

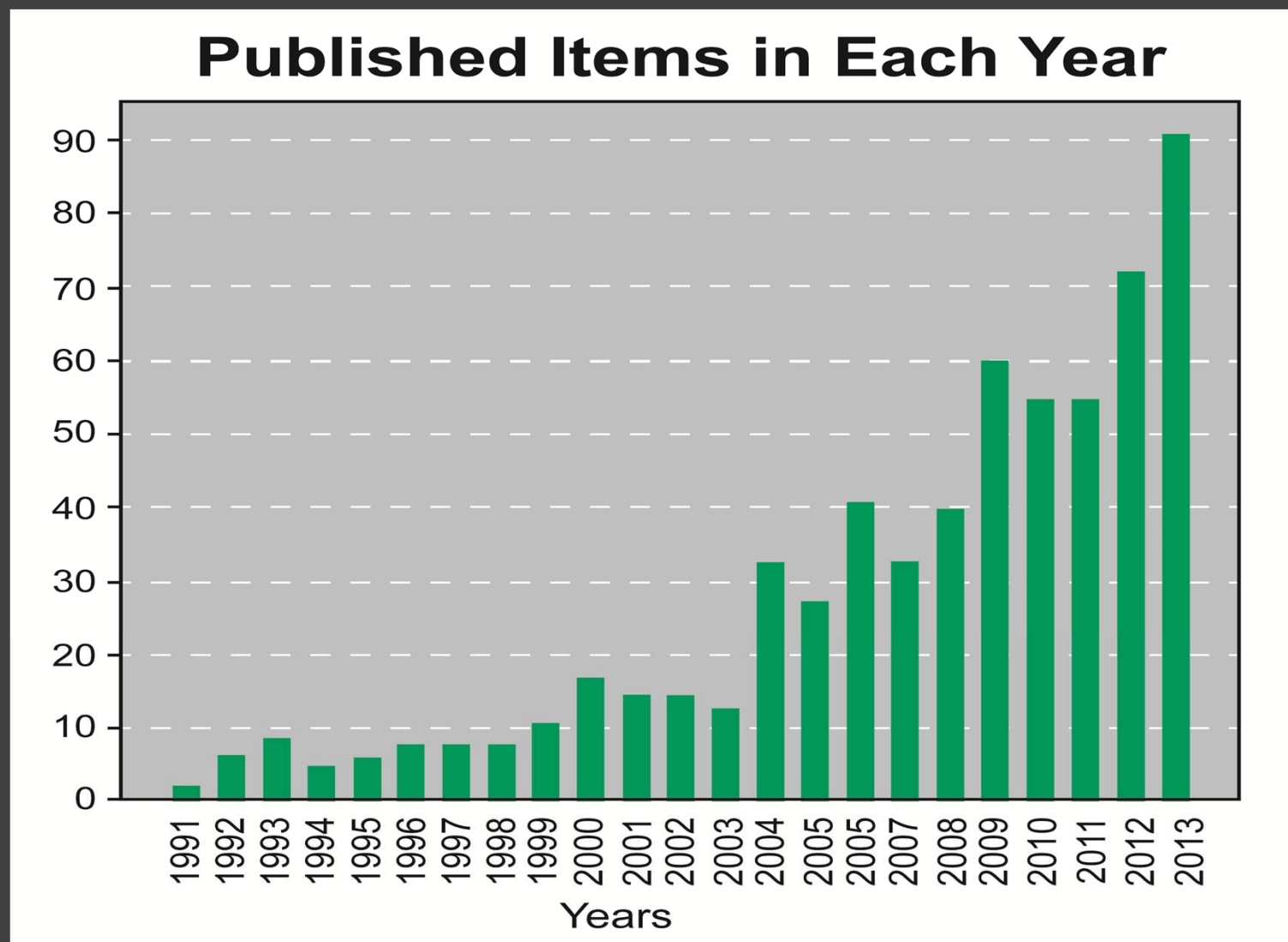
La croissance de la croûte continentale a-t-elle été continue ou discontinue ?

Implications pour l'évolution du vivant?

La Baule
Le 8 octobre 2014

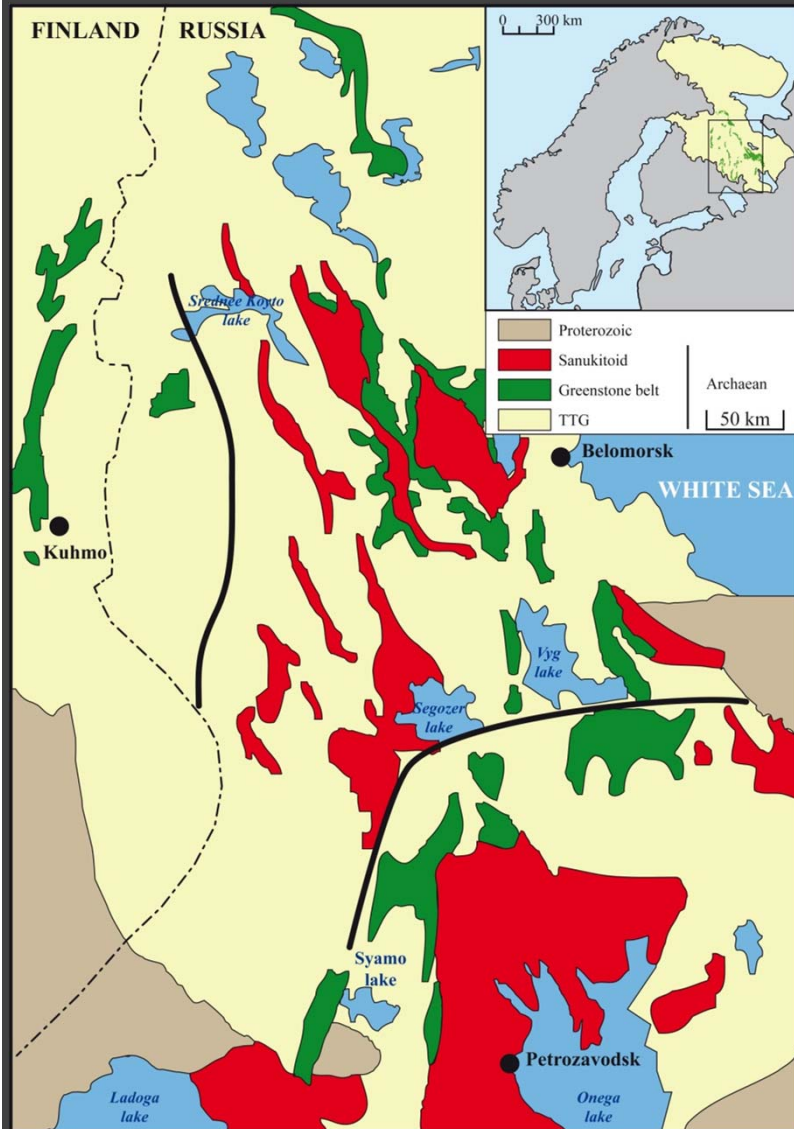
Hervé MARTIN

Croûte continentale archéenne : un sujet d'intérêt croissant

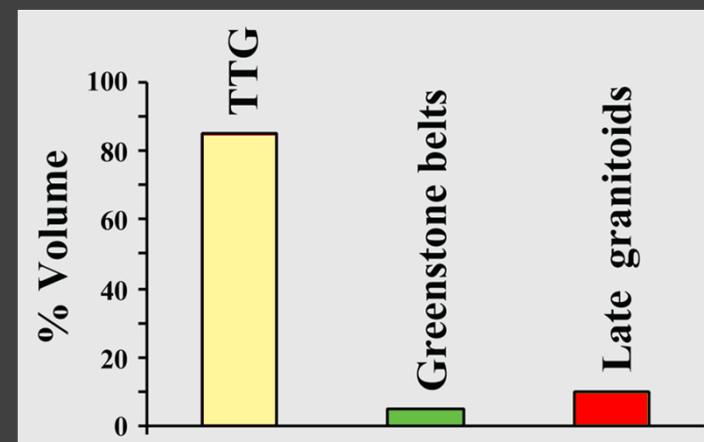


Web of science – articles avec TTG dans le titre ou en mot clé (2013)

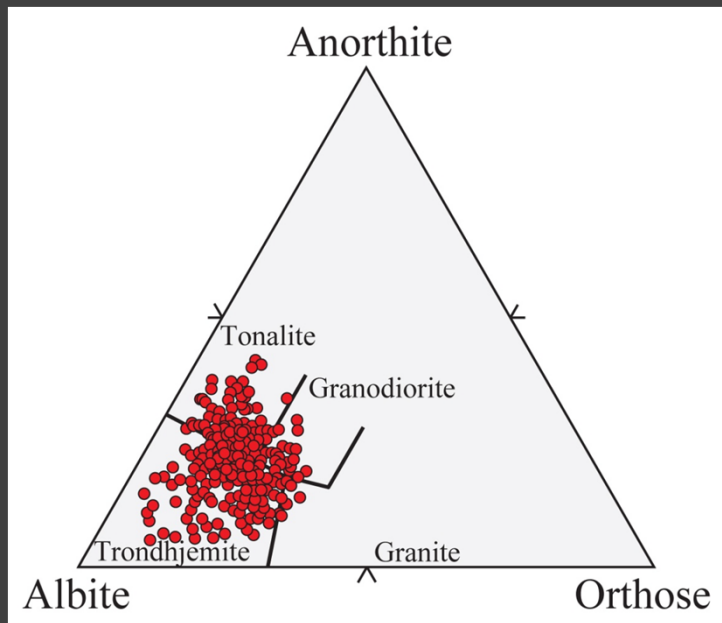
La croûte continentale archéenne: terrain



3.10 Ga-old Kivijärvi TTG (Eastern Finland)



Les TTG : caractéristiques



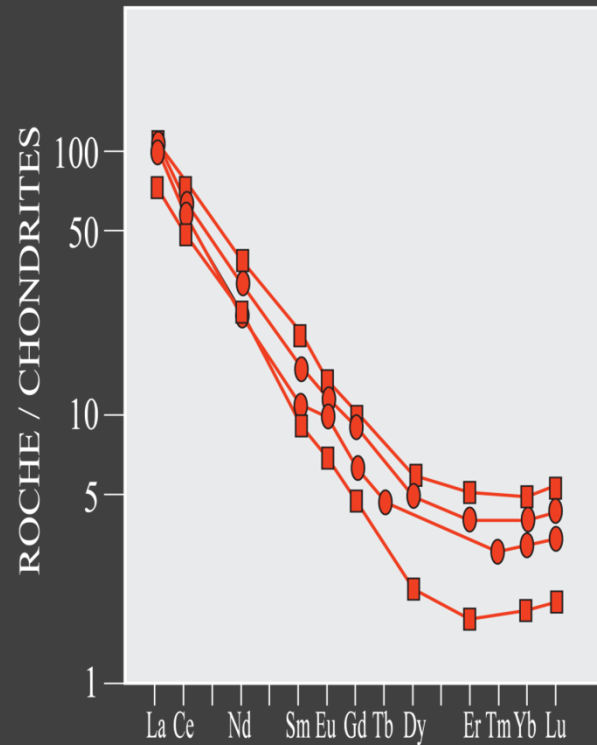
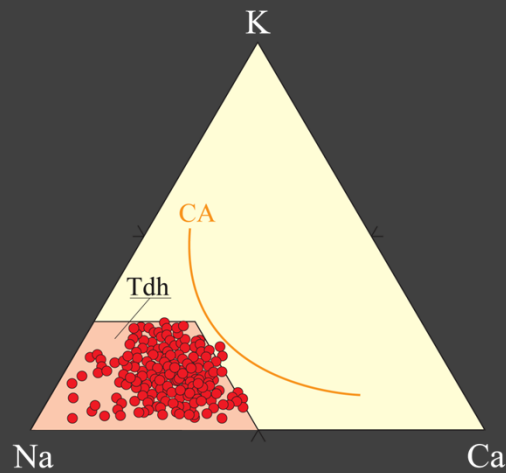
H. Martin (1999)



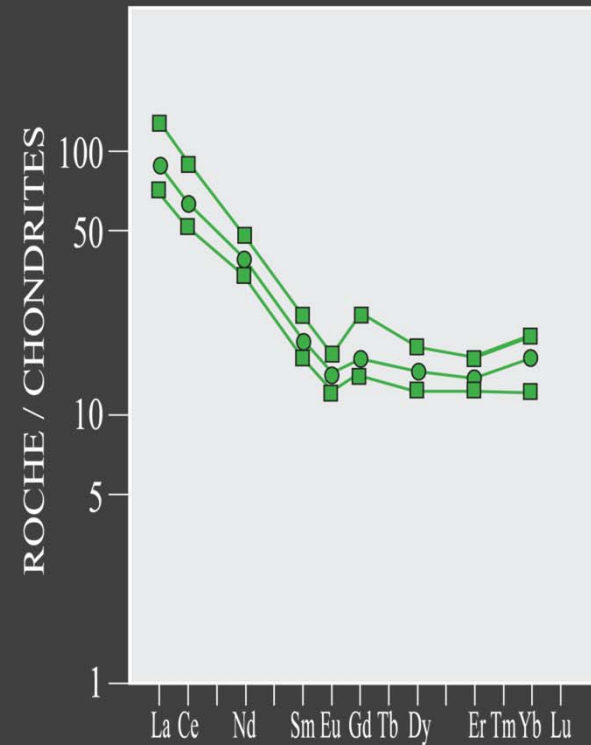
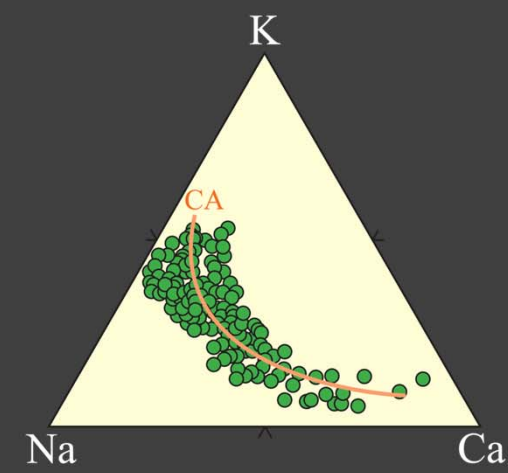
TTG = Tonalites, Trondhjemites, Granodiorites

Les TTG : caractéristiques

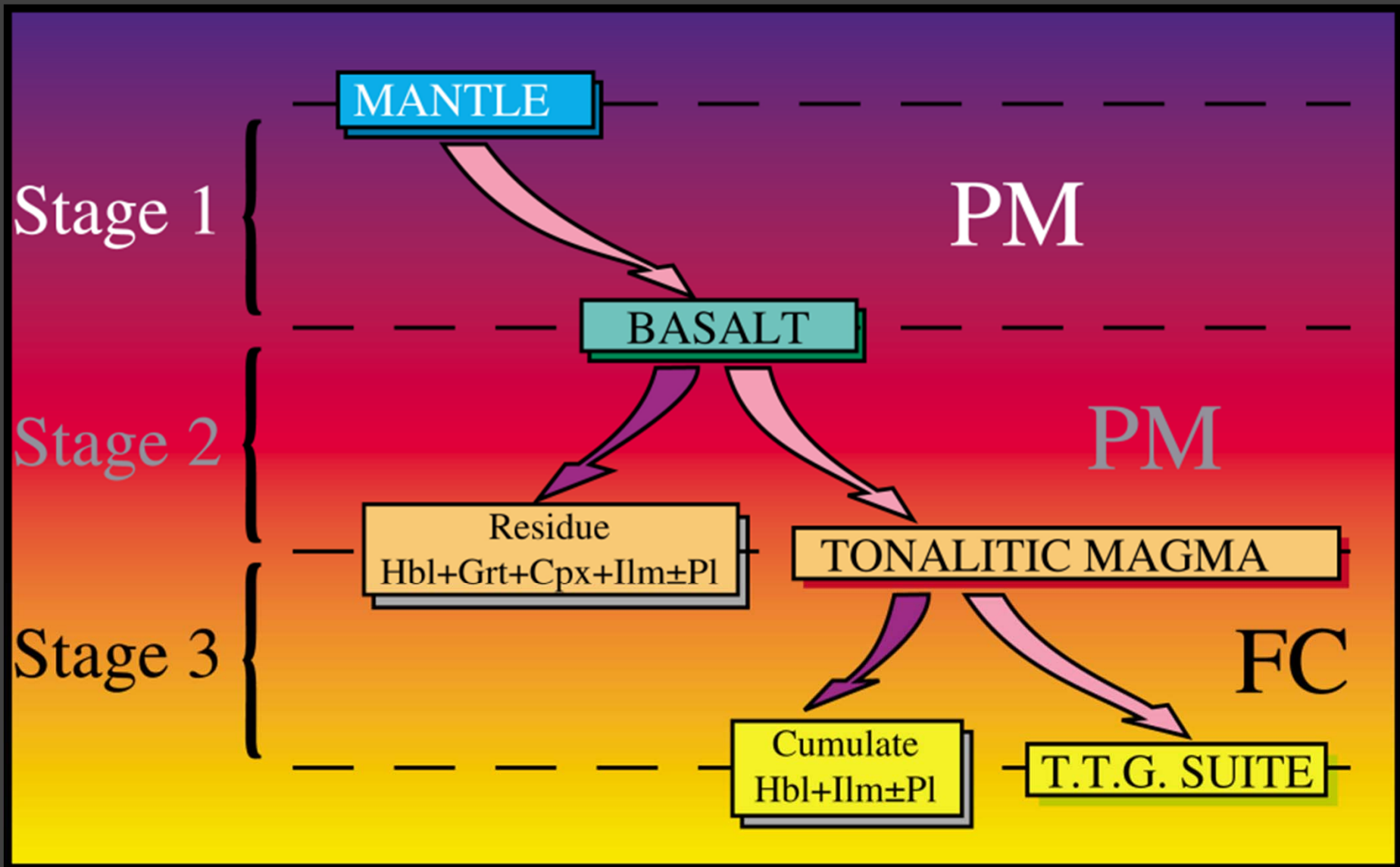
Croûte continentale archéenne = TTG



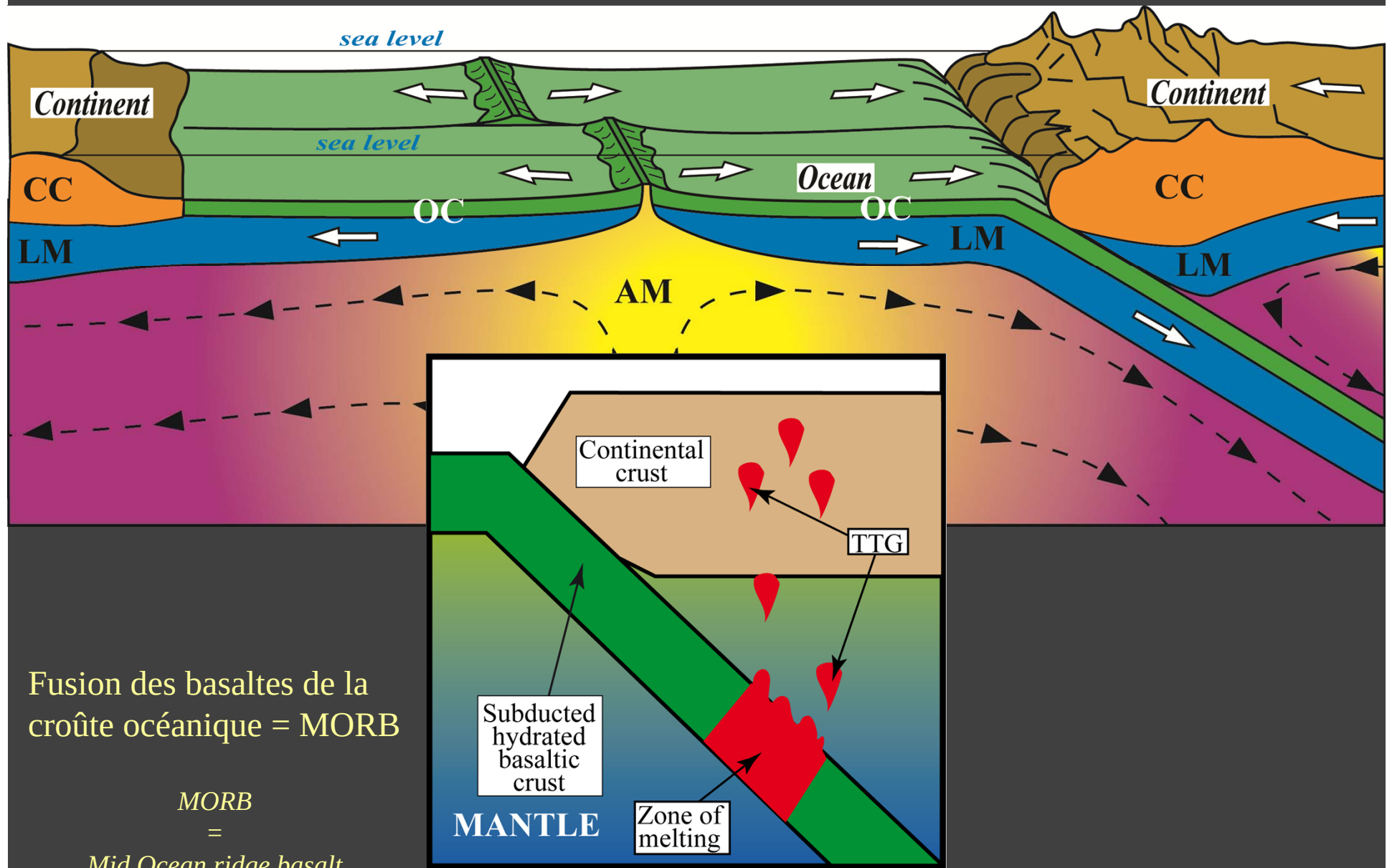
Croûte continentale moderne = calco-alcaline



Les TTG : pétrogenèse

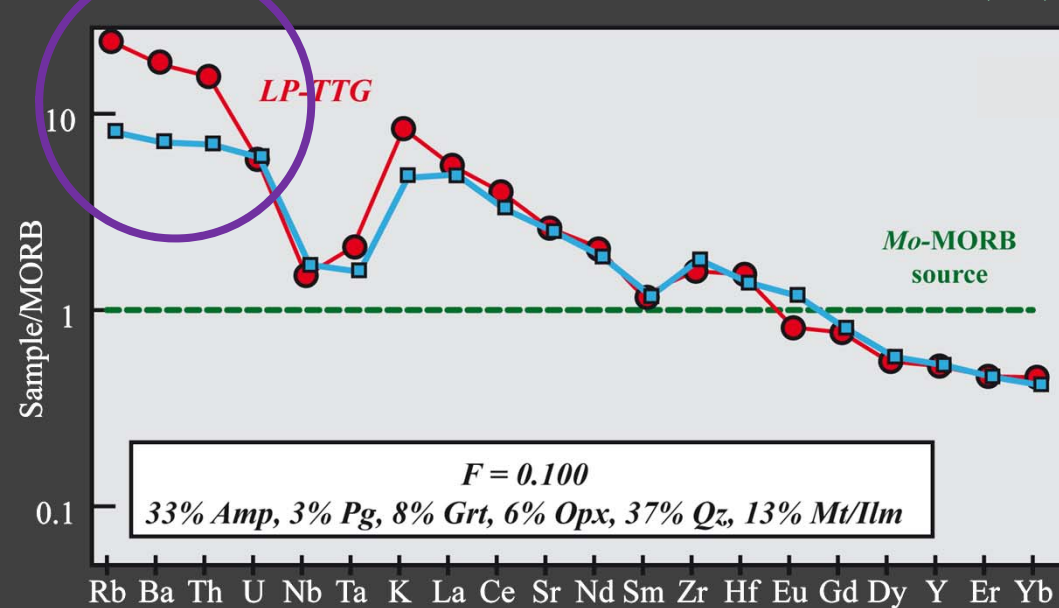
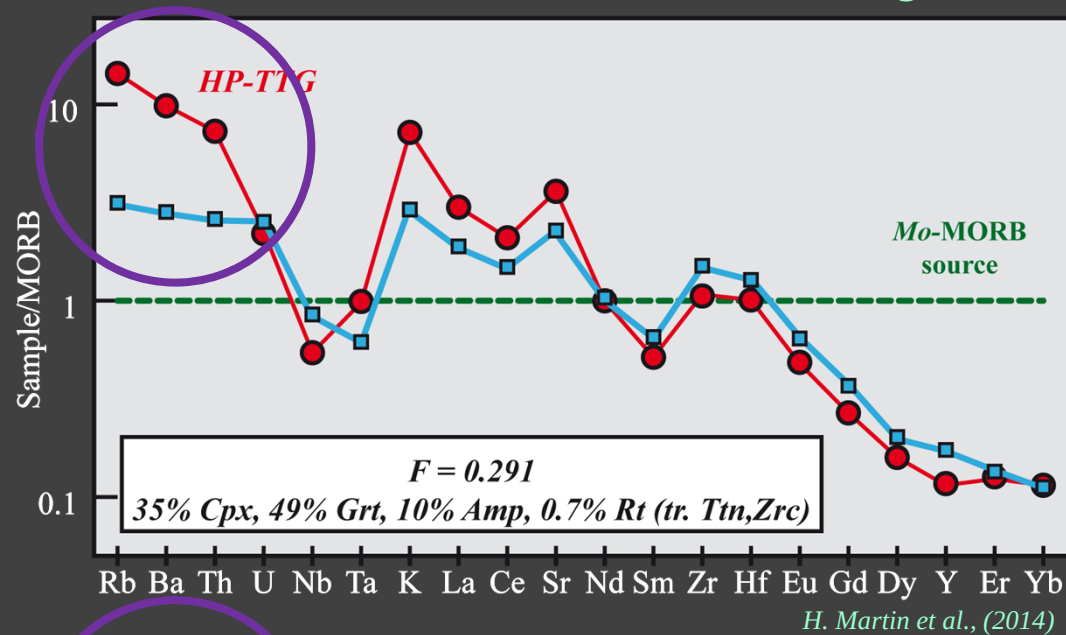


Les TTG : pétrogenèse



La source des TTG ne peut pas avoir une composition de MORB

Modélisation géochimique



La fusion de MORB ne permet pas de rendre compte des fortes teneurs en LILE et Th, U des TTG

LILE

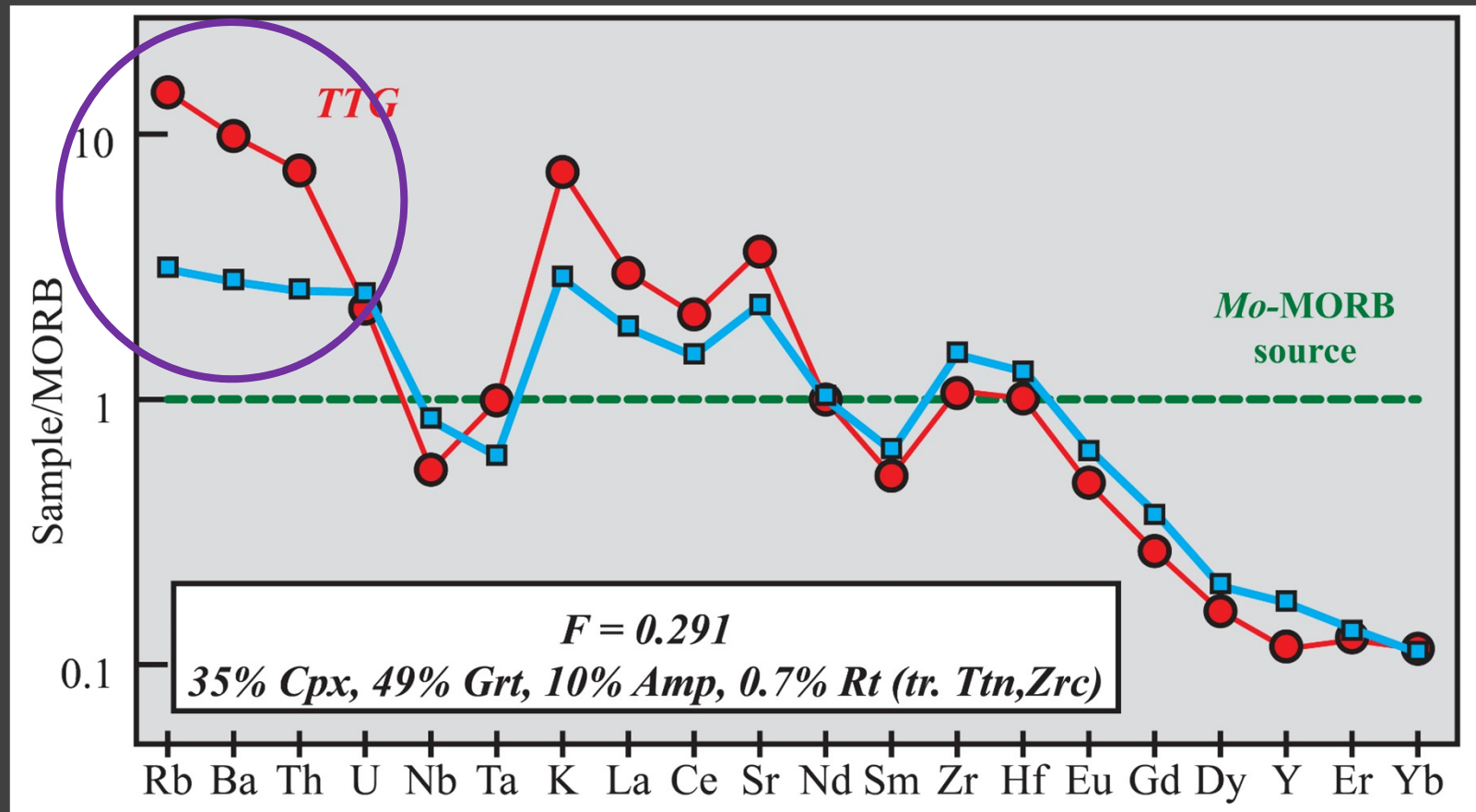
=

Large Ion Lithophile Element

Ici : Rb, Ba, K, Sr, ...

La source des TTG ne peut pas avoir une composition de MORB

Modélisation géochimique

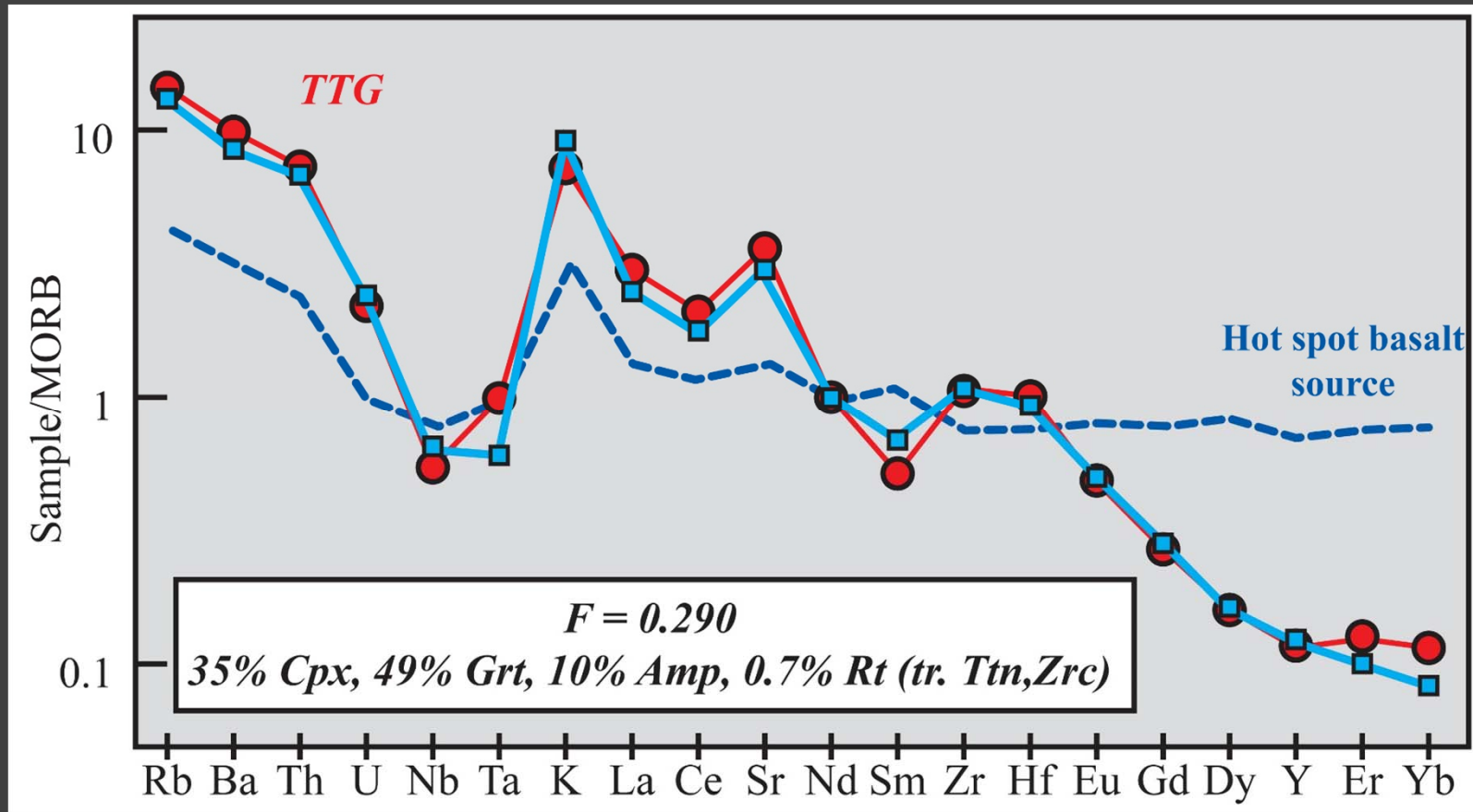


**La fusion de MORB ne permet pas de rendre compte
des fortes teneurs en LILE et Th, U des TTG**

LILE = Large Ion Lithophile Element (Ici : Rb, Ba, K, Sr, ...)

La source des TTG ne peut pas avoir une composition de MORB

Modélisation géochimique

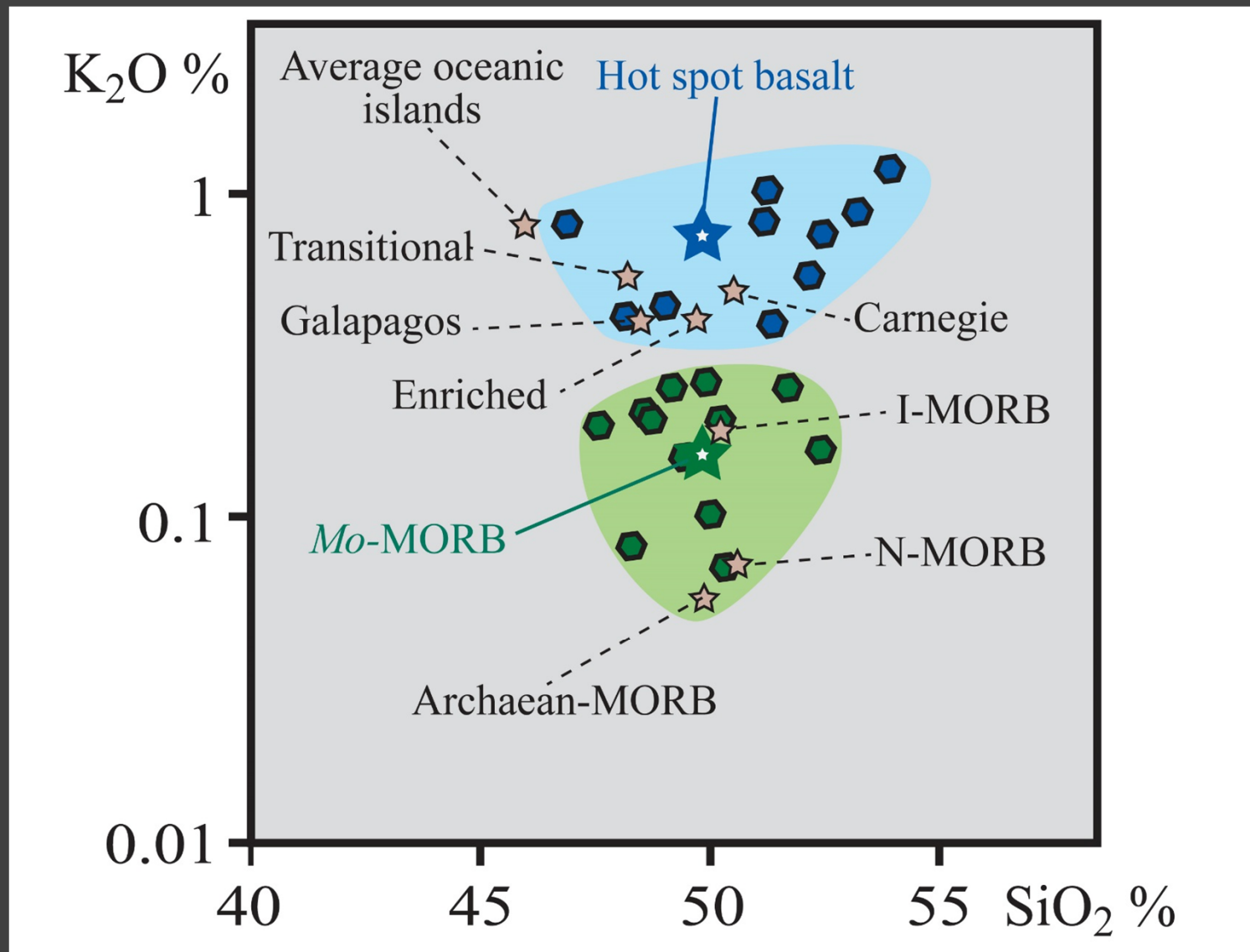


La fusion de MORB ne peut pas engendrer des TTG

La source des TTG peut être un basalte de point chaud

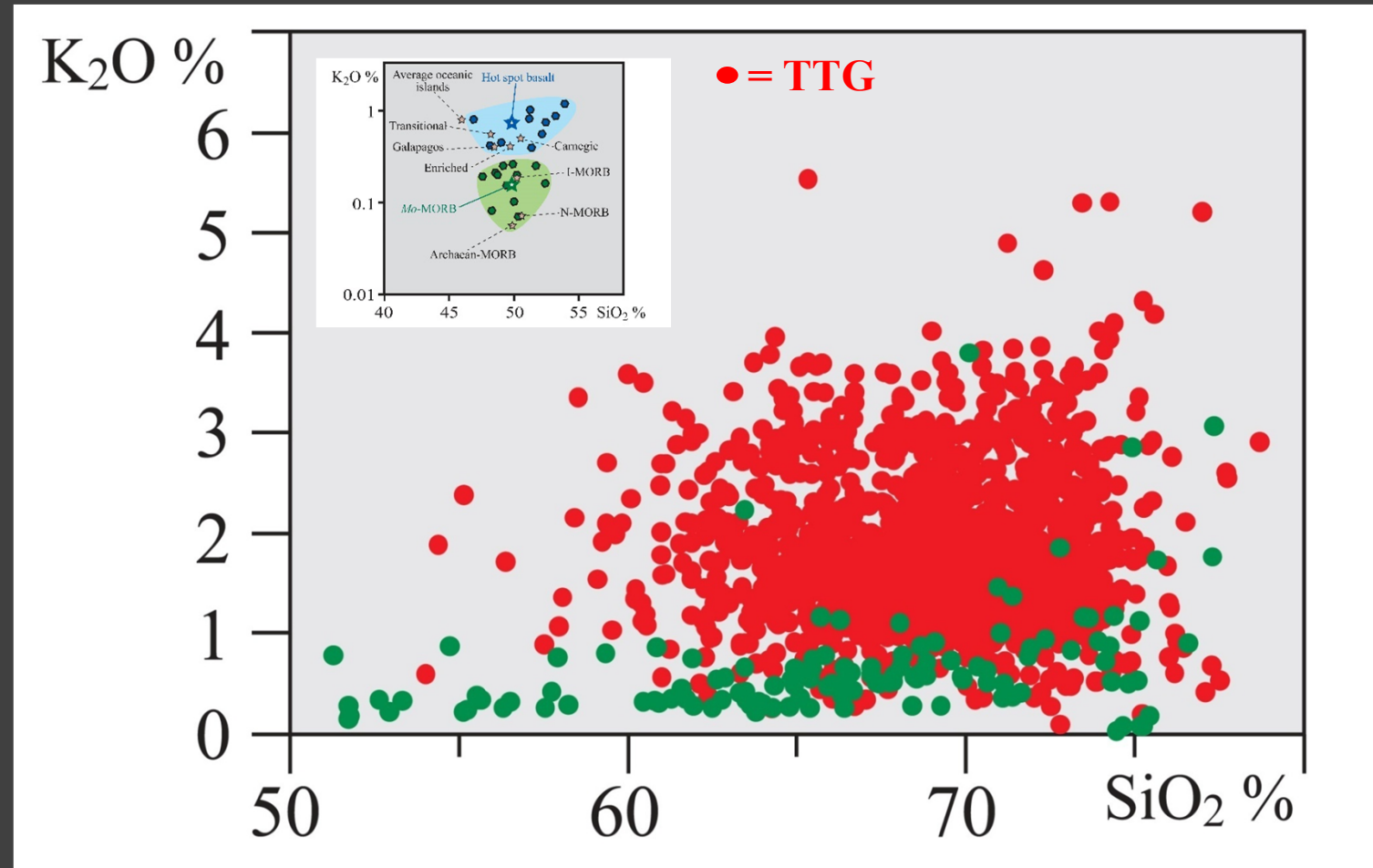
La source des TTG ne peut pas avoir une composition de MORB

Fusion expérimentale de basaltes



La source des TTG ne peut pas avoir une composition de MORB

Fusion expérimentale de basaltes

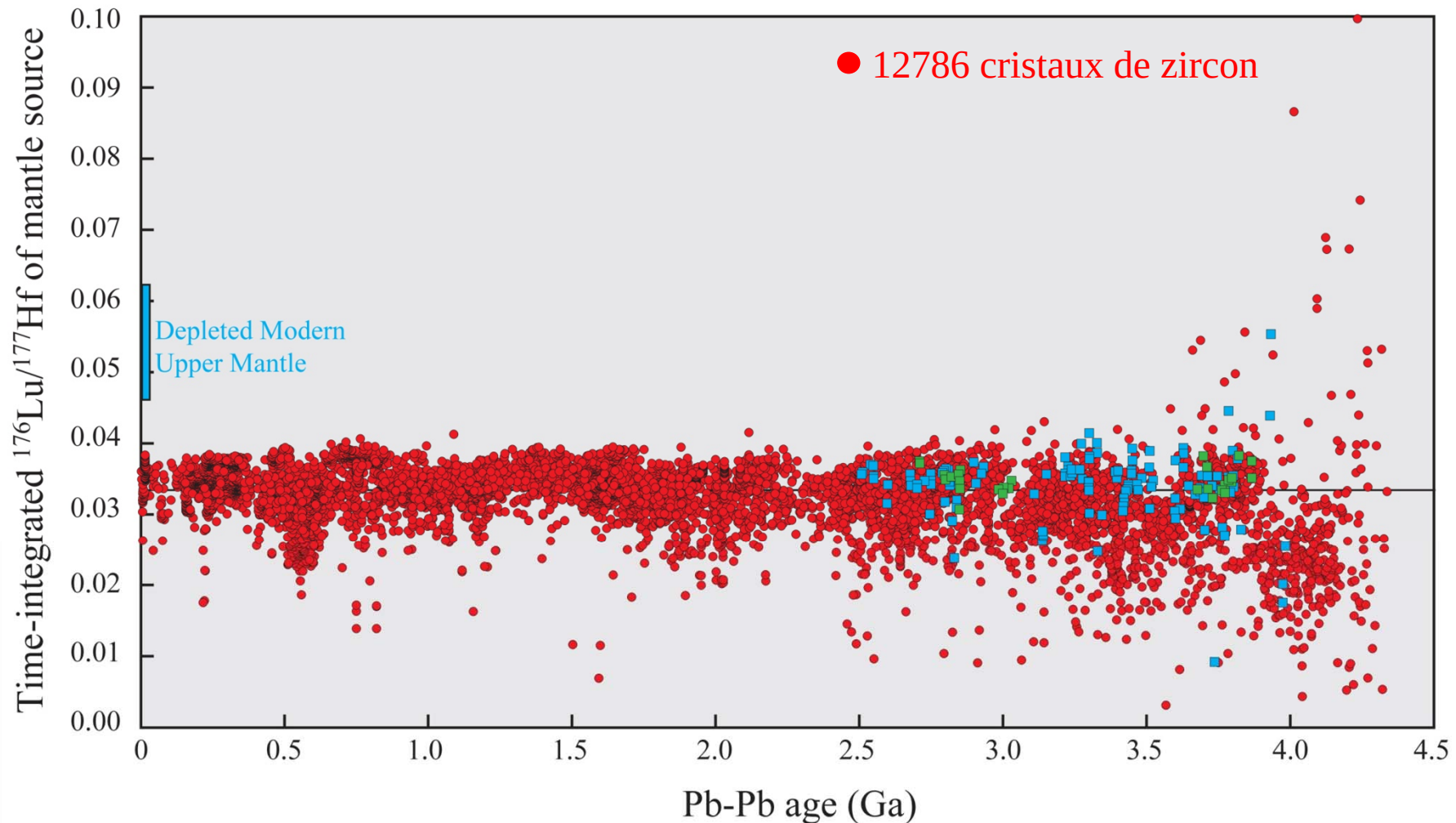


H. Martin et al., (2014)

La fusion de MORB ne peut pas engendrer des TTG

La source des TTG doit être riche en K = basalte de point chaud

La source des TTG ne peut pas avoir une composition de MORB

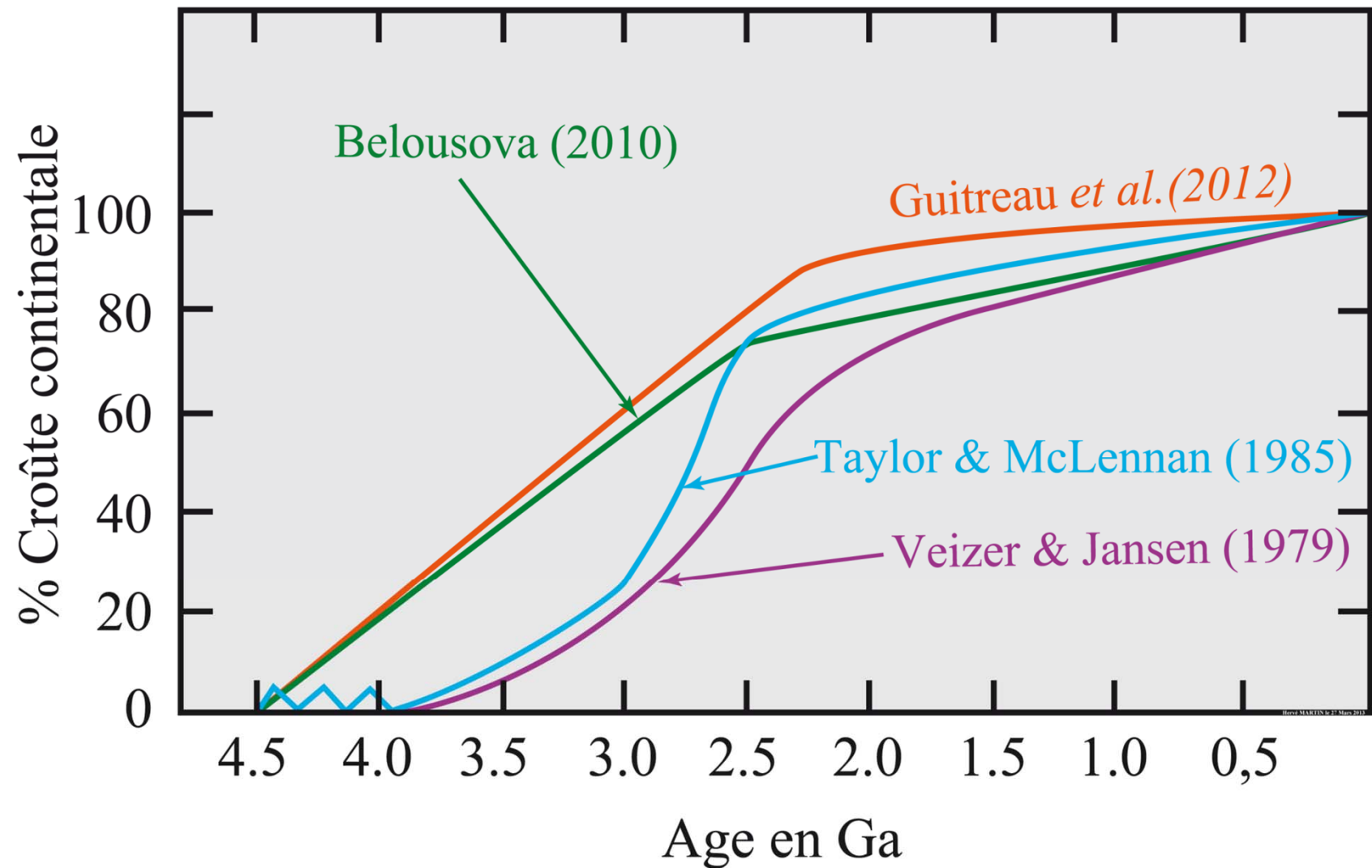


M. Guitreau et al., (2012)

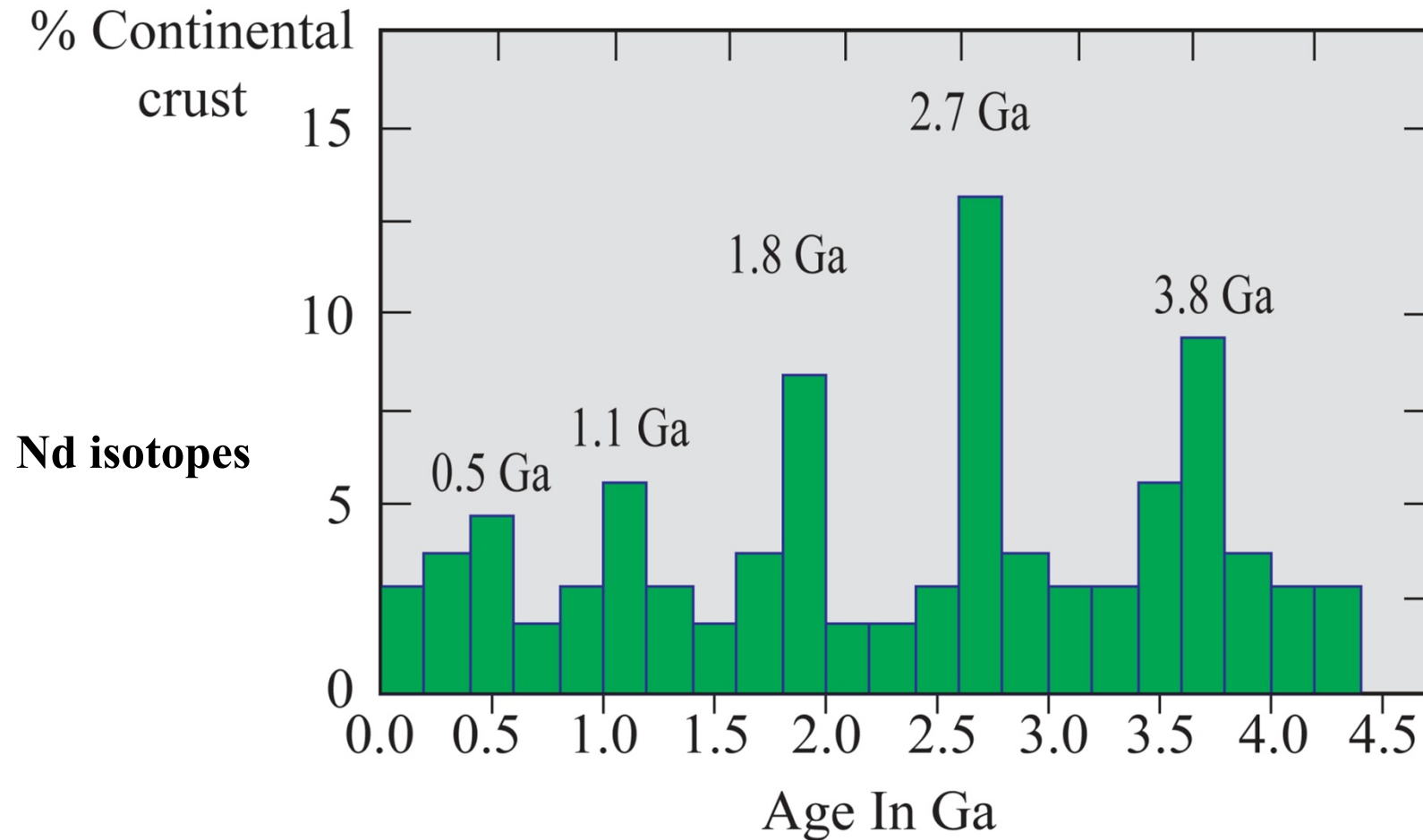
Depuis 4,0 Ga, la source de la croûte continentale a gardé des $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ chondritiques

$\Rightarrow \neq$ manteau supérieur appauvri $\Rightarrow \neq$ source des MORBs

La croissance crustale est épisodique



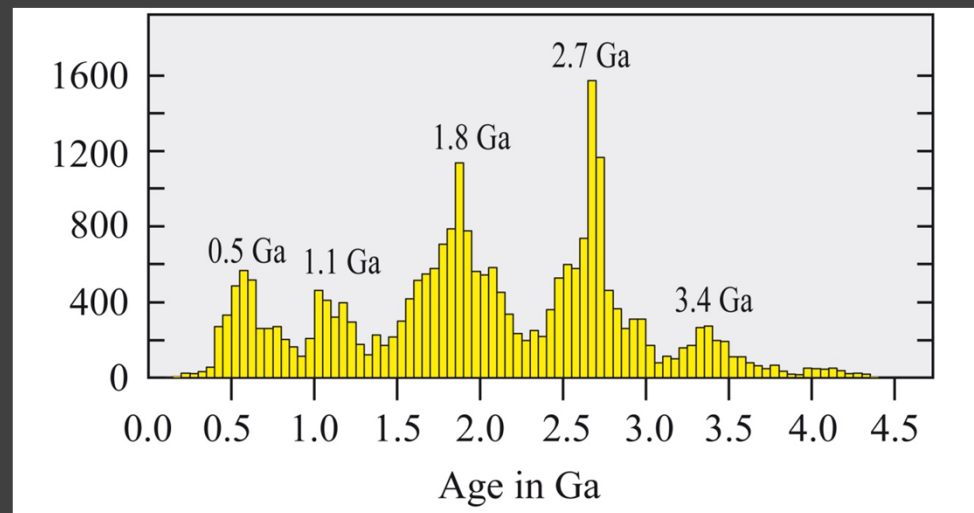
La croissance crustale est épisodique



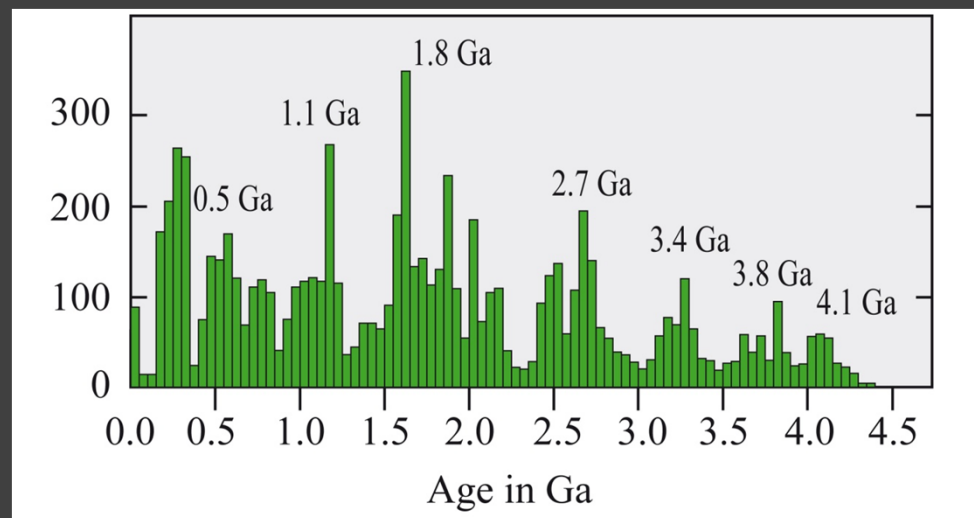
M. McCulloch and V. Bennet (1993)

La croissance crustale est épisodique

Nombre de zircons datés



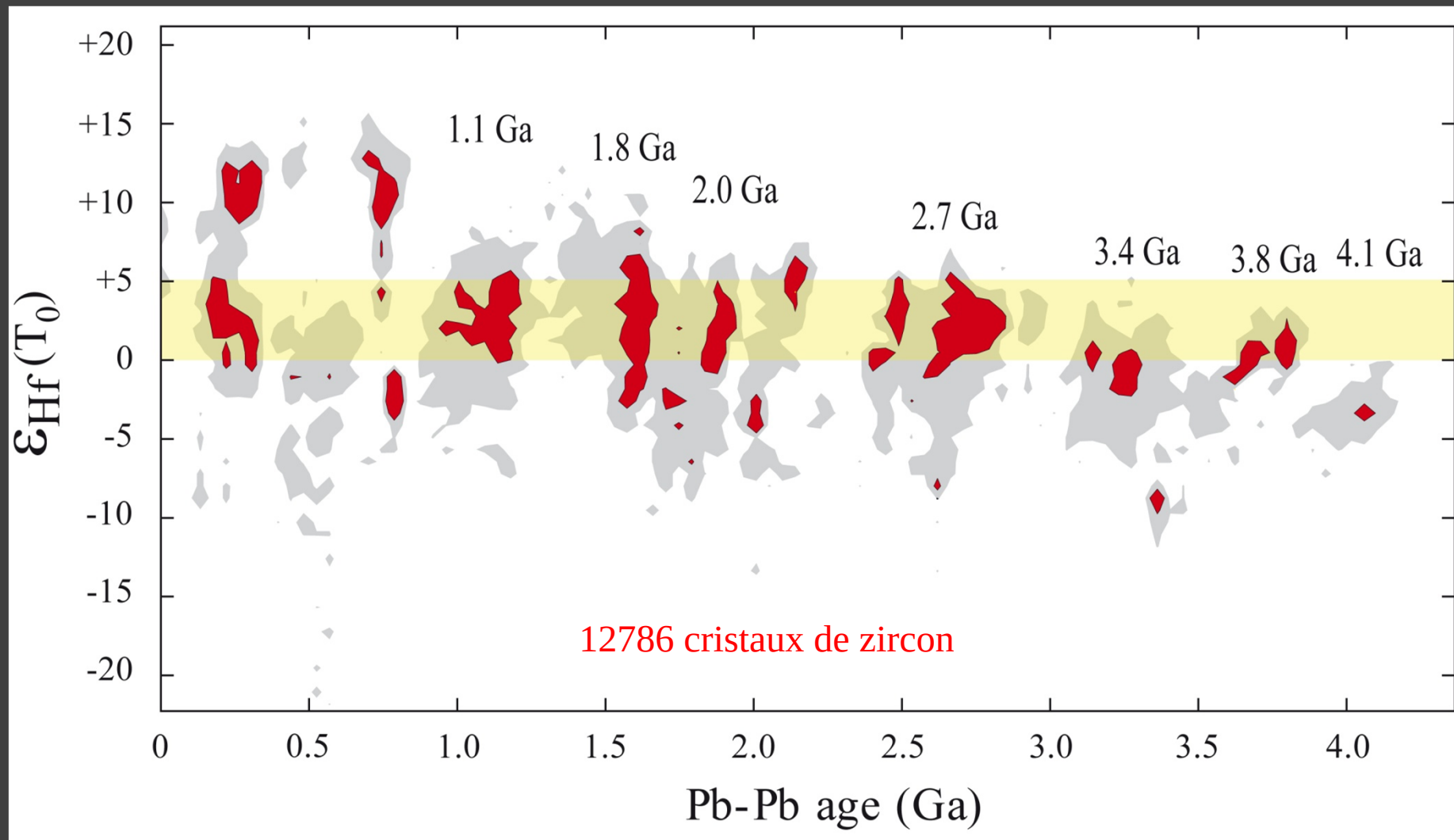
Condie and Aster (2010)



Guitreau (2012)

**La croissance crustale est un processus irrégulier :
Incompatible avec une subduction ??**

La croissance crustale est épisodique

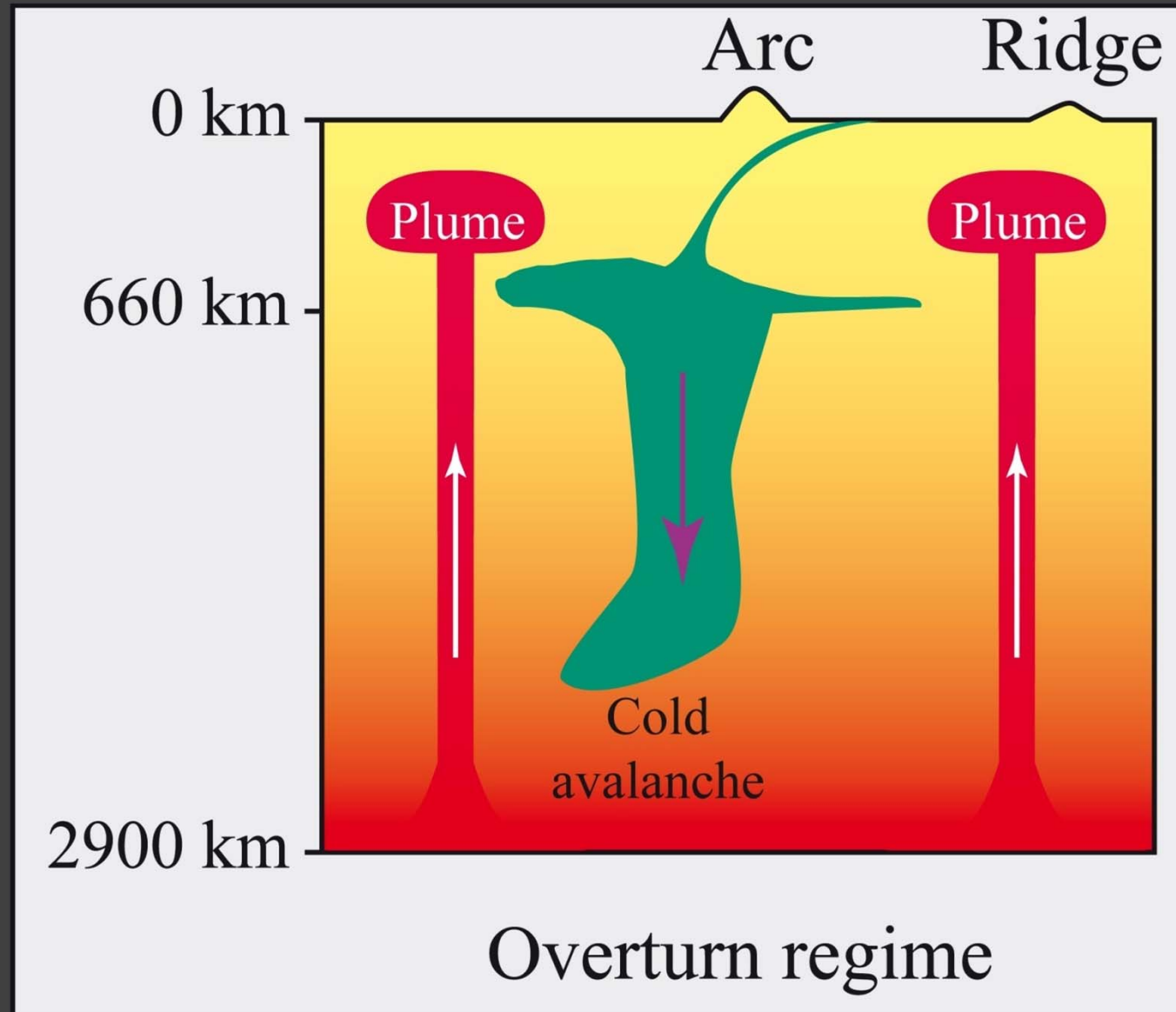


Guitreau (2012)

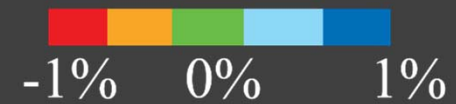
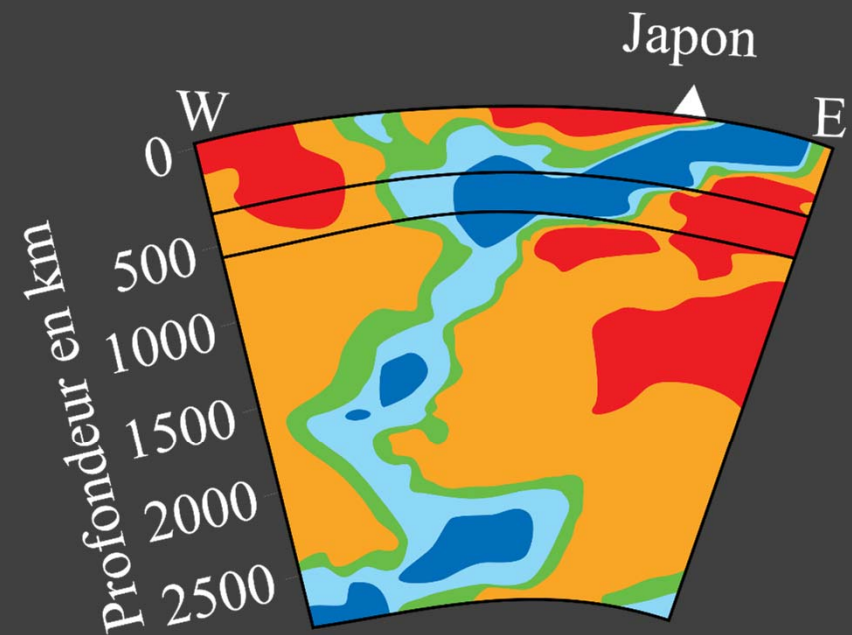
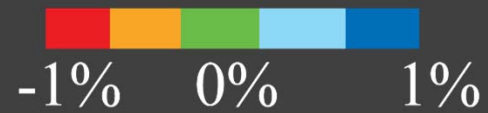
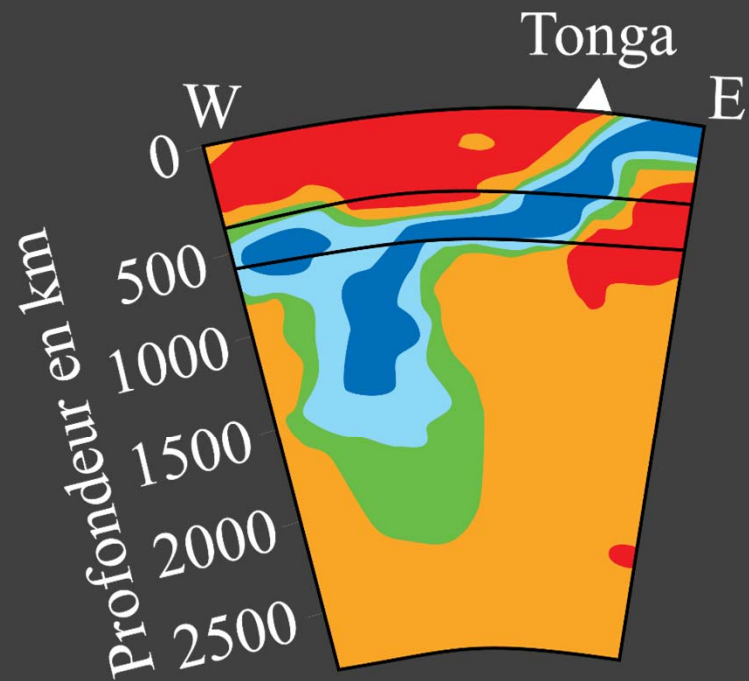
**La croissance crustale est un processus irrégulier :
Incompatible avec une subduction ??**

La croissance crustale est épisodique

La croissance crustale est un processus irrégulier : Incompatible avec une subduction ??

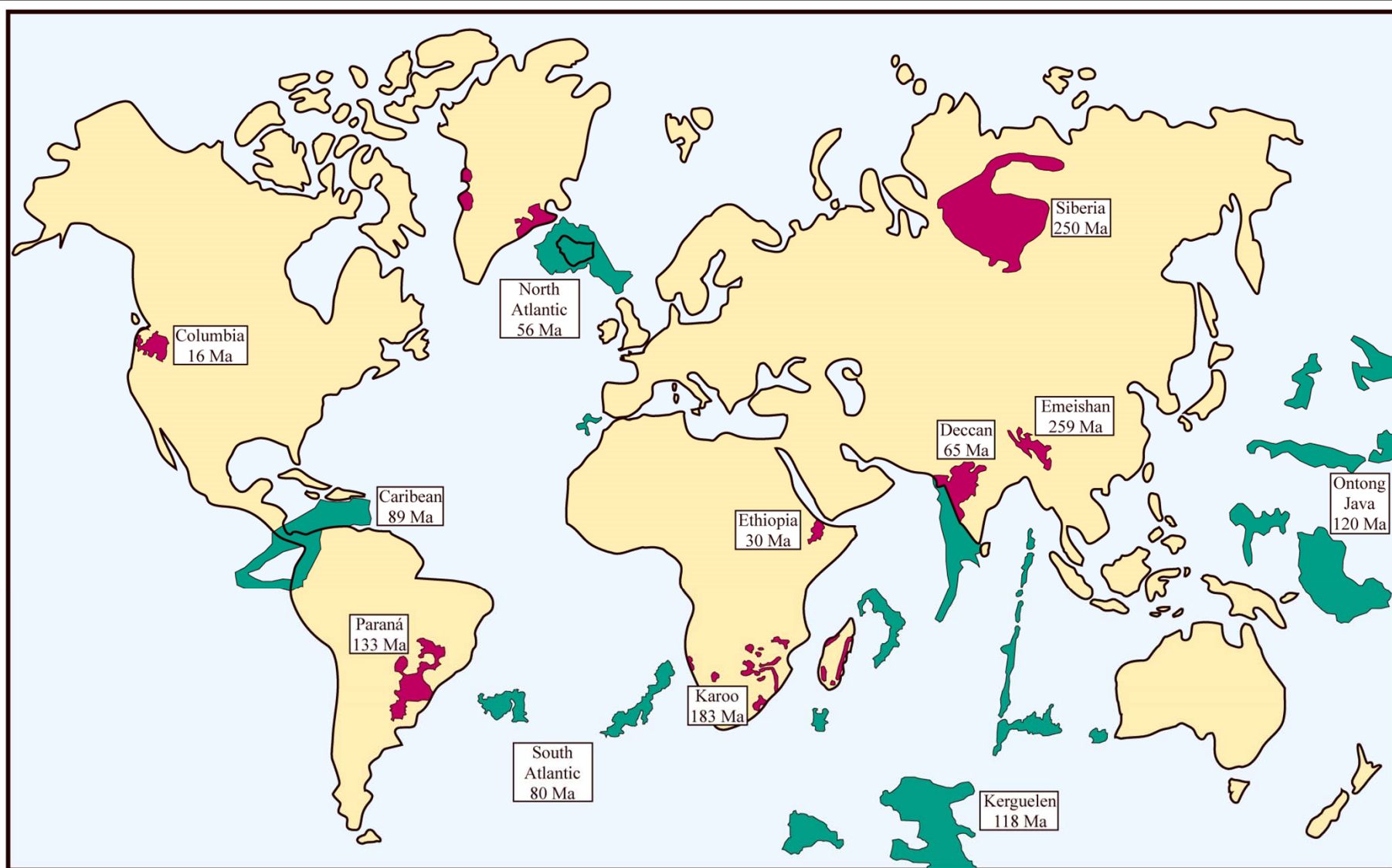


La croissance crustale est épisodique

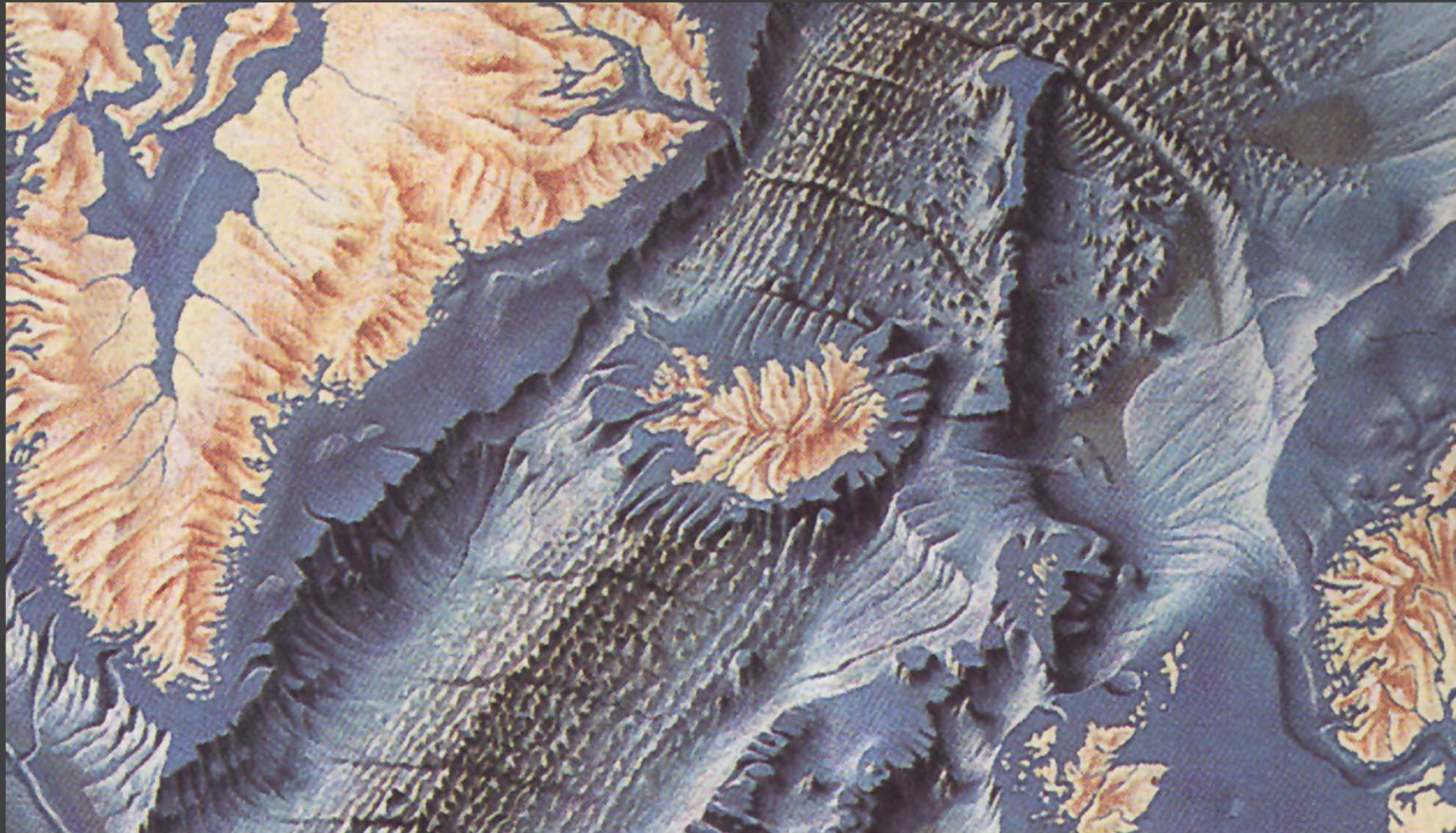


Hall et Spakemen (2002)

Fusion d'un plateau océanique?



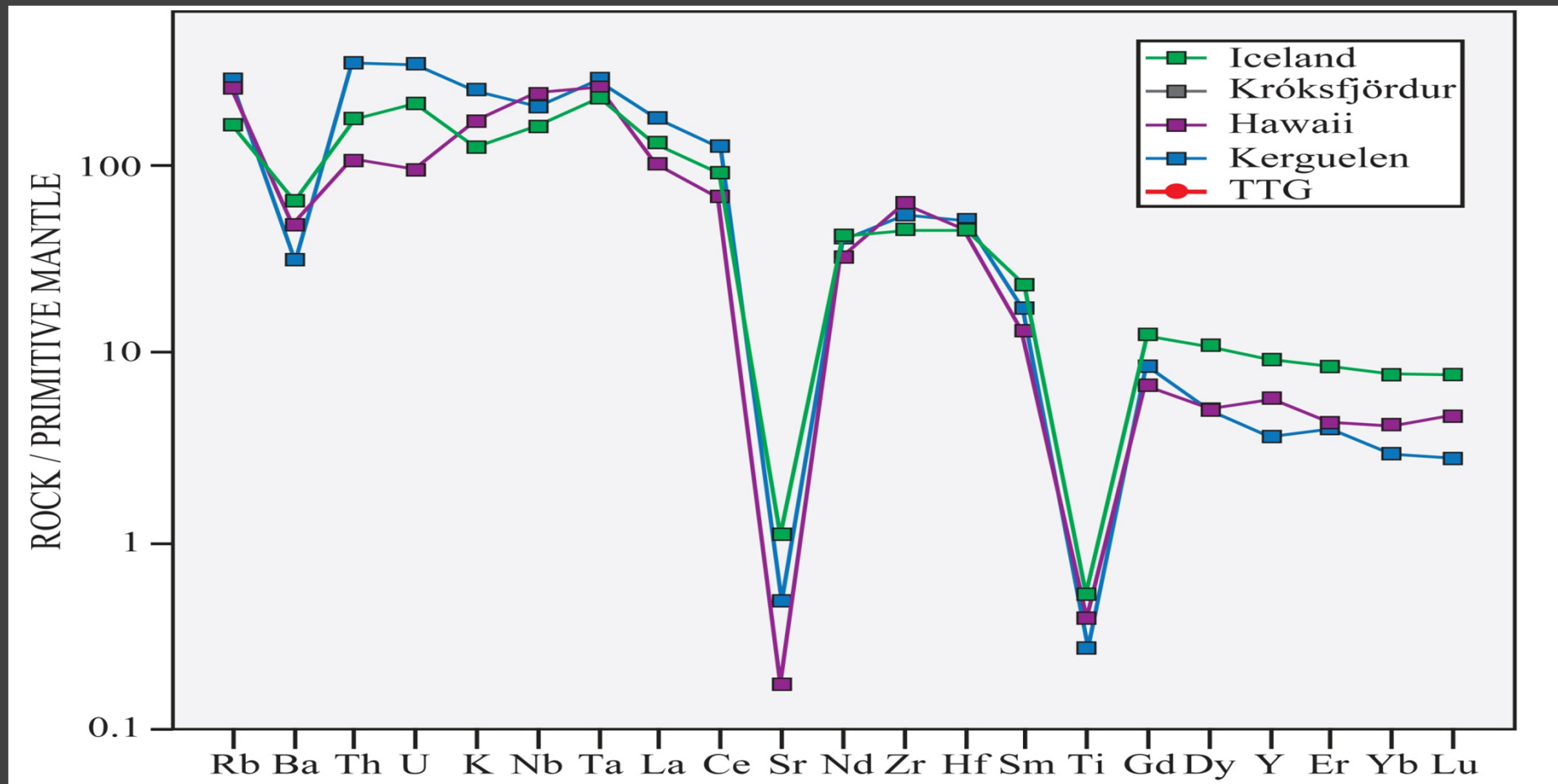
Fusion d'un plateau océanique?



Typiquement un plateau océanique contient moins de 5% de laves felsiques

En Islande où la ride médio-atlantique interagit avec un point chaud, les laves felsiques peuvent représenter de 5 à 10% des magmas

Fusion d'un plateau océanique?

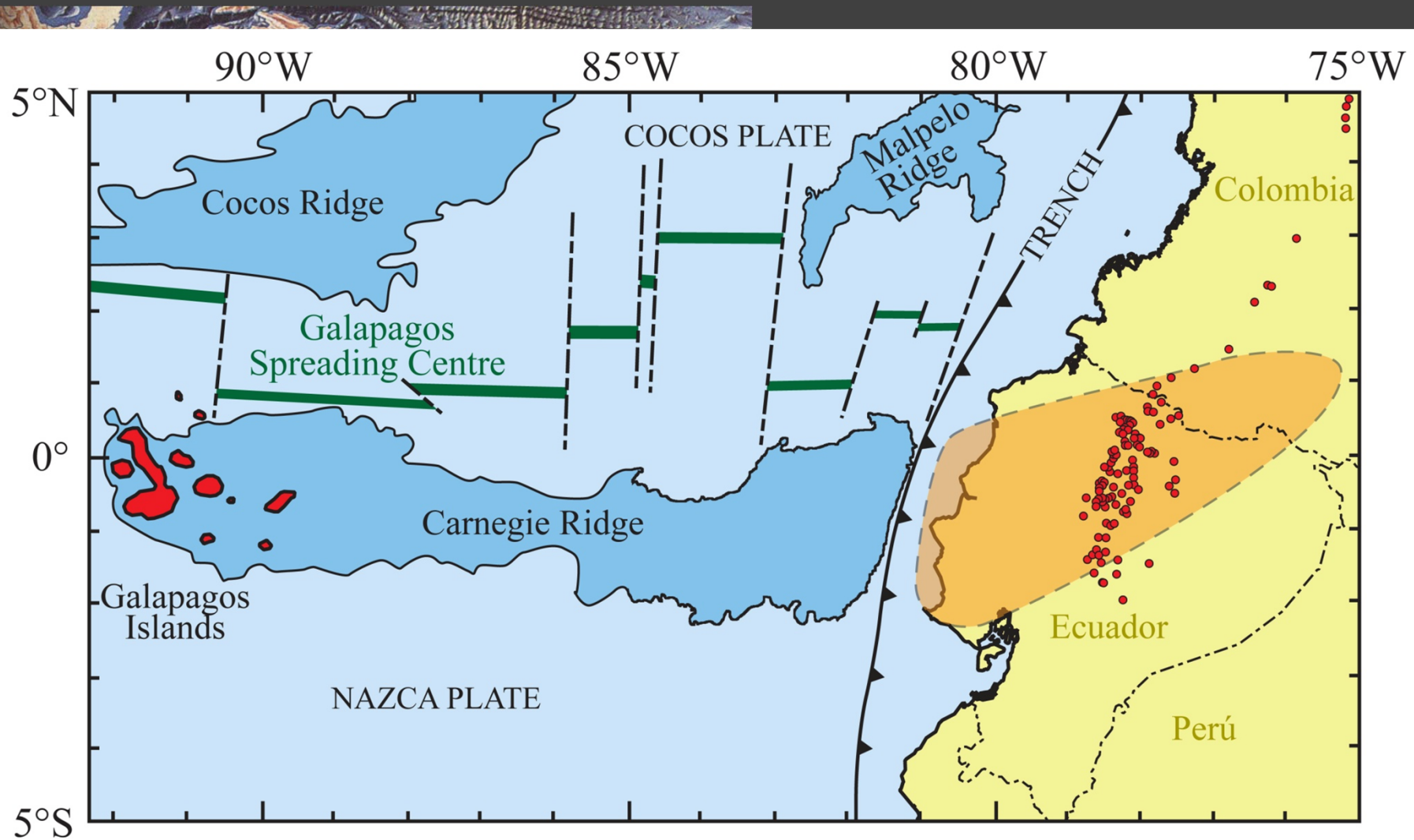


E. Martin et al., (2008)

Les plateaux océaniques ne sont pas assez épais pour que le grenat soit stable pendant la fusion des basaltes hydratés.

Les plateaux océaniques ne sont pas des environnements propices à la genèse de TTG

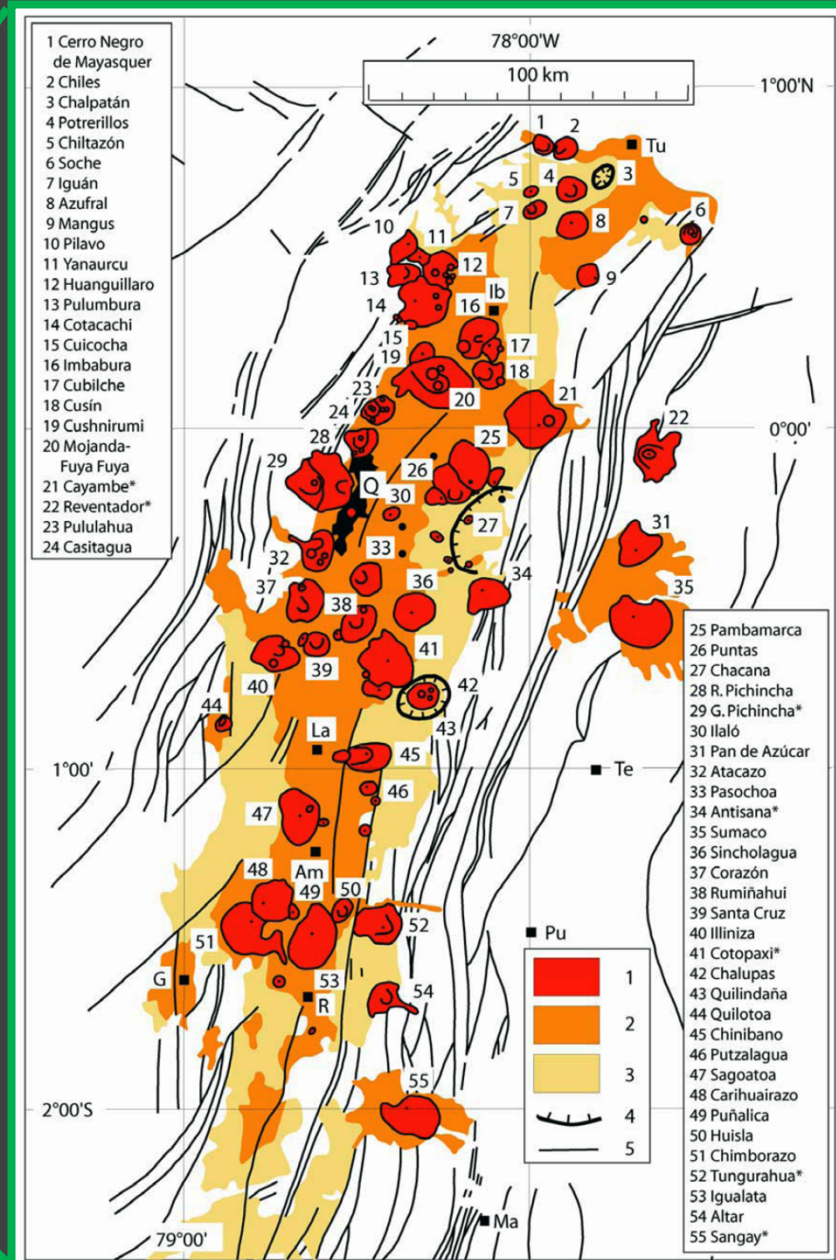
Subduction d'un plateau océanique moderne : La ride de Carnegie



Subduction d'un plateau océanique moderne : La ride de Carnegie



Le nombre de volcans actifs augmente fortement à l'aplomb de la subduction de la ride de Carnegie : 55 volcans quaternaires



Subduction d'un plateau océanique moderne : La ride de Carnegie



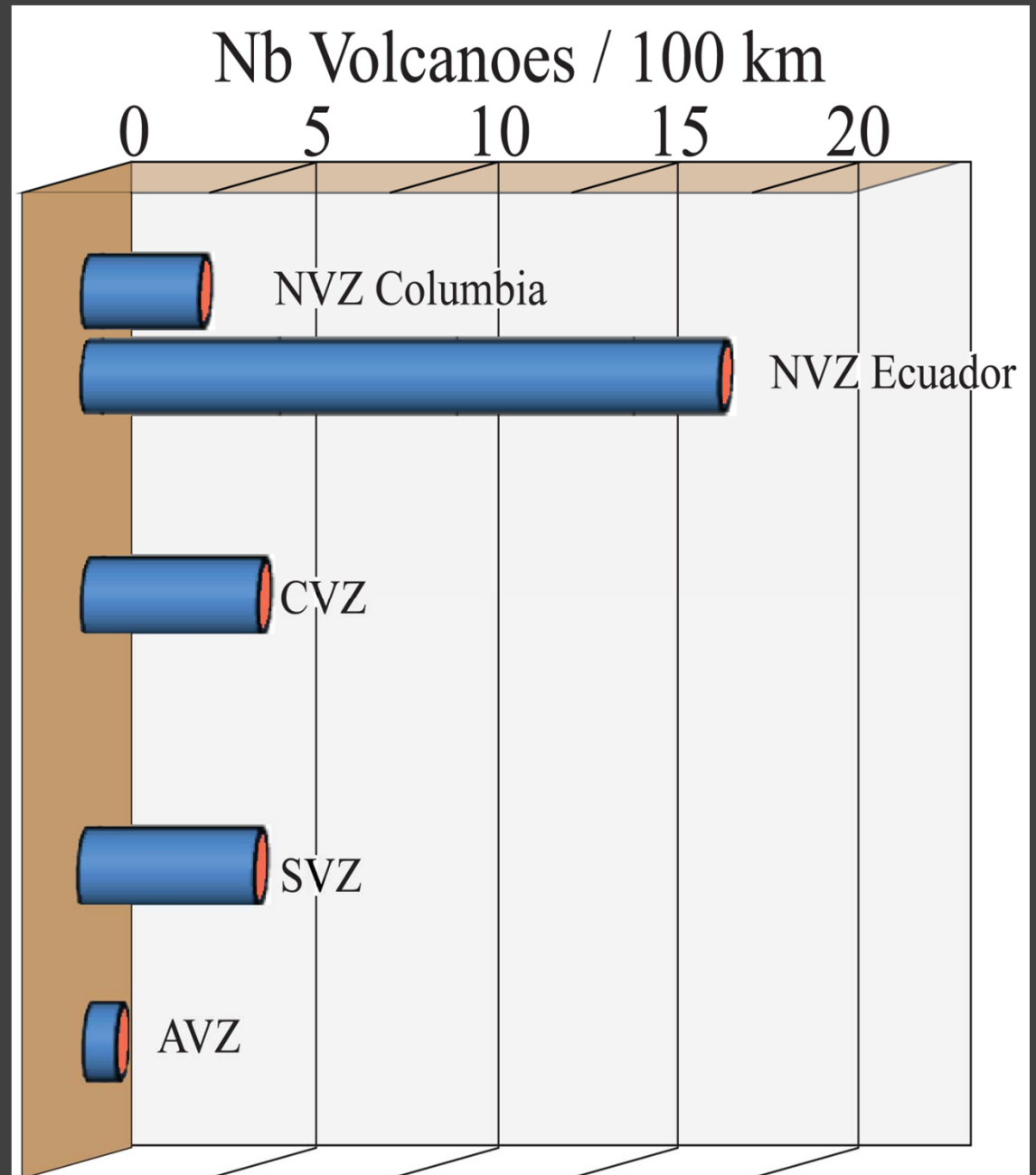
Pinchincha



Tungurahua



Subduction d'un plateau océanique moderne : La ride de Carnegie



Subduction d'un plateau océanique moderne : La ride de Carnegie

Le nombre de volcans actifs augmente fortement à l'aplomb de la subduction de la ride de Carnegie : **55 volcans quaternaires**

La productivité des volcans augmente elle aussi:

Productivité moyenne à l'aplomb du plateau subducté : **0,4-0,5 km³/ka**

Productivité moyenne au N et au S du plateau subducté : **0,05-0,2 km³/ka**

Aujourd'hui, la subduction d'un plateau océanique résulte en une augmentation non seulement du nombre de volcans mais aussi de leur productivité individuelle.

⇒ Importante augmentation de la productivité volcanique

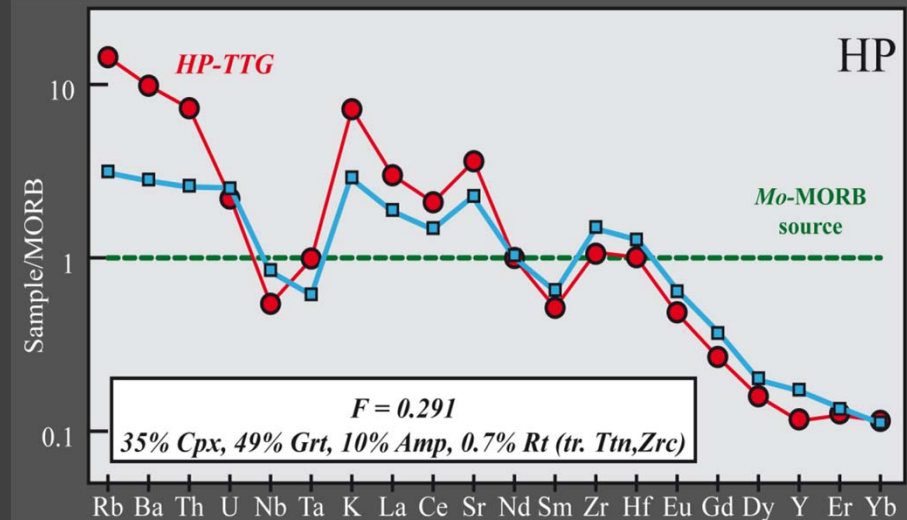
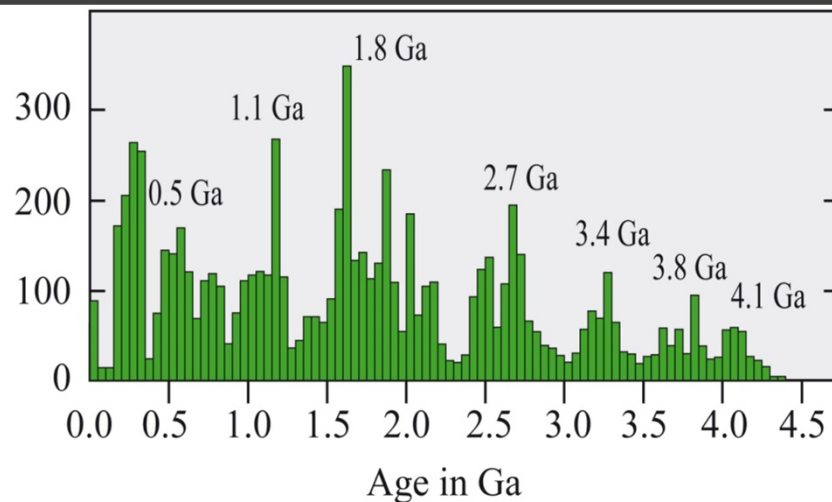
Croissance crustale

Aujourd'hui, la subduction d'un plateau océanique entraîne une augmentation de la productivité magmatique.

Dans le passé, des périodes d'intense formation de plateaux océaniques ont pu (après leur subduction) faire augmenter la vitesse de croissance de la croûte continentale juvénile.

Un tel mécanisme peut tout à fait rendre compte à la fois :

- 1) de la croissance épisodique de la croûte continentale
- 2) de la richesse en LILE de la source des TTG $\neq$ MORBs



Implications pour l'évolution du vivant

La croissance crustale

- n'a pas été un long fleuve tranquille
- a été épisodique et a procédé par crises successives accompagnées d'une exacerbation du volcanisme

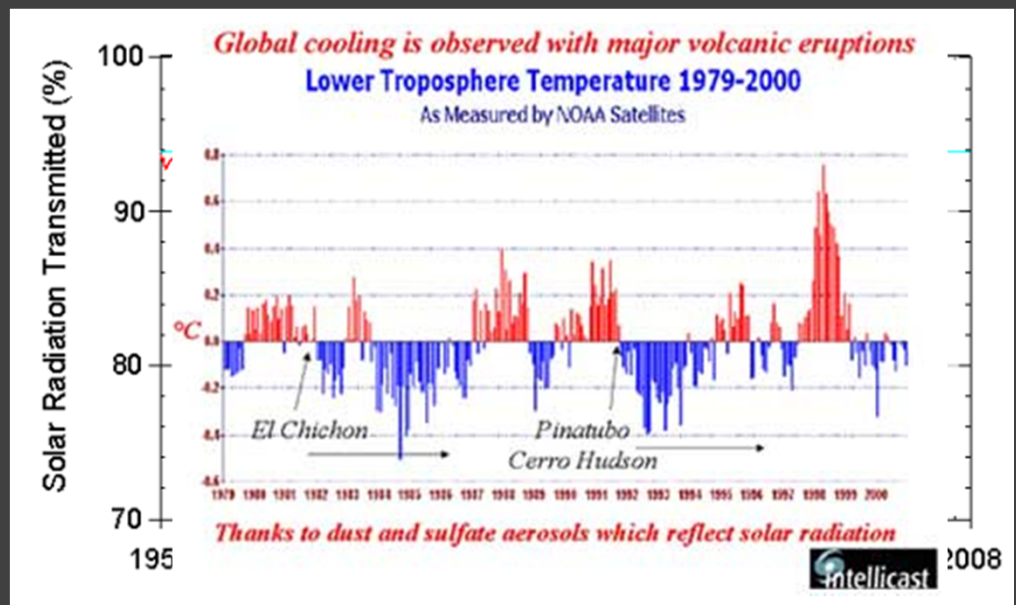
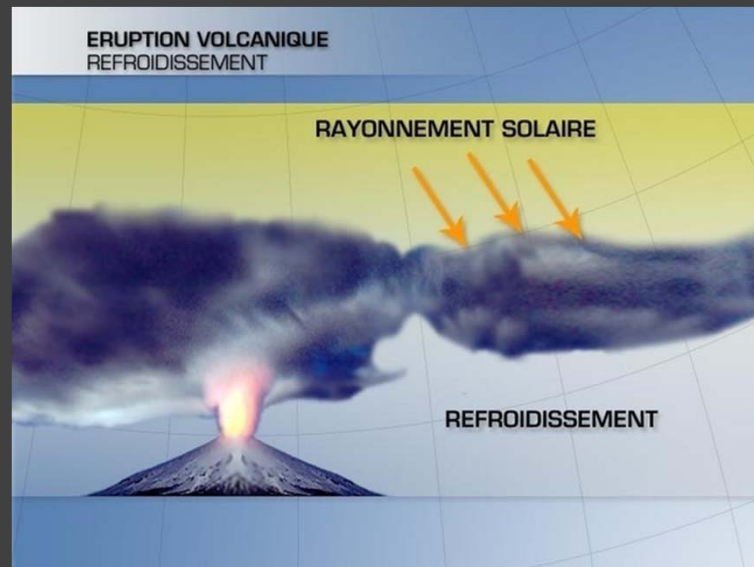
1) Liée à l'activité des points chauds

2) Liée au volcanisme résultant de la subduction

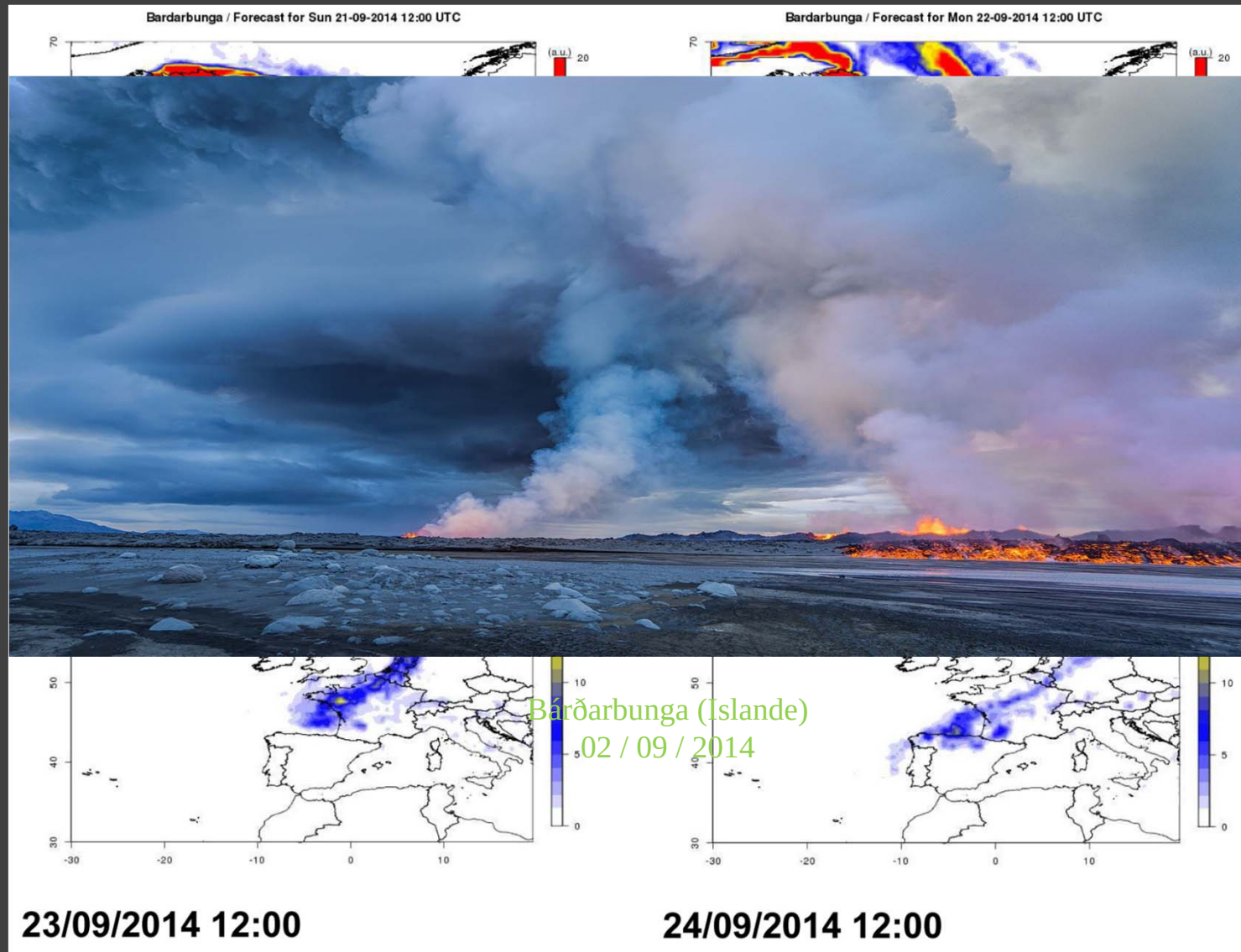


Implications pour l'évolution du vivant

El Chichón, (Mexique) 5 Avril, 1982



Implications pour l'évolution du vivant



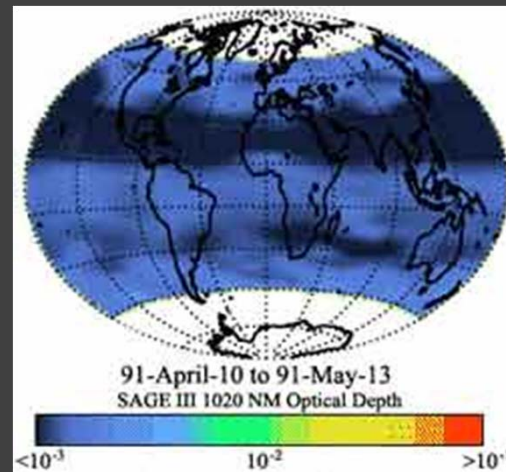
Bárðarbunga : 60 000 Tonnes de SO_2 / jour

Implications pour l'évolution du vivant

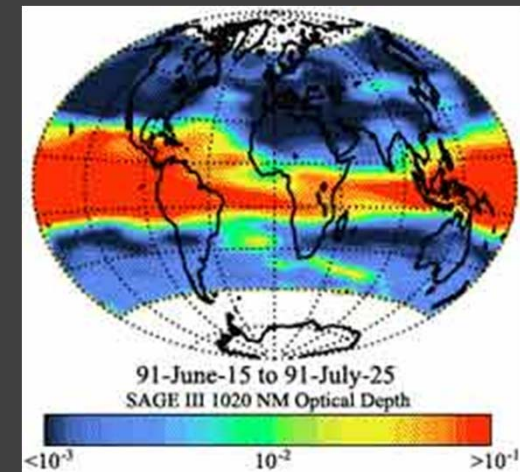
Aérosols de H_2SO_4



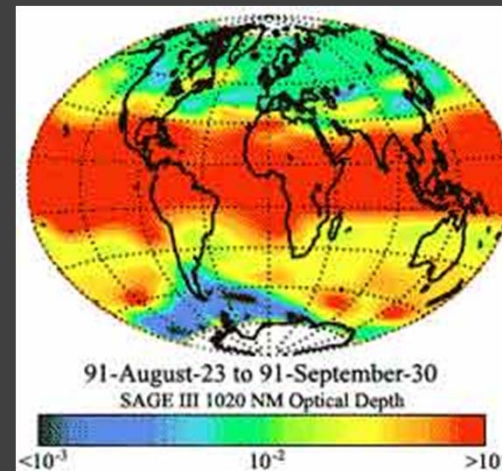
Pinatubo (Philippines)
15 Juin 1991



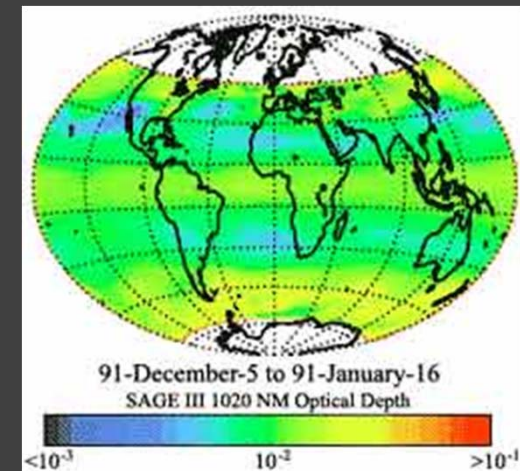
Avant l'éruption l'atmosphère contenait très peu d'aérosol.



Juste après l'éruption, on peut voir la dispersion énorme des aérosols dans les tropiques.



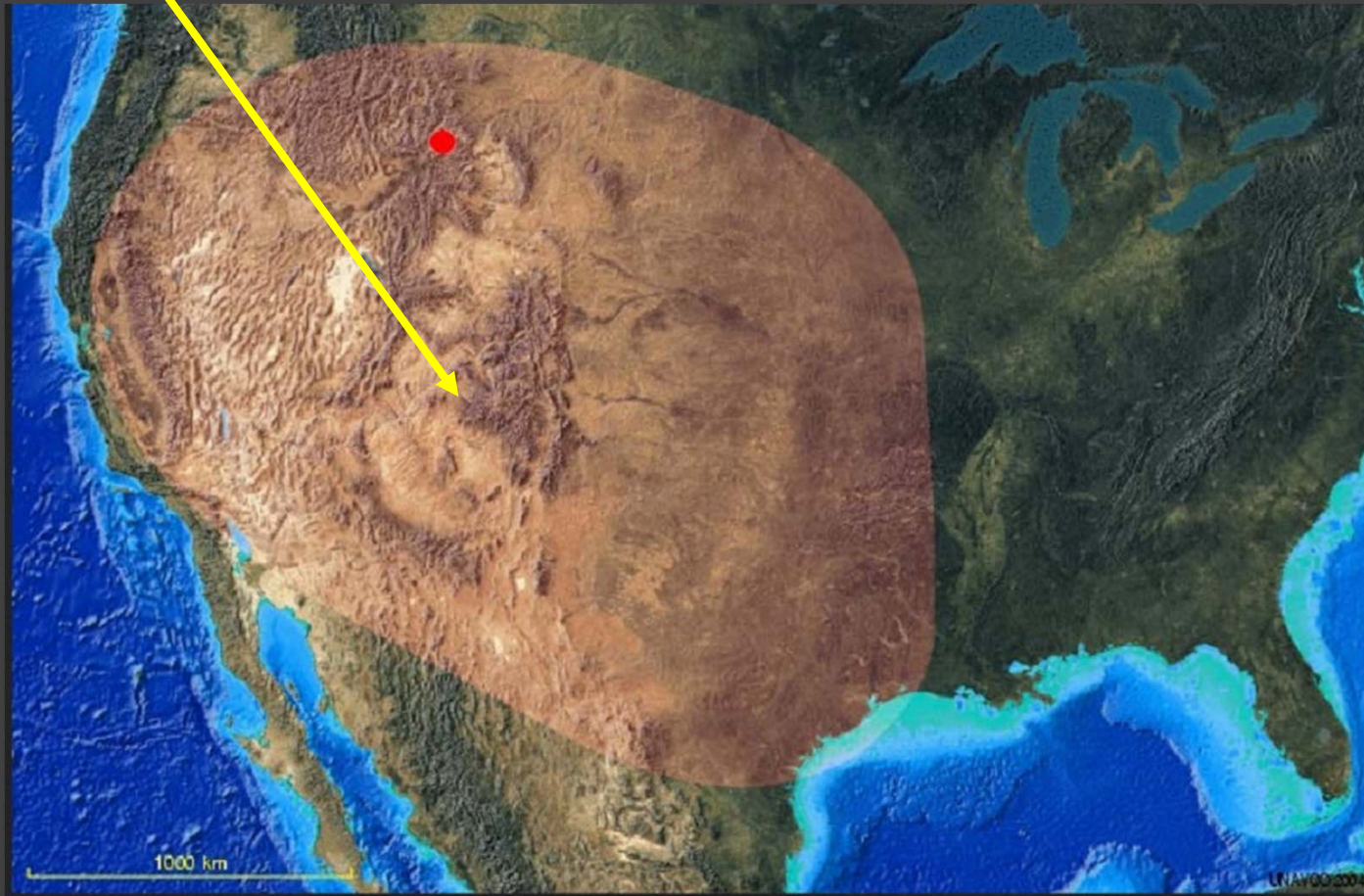
Trois mois après l'éruption on les aérosols recouvrent toute la planète



Neuf mois après l'éruption, les aérosols sont toujours présents dans l'atmosphère

Implications pour l'évolution du vivant

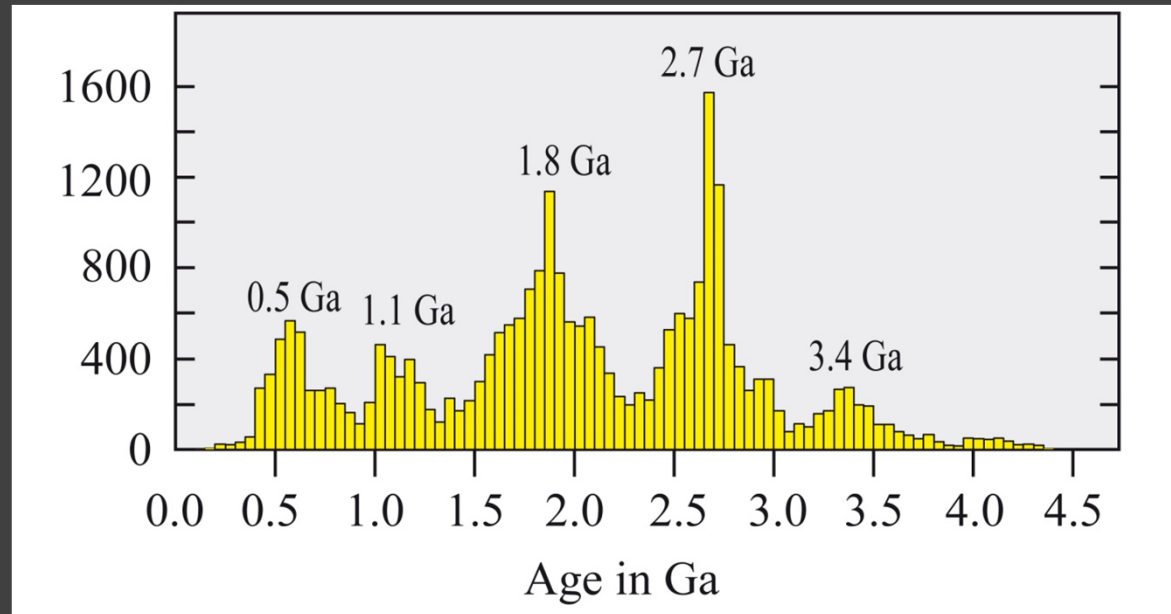
Dépôts de cendres des super-éruptions
(< 2 Ma) de la caldeira de Yellowstone



This eruption destroyed up to 20–60% of the global ozone layer, which has been consumed as a result of supervolcanic SO_2 released.

Implications pour l'évolution du vivant

Nombre de zircons datés



Condie and Aster (2010)

Implications pour l'évolution du vivant

Earth and Planetary Science Letters 282 (2009) 102–114



Contents lists available at [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

Earth and Planetary Science Letters

journal homepage: www.elsevier.com/locate/epsl



Mass-independent isotopic signatures of volcanic sulfate from three supereruption ash deposits in Lake Tecopa, California

Erwan Martin*, Ilya Bindeman

Department of Geological Sciences, 1272 University of Oregon, Eugene OR 97403, USA

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 October 2008

Received in revised form 24 February 2009

Accepted 2 March 2009

Available online 10 April 2009

Editor: R.W. Carlson

Keywords:

oxygen and sulfur isotopes

isotopic mass-independence

sulfate

aerosols

supereruption

ozone depletion

ABSTRACT

Hundreds to thousands of megatons of sulfur dioxide released by supereruptions can change chemical and physical properties of the atmosphere and thus induce climate perturbations. We present oxygen and sulfur isotope analyses of sulfate in 48 volcanic ash samples, and 26 sediment samples from dry lake beds in the Tecopa basin, California, USA. These ash layers represent three supereruptions, including the 0.64 Ma Lava Creek Tuff, 2.04 Ma Huckleberry Ridge Tuff and 0.76 Ma Bishop Tuff.

Mass-independent oxygen signatures ($\Delta^{17}\text{O}$ up to 2.26‰) that are present in these ash units, and not in associated sediments, indicate oxidation of volcanic SO_2 by mass-independent ozone and its products. In this study, we consider the formation, deposition, preservation and dilution of mass-independent volcanic sulfate (MIVS). Using the isotopic compositions of the sulfates, we construct a mixing model that demonstrates that the main source of sulfate in Lake Tecopa is mass-dependent sediment-derived sulfate (MDSDS, >77%). However, ash beds still preserve up to 23% of MIVS that initially had undiluted $\Delta^{17}\text{O}$ value around 8‰, and $\Delta^{33}\text{S}$ as low as -0.35‰ , and $\Delta^{36}\text{S}$ up to 1.08‰. Therefore, despite potential dilution by MDSDS, the MIVS signatures can be preserved in the geologic record for few million years, if deposited as gypsum in arid environments, alkaline or saline lake.

..... it requires that up to 20–60% of the global ozone layer is consumed as a result of supervolcanic SO_2 released.

troposphere and the low-stratosphere, at least locally, could be erased by supereruptions, and recorded by MIVS.

© 2009 Elsevier B.V. All rights reserved.

Implications pour l'évolution du vivant

Earth and Planetary Science Letters 403 (2014) 254–262



Contents lists available at ScienceDirect

Earth and Planetary Science Letters

www.elsevier.com/locate/epsl



Estimating the impact of the cryptic degassing of Large Igneous Provinces: A mid-Miocene case-study



David I. Armstrong M^cKay ^{*,1}, Toby Tyrrell, Paul A. Wilson, Gavin L. Foster

National Oceanography Centre Southampton, University of Southampton, Southampton, SO14 3ZH, UK

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 February 2014

Received in revised form 2 June 2014

Accepted 25 June 2014

Available online 24 July 2014

Editor: G. Henderson

Keywords:

mid-Miocene

Columbia River Basalt

Large Igneous Province

cryptic degassing

climate change

volcanic degassing

ABSTRACT

Large Igneous Provinces (LIPs) have been emplaced throughout Earth's history, erupting great quantities ($>10^4$ km³) of lava in long-lived ($>10^5$ y) events that have been linked to major environmental disruptions. The largest LIP eruptions (e.g. Siberian Traps) are widely considered to have had an impact on global climate through basalt CO₂ degassing but the impact of the more numerous smaller LIPs is debated. Here we test the hypothesis that LIPs had a greater impact on Earth's climate history than previously estimated because of the 'cryptic degassing' of intruded and crust-contaminated magma, injecting extra CO₂ over and above that coming from sub-aerial basalts. We use biogeochemical box models to investigate the potential impact of the Columbia River Basalts (CRB) during the mid-Miocene where multiple palaeorecords for this geologically relatively recent event enable more rigorous data-model comparison. We find that the effect on the long-term carbon cycle of basalt degassing from the CRB alone is negligible, but that a total CRB emission of 4090–5670 Pg of carbon with 3000–4000 Pg of

.....are widely considered to have had an impact on global climate through basalt CO₂ degassing but the impact of the more numerous smaller LIPs is debated

they demonstrate the enhanced climate impact that occurs when substantial cryptic degassing accompanies LIP emplacement.



FIN