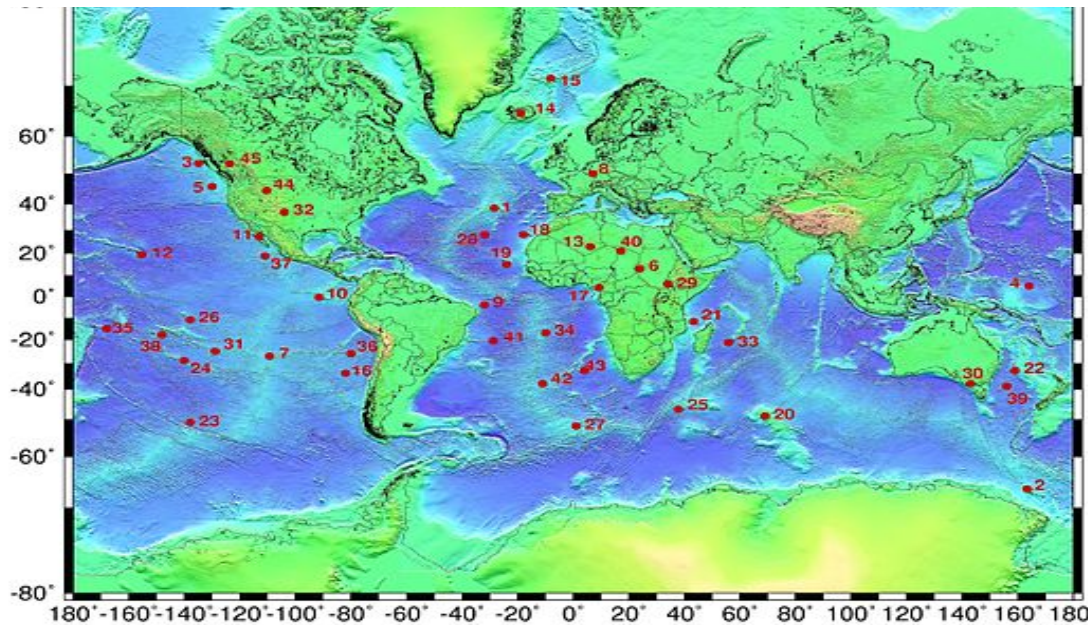


Commentaire composé de documents

Sujet : les points chauds et la tectonique des plaques

- Doc 1 : Planisphère des points chauds
- Doc 2 : Formation d'un chaînon de volcans de point chaud
- Doc 3 : Trajet des volcans issus du point chaud à l'origine de La Réunion
- Doc 4 : Schéma de fonctionnement du point chaud à l'origine de La Réunion
- Doc 5 : Les îles Hawaï – Bathymétrie, volcans et dates d'éruptions
- Doc 6 : Tectonique et points chauds dans le Pacifique Sud
- Doc 7 : Des limites de la théorie de la tectonique des plaques à l'élaboration d'une théorie des points chauds
- Doc 8 : Points chauds : les différents types de panache
- Doc 9 : Panaches et super panaches

Doc 1 : Planisphère des points chauds

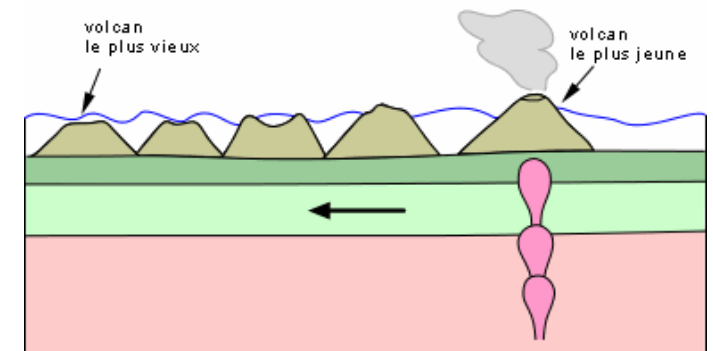
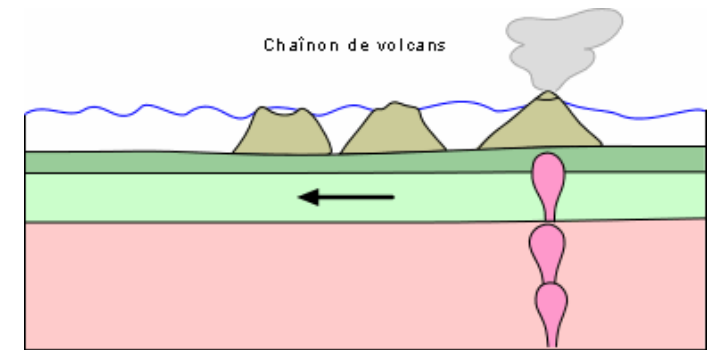


Les points chauds, dont le Piton de la Fournaise, volcan de type OIB (Ocean Island Basalt), montrent qu'à côté de la tectonique des plaques, essentielle pour expliquer la dynamique de la lithosphère, le manteau de la Terre est animé de mouvements convectifs d'origine thermique qui obéissent à une mécanique dont les rouages les plus profonds se situent à la limite noyau/manteau.

Source : site « elements-geologie.com », accompagnant le manuel :
Lagabrielle, Y., M. Renard, S. Guillot, 2011 : *Éléments de Géologie*, Dunod.

<http://www.elements-geologie.com/IMG/pdf/les-points-chauds-et-convection.pdf>

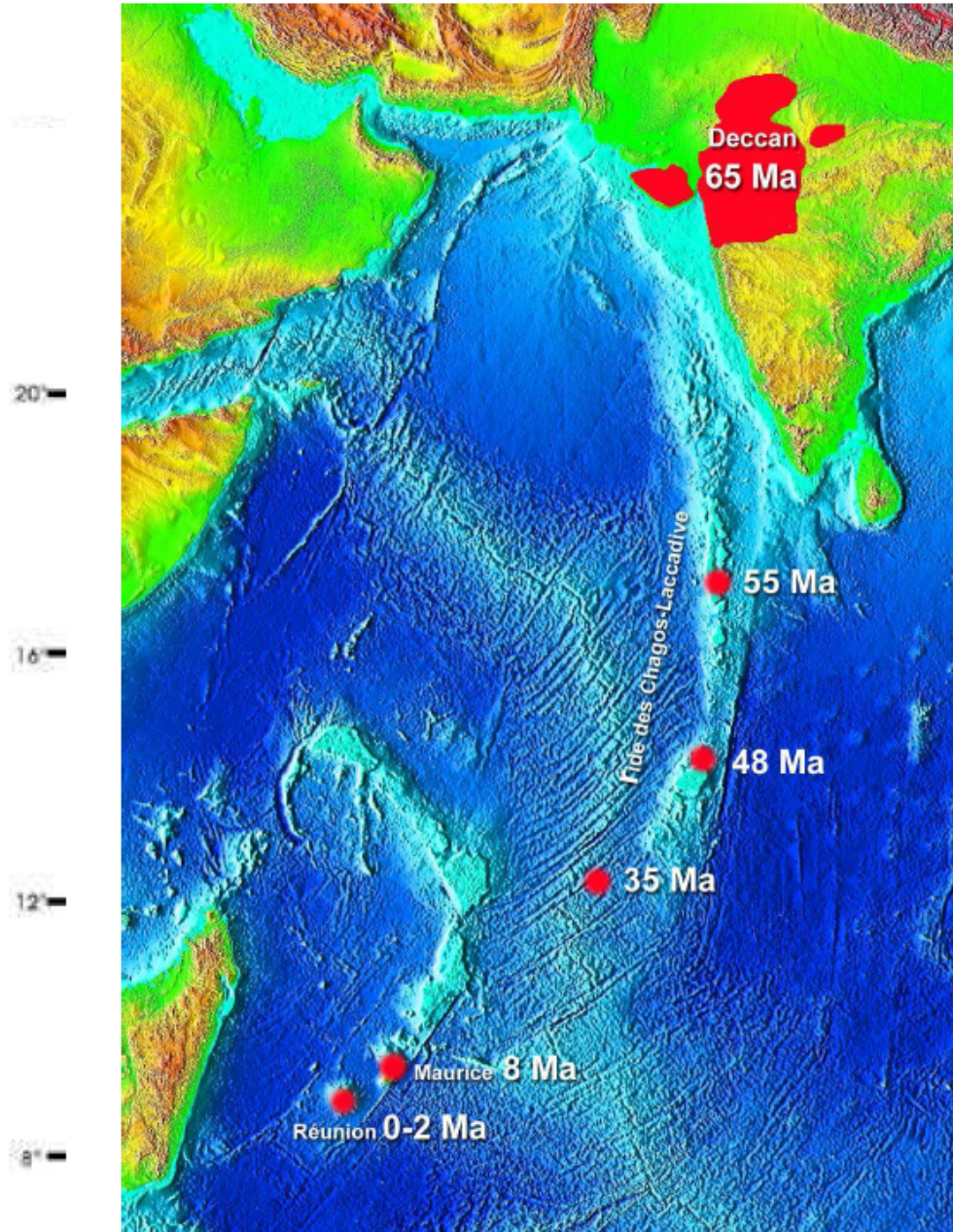
Doc 2 : Formation d'un chaînon de volcans de point chaud



<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/volcans.html>

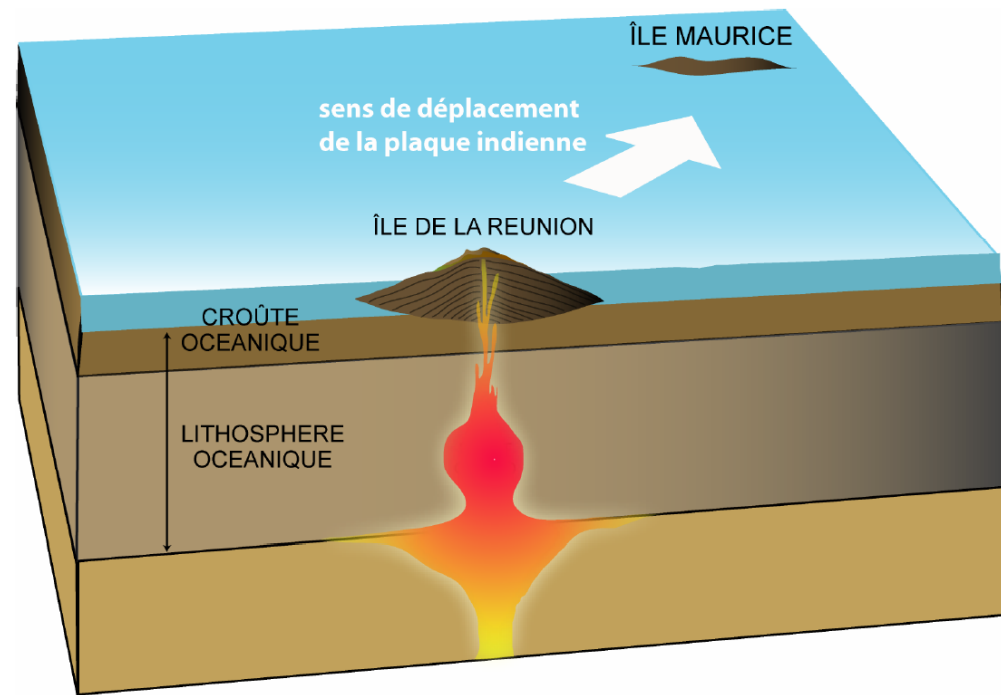
Doc 3 : Trajet des volcans issus du point chaud à l'origine de La Réunion

Historique : depuis les trapps du Deccan en Inde



© NOAA modifié par BRGM - 2003

Doc 4 : Schéma de fonctionnement du point chaud à l'origine de La Réunion



© BRGM - 2005

Source : site du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), établissement public.

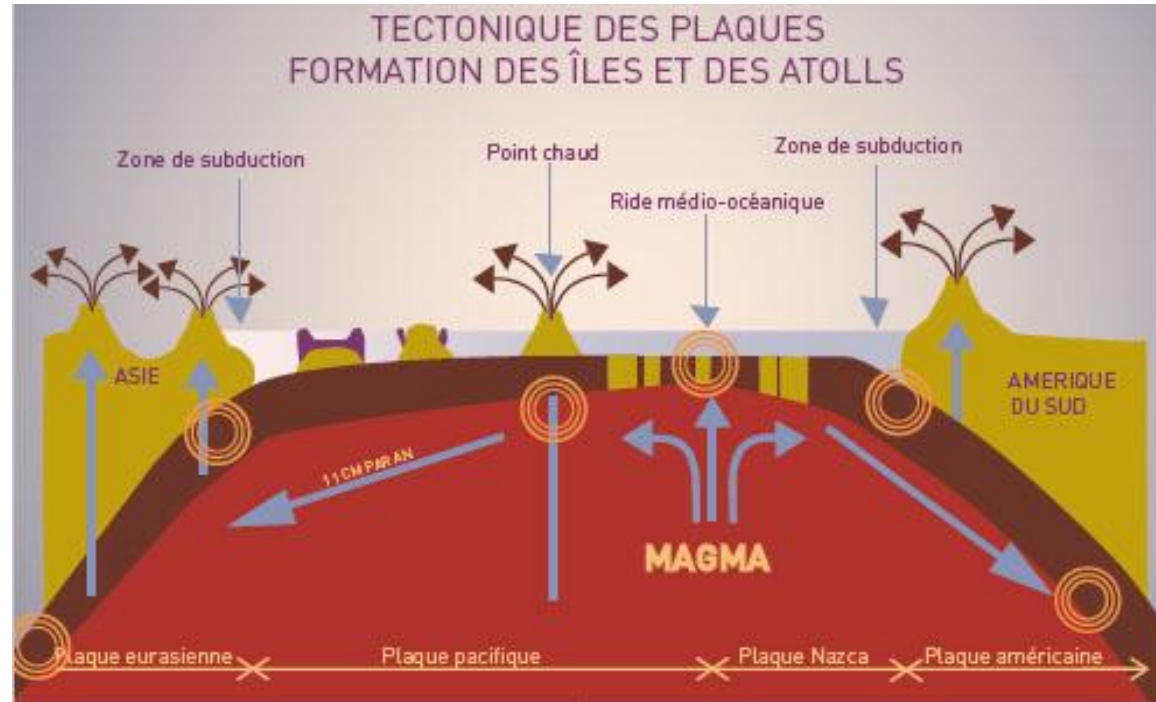
http://www.brgm.fr/pv_obj_cache/pv_obj_id_46F796F4F3D848E17C27140AE654B5AA63C60E00/filename/mais.pdf

Doc 5 : Les îles Hawaiï – Bathymétrie, volcans et dates d'éruptions



Source : http://eduterre.ens-lyon.fr/ressources_gge/hawaii,
École Normale Supérieure (ENS) de Lyon.

Doc 6 : Tectonique et points chauds dans le Pacifique Sud



La Polynésie française, y compris les atolls, est d'origine volcanique. Elle repose sur la plaque Pacifique engendrée à l'est par la dorsale du Pacifique. Elle se déplace vers le nord-ouest à raison de 11 cm.an^{-1} puis subducte à l'ouest au niveau des grandes fosses du Pacifique. Sur cette plaque, qui se trouve par environ 4 000 mètres de fond, reposent deux types de structures :

- > des édifices volcaniques qui ont un âge très proche de la plaque sur laquelle ils reposent (40 à 60 millions d'années). Seuls les soubassements des Tuamotu appartiennent à ce type. On suppose que des épanchements massif sont apparus sur la dorsale du Pacifique-est, située au grand large de l'Amérique du sud.
- > toutes les autres îles de Polynésie française. Dans ce cas, le mécanisme de formation est celui dit de « point chaud ». En un point qui est situé en plein milieu de la plaque, le magma des couches profondes remonte en panache près du plancher océanique, le fait fondre, le perce, puis éjecte ses matériaux au dehors, atteignant parfois la surface de l'océan, ce qui donne naissance à une île.

Doc 7 : Des limites de la théorie de la tectonique des plaques à l'élaboration d'une théorie des points chauds

7.1

La théorie de la tectonique des plaques explique convenablement un bon nombre des phénomènes qui caractérisent l'activité de la **lithosphère** de la Terre. Les séismes, les grandes structures océaniques, les chaînes de montagne, les principaux volcans..., tout est expliqué par la tectonique des plaques. Vraiment tout? **Non**, la présence de volcans à signature géochimique d'OIB (Ocean Island Basalt) **situés au beau milieu des plaques lithosphériques, loin de leurs frontières actives** (Hawaï, La Réunion, Yellowstone,...) ou sur certaines frontières divergentes (Islande, les Afars,...) n'est absolument pas expliquée par la tectonique des plaques.

7.2

Une autre théorie que la Tectonique des Plaques est nécessaire pour expliquer le volcanisme intra-plaque à caractère OIB dont la source n'est pas le manteau supérieur mais le manteau inférieur enrichi. Cette même signature se retrouve également dans le volcanisme de régions particulières des dorsales océaniques présentant des taux de production de laves anormaux, comme l'Islande.

7.4

Tuzo Wilson, proposa dès 1963 que les plaques dérivent au dessus de points chauds fixes dans le manteau. Cette première formulation de la *Théorie des Points Chauds* lui permit d'expliquer la structure remarquablement rectiligne de la chaîne de volcans hawaïens. Celle-ci s'explique par le mouvement de la plaque Pacifique vers le nord-ouest au-dessus d'un point chaud situé sous la grande île d'Hawaï .

Jason Morgan, en 1971, proposa que les points chauds soient alimentés par des panaches thermiques de matière chaude montant depuis la frontière noyau-manteau à 2900 km de profondeur.

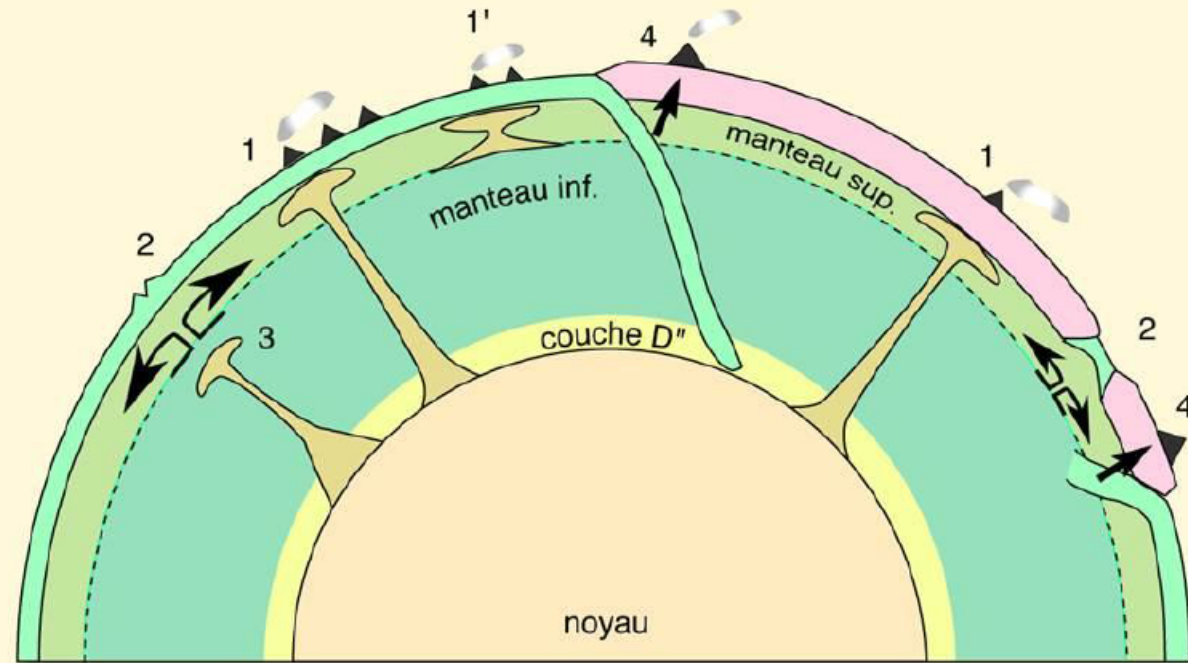
7.3

Cette théorie est celle dite des **points chauds**. Un point chaud typique est créé à la surface de la Terre lorsqu'un **panache thermique de manteau profond solide** remonte de la couche D'' située à la limite noyau-manteau, pour s'étaler sous la lithosphère et donner naissance à un chapelet d'îles volcaniques. Le manteau profond remonte le long d'une pédoncule assez mince (500 km de diamètre à la base, 150 km sous la tête), il s'étale sous forme d'une large tête et les produits de la fusion partielle du manteau du panache ET du manteau local perforent la lithosphère pour donner un volcanisme hyper-abondant parfois sur un temps très court. On associe maintenant les panaches aux **LIPs** (*Large Igneous Provinces* : les Grandes Provinces Ignées) telles que les trapps du Dekkan, le plateau Ontong-Java, les trapps de Sibérie,...

Doc 8 : Points chauds : les différents types de panache

Sur cette coupe théorique de la Terre (sur laquelle seule la convection du manteau supérieur a été représentée), on peut situer les principaux types de panache :

- (1) origine à la couche D'',
- (1') origine à la limite entre manteau supérieur et inférieur,
- (2 + 3) interaction entre un panache et une dorsale.



- 1. magmas des points chauds océaniques et continentaux (panaches profonds issus de la couche D'')
- 1'. magmas des points chauds superficiels naissant à la transition manteau inf.-manteau sup.
- 2. magmas des dorsales et des bassins arrière-arc
- 3. interaction panache/dorsale
- 4. magma des zones de subduction

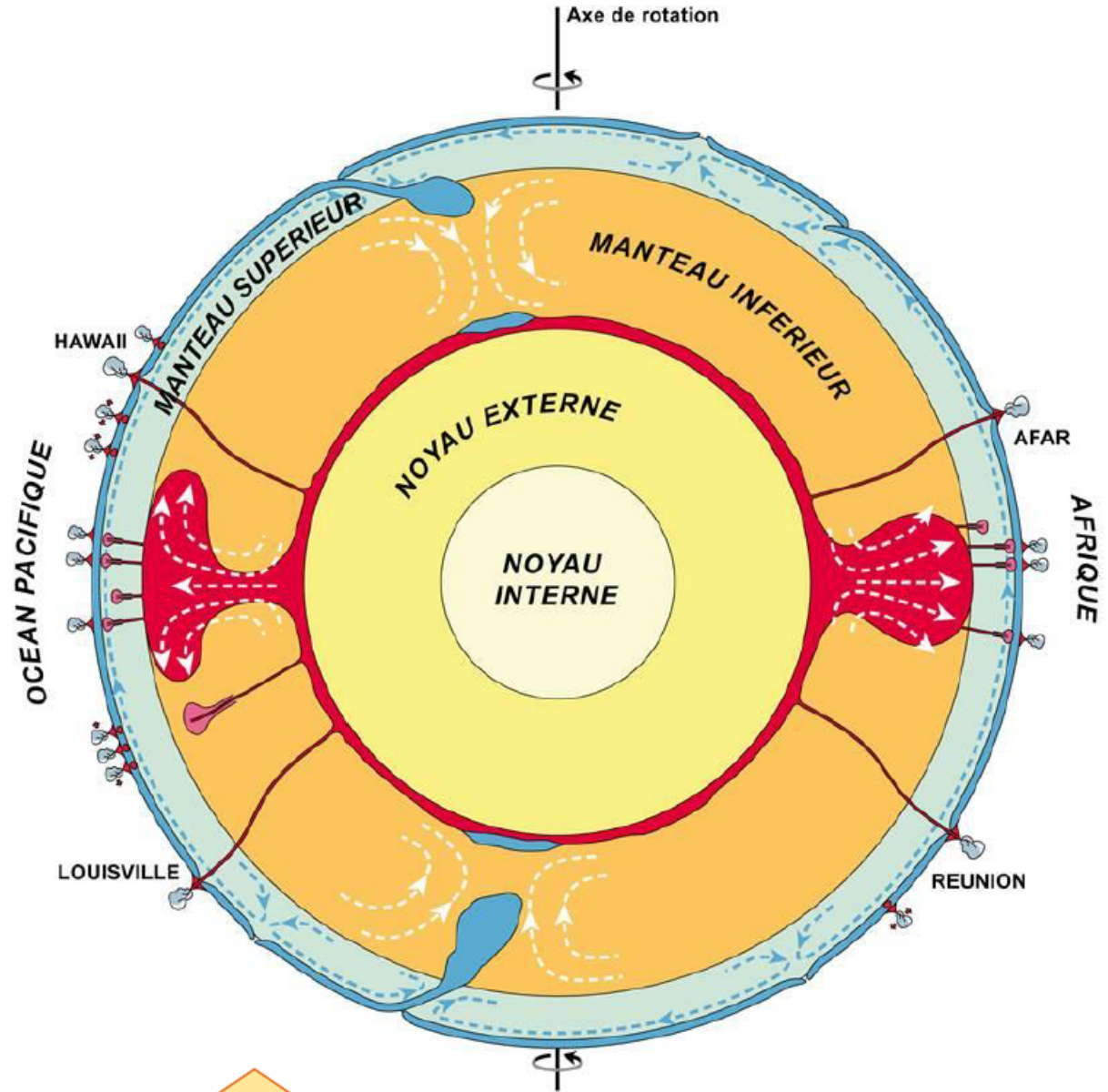
Pour décompter les points chauds profonds, V. Courtillot et coll. ont établi une liste de 5 critères appliquée à 49 points chauds candidats. Ces critères portent sur l'existence de trapps à l'impact, la présence d'une chaîne de volcans, un flux thermique élevé, des rapports isotopiques élevés en $^4\text{He}/^3\text{He}$ et $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$ (bons marqueurs du caractère primitif de la source), une zone à moindre vitesse des ondes S à la transition manteau supérieur/manteau inférieur. Les gagnants sont au nombre de 3 dans l'hémisphère Pacifique : **Hawaï, Ile de Pâques et Louisville** et de 4 dans l'hémisphère Indo-Atlantique : **Afars, Tristan da Cunha, Islande et La Réunion**.

Doc 9 : Panaches et super panaches

La tomographie (technique d'imagerie permettant de reconstruire le volume d'un objet) sismique indique que la

convection dans le manteau inférieur est dominée par un mode quadripolaire dans lequel deux **super-panaches** forment deux dômes qui s'élèvent sous l'Afrique et sous le Pacifique alors que le matériel plus froid redescend au niveau de deux ceintures méridiennes, dont l'enveloppe mime les zones de subduction circum-pacifique. C'est ce que représente cette coupe de la Terre. Les 3 points chauds profonds du Pacifique et les 4 points chauds profonds Indo-Atlantiques forment deux groupes de panaches qui sont ancrés de façon quasi-fixe à la bordure de ces deux super-panaches.

Des **panaches secondaires** plus instables prennent naissance à l'endroit où les super-panaches s'écrasent au niveau de la limite manteau inférieur/manteau supérieur. D'autres se forment à la limite lithosphère/asthénosphère.



Coupe de la Terre selon le modèle de Courtillot et coll. (2003) montrant les panaches et les super-panaches.

V. Courtillot, A. Davaille, J. Besse and J. Stock, 2003. Three distinct types of hotspot in the Earth's mantle. Earth and Planetary Science Letters, 205, p. 295-308.