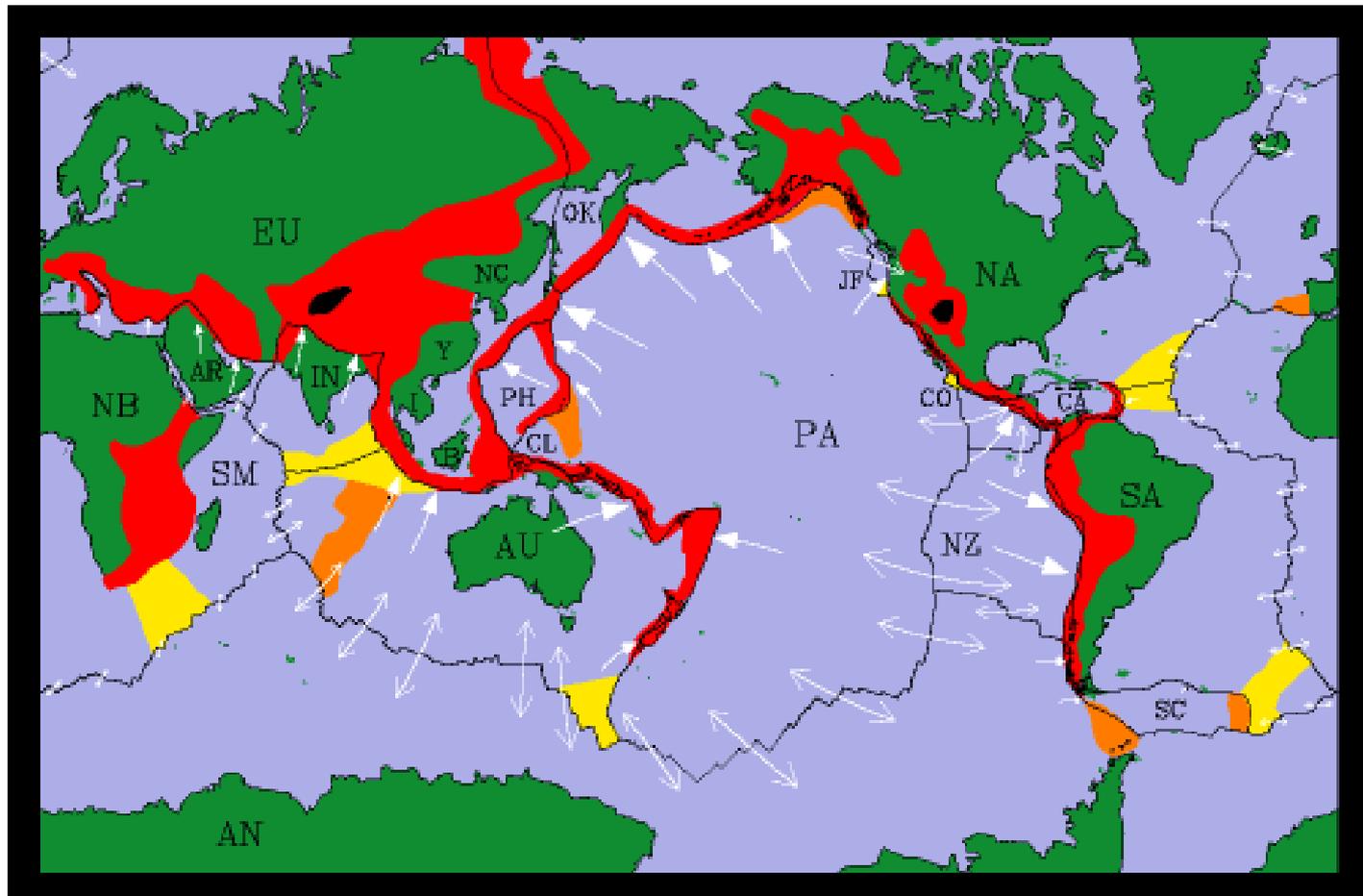


LA MACHINE TERRESTRE

Jean-Paul Montagner, Elise Delavaud,
Université Paris VII-Denis Diderot, Institut de Physique du Globe



Plan

I- Une brève Histoire de la Terre

- observations de surface: calculs à la surface de la terre

Calcul de la masse des planètes

- l'aventure Wegenerienne

II- Le champ magnétique terrestre

- Définition

- Modèle de champ dipolaire

- Les inversions

- Aimantation des roches, PGV

III- Tectonique des plaques

- Reconstitution du passé

- Théorème d'Euler

- Différents types de frontière- Différents types de données

- Modèle cinématique- cinématique sur la sphère

IV- Déformations, contraintes, rhéologie (très sommaire)

V- Sismologie

- sismomètres

- séismes, localisation, ondes P, ondes S

- structure radiale de la terre (1D)

- Notions de tomographie sismique

VI- Imagerie des objets géologiques

- Modèles globaux 3D

- Concept de lithosphère

- Slabs

- Hotspots- panaches

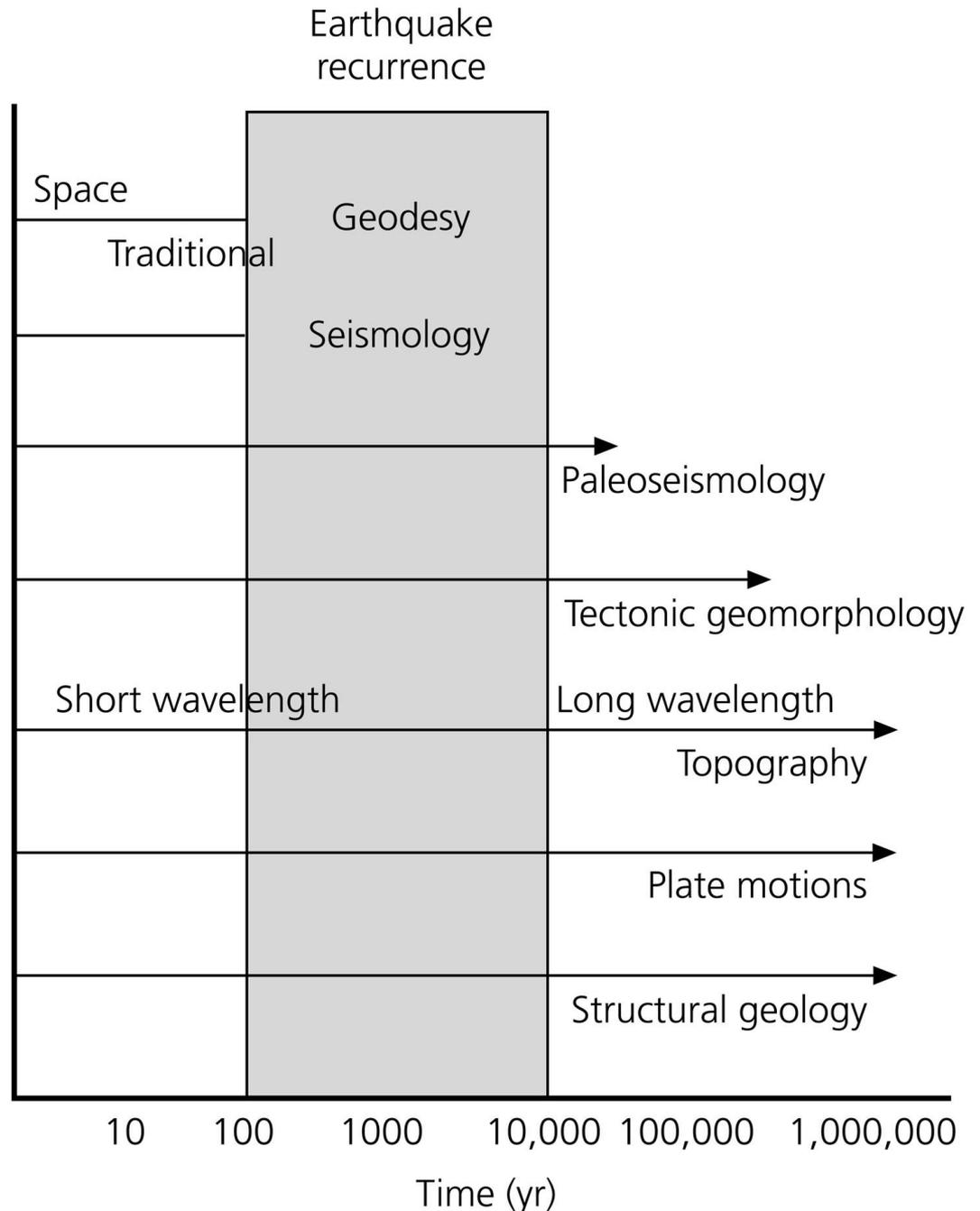
VII-Développements actuels

**INTEGRER DES
TECHNIQUES
COMPLÉMENTAIRES
POUR ÉTUDIER LA
DEFORMATION
LITHOSPHERIQUE**

**Chacune a des forces
et des faiblesses**

**Important de
comprendre ce que
l'on peut faire et ne
pas faire**

**Approche
pluridisciplinaire**



Notes de cours:

<http://www.earth.northwestern.edu/people/seth/329>

Biblio sommaire

Allègre C.J., l'Ecume de la Terre, 2eme Edition, Fayard, 1999.

Fowler C.M.R., The solid Earth, 2nd edition, Cambridge University Press, 2006.

Stein, S. and M. Wysession, Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure, Blackwell Publishing, 2003.

Turcotte D.L., and G. Schubert, Geodynamics, 2nd edition, Cambridge University Press, 2002.

Numéro Spécial "Pour la science": La dérive des continents

Pourquoi et Comment Etudier la Terre?

- ❑ Comprendre son histoire, les processus de formation, sa composition, son évolution
- ❑ Comprendre sa dynamique par la modélisation (échelles de temps Ma)
- ❑ Comprendre ses manifestations les plus violentes: séismes, éruptions volcaniques
- ❑ Déterminer et comprendre sa structure à toutes les échelles, à toutes les profondeurs, depuis le minéral, jusqu'à l'échelle globale

❑ APPROCHE PLURIDISCIPLINAIRE

Pourquoi et Comment Etudier la Terre?

- ❑ Introduction de concepts physiques
- ❑ Partir des observations de surface: 2D vs 3D
- ❑ Temps: échelles de temps Ma \Leftrightarrow observations actuelles (instantané)

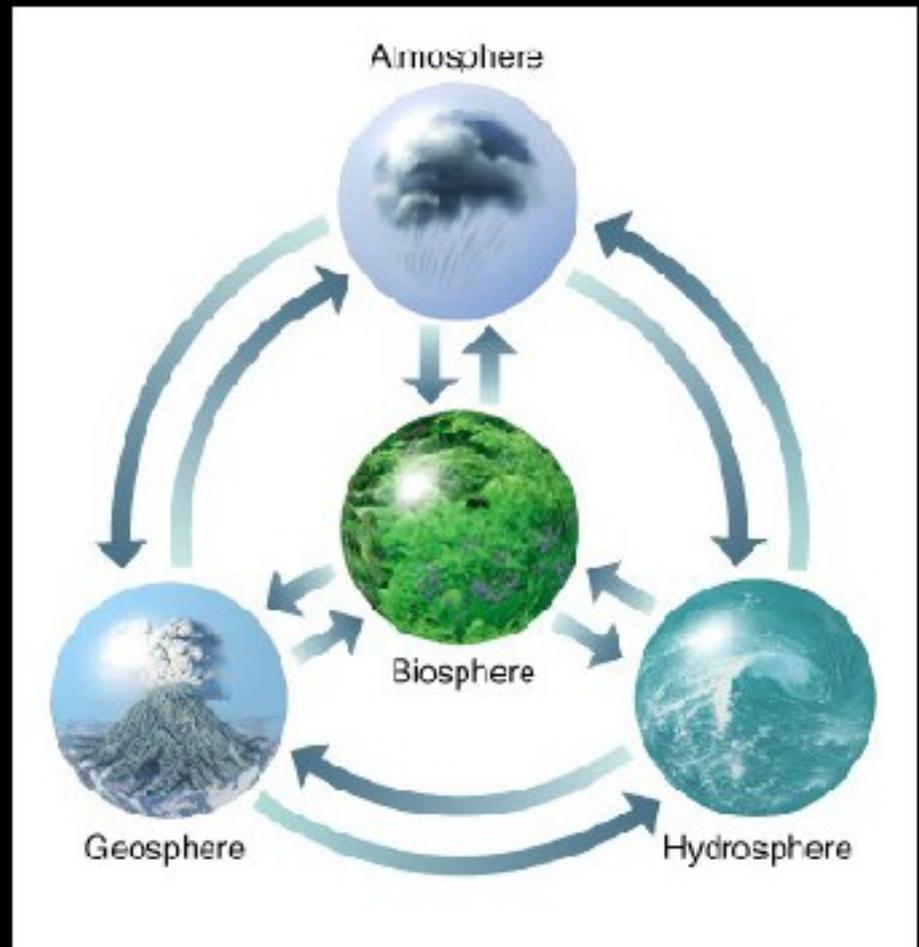
Traits physiographiques

Principales caractéristiques tectoniques

Mouvements horizontaux vs mouvements verticaux

Champs Physiques: \mathbf{g} , \mathbf{B} , \mathbf{u}_{seis}

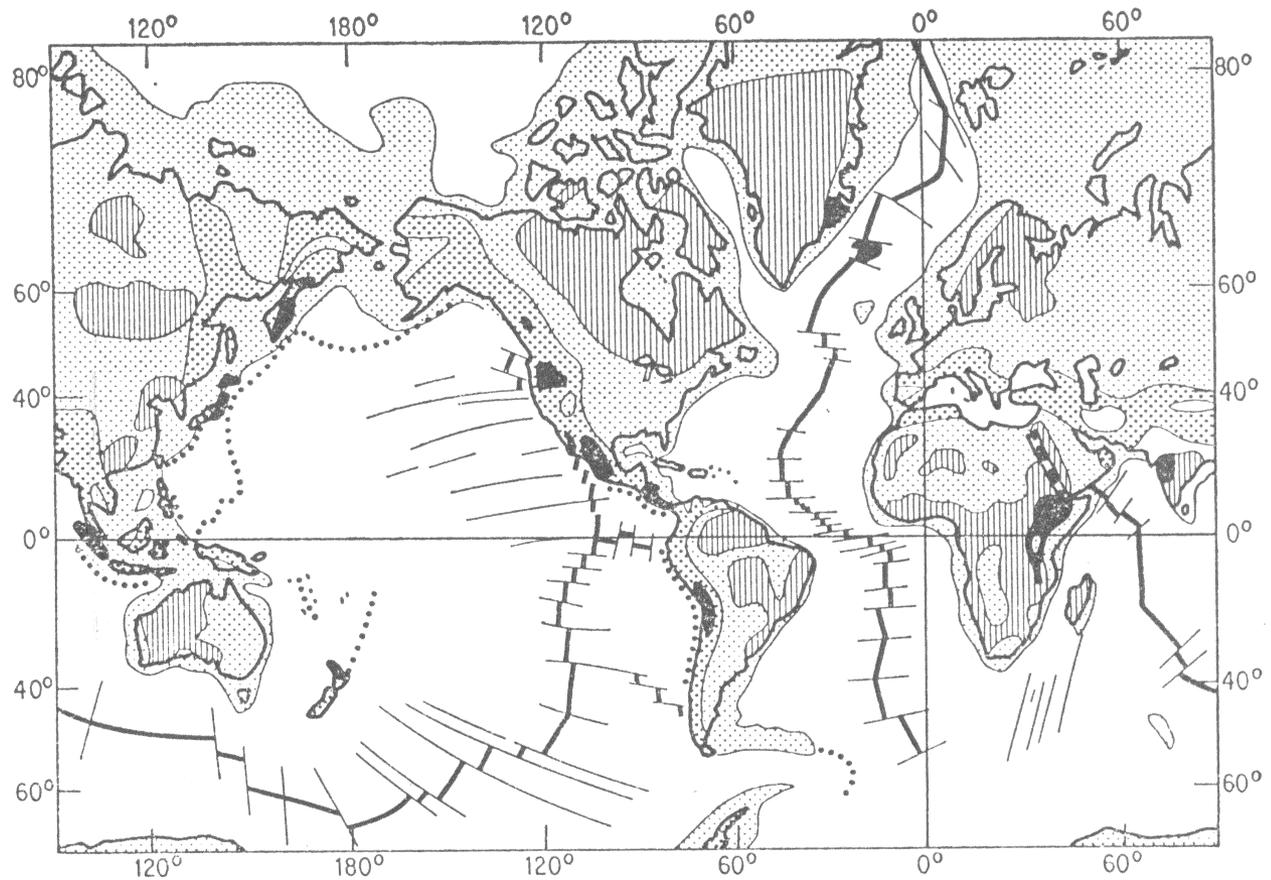
Les quatre "sphères"



Observations de surface

- Source d'énergie interne
- Source d'énergie externe

LA SURFACE DE LA TERRE



— *Principales structures tectoniques du Globe.* En traits gras, crêtes des dorsales océaniques ou rifts ; en traits fins, zones de fractures océaniques ; en pointillé, fossés océaniques ; en grisé, plateformes continentales ; en tacheté, boucliers ; en gris sombre, chaînes plissées post-Paléozoïques ; en noir, régions volcaniques tertiaires (modifié d'après WYLLIE, 1971).

Observations de surface

- Source d'énergie interne
- Source d'énergie externe

Courbe hypsométrique

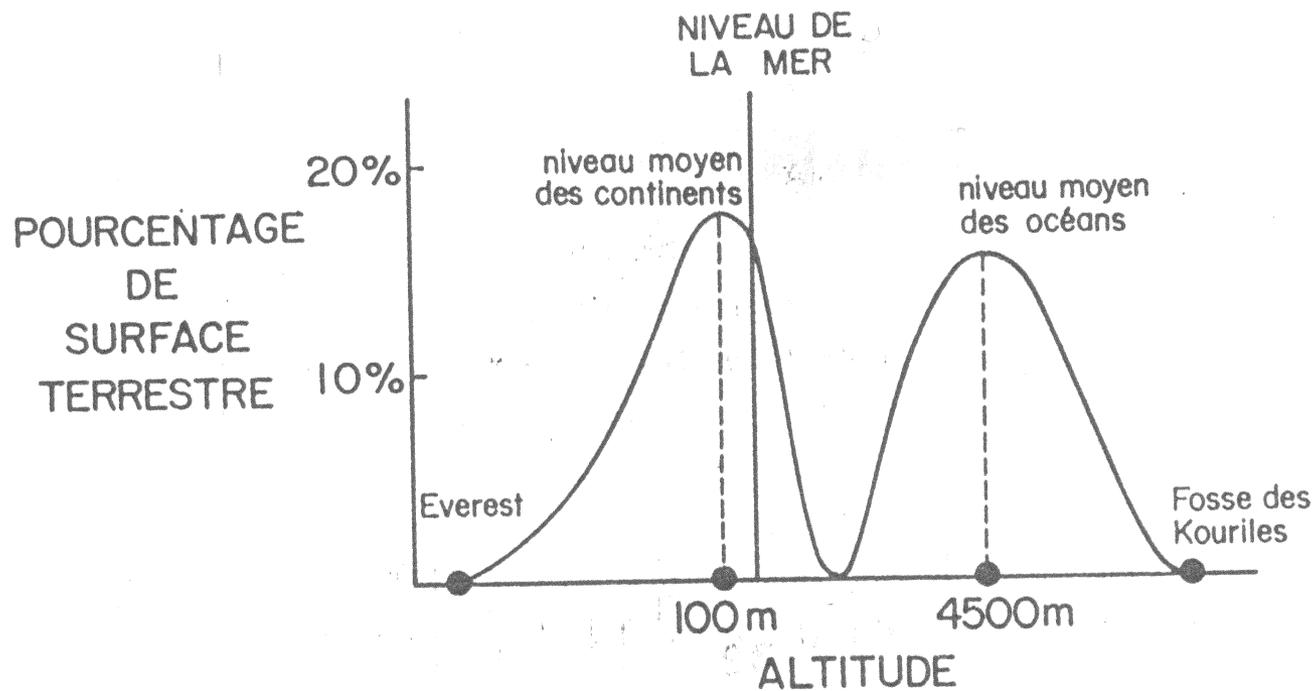
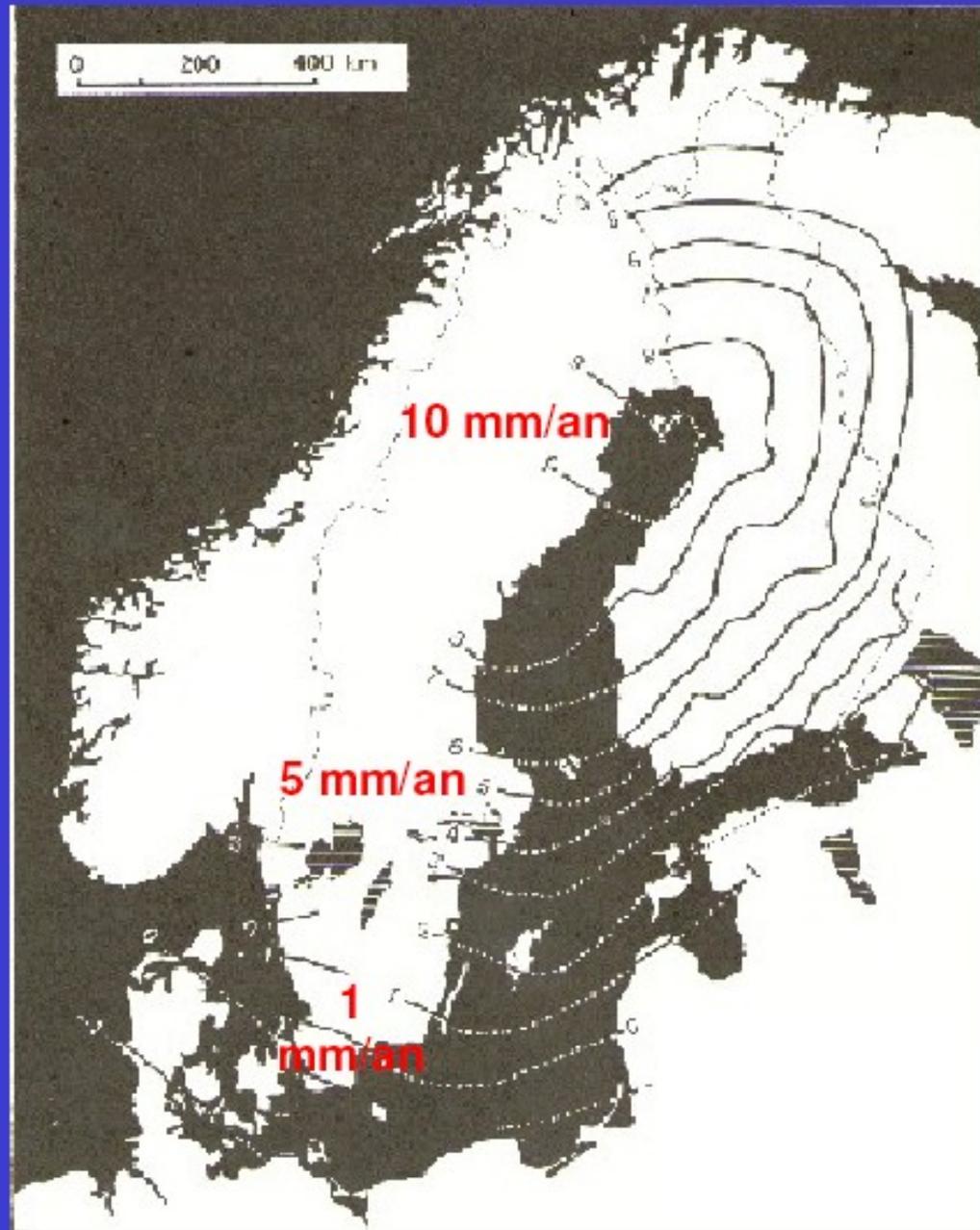


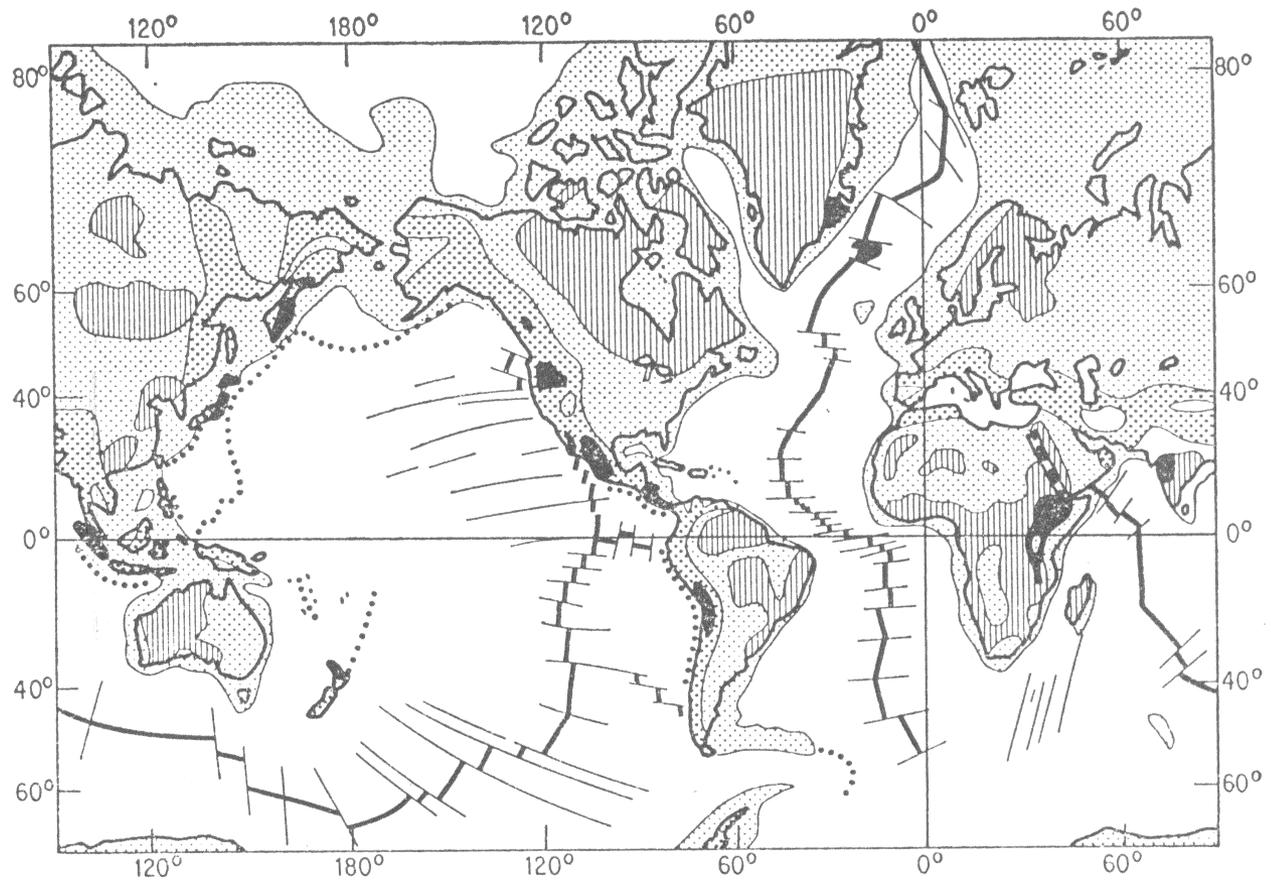
FIG. 2a — On divise la surface terrestre en tranches d'altitude. 0-50 mètres, 50-100 mètres, 100-150 mètres, etc. On mesure pour chaque tranche la surface qu'elle représente sur la terre. Divisant par la surface totale de la Terre et multipliant par 100, on obtient le pourcentage que représente chaque tranche d'altitude. Le résultat est illustré par cette courbe à deux bosses que l'on appelle courbe hypsométrique. Le maximum des continents à + 100 mètres marque la tendance de l'érosion à ramener l'altitude des continents au niveau de la mer. Le maximum des océans à 4500 mètres est causé par l'équilibre hydrostatique différentiel entre le continent de densité 2,7 et l'eau de densité 1 reposant l'un et l'autre sur le SIMA de densité 3,3.

Concept d'isostasie

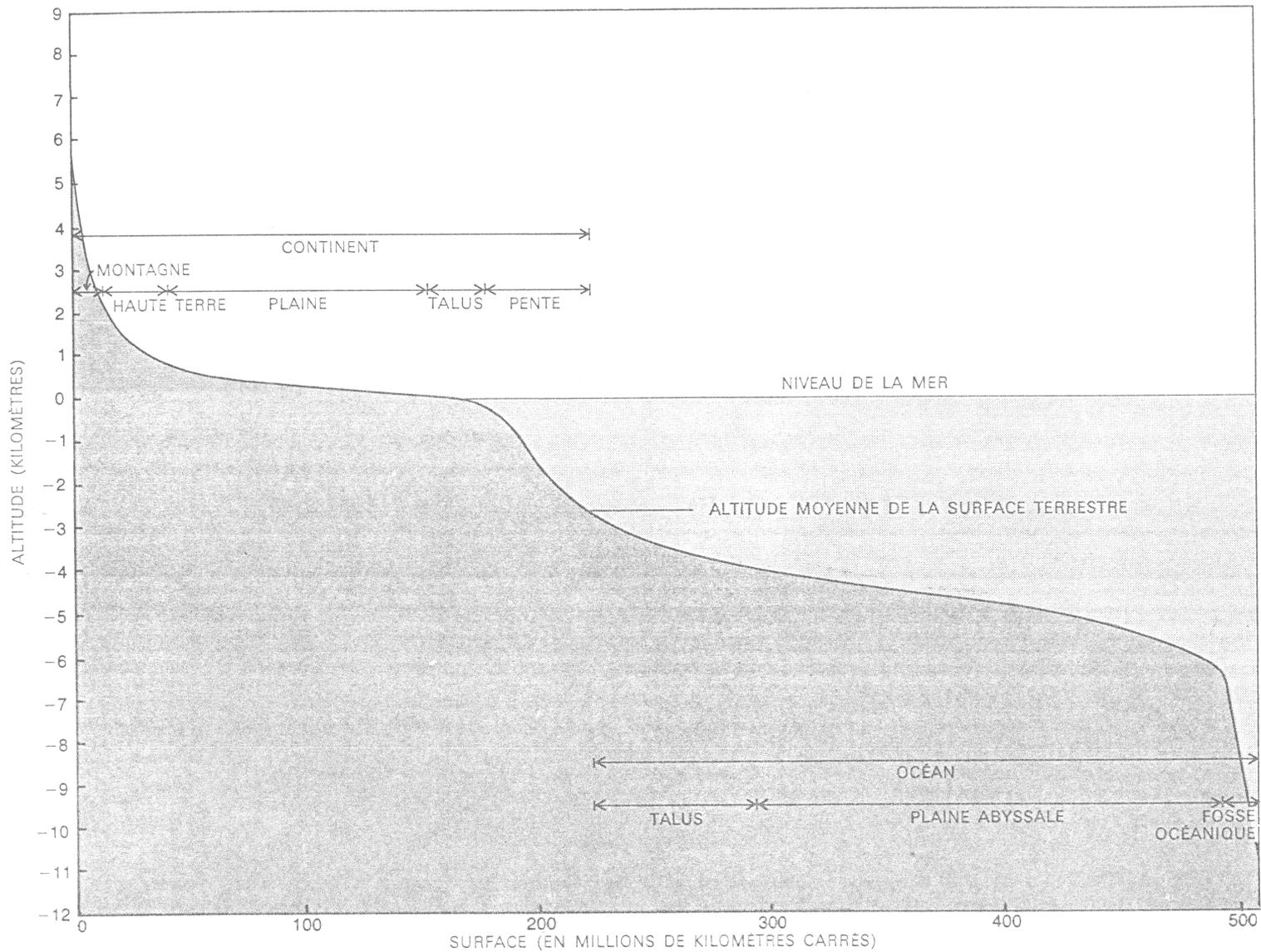
Vitesse de soulèvement (en mm/an) en Scandinavie



LA SURFACE DE LA TERRE



— *Principales structures tectoniques du Globe.* En traits gras, crêtes des dorsales océaniques ou rifts ; en traits fins, zones de fractures océaniques ; en pointillé, fossés océaniques ; en grisé, plateformes continentales ; en tacheté, boucliers ; en gris sombre, chaînes plissées post-Paléozoïques ; en noir, régions volcaniques tertiaires (modifié d'après WYLLIE, 1971).

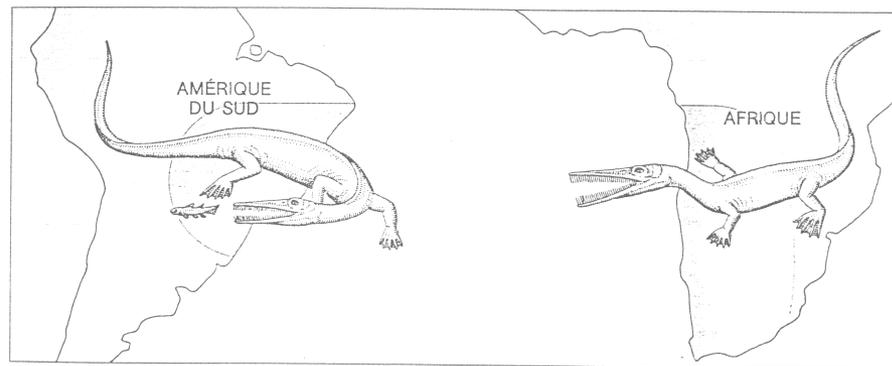


LA RÉPARTITION DES ALTITUDES, lorsqu'elle est mise surface du Globe sont une plate-forme continentale ou océanique :

L'aventure Wegenerienne

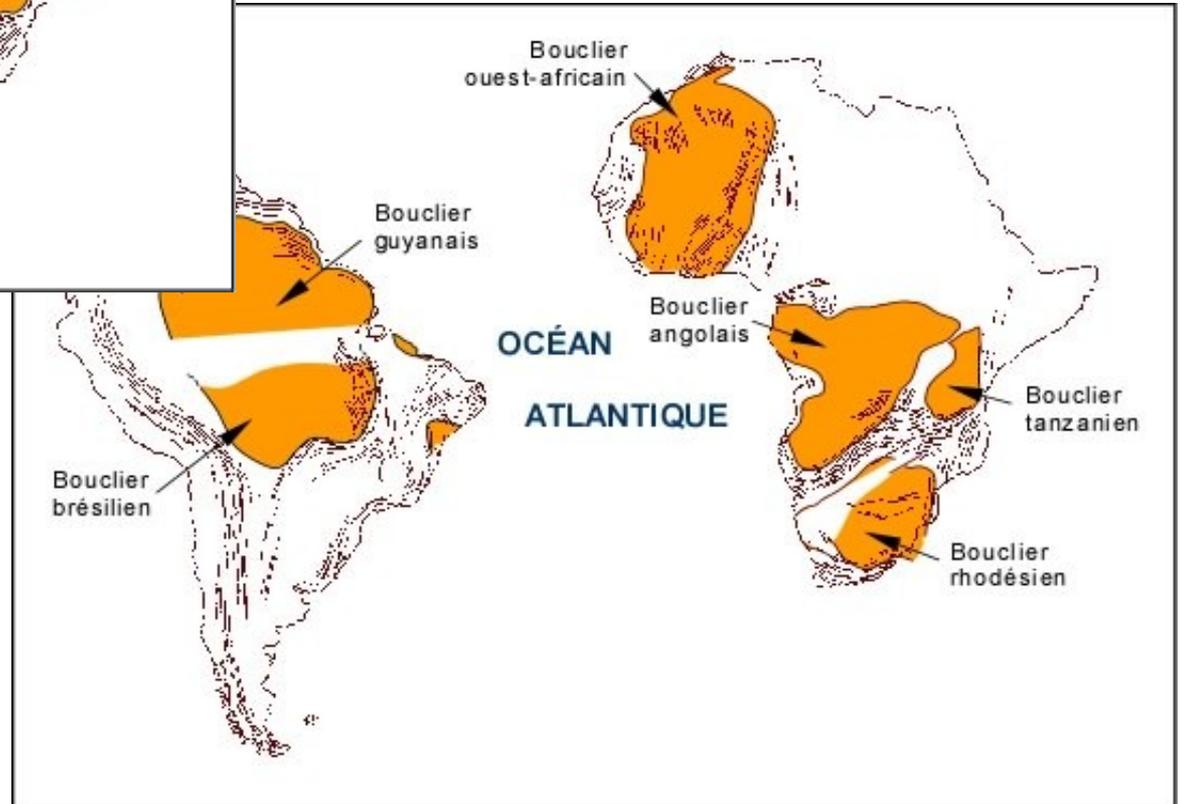
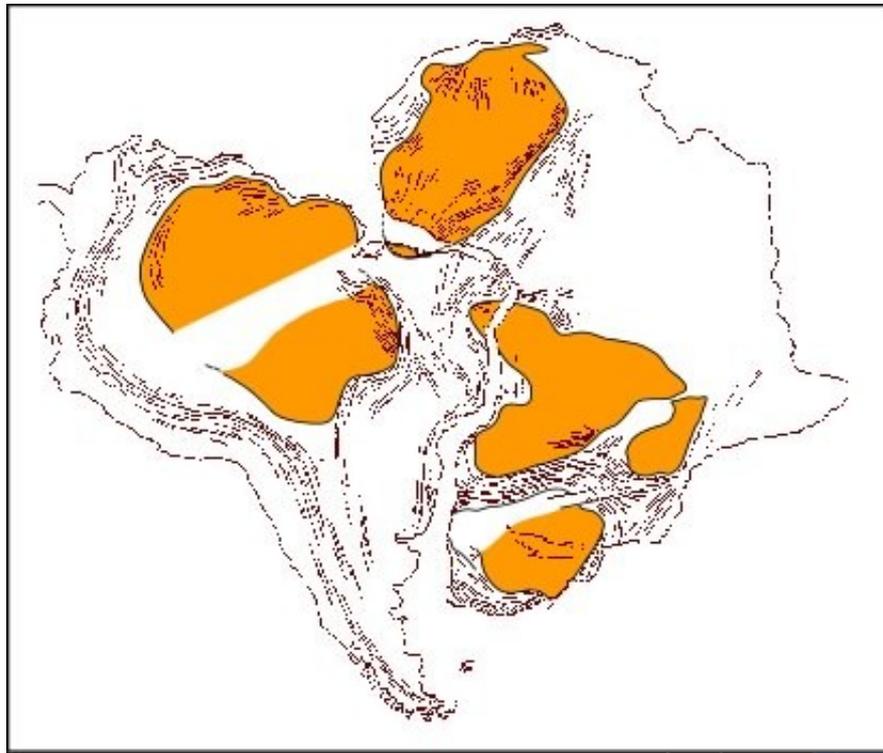


IL EXISTE UNE PREUVE GÉOLOGIQUE de l'existence passée d'un ancien continent unique. Des formations rocheuses spécifiques peuvent être assemblées en chaînes continues si on rapproche l'Afrique de l'Amérique du Sud. Les parties gris sombre sont d'anciens blocs appelés cratons; les parties gris clair représentent les régions formées par des roches un peu plus jeunes. Wegener estimait que ces continuités constituaient une preuve irréfutable de la dérive des continents.

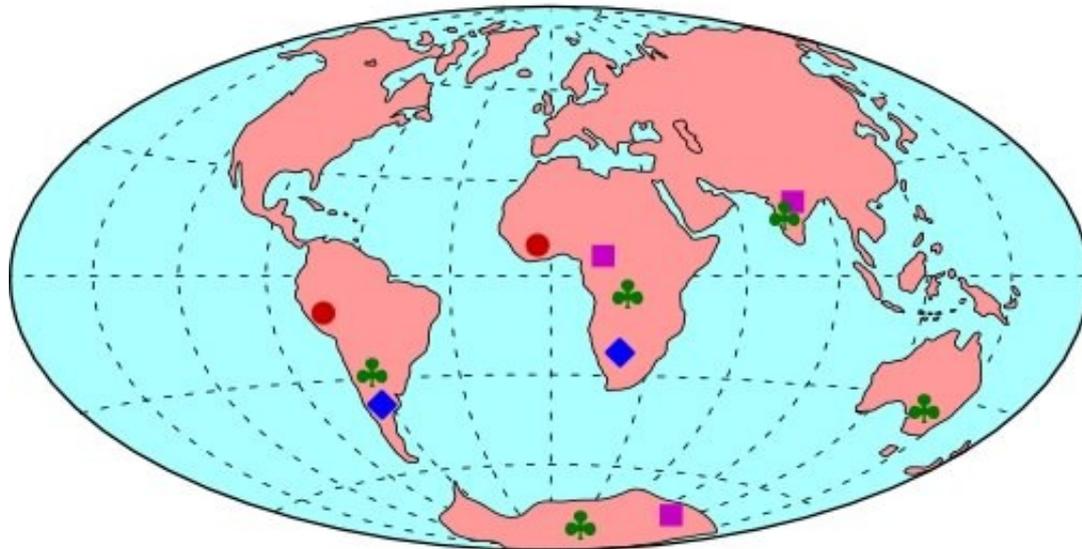


LES FOSSILES DE *MESOSAURUS*, un reptile paléozoïque, ne se rencontrent aujourd'hui que dans deux régions (en couleur) situées de part et d'autre de l'Atlantique. Si les *Mesosaurus* avaient été capables de franchir à la nage une aussi grande distance, nous devrions les retrouver dans d'autres parties du monde. Puisqu'il n'en est pas ainsi, nous sommes forcés de conclure que cet animal occu-

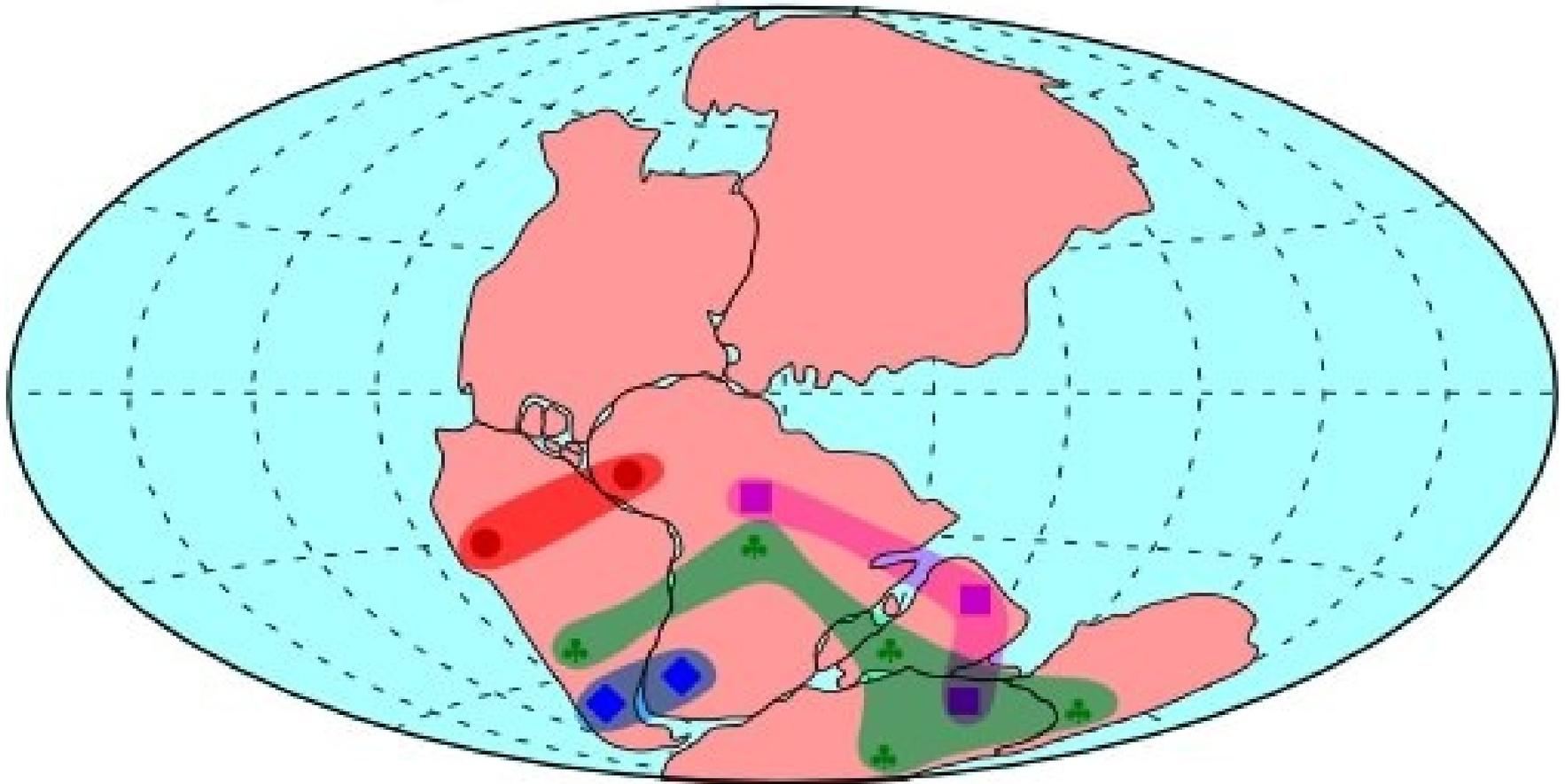
pait un territoire unique qui fut ensuite fragmenté par la dérive des continents. Ce cas d'endémisme disjoint traduit donc une contiguïté géographique de l'Afrique et de l'Amérique du Sud à la fin du Paléozoïque. Le *Mesosaurus* fut l'un des premiers arguments paléontologiques cité par Wegener à l'appui de sa théorie sur la dérive des continents.



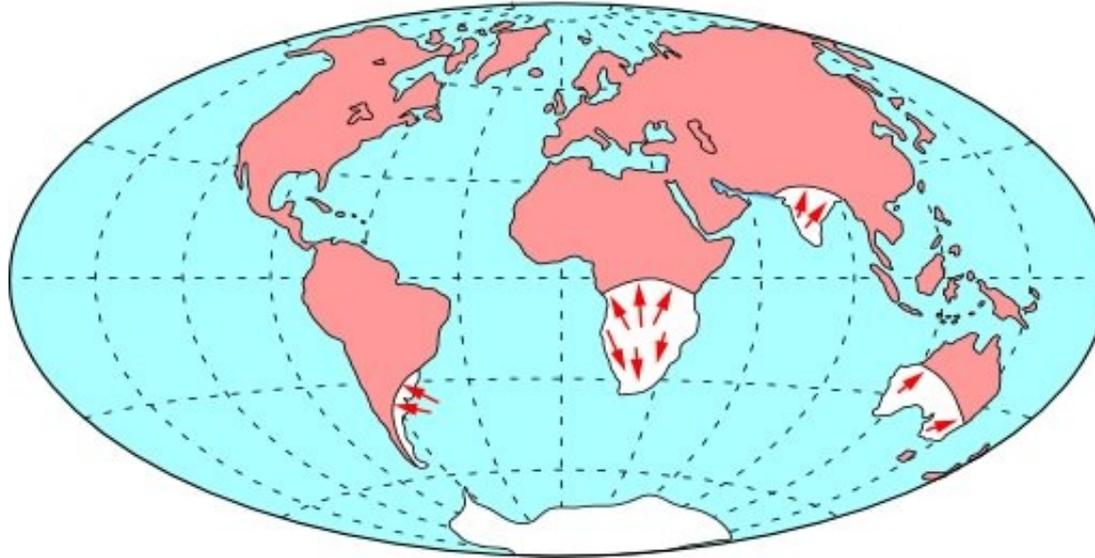
- **Cynognathus**: reptile prédateur terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ◆ **Mesosaurus**: petit reptile de lacs d'eau douce, il y a 260 Ma
- **Lystrosaurus**: reptile terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ♣ **Glossopteris**: plante terrestre d'il y a 240 Ma



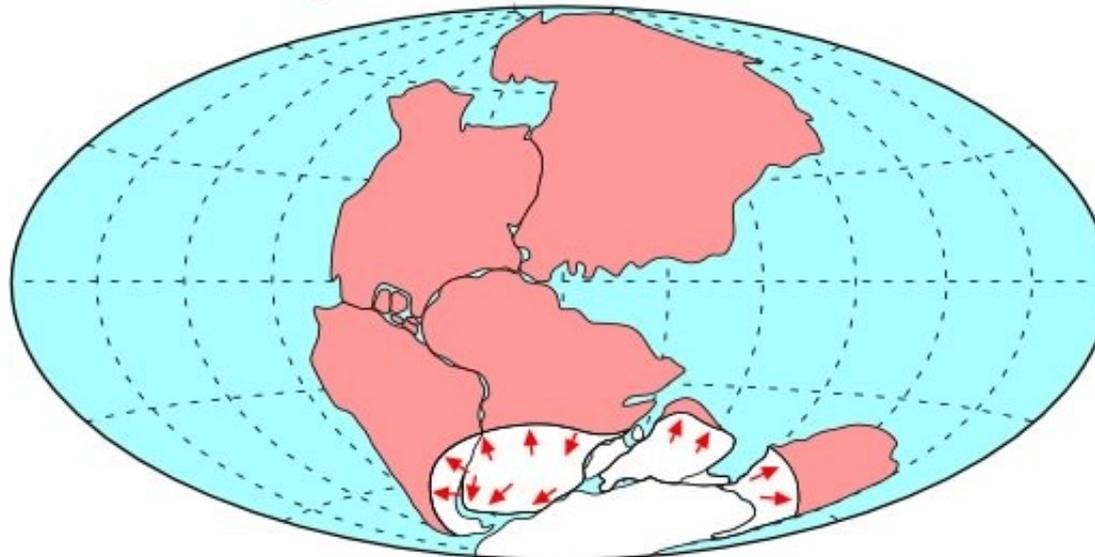
La solution de Wegener



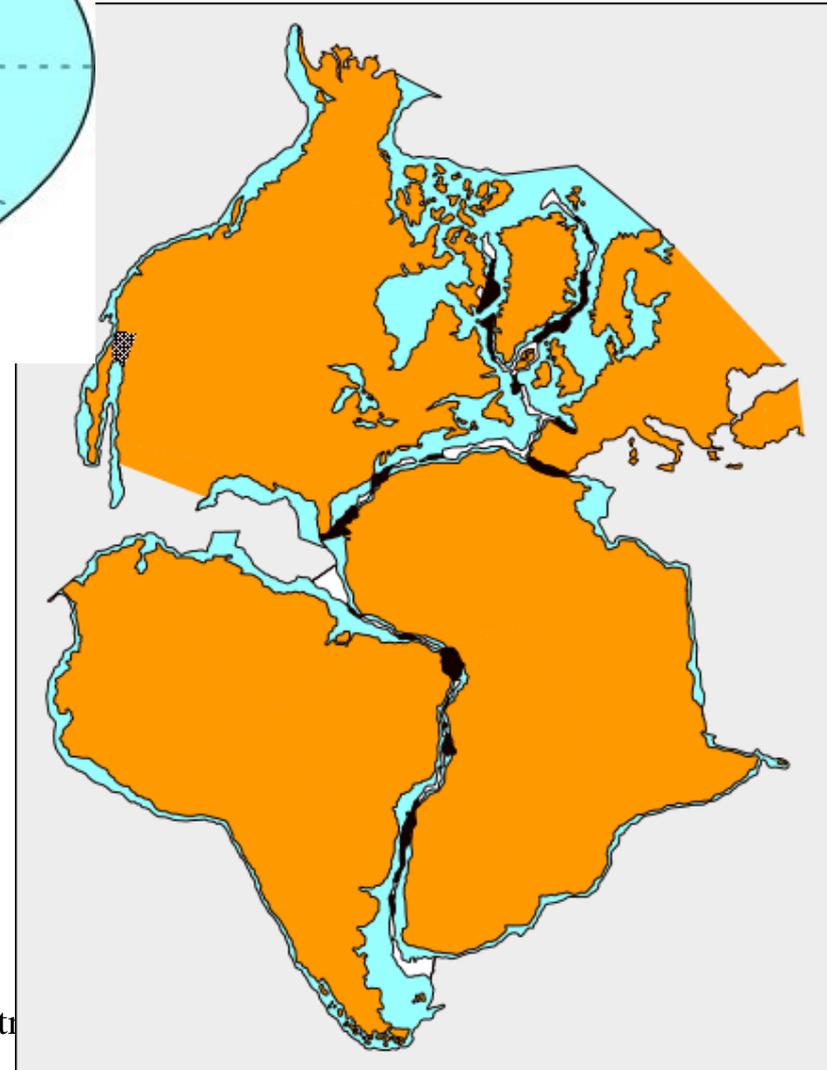
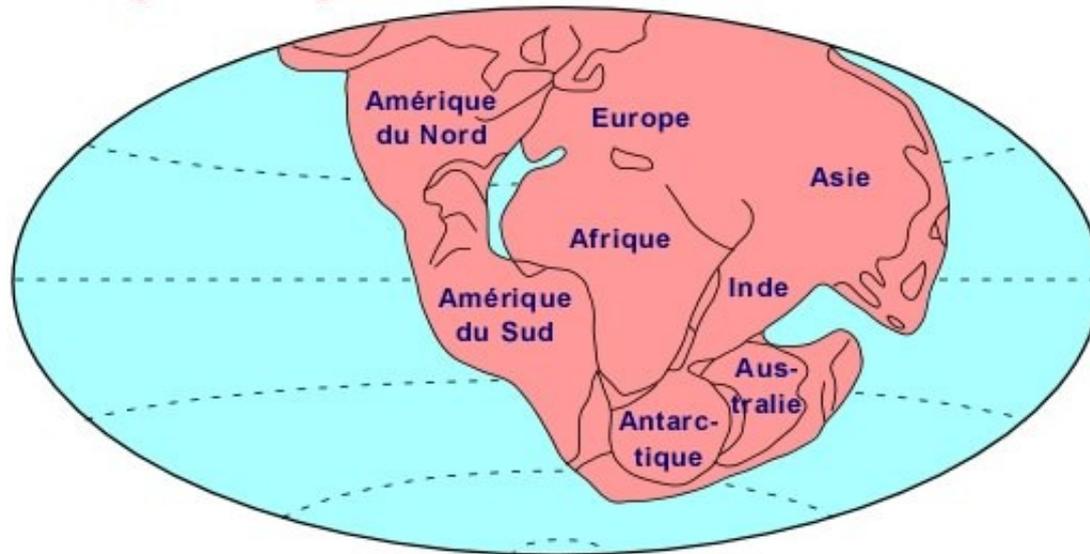
→ sens d'écoulement de la glace



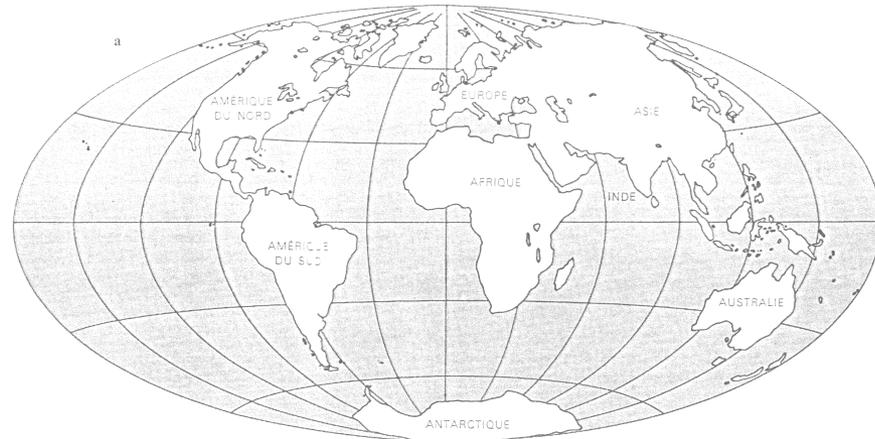
La solution de Wegener



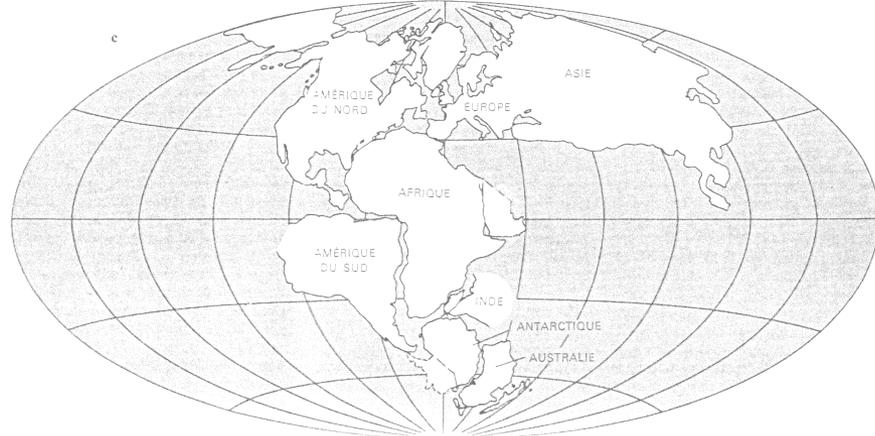
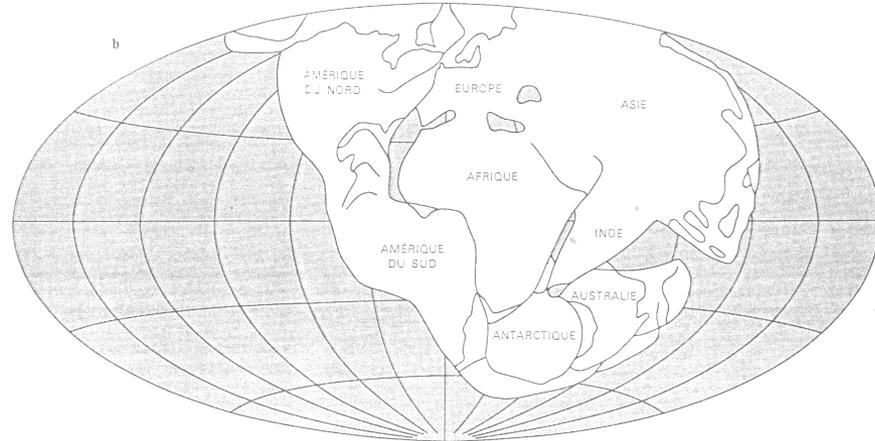
La Pangée de Wegener



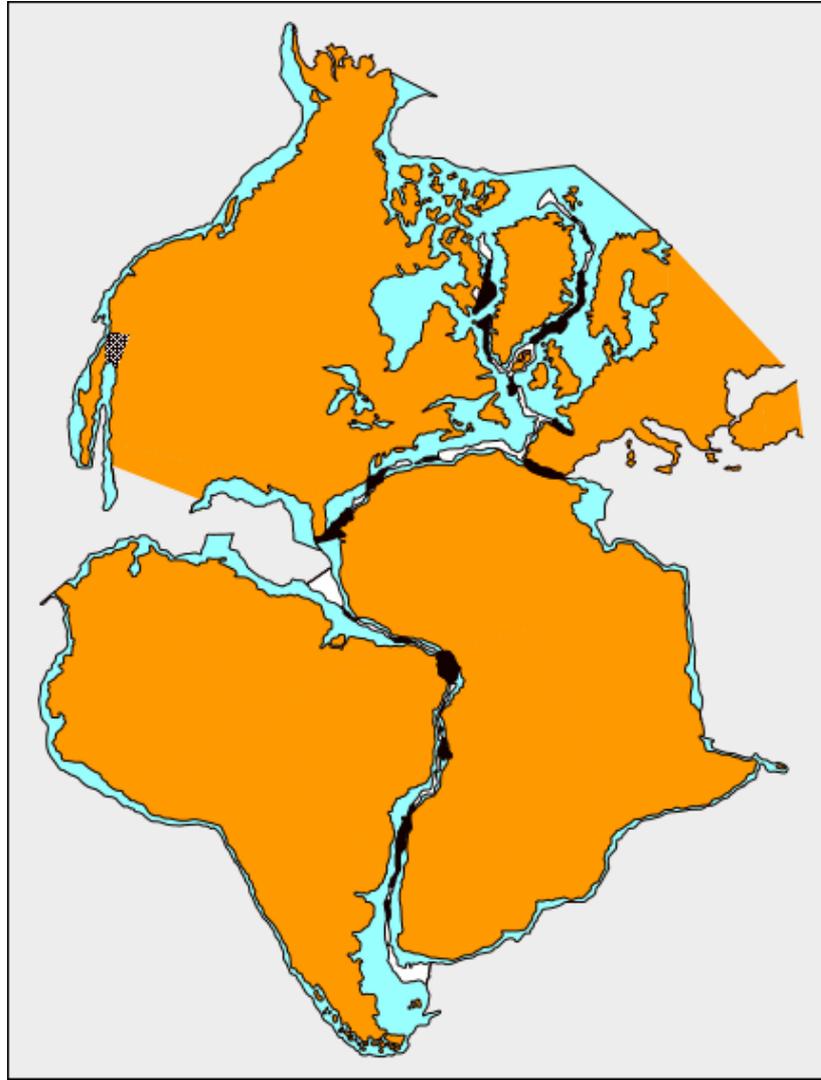
Distribution actuelle



La Pangée de Wegener



Le Débat et l'Oubli!



Le champ magnétique Terrestre

