux. Tant que l'eau est trouble à cause de l'érosion du relief, il n'y aura pas de corail. Quand ils s'installeront, ils formeront une couronne irrégulière autour de l'île.



Exemple de Tahiti-nui.



Autour de cette île double, il y a installation d'un récif frangeant influencé par l'érosion du volcan → deux cônes volcaniques éteints.

A Tahiti-nui, l'érosion a dégagé des roches intéressantes de la caldera. Ces roches sont différenciées à partir d'un magma alcalin et sont en deux ensembles superposés :

- Un ensemble un peu sous-saturé (gabbros, monzonites).
- Un ensemble sous-saturé (essexites, théralites).

Localement, on a des roches ultrabasiques, riches en fer et magnésium.

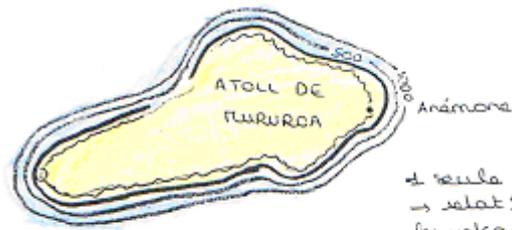
Toutefois, ces roches sont grenues → dans le volcan, il y a avait au moins deux chambres : une pour les roches peu sous-saturées et une pour les roches sous-saturées. A l'arrêt du chauffage, il y a eu cristallisation en l'état de l'ancienne chambre magmatique hétérogène, avec un refroidissement lent.

Ces volcans sont posés sur une croûte océanique qui se refroidit et perd du volume : elle devient plus dense et donc, s'enfonce. Après l'érosion, il y a enfoncement de l'île à cause du vieillissement de la croûte.

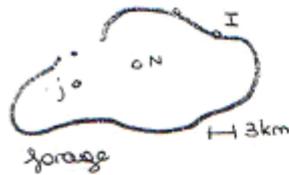
Un guyot est un atoll qui s'enfonce : îles coralliennes noyées. Dans les très vieux guyots, on trouve des rudistes (fossiles) et non des polypiers.

Les atolls et les guyots ont quand même des hauteurs très importantes bien qu'ils soient sous l'eau : Hawaï (île de point chaud) comme à 5000 mètres de profondeur et atteint 4208 mètres d'altitude, soit 9208 mètres au total !

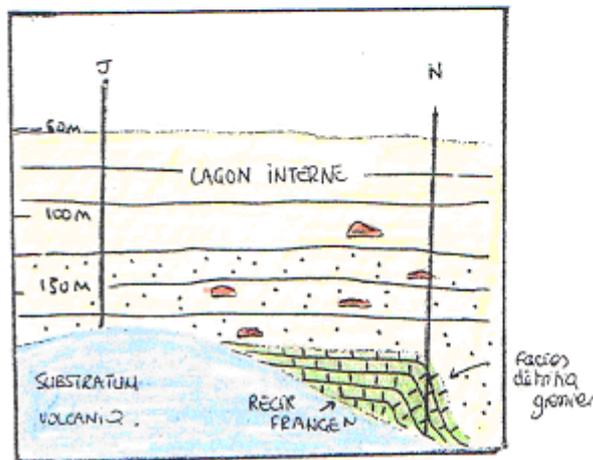
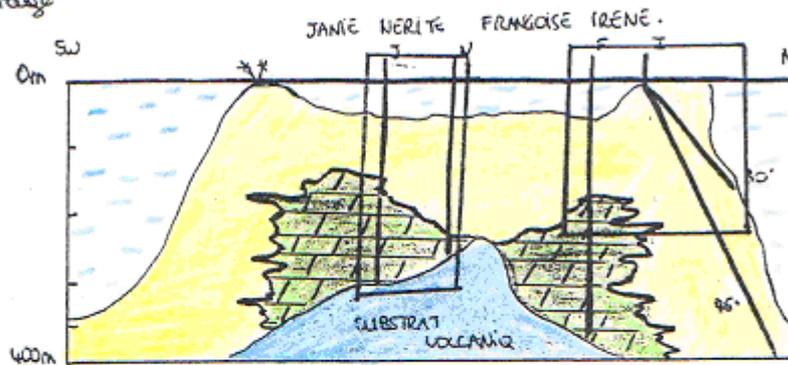
L'atoll de Mururoa : organisation.



→ seule colonne scifale
 → relat. génétiq. entre
 les volcans, les édifices
 coralliens et le niv. de
 la mer



ATOLL MUKUKUAE



Le substratum est à plus de 200 mètres de profondeur. Les forages montrent qu'il n'y a pas les mêmes choses en surface qu'en profondeur. Sur les parties extérieures de l'atoll, les coulées de coraux sont attaquées par la mer.

Le lagon présente des débris amenés par de grandes tempêtes ou des cyclones. Au centre, les calcaires sont fins (en vert : dolomite).

A la sortie de l'atoll, sur le panache, on trouve des poissons. Ces eaux ont un excès de matière organique, d'azote, de phosphore et de silicium.

Dans les carbonates profonds, on a de l'eau salée à composition d'océan profond avec peu de nutriments : eaux oligotrophes.

Les eaux profondes sont froides et riches en azote, phosphore et silicium : il y a infiltration d'eau dans les calcaires poreux → Il y a une convection verticale qui alimente l'écosystème en éléments et CO₂.

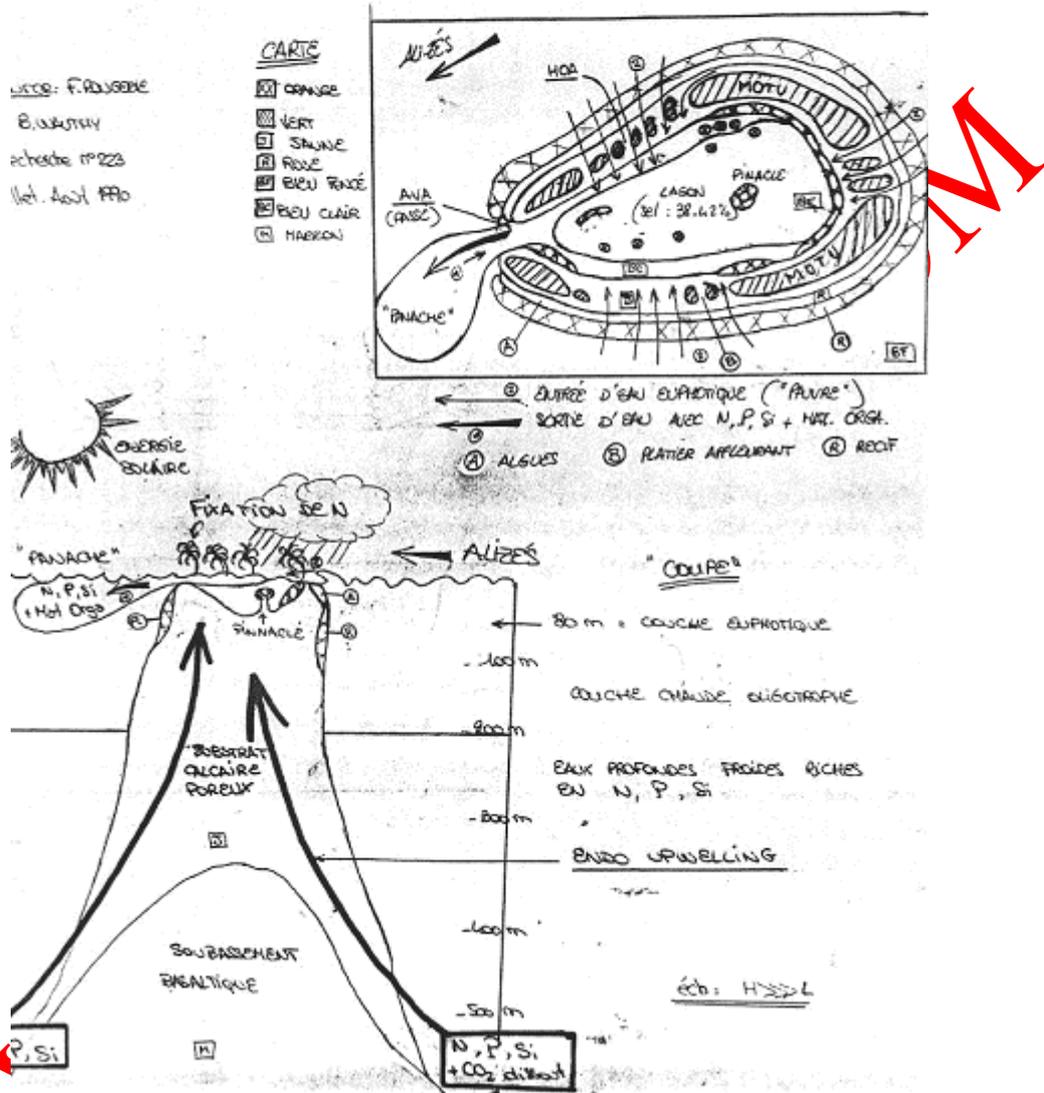
→ C'est un système « endo-upwelling ». (le maximum de flux de migration verticale se fait au niveau des pinacles.

Beaucoup d'îles volcaniques donnent des atolls en mauvais état ou ont même disparu.

L'équilibre d'un atoll : fonctionnement.

**ORGANISATION, FONCTIONNEMENT ET BILAN
D'UN ATOLL TYPIQUE**

(TAKA FOTO
N. TIA MOTOU)



Après de fortes pluies, la formation d'une bulle d'eau douce bloque le passage de l'eau de surface par infiltration. Quand les communications sont fermées, la bulle d'eau douce encercle l'île et empêche le renouvellement de l'eau du lagon : le volume d'O₂ libre décroît fortement au cours du temps. Les premiers touchés sont les prédateurs (tout ce qui bouge). Les morts vont sédimenter et la matière organique va être dégradée. Les os vont libérer du PO₄ qui s'accumule. Le reste de la matière organique donne du kérogène. Le PO₄ pourra ensuite être utilisé en gisement comme actuellement sur l'île Nauru.

Le cas de l'atoll de Clipperton.

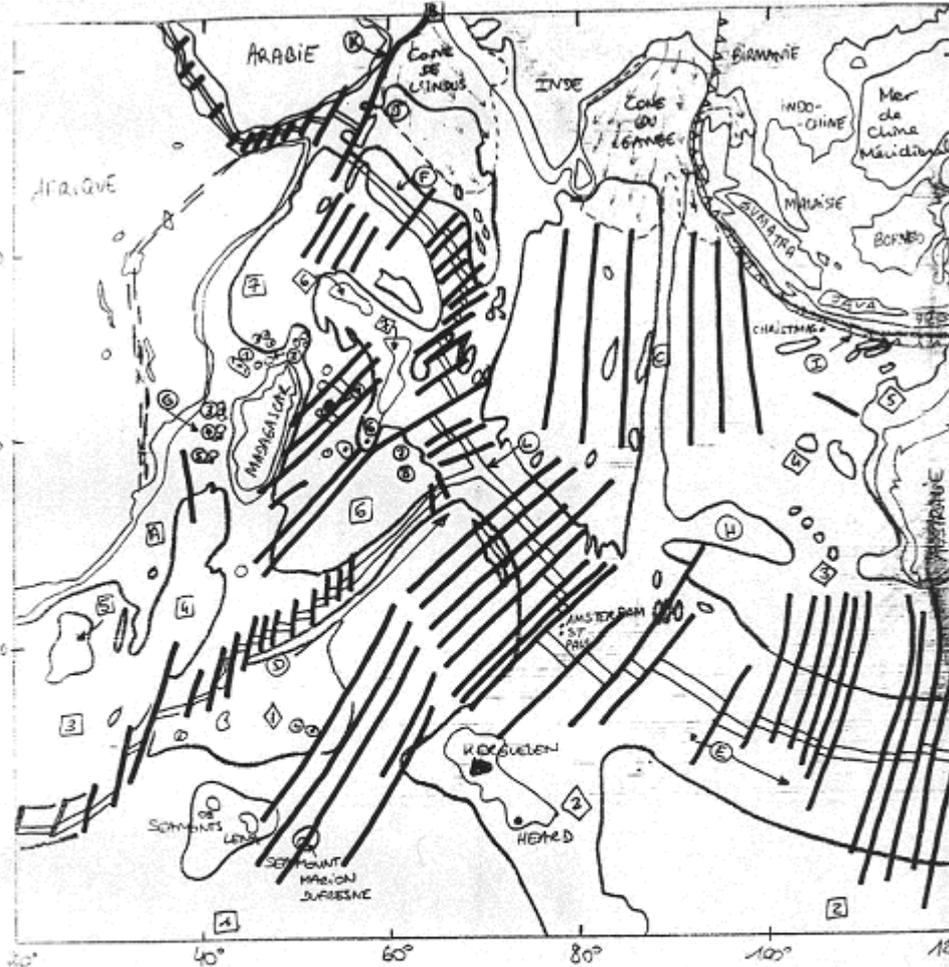
- Stade presque atoll : récif frangeant et récif barrière. Enfouissement de la pointe du volcan.
- Stade atoll initial : différenciation entre les zones intermédiaires données par la sédimentation et les zones externes obtenues par la construction.

- Stade atoll : approfondissement du lagon. Croissance verticale et accrétion latérale sur les bordures.

Il y a quand même des stades d'inversion comme pendant la dernière glaciation avec une baisse du niveau marin de 130 à 150 mètres.

Si la mer monte trop vite par rapport à la croissance des coraux, ces derniers vont mourir et on passe au stade guyot.

Un volcanisme de point chaud vivant : La Réunion. (Océan Indien).



OCEANOGRAPHIE ET TECTONIQUE DE L'OCEAN INDIEN.



Iles "françaises"

- ① Autour de Madagascar
 - REUNION : volcan sur Hot spot
 - TRAMELIN : guyot
 - GLORIEUSES
 - JUAN DE NOVA
 - BASSAS DE INDIJA
 - EUROPA

Iles éparses :
carré sur plateau continental

→ MAYOTTE : VOLCAN

② Dans l'océan indien S.40-50°

- AMSTERDAM } VOLC. ALCALIN sur TRANSFORMANTE
- SANT PAUL }
- COBET }
- KERGUELEN : BASALTES ALCALINS ET GRANITES OCEANIQUE

- ILES :
- ① COMORES
 - ② GLORIEUSES
 - ③ JUAN DE NOVA
 - ④ BASSAS DE INDIA
 - ⑤ EUROPA
 - ⑥ REUNION
 - ⑦ MAURICE
 - ⑧ RODRIGUEZ
 - ⑨ TROMELIN
- BASSIN :
- ① Antarctique africain
 - ② _____ australien
 - ③ Açulhas
 - ④ de Mozambique
 - ⑤ du Transkei
 - ⑥ de Madagascar
 - ⑦ Somalien
- PLATEAUX :
- ① Plateau de Crozet
 - ② de Kerguelen-Heard
 - ③ de Naturaliste
 - ④ Wallaby
 - ⑤ Ex Mouth Plateau
 - ⑥ des Seychelles
 - ⑦ des Mascariques.
- RIDE :
- ① du Mozambique
 - ② de Murray
 - ③ Ninetyeast
 - ④ Dorsale S Ouest indienne
 - ⑤ _____ S Est _____
 - ⑥ de Carlsberg
- ⑦ Canal du Mozambique
 - ⑧ Broken ridge
 - ⑨ Fosse de Java
 - ⑩ Mer d'Arabie
 - ⑪ Zone de fractures d'Ouvé
 - ⑫ Point triple de Rodrigues.

On a trois dorsales avec un point commun : le point triple de Rodrigue.
Le plateau des Kerguelen est le second plus grand plateau océanique du monde. La dorsale sud-est indienne s'est ouverte en dernier.

Le point chaud de la réunion.

L'île de la Réunion est différente du département de la Réunion (Iles éparses) :

- Tremlin (+5 mètres d'altitude) : pour des prélèvements de tortues et d'œufs.
- Seamount Bardin.
- Iles glorieuses : personne.
- Juan de nova : station météo.
- Basses de india : station météo.
- Europa : station météo.

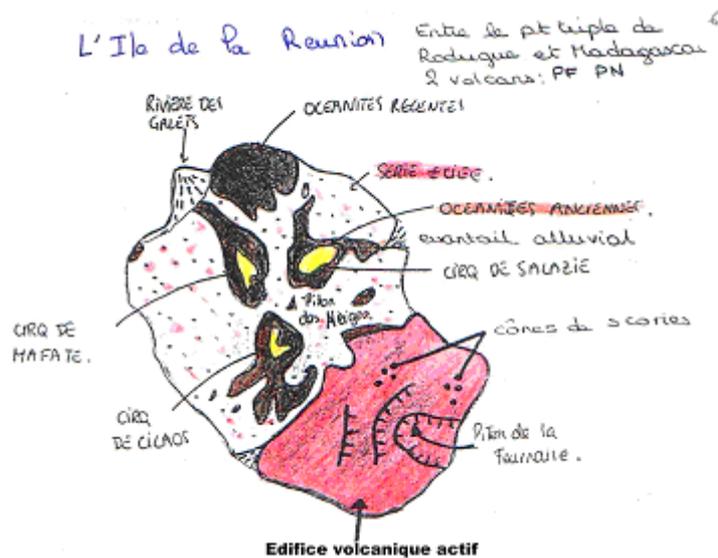
La réunion est une île construite sur une croûte océanique avec une dorsale qui bégayait. On y trouve deux volcans adjacents : un froid, éteint (le piton des neiges) et un actif (le piton de la fournaise). On y voit les traces d'éruptions de basaltes alcalins à phénocristaux d'olivine, ce qui traduit la présence de magmas de plus en plus sous-saturés.

En profondeur, ce volcan a un diamètre de 190km.

Le piton de la fournaise est recouvert de coulées basaltiques récentes.

Le piton des neiges est coupé par trois vallées (trois cirques), ce qui forme trois ensembles :

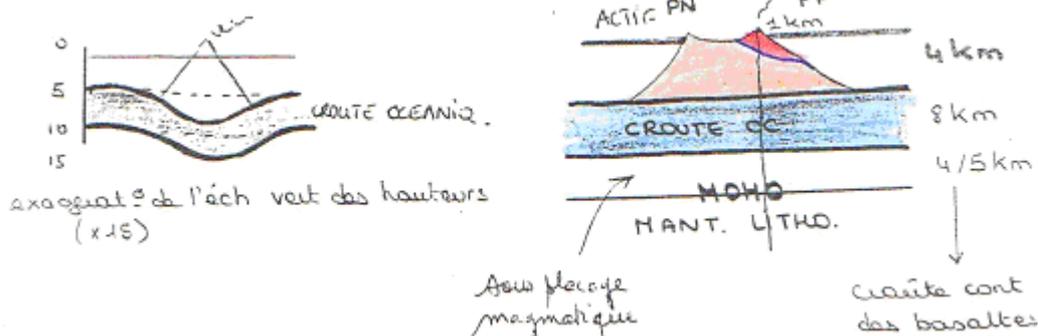
- Des océanites récentes.
- Des océanites anciennes.
- Trachyte et ignimbrite.



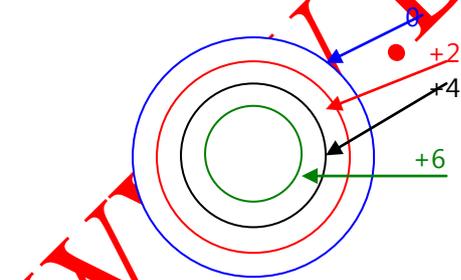
Les laves arrivant en surface sont des basaltes alcalins peu différenciés

Débit de magma au cours des ans :

Depuis 60 ans, il y a une production continue mais qui s'accroît → volcanisme très actif.



Coupe : la croûte qui supporte cet édifice est déprimée par le volcan et légèrement bombée à l'extérieur du volcan : anomalie gravimétrique à l'air libre. Le zéro de l'anomalie est à plusieurs centaines de kilomètres du volcan.



→ traduit l'instantanéité du phénomène de point chaud

A Maurice, il y a plus d'activité, donc, allègement et refroidissement. La densité va augmenter et l'anomalie se resserre autour de l'île.

Calcul précis en fonction de l'épaisseur de la croûte, le poids de l'édifice volcanique → excès de masse inexplicable.

Pour expliquer ceci, la sismique est d'une grande aide. Elle permet de mettre en évidence que la croûte océanique est épaissie par-dessous. Cet épaississement augmente la cristallisation des magmas basaltiques alcalins produits par le point chaud. On trouve entre 3 et 4 kilomètres de gabbros sous la croûte océanique portant l'île Maurice.

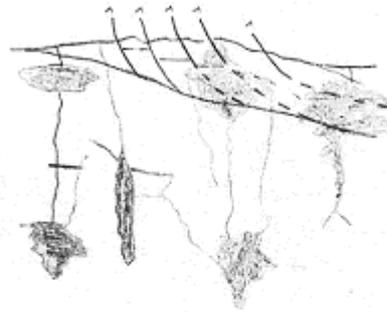
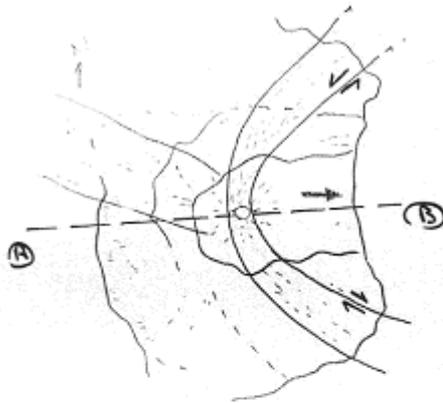
La cristallisation de basaltes alcalins non différenciés permet la formation de gabbros : c'est un phénomène de placage magmatique ou « underplating ».

Quatre destinées des basaltes alcalins :

- Directement en surface.

- Chambre magmatique.
- Sous placage magmatique...

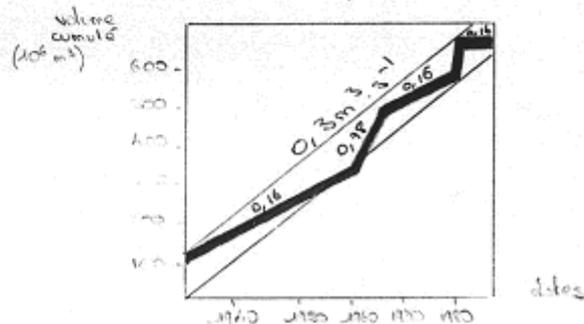
Carte et coupe structurales schématiques du Piton de la Fournaise



MM

- failles successives en "cuillère" et fossés d'affaissement WNW-ESE
- plans cristallins
- chambres magmatiques déterminées par la géol.

Débits de magmas émis par le Piton de la Fournaise



Une faille normale favorise l'accumulation de magmas dans la chambre magmatique superficielle pour la cristallisation d'olivine.

Plateau océanique des Iles Kerguelen et de l'Atlantique nord.

Histoire de l'océan indien.

Le point chaud de la réunion est à la base de l'alignement de reliefs sou-marins ou émergés : le plateau océanique des Mascareignes.

Avant l'ouverture de la dorsale de Carsberg, le plateau des Mascareignes rejoignait du sud au nord, les Chaps, les Maldives et les Laquedives le long de la côte est indienne (même aspect d'île que dans le pacifique sud : atoll).

Encore plus au nord, il y a des énormes épanchements basaltiques du Deccan.

→ Tout ça : même point chaud.

Les points chauds commencent par donner de grands épanchements volcaniques. Au début, le point chaud est très énergétique et donne : des Trapps (sur le continent) ou des plateaux océaniques (dans l'océan).

Répartition géographique et géodynamique des provinces tholéitiques continentales.

Avant l'ouverture de la dorsale atlantique :

- Groenland et province thuléenne : même pont.
- E. USA, Maroc et Mauritanie : même point.
- Parana et Koac et Etendeka : même point.
- Ces ponts sont en corrélation car pour déstabiliser une croûte continentale, quoi de mieux qu'un coup, de chalumeau.

Le modèle serait parfait s'il n'y avait pas une exception : le trapp de Norilak en Sibérie n'a pas ouvert le continent et pourtant, c'est le trapp le plus volumineux (limite permien/trias). :

- Crise biologique.
- Crise climatique.
- ➔ Le thème des points chauds a donc ses limites.

La trace de l'île de la Réunion est elle un alignement de point chaud ou un plateau océanique ? On ne sait pas car l'origine est la même.

Plateaux océaniques.

Les plateaux océaniques représentent 30% de l'océan mondial.

Où finit la trace d'un pont chaud et où commence le plateau océanique.

Le plus grand plateau est celui d'Otong-Java, à l'est de la Papouasie-Nouvelle Guinée.

Le second plus grand est celui de Kerguelen/Heard.

Un autre se trouve dans l'atlantique nord.

Kerguelen/Heard.

Il mesure au moins 2200 kilomètres de long (45° à 63° de latitude) et 400 à 500 kilomètres de large.

Il y a un nouveau volcanisme très actif sur l'île Heard qui continue d'ajouter des basaltes sur l'édifice.

Ce plateau n'a rien à voir avec le volcanisme des Iles Kerguelen.

Le plateau vient d'un point chaud du Crétacé.

Les îles viennent d'un point chaud actuel au niveau de l'île d'Heard (né à l'Eocène) : les îles sont nées après le plateau.

Les Iles Kerguelen : ce sont quatre édifices volcaniques successifs.

- Coulées basaltiques à sédiments granuleux : fin du volcanisme.

- K ap. : dépôt de craie → mer peu profonde.

- Craies phosphatées : il y a du relief.

- Boue à coccolithes : mer chaude.

- Boue à diatomées : mer froide. ↓ Refroidissement

➔ Il y a donc un lent enfouissement d'un édifice.

- Cendres volcaniques : début de l'histoire des îles Kerguelen.

La trace du point chaud des Kerguelen est la ride des 90°E (Nornantest) jusqu'en Inde où ce point chaud a donné les trapps du Rajmahal.

Coupe interprétative de la péninsule Pallua

Du Baty aux Îles Kerguelen



<p>III calottes stratifiées</p> <p>II Syénites quartzifères (Sy. Q) / Kyalite</p> <p>I Sy. Q & CPX, Amphiboles/A / Chykinite</p> <p> Sy. Q & CPX & A</p>	<p> Sy. Q & A & CPX / alcalins</p> <p> granité à feldspaths alcalins</p> <p> Trachytes</p>
---	--

Coupe interprétative → 7 filons circulaires emboîtés (syénites et granites) selon une évolution centripète. Les gabbros et les basaltes sont plus anciens. Le tout est recouvert par des trachytes récents et par une calotte glaciaire.

Durée de mise en place : 4 à 5 Ma

NB: chykinite (avec l'AENIGMATITE) silicatée très riche en terres rares: Ce & La

Source: A. Ginet
1983, CIFRA
n°54 p.84

Ce plateau a été fabriqué entre 110 et 90 millions d'années. On n'en sait guère plus car il est difficile d'accès.

Depuis l'éocène supérieur, la dorsale sud-est indienne a séparé la Broken Ridge du plateau des Kerguelen → ce qui a donné les îles Amsterdam et St Paul.

Ces îles sont installées sur un édifice sous-marin qui est un plateau océanique. On y trouve quatre tronçons qui se chevauchent: c'est un OSC (confère glossaire), une interférence entre une dorsale et un point chaud.

- Il y a hyperactivité magmatique et
 - Hyperactivité de croissance de dorsale en largeur et en longueur.
- La longueur augmente trop vite et provoque un recouvrement.

Les comores.

Mayotte n'est plus maintenant que le reste d'un édifice beaucoup plus grand qu'auparavant.

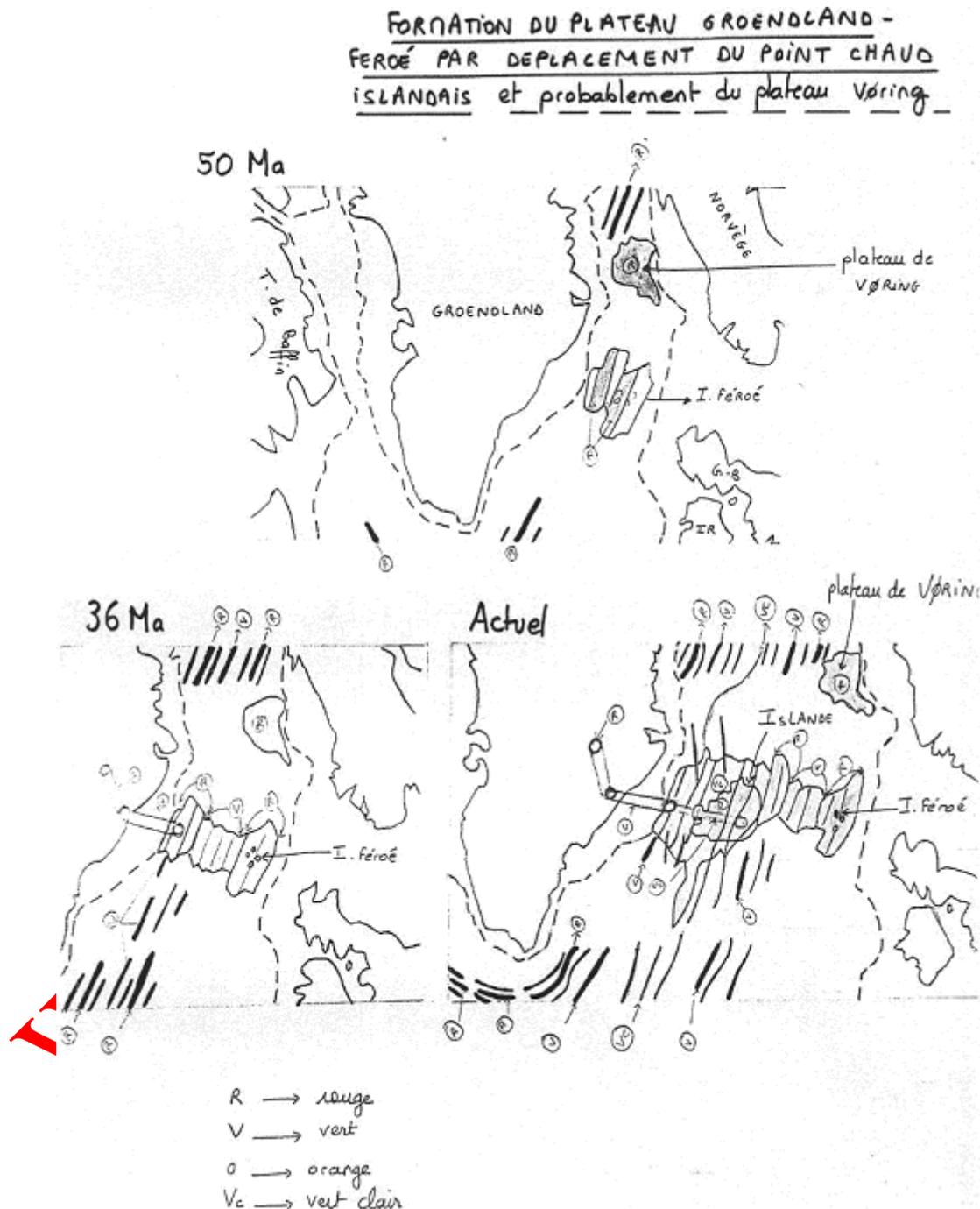
Fonctionnement de l'océan indien.

Premier temps : La première qui s'est créée va du sud-ouest au nord-est. **Deuxième temps** : S'ouvre secondairement une dorsale sud-ouest/nord et pendant que la première dorsale (de Wharton) continue son expansion. C'est le début de la subduction des îles de la Sonde. **Troisième temps** : Il y a ouverture de la troisième dorsale : la dorsale sud-est. Elle s'ouvre à partir du sud-est de l'Australie. Elle va rencontrer une autre dorsale et former le point triple de Rodrigues. En s'ouvrant, elle va réaliser

la coupure de la « broken ridge » et donner le plateau des Kerguelen. **Quatrième temps** : La dorsale de Wharton s'éteint et commence à se faire avaler par la subduction des îles de la Sonde.

L'atlantique nord.

On peut observer de grands épanchements basaltiques, des poussières et des changements climatiques importants.



Un plateau océanique bouche l'atlantique et les eaux sont donc très salées. Les eaux de l'océan glacial arctique sont lourdes et s'enfoncent mais elles se trouvent bloquées par ce plateau.

Le courant chaud du Golstim parvient jusqu'à l'Islande et plus au nord, car il n'est pas gêné par les eaux arctiques bloquées. Ici, le plateau océanique joue un rôle dans le climat.

Quand le point chaud du Groenland arrive à la marge est du Groenland, il y a synergie avec la dorsale médio-Atlantique. C'est l'hyperactivité de cette dernière qui va fabriquer les îles Féroé.

Quand le point chaud s'approche de la dorsale, il y a formation d'un second plateau, plus petit. Quand ce point chaud arrive sur la dorsale, il y a création du plateau océanique Islandais actuel.

Dans les plateaux océaniques qui sont maintenant dans l'océan mondial, il y a une coïncidence étonnante : les plus grands (sauf l'Islande) sont à peu près contemporains (du crétacé inférieur, quand les continents étaient plus dispersés et les océans plus étalés).

→ C'est une segmentation de couches euxiniques formées en ambiance anoxique à cause d'une mauvaise circulation dans l'océan mondial.

A ce moment-là, les faciès étaient les mêmes partout : marnes noires (ou black shales) qui sont la roche mère du pétrole actuel.

Les granites océaniques :

Ce sont des roches trouvées dans un affleurement d'un volcan éteint et érodé de la péninsule de Rallier du Baty.

Interprétation : sept filons circulaires sont emboîtés selon une évolution centripète. Les gabbros et les basaltes sont plus anciens. Tout le reste est recouvert par des trachytes récents et par une calotte glaciaire (constitution en oignon). La mise en place a duré entre 4 et 5 millions d'années.

→ Basaltes alcalins.

- 1 : Feldspaths plagioclases.
- 2 : Feldspaths alcalins.
- 3 : Quartz, Feldspaths alcalins et un peu d'amphibole → granite alcalin ou granite océanique.

C'est le plus grand gisement du monde.

Comme il y a plus d'eau que de CO_{2g}, la roche se fige telle qu'elle s'est différenciée.

On estime que c'est moins de 1% du volume de basaltes qui donne le granite océanique : avec 1m³ (qui a le temps de se différencier) on peut faire 10 litres de granite alcalin. Le rendement est très faible, ce qui explique la faible fréquence d'apparition de ces granites (ainsi que le mode d'apparition : remontée de morceaux ou très forte érosion).

La productivité globale du volcanisme (intraplaque et interplaque [dorsales et arcs]).

Volcanisme et plutonisme de la Terre (en km³/an).

Lieu	Roches volcaniques	Roches plutoniques
Ride océanique (dorsale)	3 (basaltes tholéitiques)	18 (gabbros)
Frontières convergentes (arcs volcaniques, calco-alcalins)	0,5 (andésites)	2,5 à 8 (plutons calco-alcalins)
Intraplaque continentale	0,03 à 0,1 (basaltes alcalins)	0,1 à 1,5 (plutons alcalins)
Intraplaque océanique	0,3 à 0,4 (basaltes)	1,5 à 2 richesse en silice → Acide
Total	3,7 à 4,1	22,1 à 29,5

Parmi les roches plutoniques, les granitoïdes représentent des quantités mineures (<20%), il y a donc plus de gabbros que de granite.

Les continents ont plus de mal à disparaître : problème du recyclage. Il a été démontré que un tiers des continents a été recyclé en 4 milliards d'années : ce qui reste est ce qui n'est pas recyclable : les continents ont une surface qui augmente alors que la lithosphère océanique a une surface qui régresse.

Toutefois, la production magmatique est sujette à de grandes variations.

Pour le plateau de Java, en 1 million d'années, il a fallu la production annuelle de toutes les rides océaniques actuelles, alors que d'autres plateaux se formaient en même temps.

WWW.BIODEUG.COM