

Des profondeurs de la Terre aux Volcans et aux Océans

Et si
la Rotation de la Terre
contrôlait
la Tectonique des Plaques,
l'expansion des Océans et
la formation des Volcans,
comme ceux du massif
du CHENAILLET ?

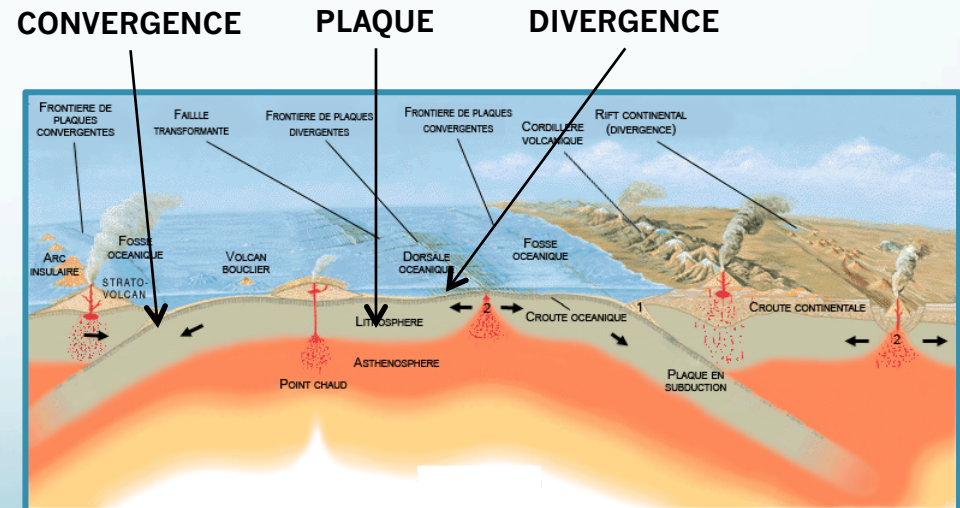
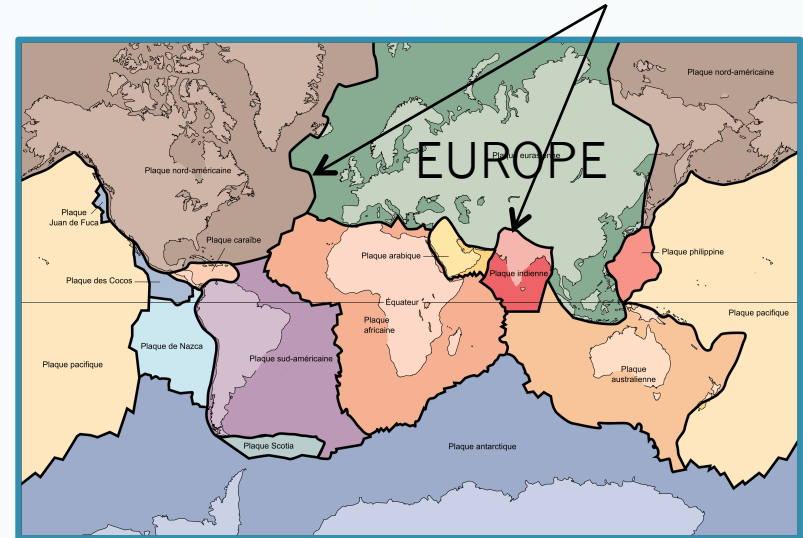
Dr Françoise CHALOT-PRAT

francoise.chalot-prat@univ-lorraine.fr

LA TECTONIQUE DES PLAQUES

- La surface de la Terre est formée de **PLAQUES LITHOSPHERIQUES**.
- Ces plaques sont **MOBILES** les unes par rapport aux autres.
- Certaines **DIVERGENT** l'une de l'autre tout **en s'agrandissant l'une et l'autre**.
- D'autres **CONVERGENT** l'une vers l'autre et systématiquement l'une passe sous l'autre.
- C'est la **THÉORIE DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES** introduite par Alfred Wegener en **1915**, réintroduite, approfondie et acceptée en **1968**.

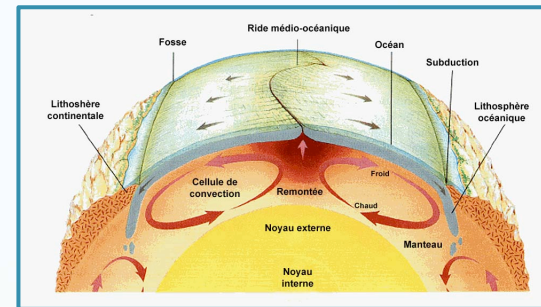
Limites de la plaque Europe



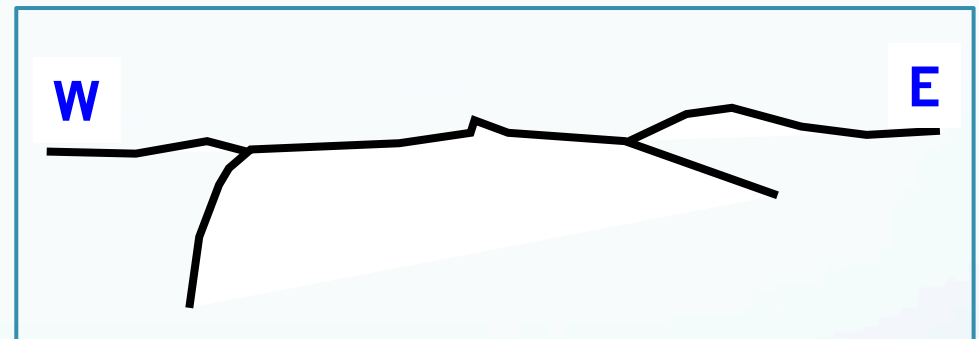
QUESTION MAJEURE

QUEL EST LE MOTEUR DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES ?

- Entre **1931 et 1971**, Humes, Hess et Morgan suggèrent que les mouvements des plaques sont **régis par la convection de matière dans le manteau**.



- En **1990**, Doglioni mit en évidence **L'ASYMÉTRIE DES PLAQUES**



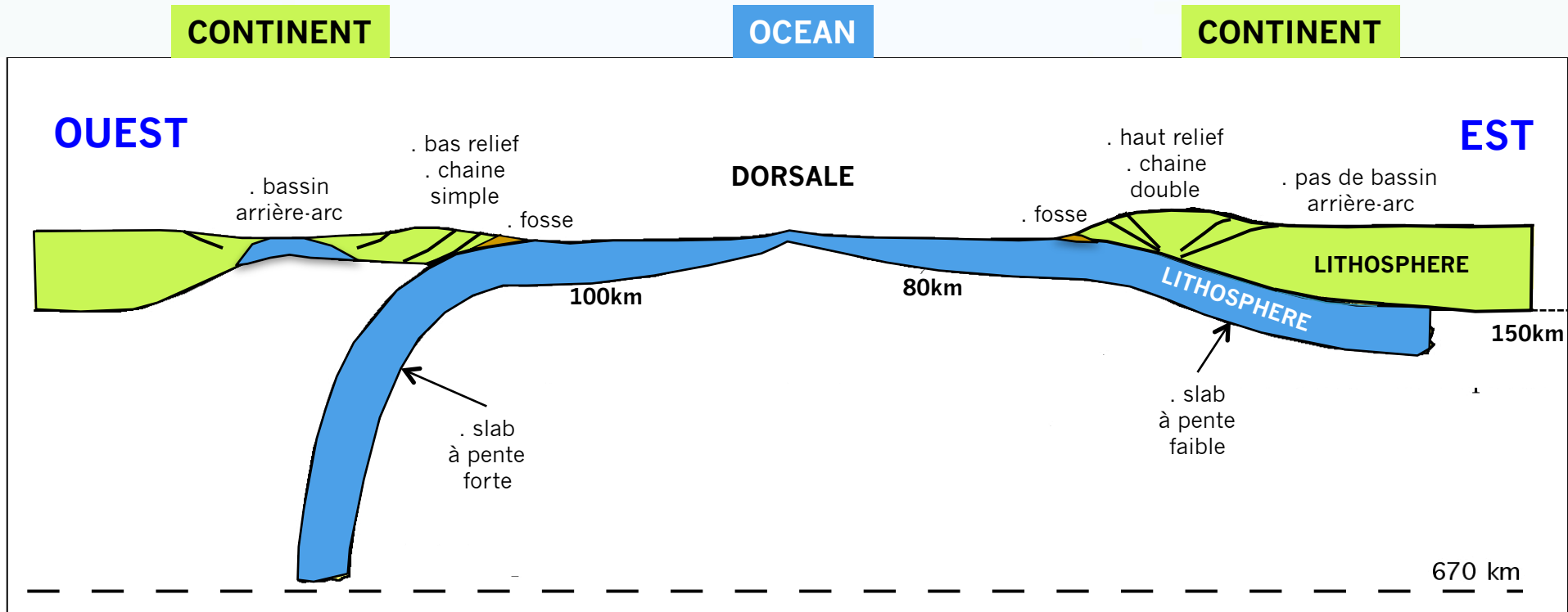
- La symétrie** des cellules de convection dans le manteau ne peut expliquer **l'asymétrie** de la Tectonique des Plaques...
- Depuis 1990**, Carlo Doglioni argumente que **LES MOUVEMENTS DES PLAQUES SONT INDUITS PAR LA ROTATION DE LA TERRE**.

Pour donner du sens à cette hypothèse ...

- *Structure des premiers 400 kms de la Terre*
 - Asymétrie des Plaques
 - Asymétrie de l'Asthénosphere
- *Dynamique de la planète Terre et Tectonique des Plaques*
 - Rotation de la Terre et déplacement des plaques
 - Rotation de la Lune et vitesse des plaques
 - Vitesses relatives de déplacement des plaques
- *Fonctionnement de la tectonique des plaques*
 - Création de surface au fond des océans et asymétrie des plaques
 - Formation du magma et asymétrie des transferts de matière
 - Construction de volcans et asymétrie des édifices

...COMME AU CHENAILLET !

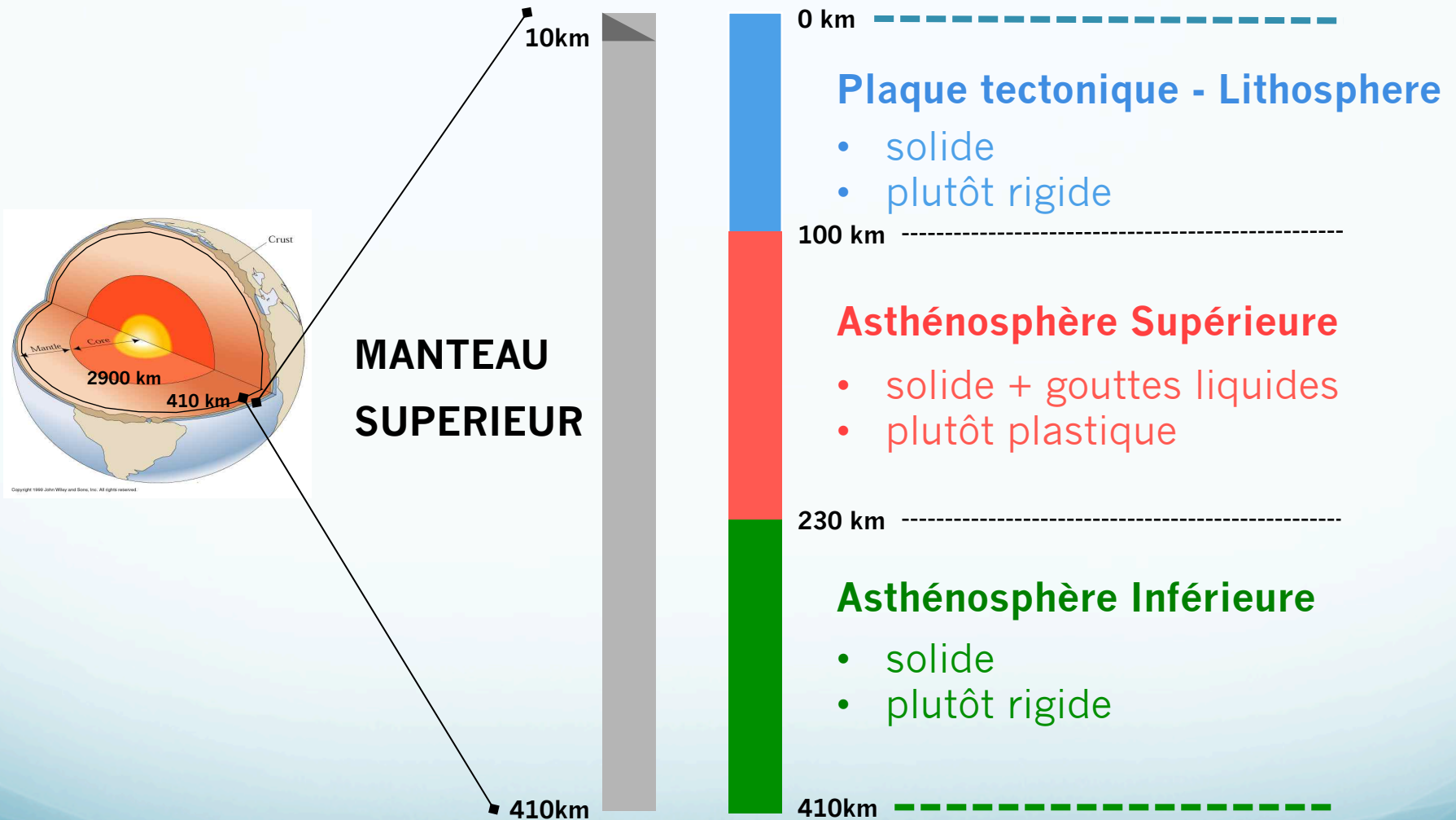
■ ASYMETRIE DES PLAQUES



- pente slab ... **forte vers l'O, faible vers l'E**
- relief plaque chevauchante... **plus fort à l'O qu'à l'E**
- chaîne à vergence ... **simple à l'O et double à l'E**
- fosse de subduction ... **plus profonde à l'O qu'à l'E**

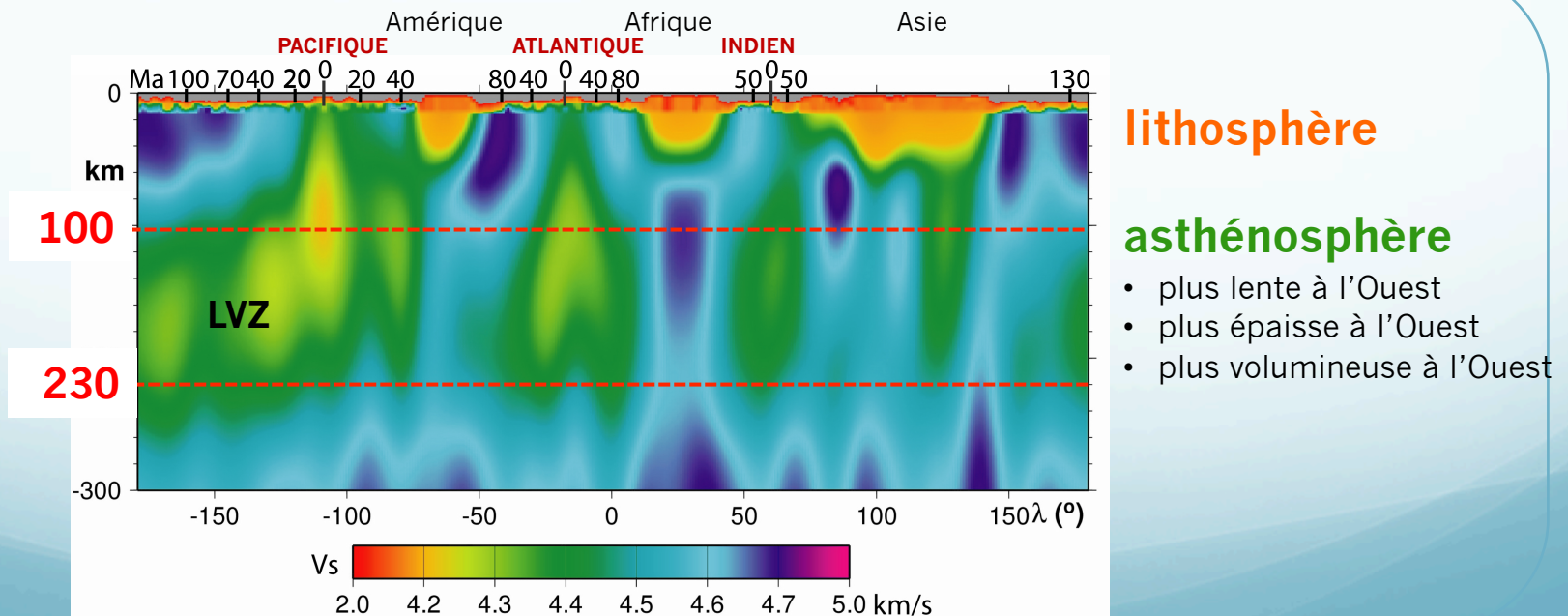
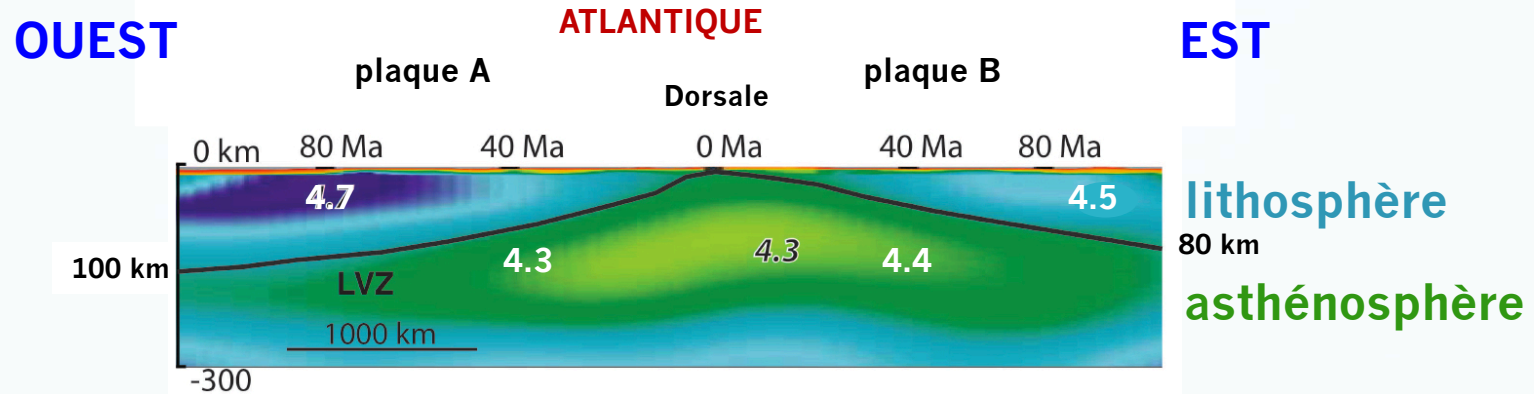
- épaisseur plaques océaniques ... **plus grande à l'O qu'à l'E**
- pente externe dorsale ... **plus forte à l'O qu'à l'E**
- bassin arrière-arc ... **à l'O**

■ STRUCTURE DES PREMIERS 400 KMS DU MANTEAU SOUS LES OCEANS



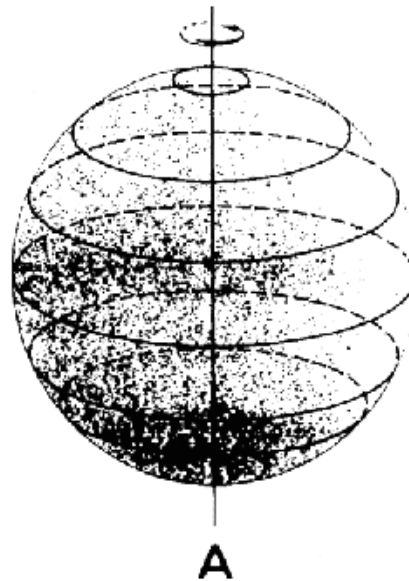
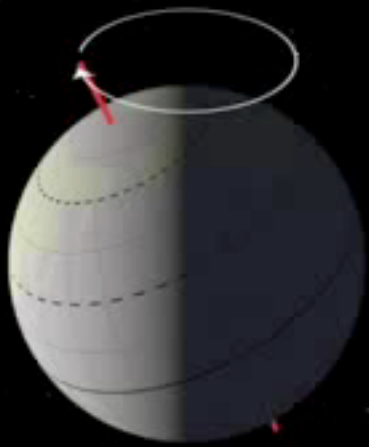
■ ASYMÉTRIE DES PROPRIÉTÉS DE LA LITHOSPHERE ET DE L'ASTHÉNOPHÈRE

Viscosité et Densité (→ vitesse des ondes S) **différentes entre l'Ouest et l'Est**

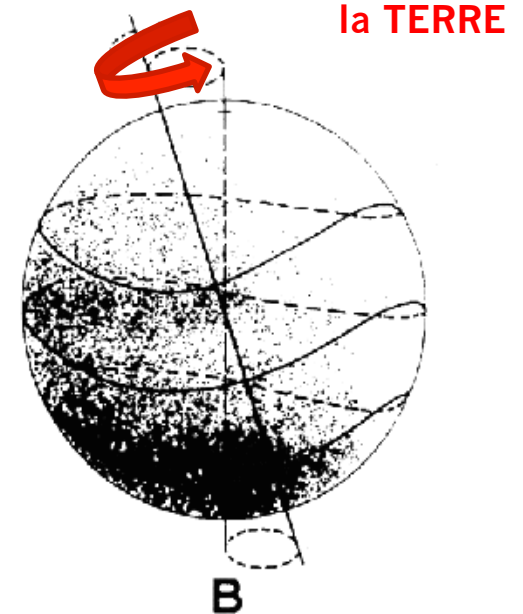


■ ROTATION DE LA TERRE ET TRAJET DE DÉPLACEMENT DES PLAQUES

la TERRE

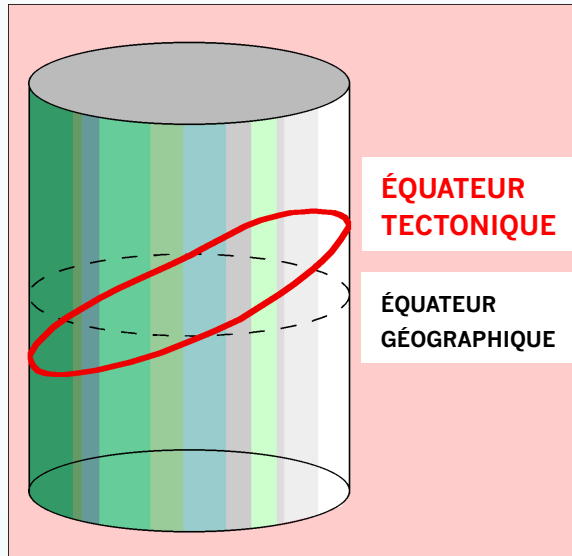


La TERRE
n'est pas
une sphère parfaite
tournant autour de son axe



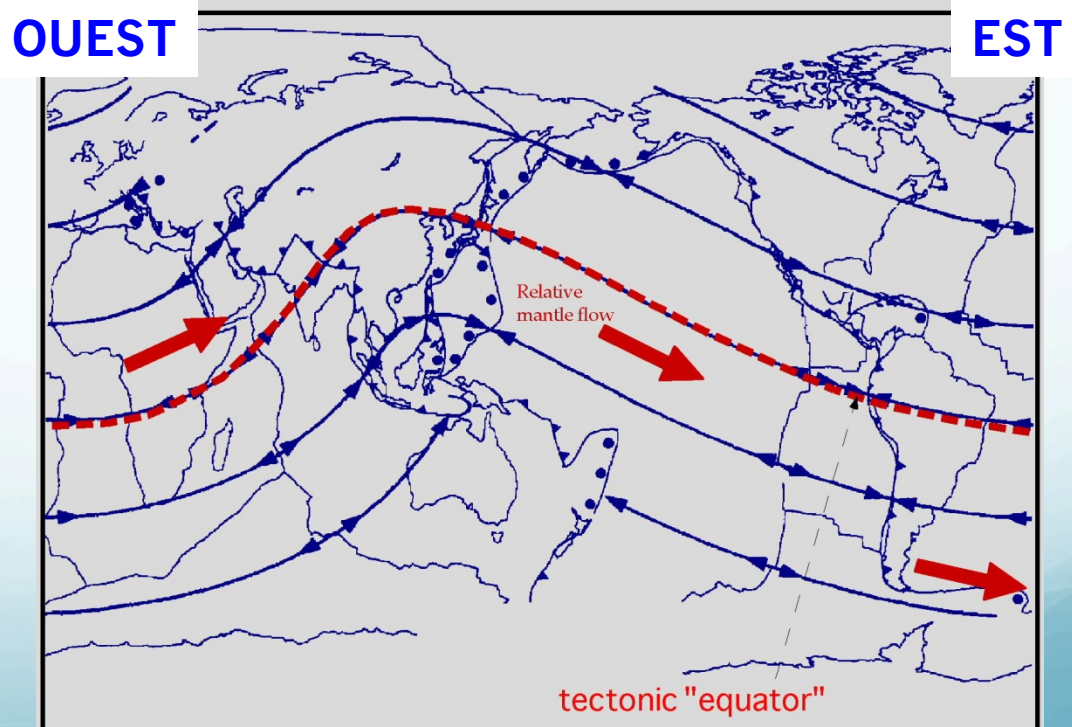
La TERRE est une sphère imparfaite
oscillant autour de son axe.
**La matière se déplace en suivant un
trajet oscillatoire d'Ouest en Est.**

■ ROTATION DE LA TERRE ET TRAJET DE DÉPLACEMENT DES PLAQUES

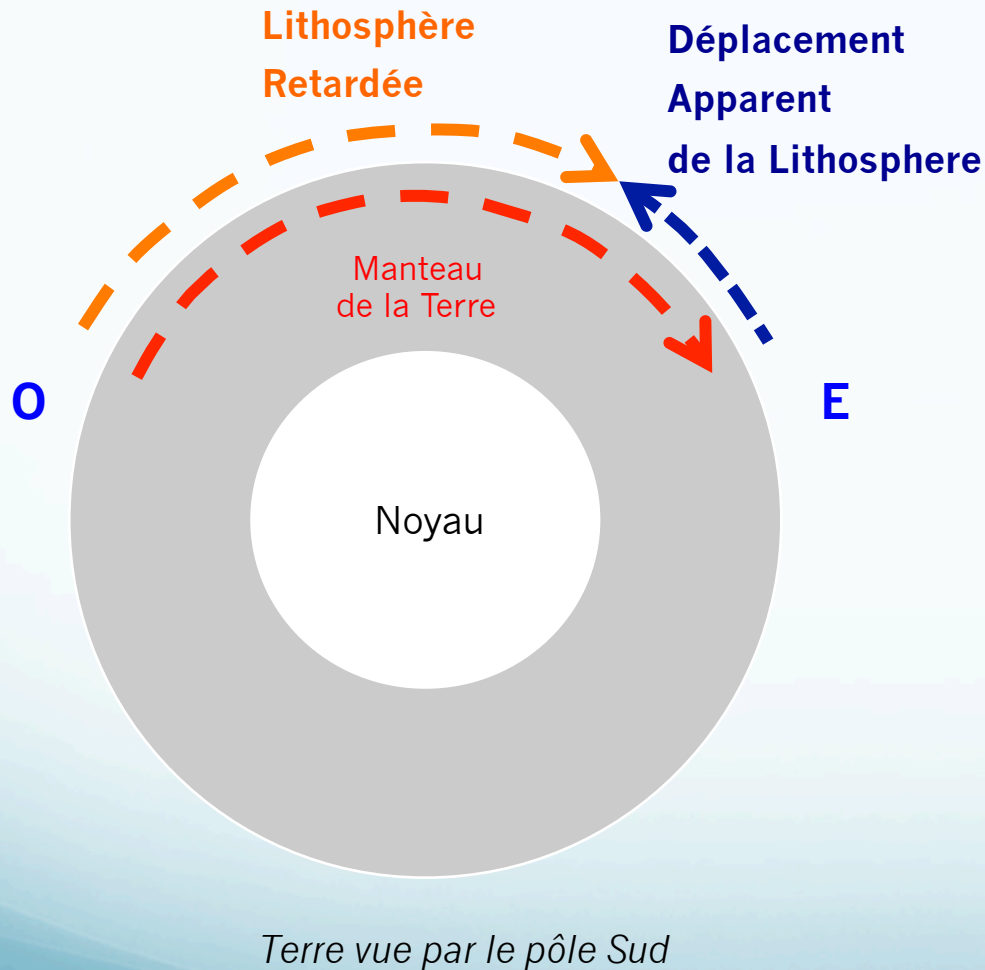


trajet oscillatoire
du manteau
d'Ouest en Est.

Manteau et **Plaques tectoniques**
se déplacent d'Ouest en Est
parallèlement à l'Équateur
Tectonique.



■ ROTATION DE LA TERRE ET TRAJET DE DÉPLACEMENT DES PLAQUES



La Terre tourne d'Ouest en Est.

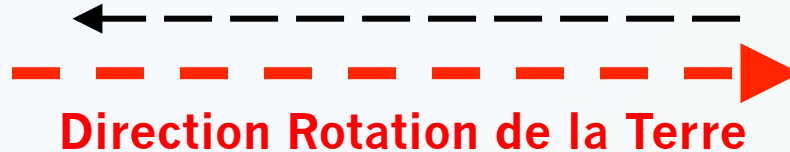
La lithosphère, plus rigide et plus visqueuse, tourne moins vite que le manteau sous-jacent.

Tout se passe comme si
la lithosphère se déplaçait vers l'Ouest.

**→ DÉRIVE VERS L'OUEST
DE LA LITHOSPHÈRE**

■ ROTATION DE LA TERRE ET TRAJET DE DÉPLACEMENT DES PLAQUES

DÉRIVE VERS L'OUEST DES PLAQUES

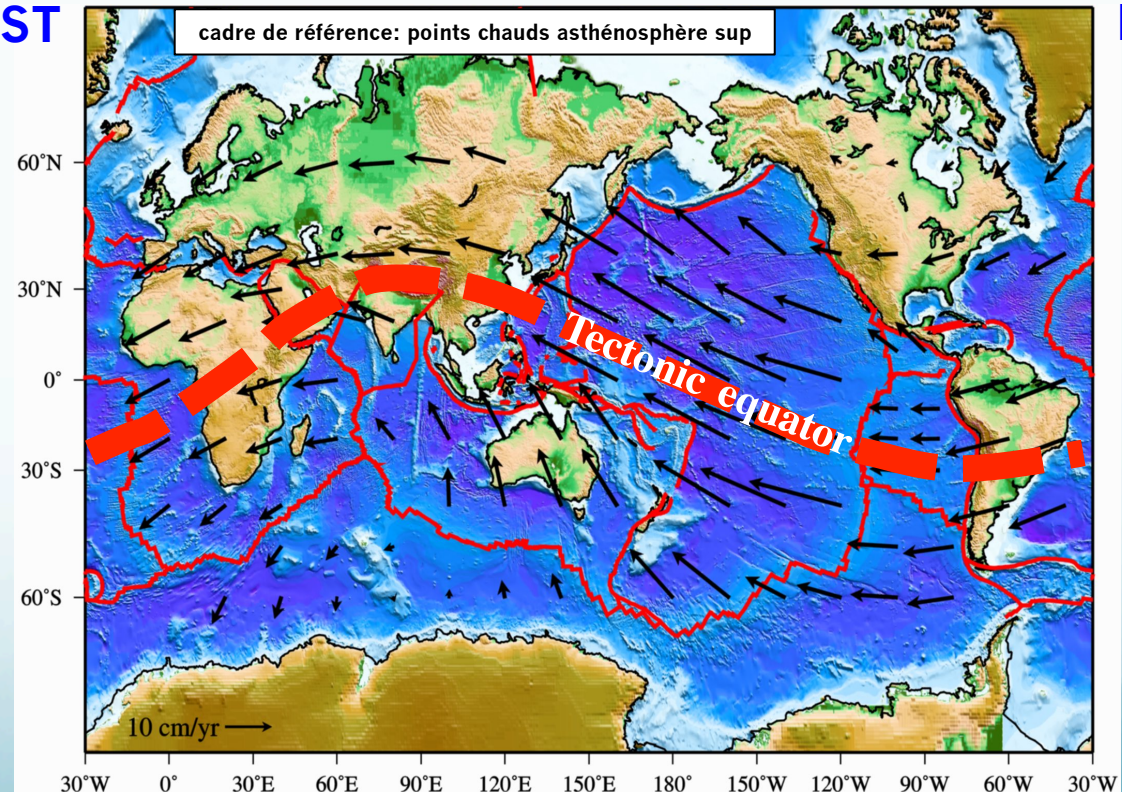


OUEST

La Terre tourne d'Ouest en Est.

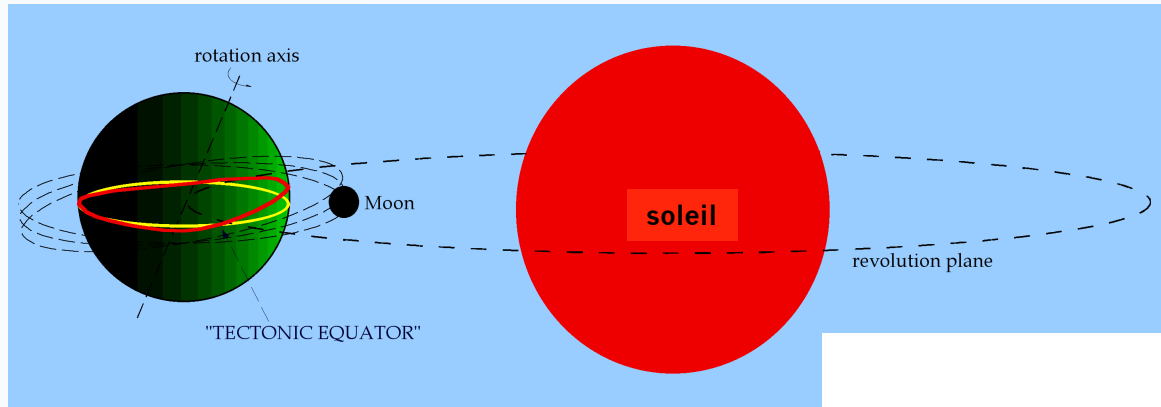
La lithosphère, plus rigide et plus visqueuse, tourne moins vite que le manteau sous-jacent.

Tout se passe comme si ...
la lithosphère se déplaçait vers l'ouest

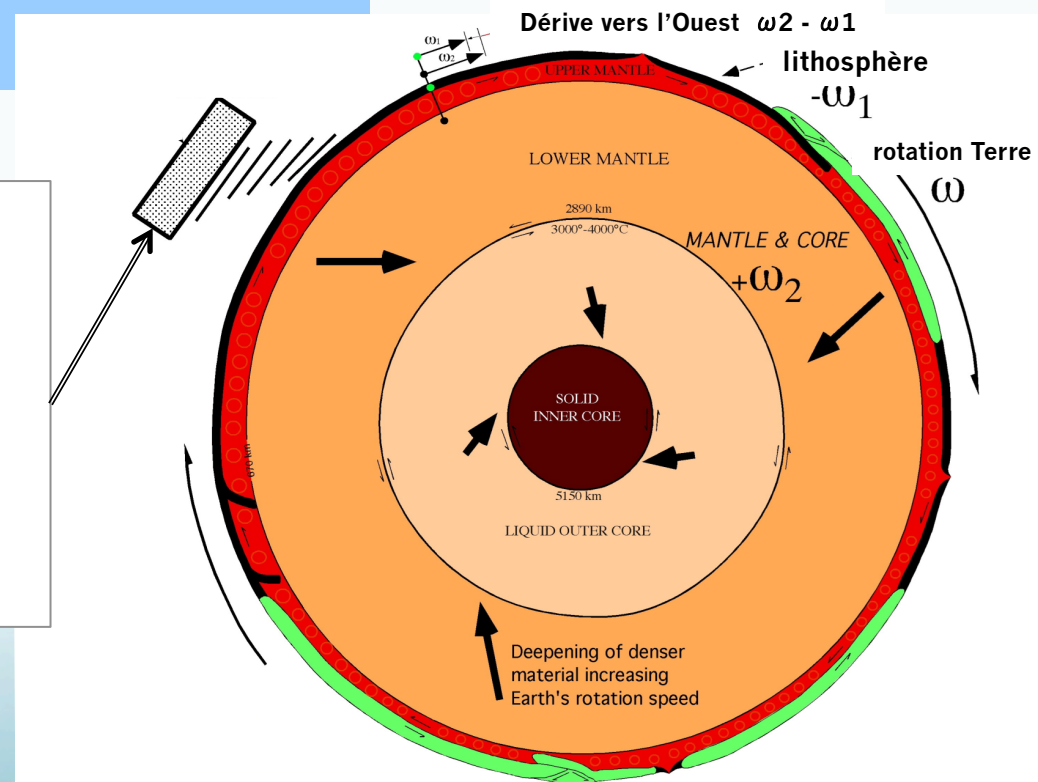


EST

■ ROTATION DE LA LUNE ET RALENTISSEMENT SUPPLÉMENTAIRE

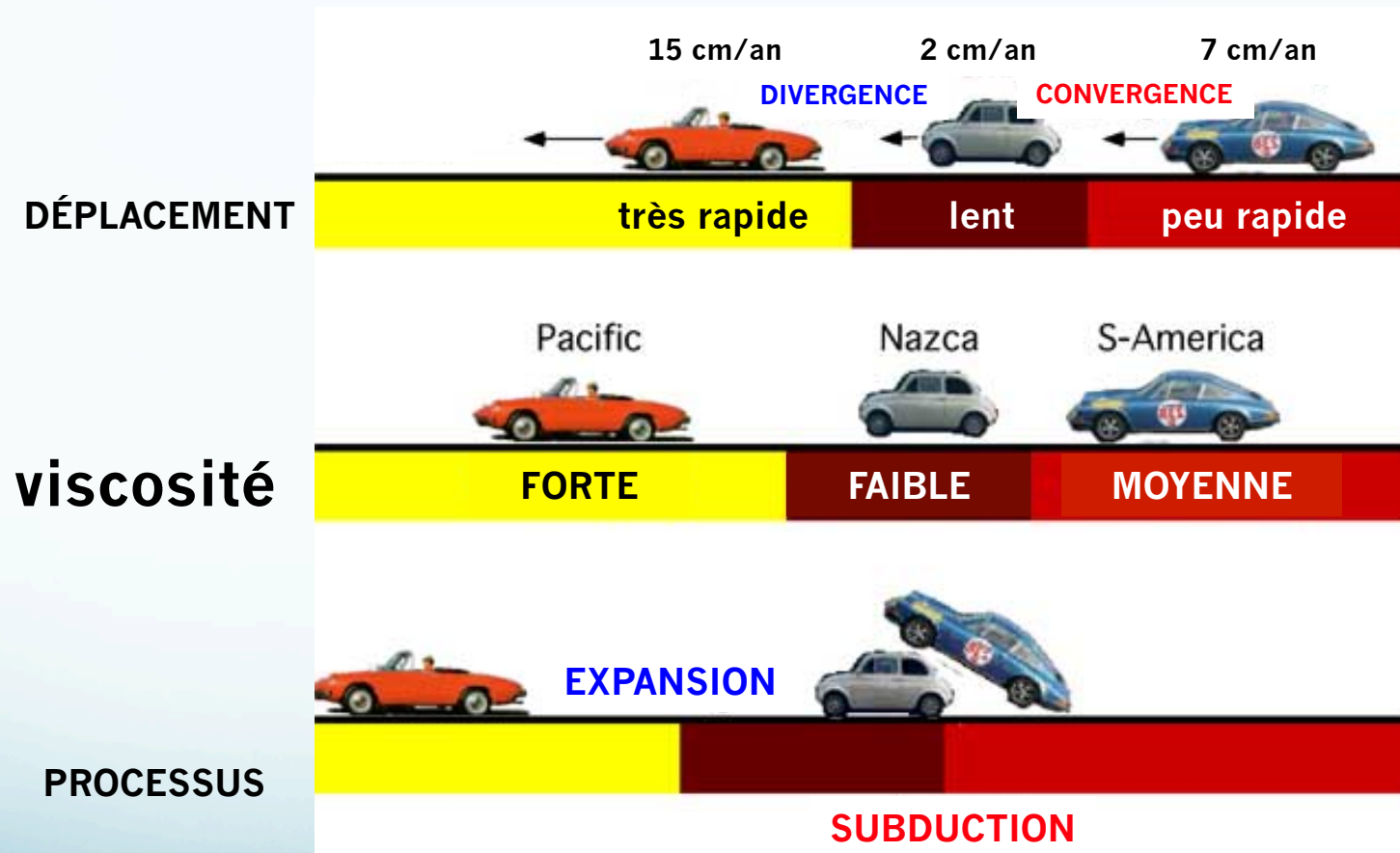


- La Terre tourne plus vite sur elle-même que la Lune autour de la Terre.
- **La Lune ralentit la rotation de la Terre et accentue le retard de la Lithosphère sur l'Asthénosphère.**

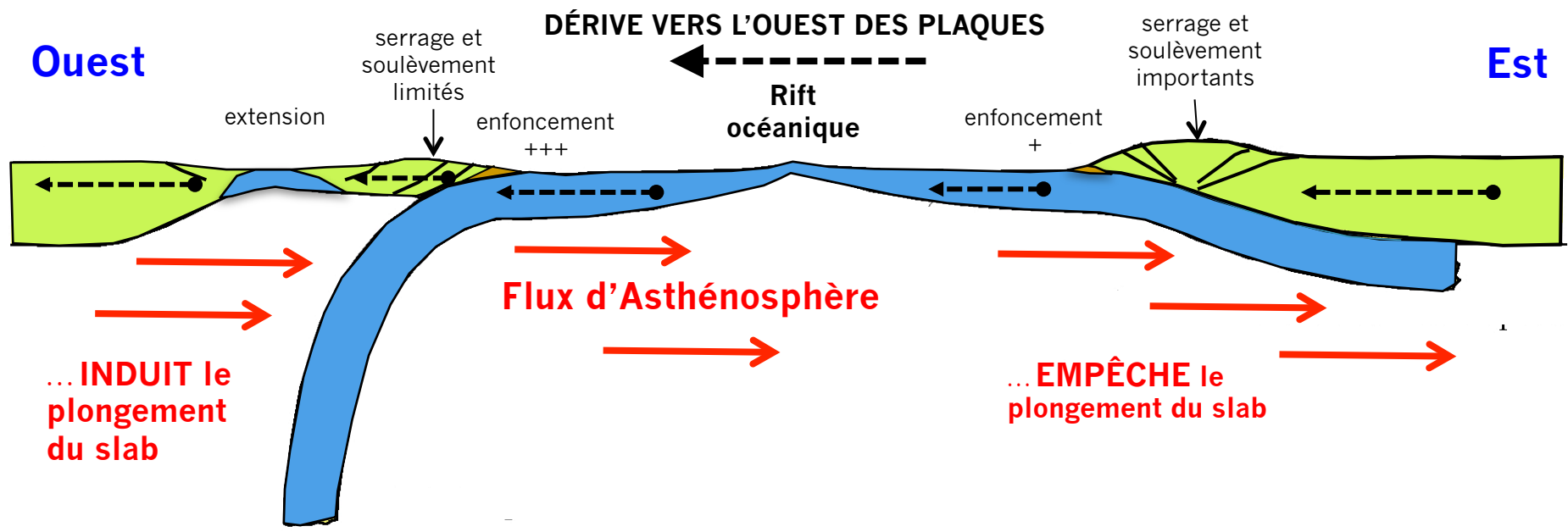
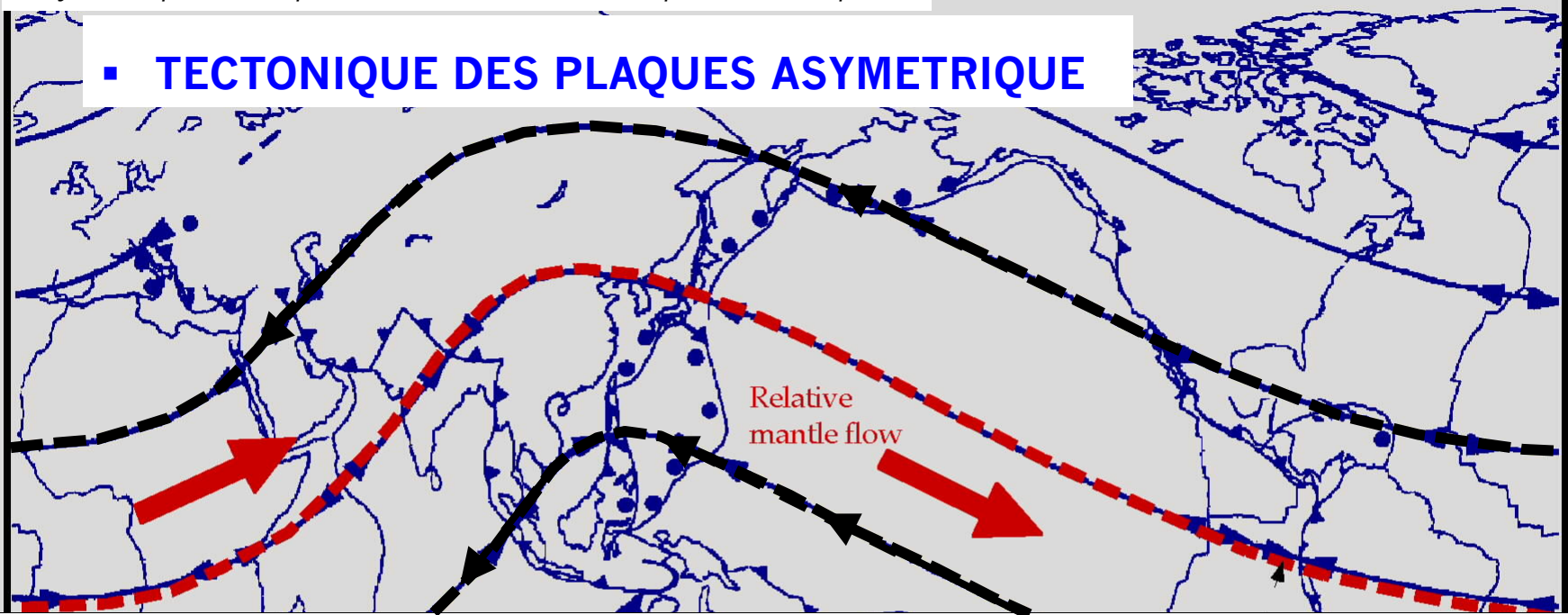


▪ **VARIATIONS DES VITESSES DE DÉPLACEMENT DES PLAQUES**

... ET TECTONIQUE DES PLAQUES !



■ TECTONIQUE DES PLAQUES ASYMETRIQUE



■ CRÉATION DE SURFACE et EXPANSION DE L'OcéAN

AXE DE LA DORSALE
(sud de l'Islande)

anomalie magnétique **positive**

anomalie magnétique **négative**

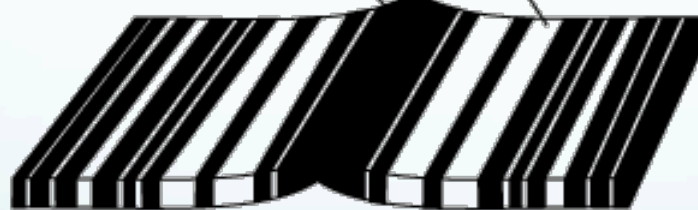
champ magnétique
terrestre

inversions magnétiques



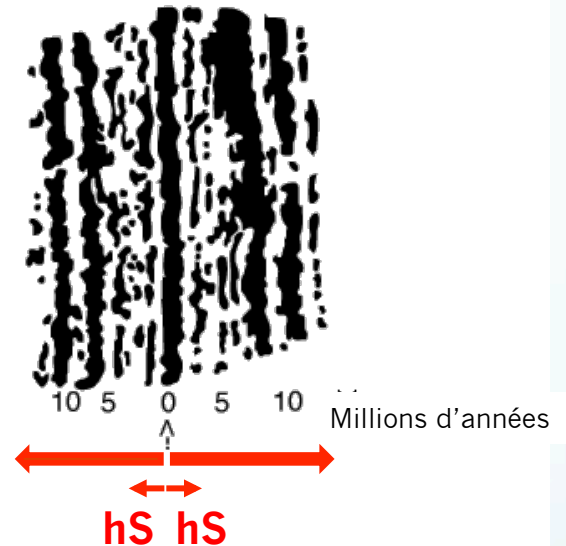
positive

négative



Les **BANDES** créées par les anomalies magnétiques
sont \pm **SYMÉTRIQUES** de part et d'autre de la dorsale

Les anomalies magnétiques,
témoins de la **CRÉATION DE SURFACE**
et de la **vitesse d'expansion océanique**



Les **bandes** créées par les anomalies
magnétiques sont **datées**:

- 0 Ma à l'axe de la Dorsale et de plus en plus
anciennes vers l'extérieur de la Dorsale
- **hS = VITESSE d'EXPANSION de l'océan
mais aussi de REMONTÉE DE MATIÈRE
depuis la profondeur**

▪ **CRÉATION DE SURFACE** et **EXPANSION DE L'Océan** --> **ASYMÉTRIE DES PLAQUES**

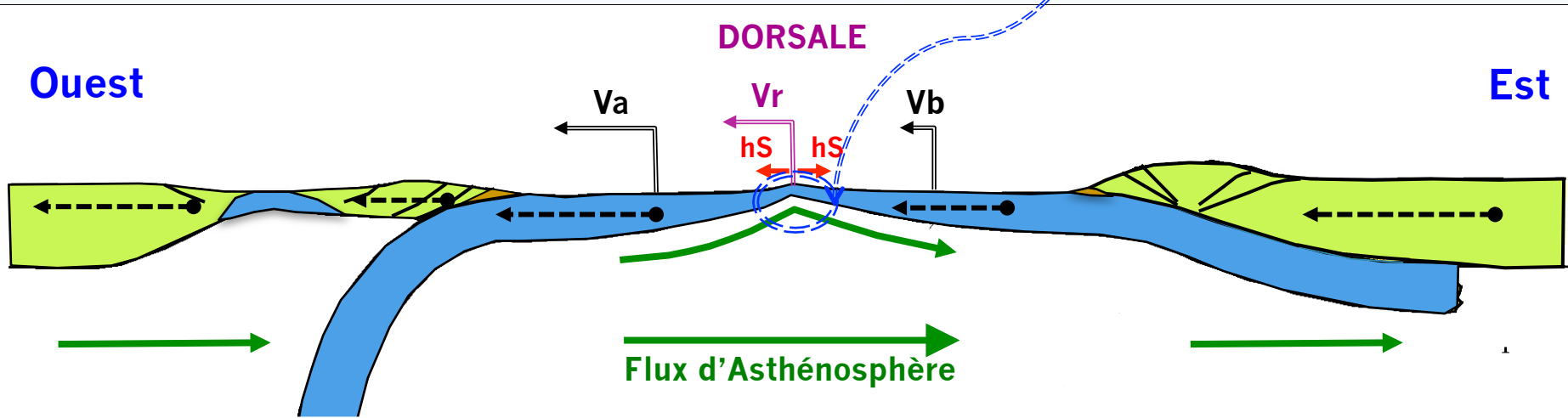
DÉRIVE VERS L'OUEST DES PLAQUES

CRÉATION DE SURFACE

combinaison de processus
majeurs à la Dorsale?

Ouest

Est



- Les **plaques a** et **b** dérivent vers l'Ouest, chacune à sa vitesse **V_a** ou **V_b** .
- La **ride (=Dorsale) r** migre vers l'Ouest à la vitesse **V_r** $(V_a + V_b)/2$
- **Création de surface**, de part et d'autre de la Dorsale, à la vitesse **hS** $= (V_a - V_b)/2$

MAIS **$V_r > hS$** ... alors comment tout ça fonctionne ?

■ CRÉATION DE SURFACE et PRODUCTION DE MAGMA --> ASYMÉTRIE DES PLAQUES

L'**Asthénosphère** remonte à la limite entre 2 plaques.

Elle subit la **fusion partielle** qui produit :

- du **liquide** riche en Fe et peu visqueux
- du **résidu** pauvre en Fe et très visqueux
- Le **liquide** s'injecte dans la Lithosphère → **volcans + imprégnation et épaissement Lithosphère**
- Le **résidu**, *moins dense* que le manteau originel, se plaque sous les plaques. → **Épaississement Lithosphère**

Avec la migration vers l'Ouest de la Dorsale, la zone de fusion partielle migre elle aussi.

ET $V_r > hS$!

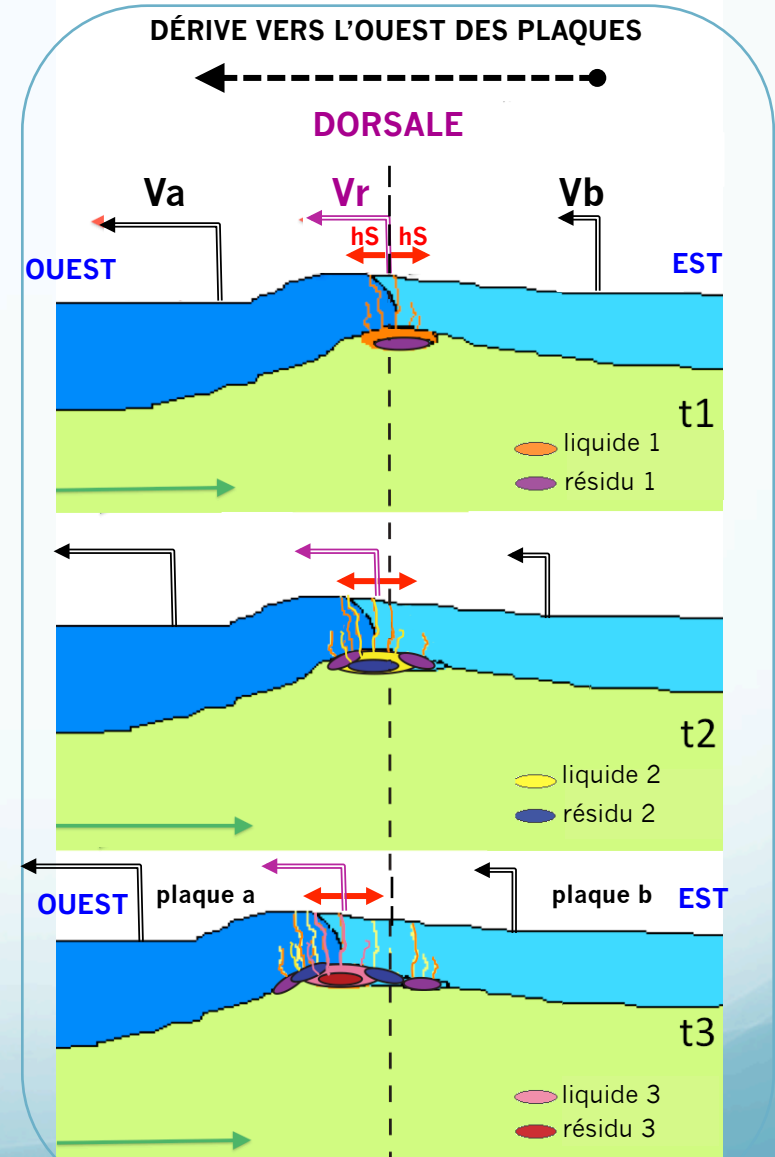
→ Abandon progressif de la plaque b vers l'Est

→ Permanence de la zone de fusion sous la plaque a

A t2, puis t3, les résidus s'accumulent les uns sous les autres sous la plaque a, tandis qu'ils sont dispersés sous la plaque b.

→ Épaississement + Imprégnation plus forts à l'O qu'à l'E

→ **PLAQUES DIFFÉRENTES EN ÉPAISSEUR, DENSITÉ ET VISCOSITÉ !**

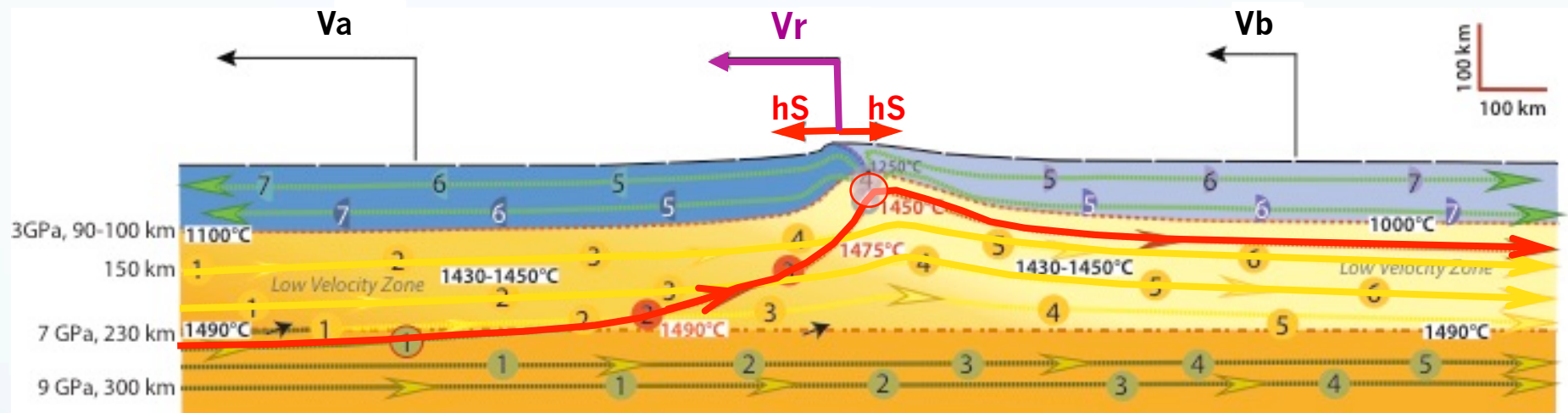


■ TRANSFERT LATÉRAL DU MANTEAU → ASYMÉTRIE DE L'ASTHÉNOSPHERE

OUEST

DORSALE

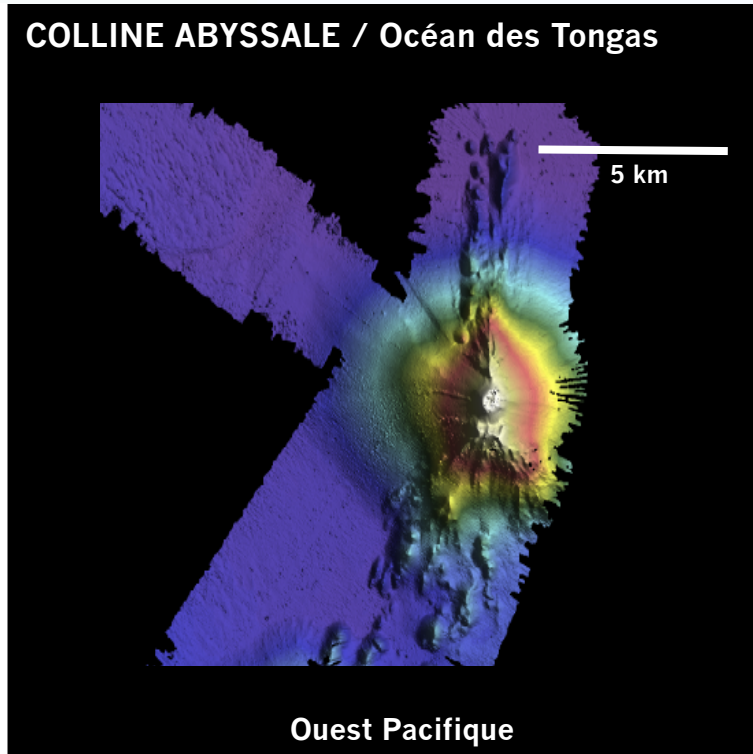
EST



- trajet normal du flux de manteau dans l'Asthénosphère
- trajet des diapirs de manteau remontant à la Dorsale

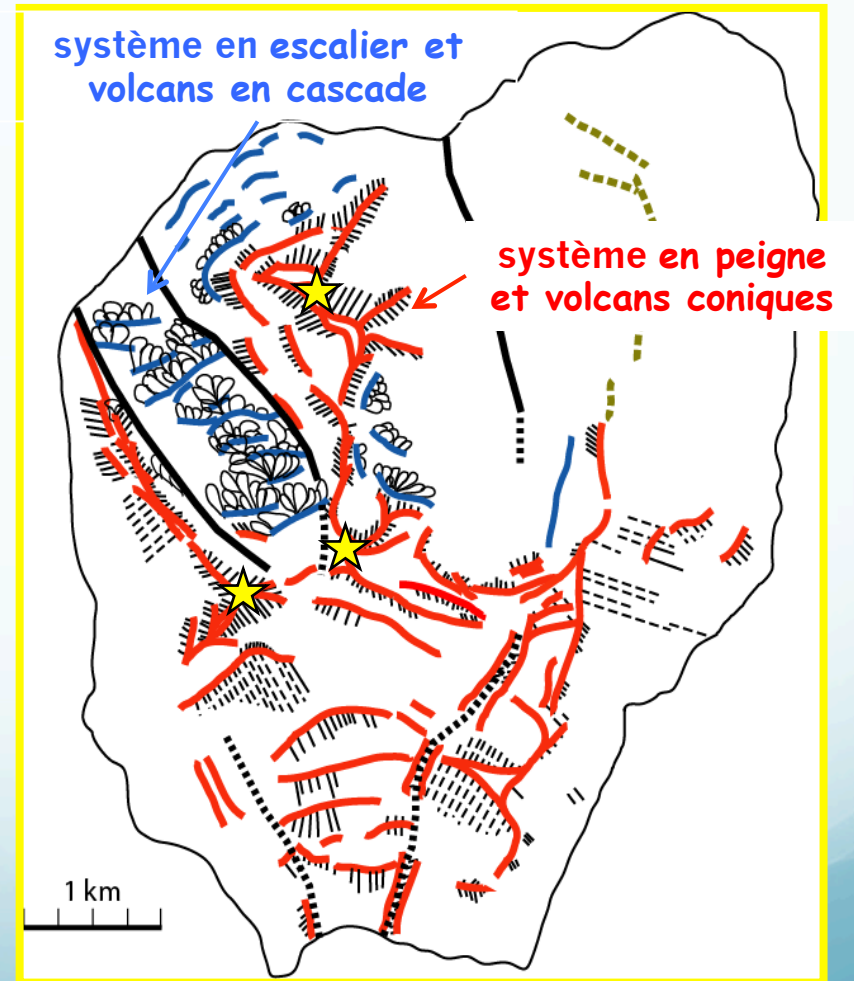
■ CONSTRUCTION DE VOLCANS

... ET ASYMÉTRIE DES ÉDIFICES COMME AU CHENAILLET



Arculus 2004, Northern Tonga Vents Expedition

COLLINE ABYSSALE du CHENAILLET



■ **CONSTRUCTION DE VOLCANS ... ET ASYMÉTRIE DES ÉDIFICES COMME AU CHENAILLET**

Volcan du Chenaillet



VOLCAN CONIQUE
avec lave en coussins

Volcan du Chenaillet



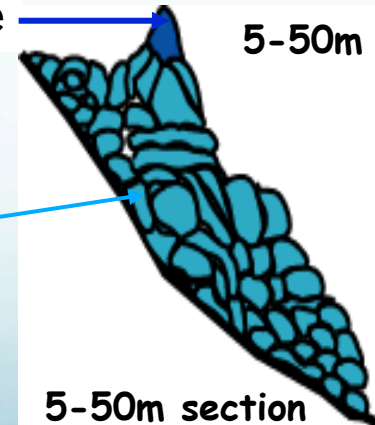
Volcan conique / fosse des Mariannes



dyke

5-50m hauteur

empilement
de coussins,
concentrique
autour du dyke



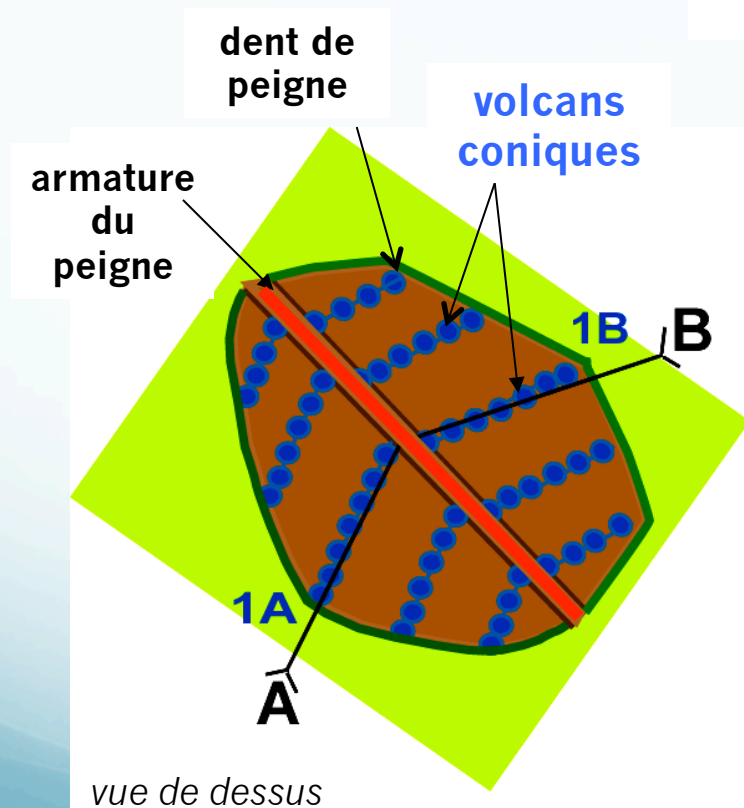
■ CONSTRUCTION DE VOLCANS

... ET ASYMÉTRIE DES ÉDIFICES COMME AU CHENAILLET

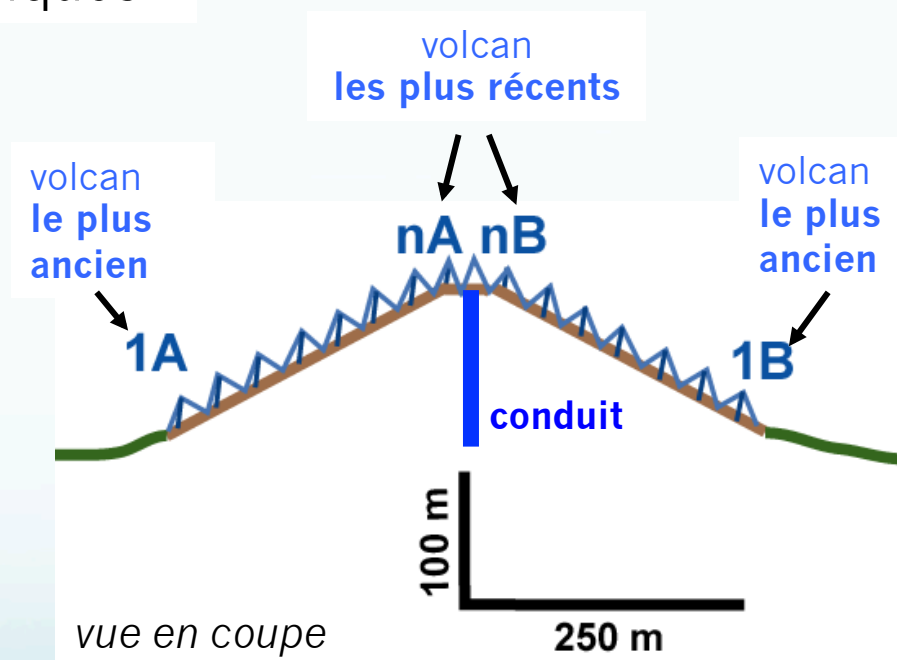
2 PEIGNES

pseudo-
symétriques

organisation

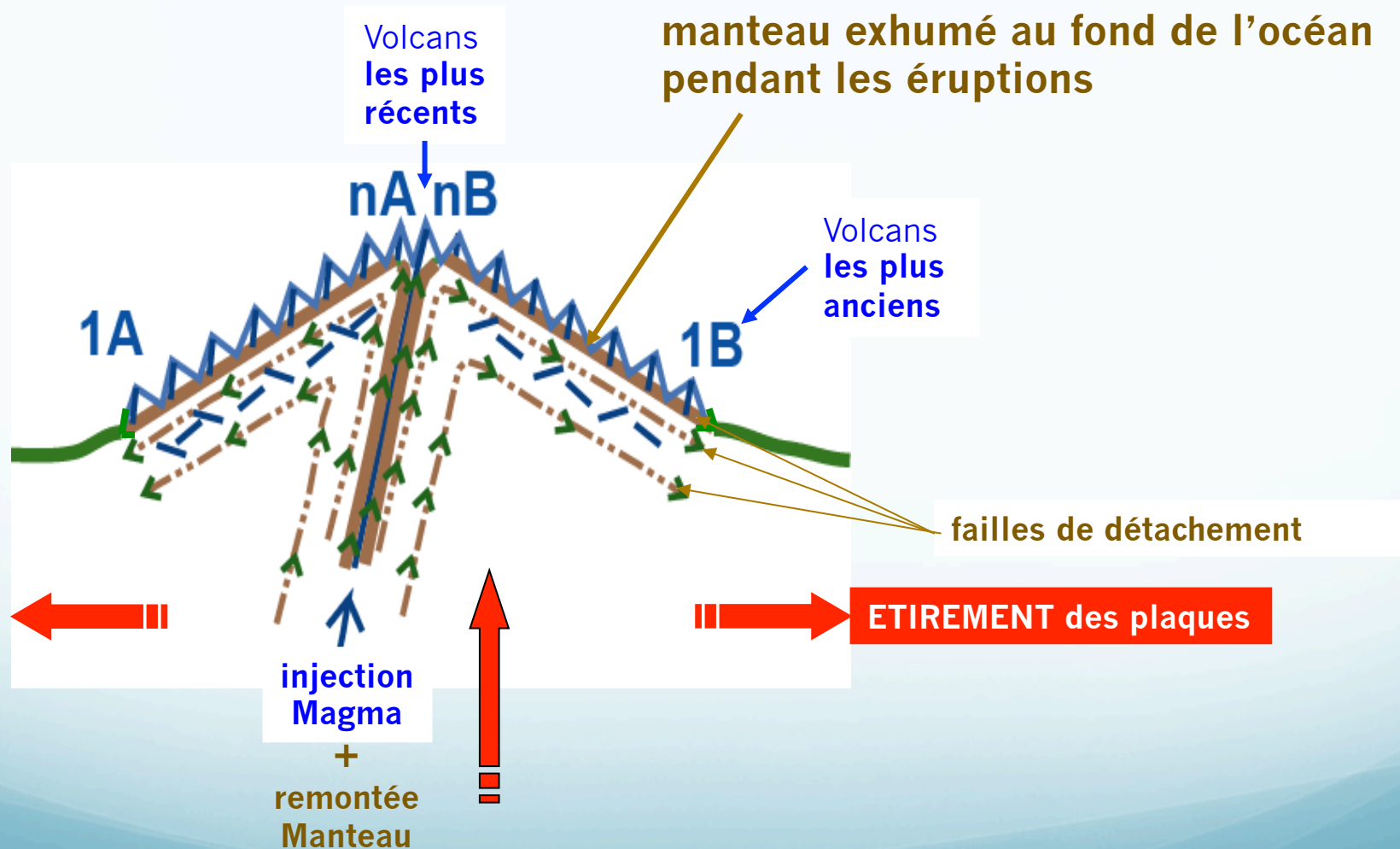


construction



■ CONSTRUCTION DE VOLCANS

... ET ASYMÉTRIE DES ÉDIFICES COMME AU CHENAILLET



‘ On est tous en capacité d’absorber de la science et d’aimer ça, passionnément.

Il ne faut pas avoir peur aussi de ne pas comprendre. On ne peut pas tout comprendre, c’est pas grave. Et voilà, il faut être tranquille, confortable, se laisser aller aussi un peu de temps en temps dans des zones de turbulences mentales et intellectuelles.

Mathieu Vidard / «La tête au carré» FRANCE INTER
echosciences-loire.fr _Oct. 2018

J’ai cherché aujourd’hui à vous faire partager ma passion !
Je pense que j’ai l’obligation de faire l’effort de transmettre mes/nos résultats quand ceux-ci ont une portée essentielle pour la compréhension du fonctionnement de notre Planète.

Merci beaucoup de toute votre attention
et à votre disposition pour des questions