

FORMATION GÉOLOGIQUE DES ÎLES POLYNÉSIENNES

Lucien Montaggioni & Philippe Bacchet

NOTIONS

Cet article aborde les notions suivantes :

- Origine et structure de la planète Terre
- Phénomènes géologiques naturels et leurs aléas

Ces notions peuvent être utilisées :

- en Cycle 4 (planète Terre, environnement et action humaine)
- au Lycée (structure du globe terrestre, dynamique de la lithosphère)

Voir aussi l'article

ORIGINE DES MOTU

1/ GÉNÉRALITÉS SUR L'ORIGINE DES ÎLES POLYNÉSIENNES

Les cinq archipels de la Polynésie française (Société, Australes, Marquises, Gambier et Tuamotu) sont constitués d'îles alignées en chapelets. L'orientation générale (Nord 115° - Nord 120°) des chapelets insulaires correspond à la direction de migration de la plaque tectonique* (plaque lithosphérique) du Pacifique qui supporte les îles.

La vaste région qu'occupent les îles de la Polynésie française apparaît nettement soulevée par rapport aux fonds océaniques qui les entourent. Elle forme ainsi un "super-bombement" dans l'océan Pacifique (Fig. 1). En effet, alors que les fonds océaniques peuvent atteindre plus de 4000 mètres de profondeur, les îles polynésiennes reposent sur des fonds n'excédant pas 3000 mètres ou, comme pour le plateau volcanique supportant les atolls des Tuamotu, ne dépassant pas les 2000 mètres.

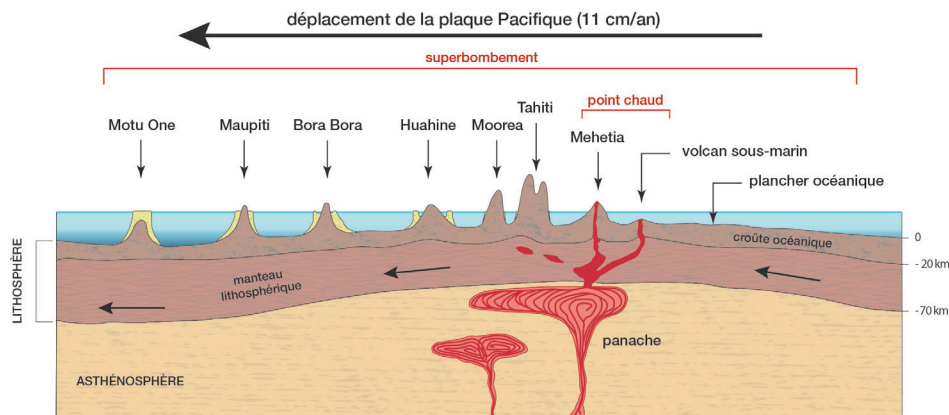


Figure 1 : Structure interne du globe terrestre au niveau du super-bombement de l'Archipel de la Société, montrant la présence du point chaud alimenté en magma à travers les couches lithosphériques (croûte océanique, manteau lithosphérique), depuis un panache situé dans l'asthénosphère (appelée manteau asthénosphérique) (© P. Bacchet)

Ce super-bombement correspond à une surélévation des fonds océaniques, générée par le soulèvement de la plaque lithosphérique du Pacifique à l'échelle régionale. Rappelons que toute plaque lithosphérique comprend, au niveau des océans, deux couches superposées. La croûte océanique, de nature essentiellement basaltique, formant le plancher solidifié des océans, d'une épaisseur de 13 à 20 km à l'aplomb de la Polynésie. Le manteau dit lithosphérique, sous-jacent, aussi formé de roches solides ultra-basiques (péridotites), d'une épaisseur de 70 km environ. La lithosphère repose elle-même sur l'asthénosphère (manteau asthénosphérique) composée de magma à l'état pâteux et ductile* (péridotites fondues), d'une épaisseur de 2890 km (Fig. 1).

Le soulèvement localisé de la plaque lithosphérique serait dû au gonflement de la partie supérieure du manteau asthénosphérique, suite à la remontée de matériel magmatique à haute température sous la forme de colonnes ascendantes (panaches mantelliennes) depuis la base du manteau asthénosphérique. Ces panaches, non seulement favoriseraient le soulèvement de la lithosphère, mais localement seraient la source d'apports de matériel magmatique vers la surface du plancher océanique le long de zones de faiblesse de la lithosphère. Ces zones de faiblesse, anormalement chaudes, d'où est épanché le magma en fusion, sont appelées des « points chauds », à l'aplomb desquels prendront naissance les futurs volcans et futures îles volcaniques.

Les points chauds sont fixes et soumis à une activité périodique sur des périodes de plusieurs dizaines de millions d'années, alors que la plaque tectonique lithosphérique du Pacifique se déplace vers l'ouest à la vitesse de 11 cm/an. Le résultat combiné de ces deux processus est l'apparition de volcans à des intervalles plus ou moins réguliers sur le plancher océanique (Fig. 1). C'est ainsi que l'archipel de la Société, comprenant, du sud-est au nord-est, les îles hautes de Mehetia, Tahiti Iti, Tahiti Nui, Moorea, Maiao, Huahine, Raiatea, Tahaa, Bora Bora, Maupiti, et les atolls de Tupai, Mopelia, Manuae, Maupihaa, Motu One (Bellingshausen) et Scilly, constitue une chaîne d'îles réparties plus ou moins régulièrement du sud-est au nord-ouest (tableau 1).

Tableau 1 : Les datations radiométriques, effectuées sur les roches volcaniques de ces îles hautes, par la méthode dite de Potassium-Argon, ont permis d'estimer leur âge (source : L. Montaggioni)

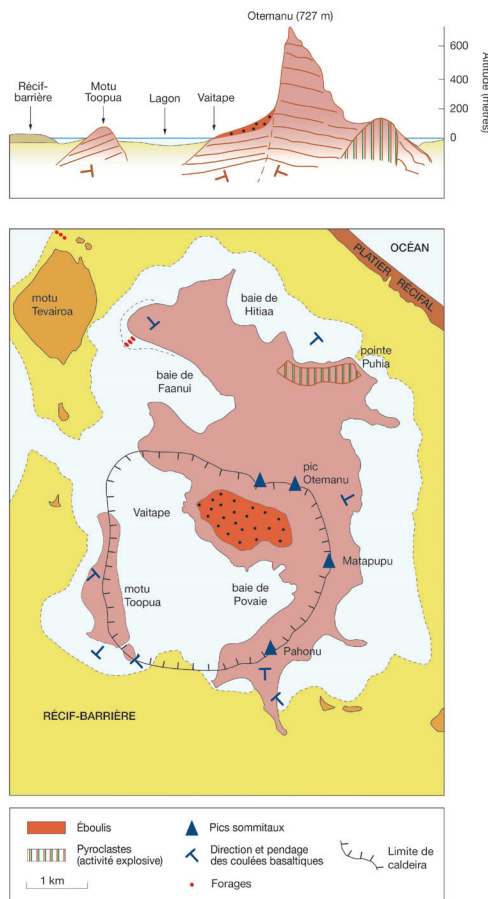
ÎLE	ÂGE (ESTIMATION)
Mehetia	300 000 ans à récent
Tahiti-Iti	0,51-0,25 million d'années
Tahiti-Nui	1,67-0,51 million d'années
Moorea	2,15 à 1,36 millions d'années
Huahine	3,19-2,02 millions d'années
Raiatea	2,77-2,29 millions d'années
Tahaa	3,29-2,57 millions d'années
Bora Bora	4,01-3,21 millions d'années
Maupiti	4,79-3,9 millions d'années

Le point chaud actif de la Société est actuellement situé à l'est de Tahiti, au voisinage de l'île de Mehetia, comme l'atteste la présence d'une activité volcanique sous-marine continue, bien que de faible intensité, au niveau de volcans sous-marins (Rocard, Cyana, Teahitia et Moua Pihae).

Les socles volcaniques, qui supportent les atolls (Tupai, Mopelia, Manuae, Maupihaa, Motu One et Scilly) ne sont pas directement accessibles, et n'ont donc pu être datés. Cependant, par extrapolation, connaissant la vitesse de déplacement de la plaque lithosphérique du Pacifique et la distance séparant le secteur de Mehetia des différents atolls du nord-ouest de la Société (entre 700 et 800 km), l'âge moyen de ces atolls est estimé entre 7 et 9 millions d'années.

2/SPÉCIFICITÉS GÉOLOGIQUES DE BORA BORA

Bora Bora constitue les vestiges d'un volcan-bouclier effondré, réduit à une caldeira, dépression subcirculaire délimitée par des parois abruptes résultant d'une éruption terminale ayant vidé la chambre magmatique sous-jacente. D'un diamètre de 4,4 km, la caldeira est en partie effondrée vers le sud-ouest le long d'une faille apparente (Fig. 2, page suivante). Elle est délimitée dans le paysage, à l'ouest, par le Motu Toopua, au nord, par la muraille couronnée par le Pic Otemanu et, au sud, par la muraille portant le Pic Pahonu.



Les laves les plus anciennes actuellement affleurantes sont âgées de plus de 4 millions d'années. Les laves les plus récentes sont âgées d'un peu plus de 3 millions d'années. Les coulées de lave sont majoritairement des basaltes, enrichis localement en gros cristaux d'olivine verte. Des dépôts pyroclastiques, issus d'éruptions explosives (manifestation de type strombolien*) sont présents à la Pointe Puhia.

Figure 2 : Coupe et carte géologiques simplifiées de Bora-Bora montrant la position de la caldeira et la barrière récifale (modifié d'après Blais et al. 2000 © P. Bacchet).

3/ EXERCICES POUR ILLUSTRER CET ARTICLE

Comme Charles Darwin l'avait démontré dans son ouvrage *The Structure and Distribution of Coral Reefs* publié en 1842, les différentes formes de constructions récifales entourant les îles médio-océaniques appartiennent à une même lignée génétique.

Ainsi :

- les jeunes îles volcaniques sont bordées par des types récifaux immatures, **des récifs-frangeants**, de faible extension (quelques dizaines à centaines de mètres de large), et dépourvus de lagon ;
- les îles plus anciennes sont entourées d'un **récif-barrière**, type récifal mature, à platier de plus grande extension (quelques centaines de mètres à quelques kilomètres) et pourvu d'un lagon de profondeur variable ;
- le troisième morphotype récifal correspond au stade du **presqu'atoll**, caractérisé par une large barrière récifale et un lagon entourant une île ou des îlots réduits à quelques restes volcaniques bordés de récifs frangeants ;
- le dernier type de récif corallien est **l'atoll**, couronne corallienne subcirculaire à fleur d'eau, délimitant un lagon de profondeur variable (quelques mètres à quelques dizaines de mètres).

QUESTION

Donne des exemples d'îles de la Société dans chacun des quatre types de récif corallien ?

Le passage progressif du stade du récif frangeant au stade de l'atoll nécessite plus de 6 millions d'années dans l'archipel de la Société, depuis le moment où le volcan à l'origine de l'atoll de Scilly est apparu. Deux mécanismes jouant en synergie contrôlent l'évolution des systèmes récifaux : la subsidence* insulaire et les variations du niveau marin.

D'une part, toute île volcanique, après la cessation d'activité de ses volcans, subit un phénomène d'enfoncement sous l'effet de son propre poids et par alourdissement de la croûte océanique qui la supporte. Ce phénomène de subsidence conduit à terme à la disparition totale des îles sous les eaux. D'autre part, au cours des derniers millions d'années, en relation avec les périodes de glaciation et de déglaciation qu'a subi notre planète, le niveau de la mer a fluctué. Il est descendu pendant les phases glaciaires, parfois jusqu'à plus de 100m, puis le niveau est remonté, parfois jusqu'à plus de 10m, lors des périodes de réchauffement interglaciaires.

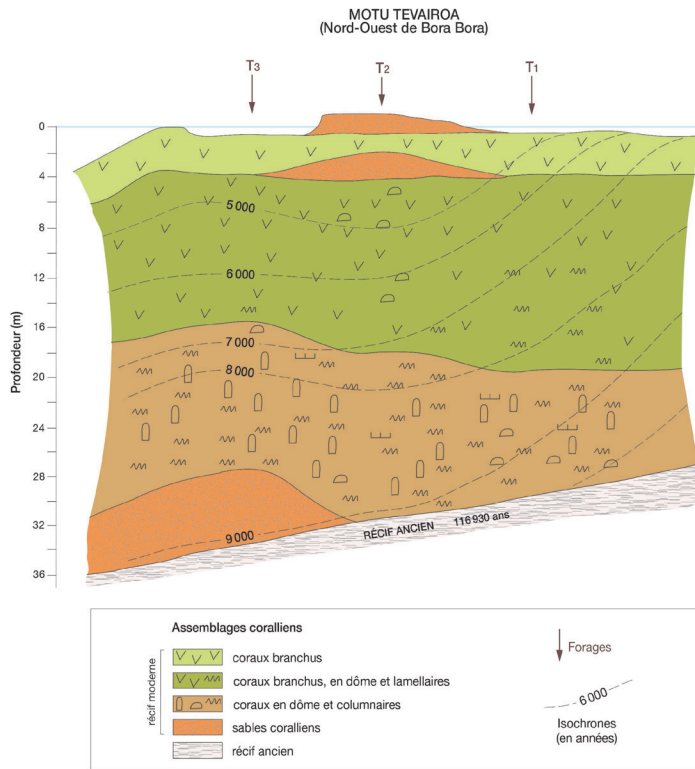


Figure 3 : Structure interne de la barrière récifale au voisinage du Motu Tevairoa, montrant le récif d'âge holocène (9000 ans BP* à moderne) formé de la superposition d'associations coralliennes de formes variées, reposant sur un ancien récif mis en place lors du dernier stade interglaciaire, il y a environ 120 000 ans (modifié d'après Gischler et al. 2016).

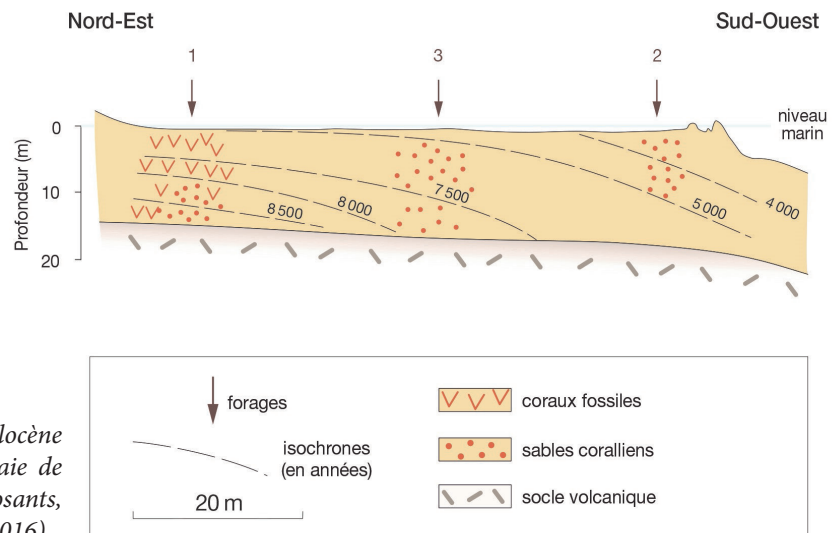


Figure 4 : Structure interne du récif frangeant holocène (âge d'environ 8500 ans BP) au nord de la Baie de Faanui, montrant la répartition des divers composants, coraux et sables (modifié d'après Gischler et al. 2016).

La subsidence des supports volcaniques insulaires a permis le développement de récifs sur leurs marges insulaires. Les variations du niveau marin ont favorisé, lors des hauts niveaux de la mer, l'installation de générations coralliennes successives et, lors des bas niveaux, le creusement des lagons alors émergés. Ainsi se sont formées les morphologies récifales actuelles des îles polynésiennes.

Bora Bora est presque un atoll (un « presque-atoll »). Les forages de sub-surface réalisés au niveau de la barrière récifale externe (extrémité nord du Motu Tevairoa) (Fig. 3) et du récif frangeant (entrée nord de la Baie Faanui – Fig. 4) ont permis d'accéder à la structure interne des récifs et d'identifier la nature des associations coralliennes. Ayant atteint la profondeur de 30m à la verticale de la barrière et de 15m à l'aplomb du récif frangeant, les forages ont révélé que la dernière génération récifale a commencé à se développer entre 9 000 et 8 500 ans au cours de la dernière déglaciation et de la remontée consécutive du niveau marin.

Localement, le récif s'est installé sur un édifice plus ancien, mis en place il y a environ 120 000 ans, lors du dernier stade interglaciaire. Les communautés coralliennes impliquées dans la construction du récif de dernière génération sont les mêmes que celles observées actuellement : coraux branchus (*Acropora*), coraux en dôme (*Porites*), associés à des formes columnaires et lamellaires. Les motu, îlots sableux de la barrière récifale, ont commencé à se former il y a quelques cinq millénaires seulement, à partir de débris coralliens arrachés aux pentes récifales par les tempêtes et les cyclones. En ces temps, le niveau marin avait déjà atteint la position qu'il occupe actuellement.

QUESTION

Comment les scientifiques datent-ils les roches volcaniques des îles en utilisant la méthode de datation potassium-argon (K/Ar) ?

GLOSSAIRE

BP : abréviation de l'anglais « before present », utilisée en préhistoire, en paléontologie, en géologie et en climatologie, pour désigner les âges exprimés en nombre d'années comptées vers le passé à partir du présent.

DUCTILE : capacité d'un matériau à se déformer sans se rompre.

PLAQUE TECTONIQUE (ou Plaque lithosphérique) : grand morceau de la lithosphère qui se déplace en surface du manteau terrestre.

SUBSIDENCE : mouvement vertical de la lithosphère dirigé du haut vers le bas.

TYPE STROMBOLIEN : se dit des éruptions de type mixte avec projections et coulées constituant des édifices volcaniques aux flancs formés de scories et de laves. En référence au volcan Stromboli, en Italie.



MES NOTES

Cette page est à toi. Pour noter ou dessiner :

- les réponses aux questions
- de nouvelles questions à voir avec tes professeurs
- des idées
