

T1BCH6:Un modèle dynamique pour la lithosphère.

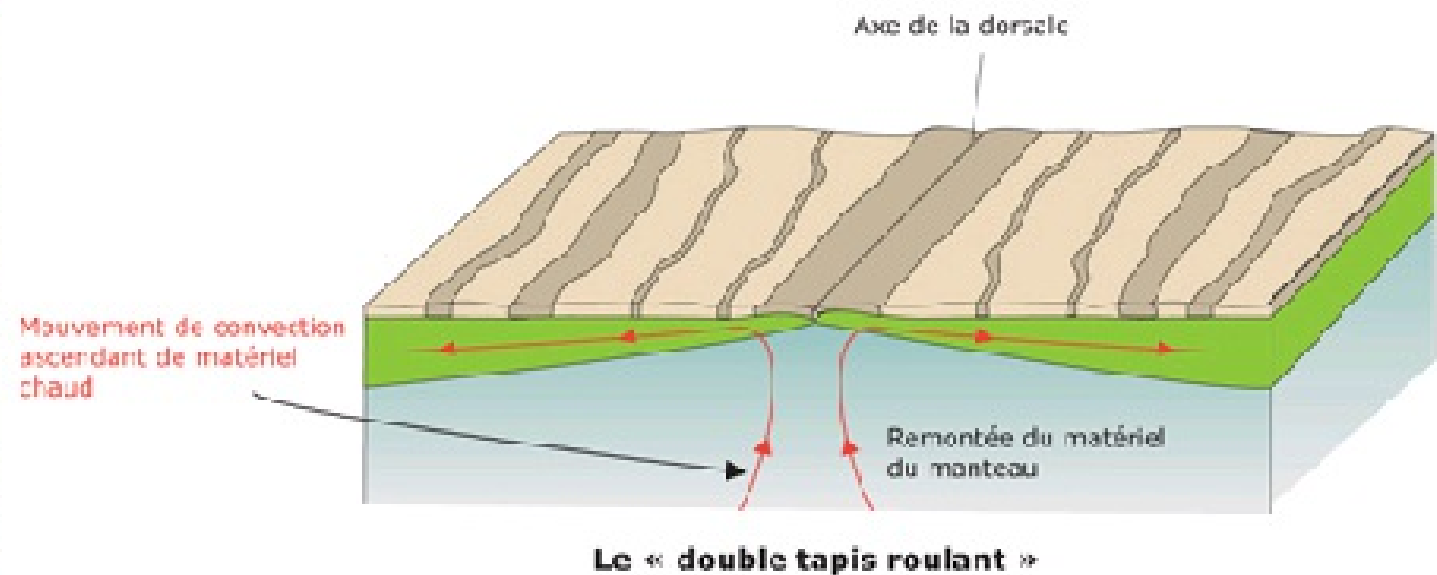
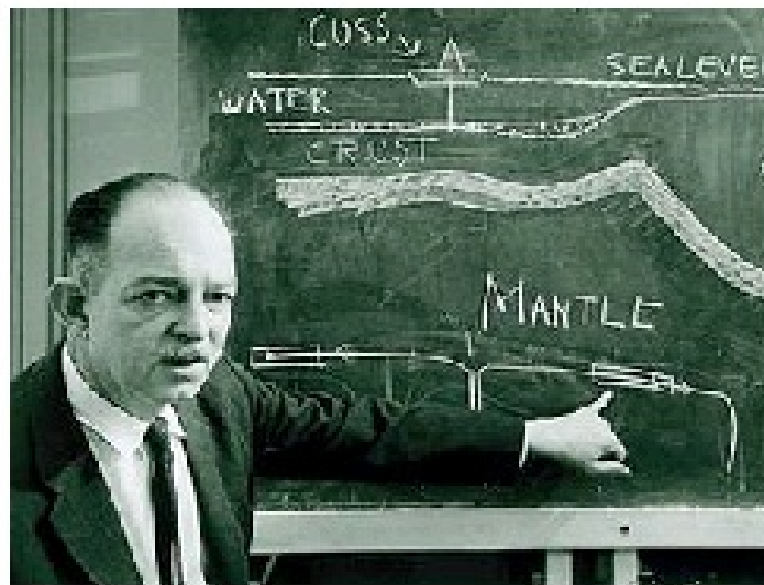


"Lorsque j'ai commencé ma carrière de chercheur en 1959, nous ne connaissions même pas l'existence de la dorsale médio-océanique, la plus grande structure de notre planète puisqu'elle fait 60 000 kilomètres de long. L'océan était considéré comme au moins aussi âgé que les continents. Or nous avons découvert qu'il était trente fois plus jeune. Nos connaissances sur la partie de la Terre recouverte par l'eau étaient donc embryonnaires. C'est l'exploration des océans qui a conduit à élaborer dans les années soixante la tectonique des plaques proposant pour la première fois un modèle quantitatif cohérent de l'évolution de notre planète."

Xavier Le Pichon géodynamicien et pionnier des plaques tectoniques, Professeur au Collège de France, médaille d'argent du CNRS, membre de l'Académie des Sciences.

Problème : L'exploration des océans a été décisive pour construire le modèle de la Tectonique des plaques. Quelles sont les découvertes scientifiques qui ont permis de valider ce modèle ?

Harry Hess (1962) était professeur de géologie à l'Université de Princeton. Durant la Seconde Guerre mondiale, il servit dans la marine américaine et commanda un vaisseau qui croisait dans le Pacifique-Sud. Parallèlement à des missions d'ordre militaire, il levait la carte bathymétrique, ce qui l'amena à se questionner sur la signification des reliefs comme les dorsales, les fosses et les pics sous-marins. Alliant ses connaissances géologiques et ses observations, il en vint, en 1962, à proposer l'hypothèse du tapis roulant des fonds océaniques (sea floor spreading).



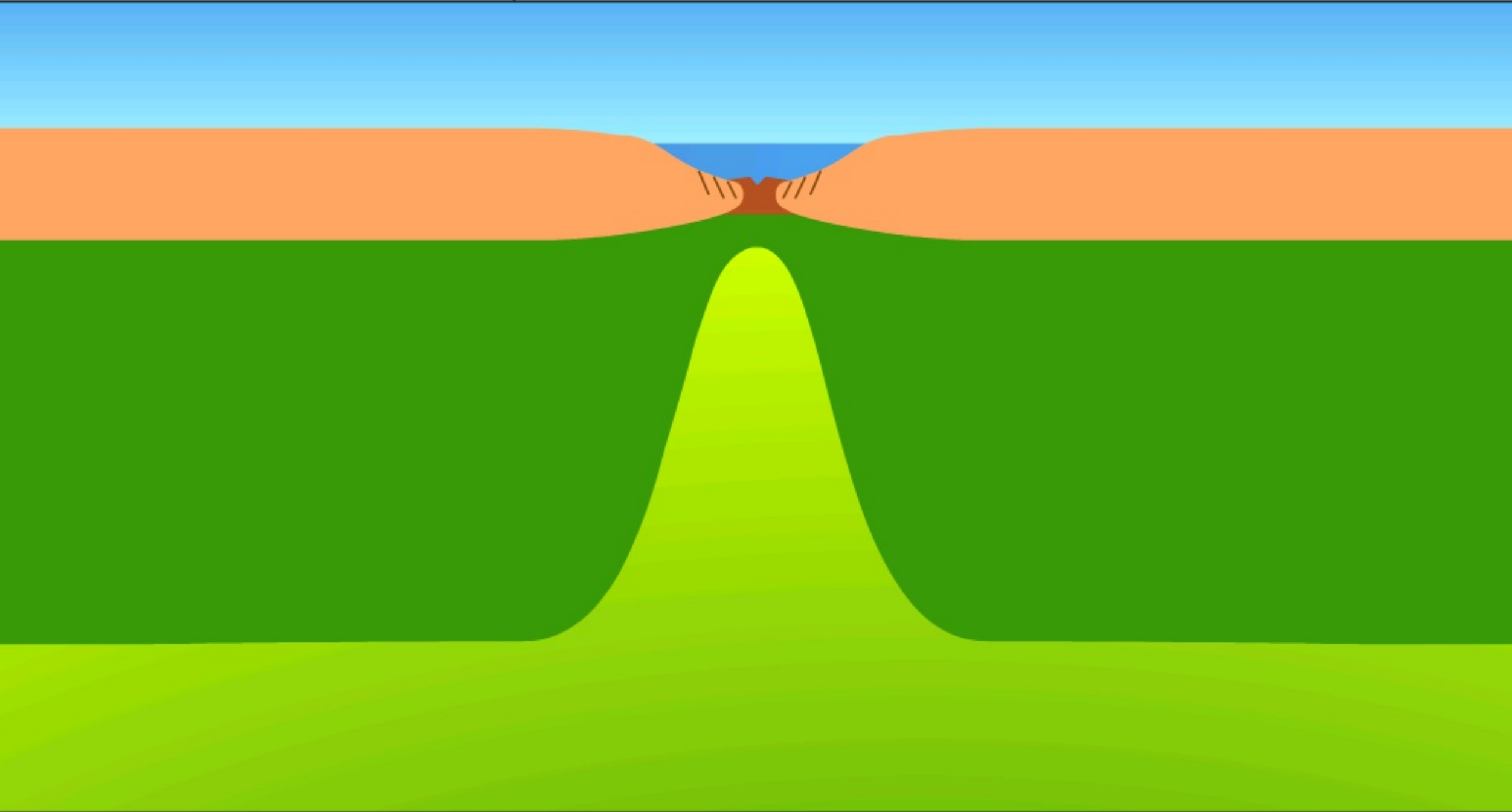
Accrétion

Formation de la croûte océanique

Légendes



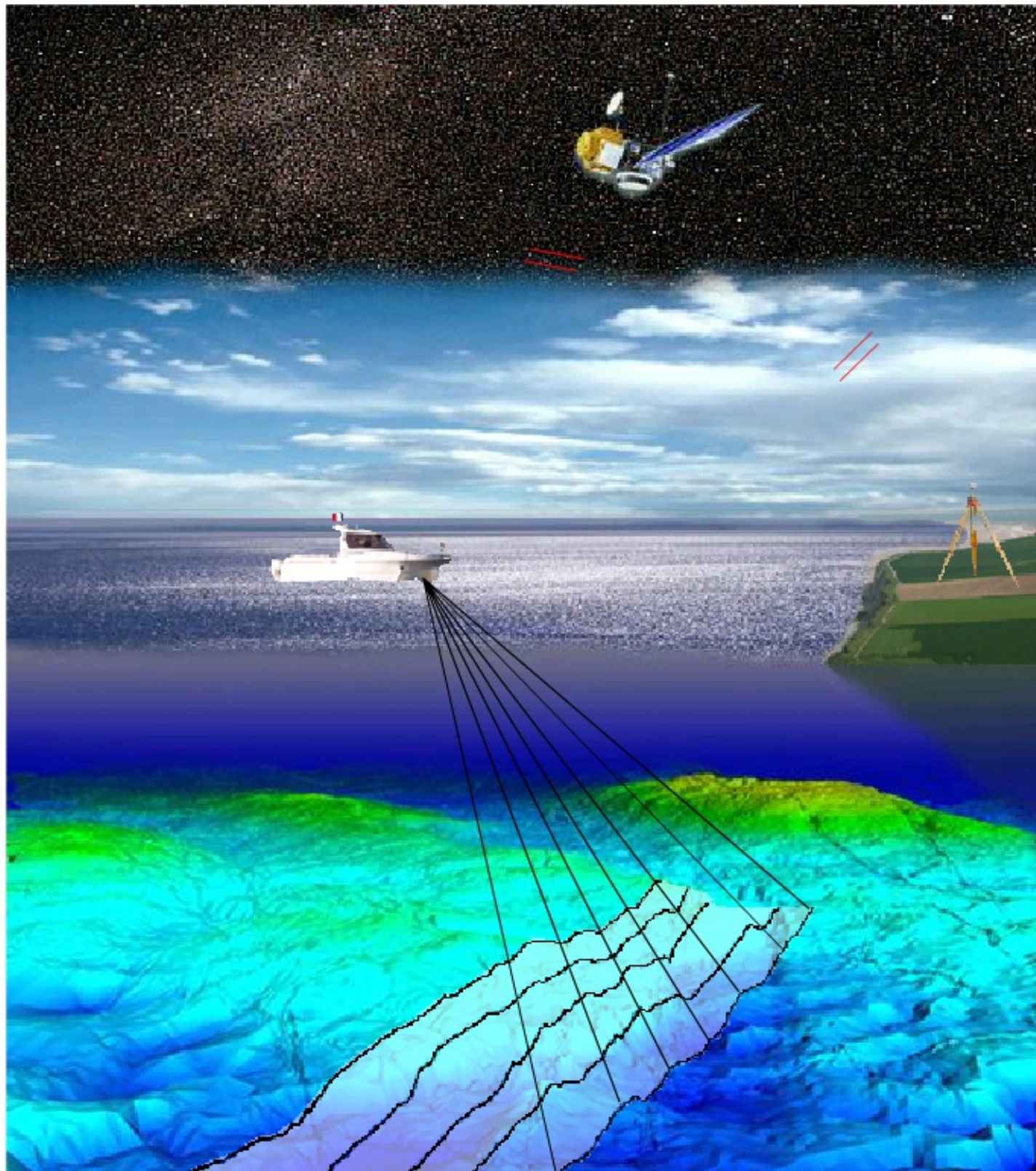
100 millions d'années

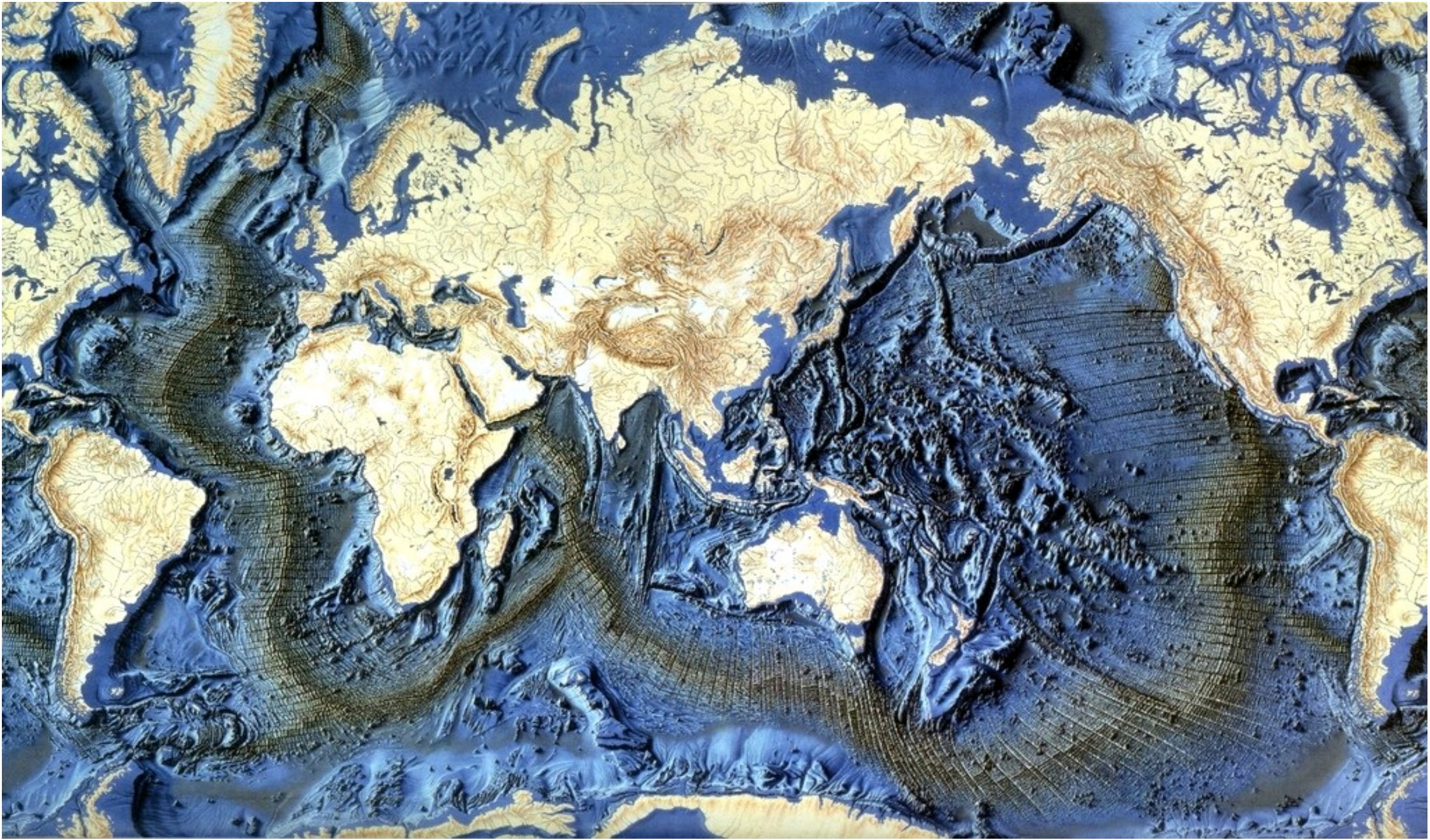


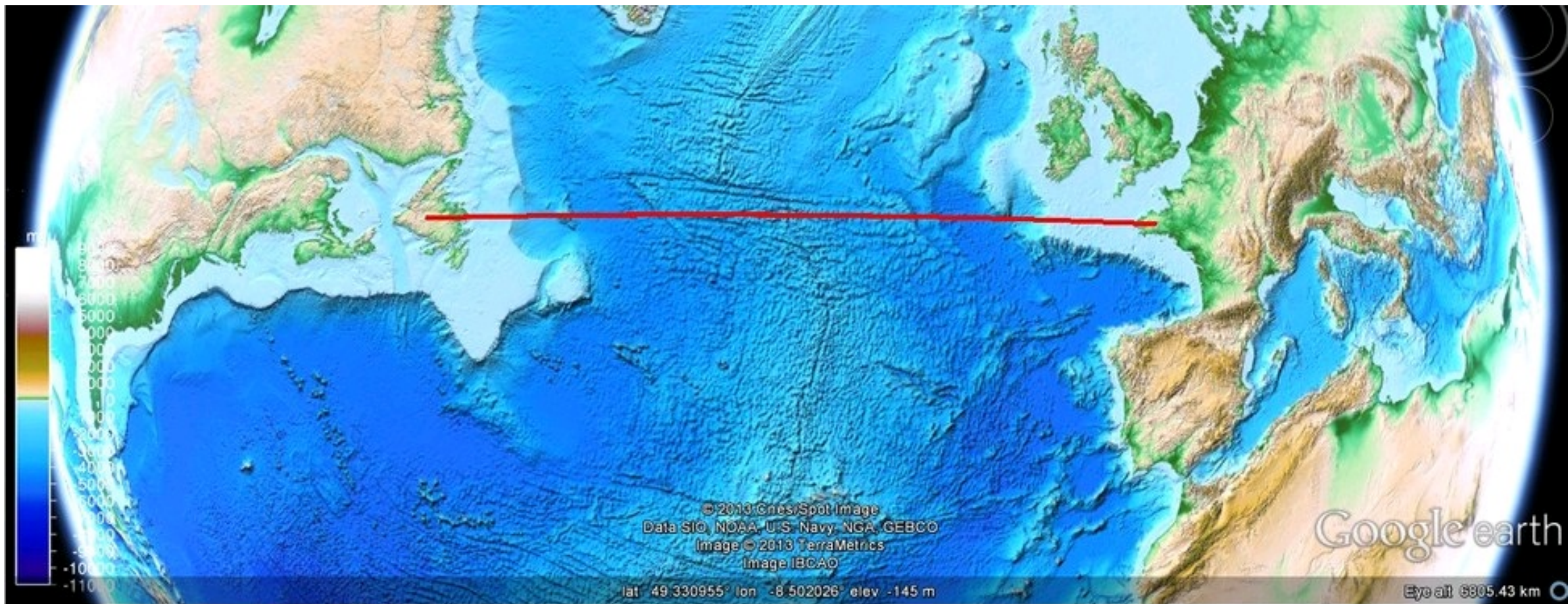
Hess concevait que le manteau terrestre était affecté par de larges courants de convection et que les parties ascendantes sont la cause des dorsales médio-océaniques, alors que les parties descendantes se trouvent au niveau des grandes fosses comme au pourtour du Pacifique.

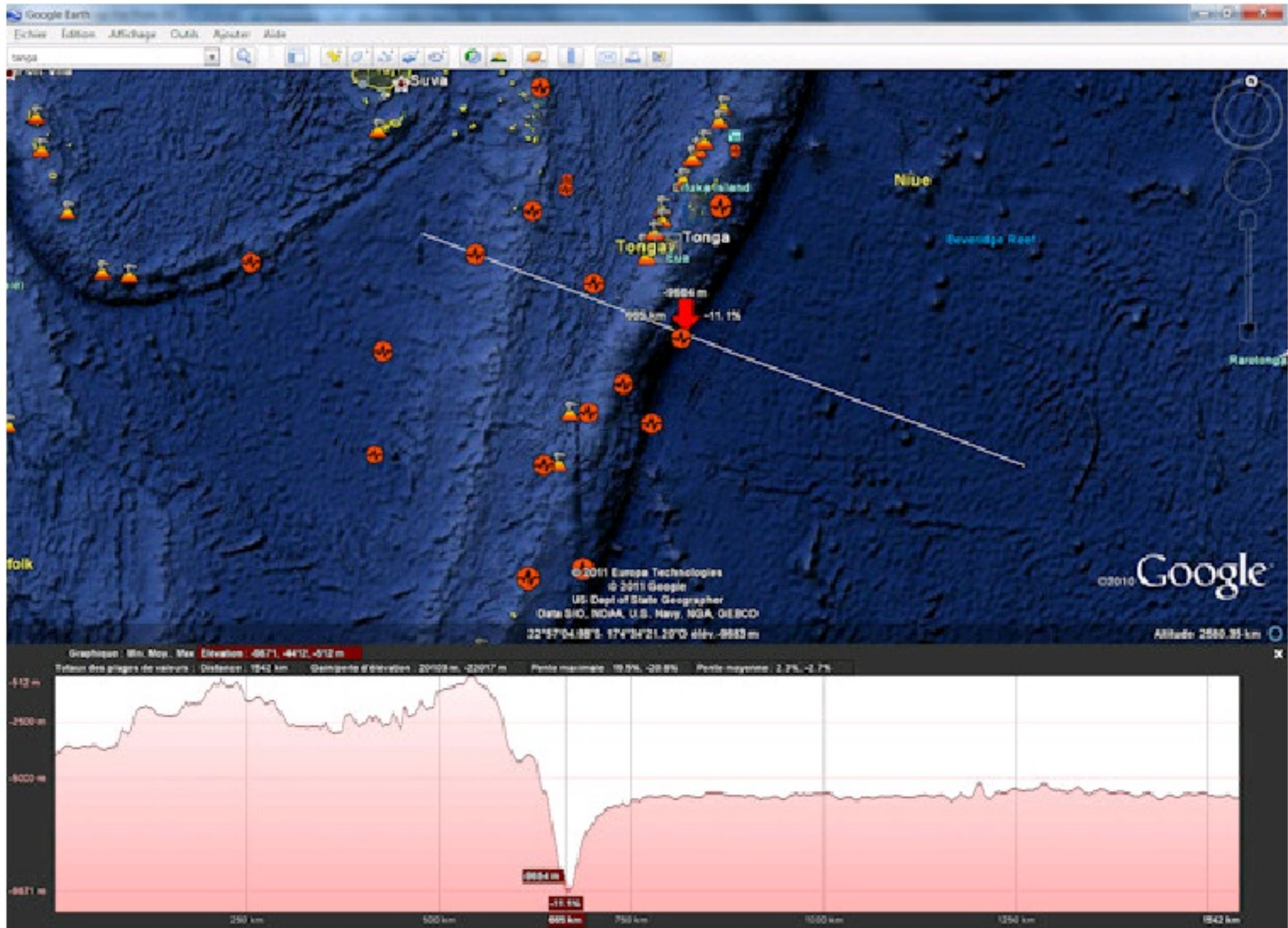
En utilisant la méthodologie de l'étude de documents, vous montrez comment Hess a pu aboutir à son hypothèse et ainsi relancer les idées mobilistes de Wegener.

En cas de blocage vous pouvez solliciter une aide supplémentaire sous forme de questions portant sur les documents.







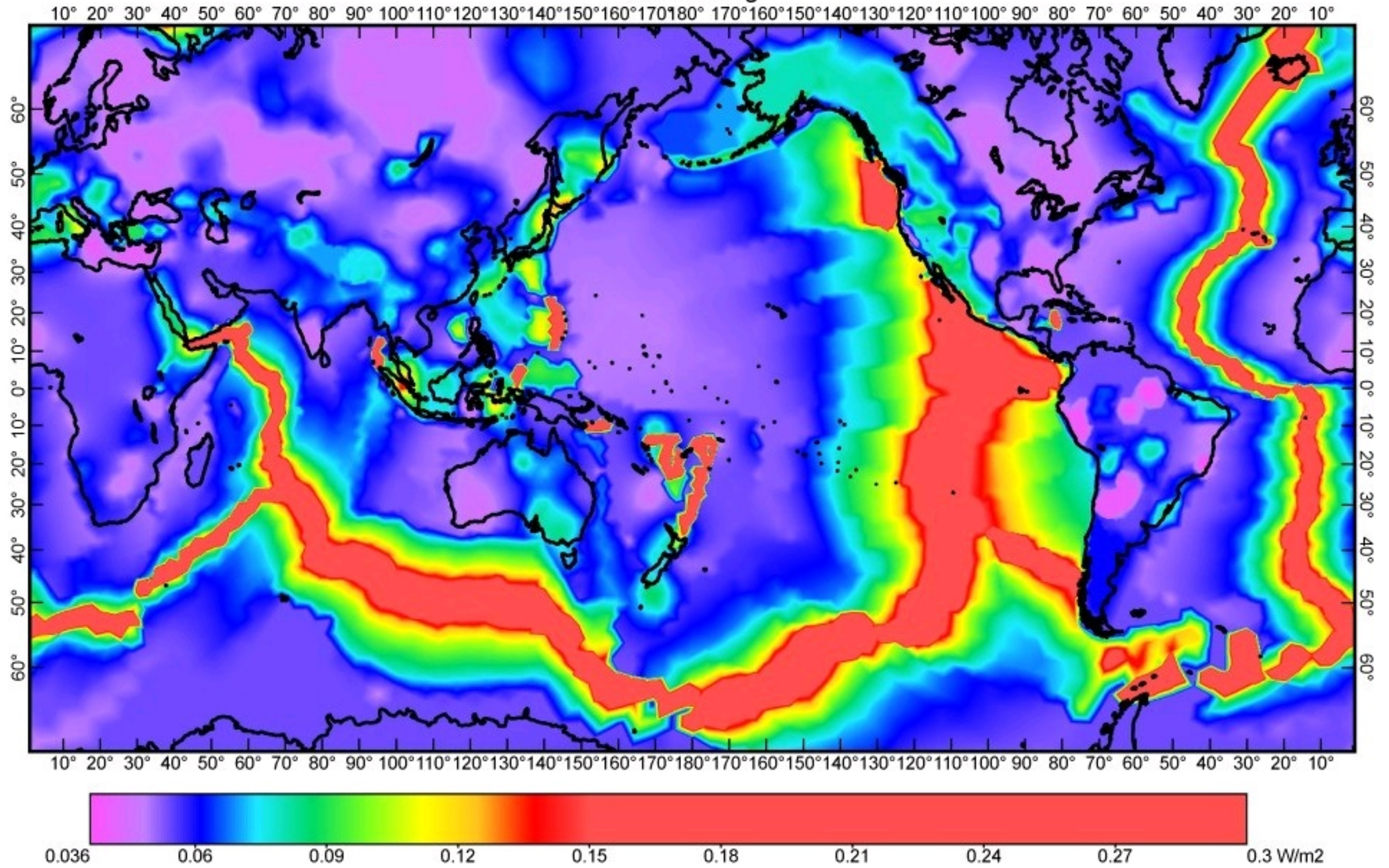


Les échouondages ont révélé une topographie singulière sous les océans. Les marges continentales passives (sans activité sismique) sont caractérisées par un plateau continental (0 à 200m) suivi d'un talus qui descend jusqu'à la plaine abyssale (4000 à 5000m). La prise en compte de ce talus montre une correspondance plus précise des formes des continents.

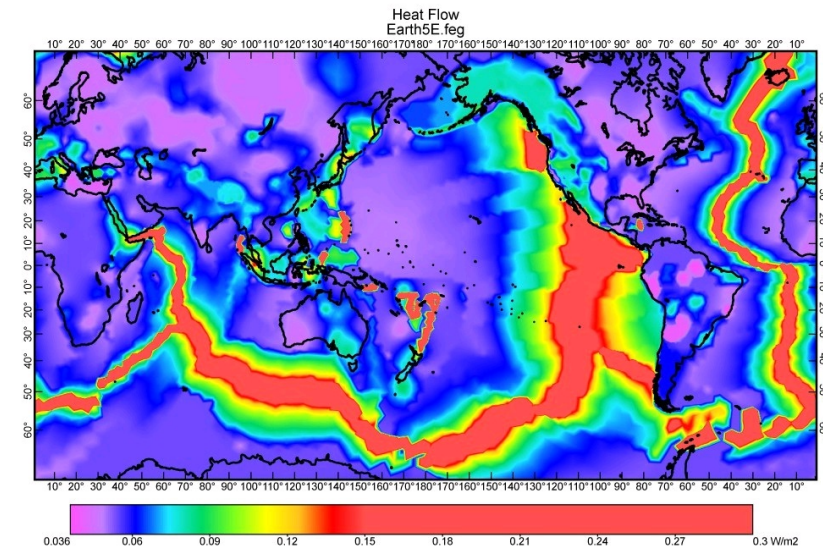
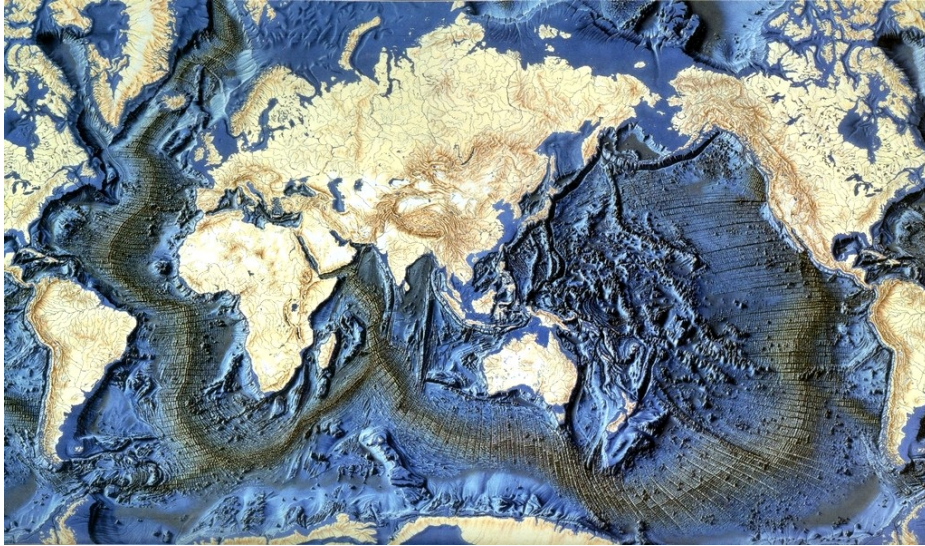
Au large des marges actives (à forte activité sismique et volcanique), se trouve des fosses pouvant parfois atteindre les 11000 m.

Enfin la position plus ou moins centrale des dorsales met en évidence une symétrie remarquable des fonds océaniques.

Heat Flow
Earth5E.feg

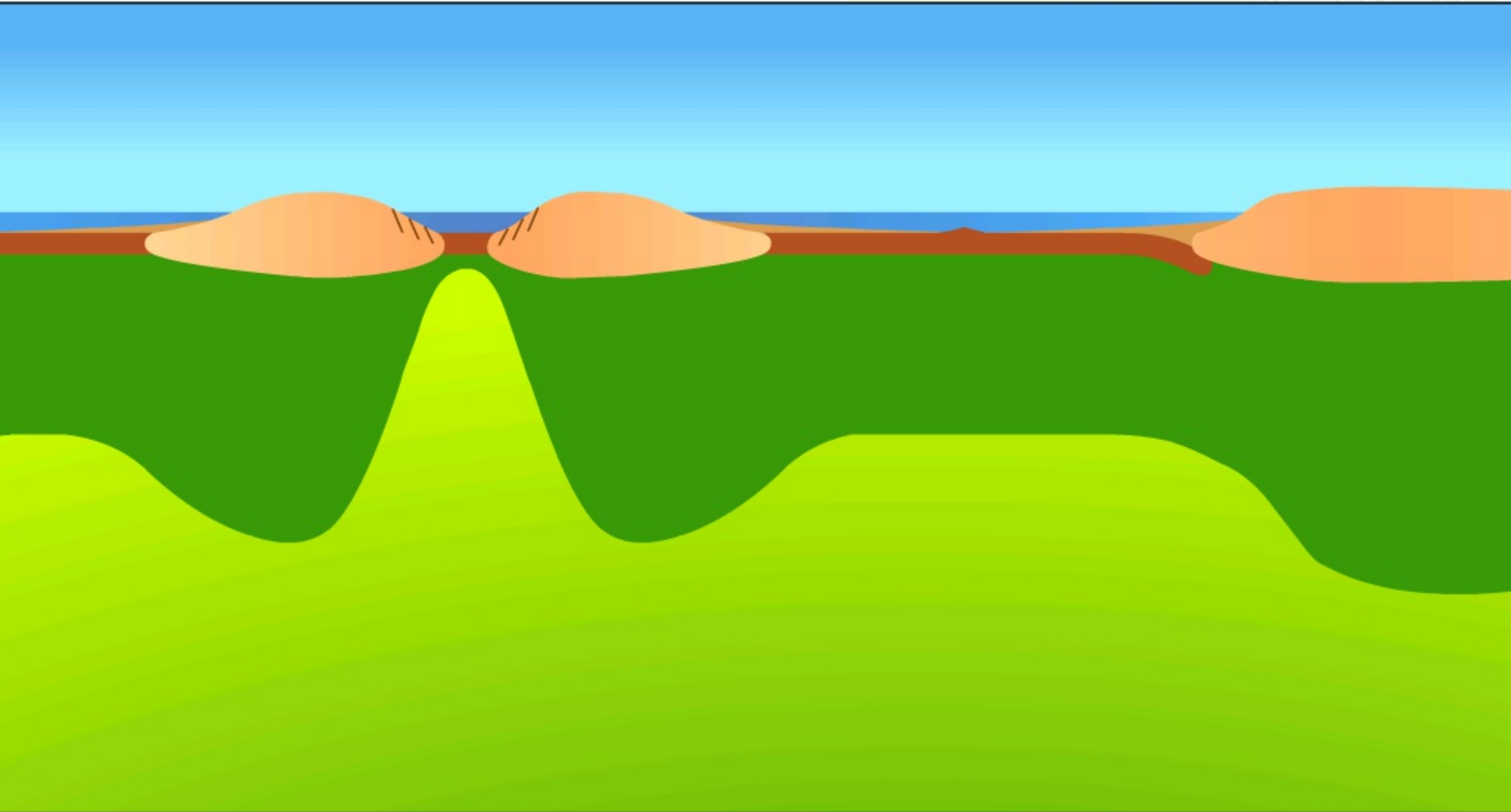
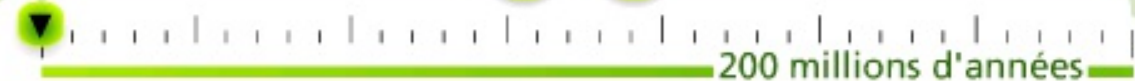


En comparant le profil topographique avec la carte de flux thermique : On observe que les flux de chaleur les plus importants se situent au niveau des dorsales dans les océans.



Tectonique des plaques

Légendes



1. A partir de l'hypothèse de Hess:

- Proposer une expérience permettant de modéliser les phénomènes mis en jeu.

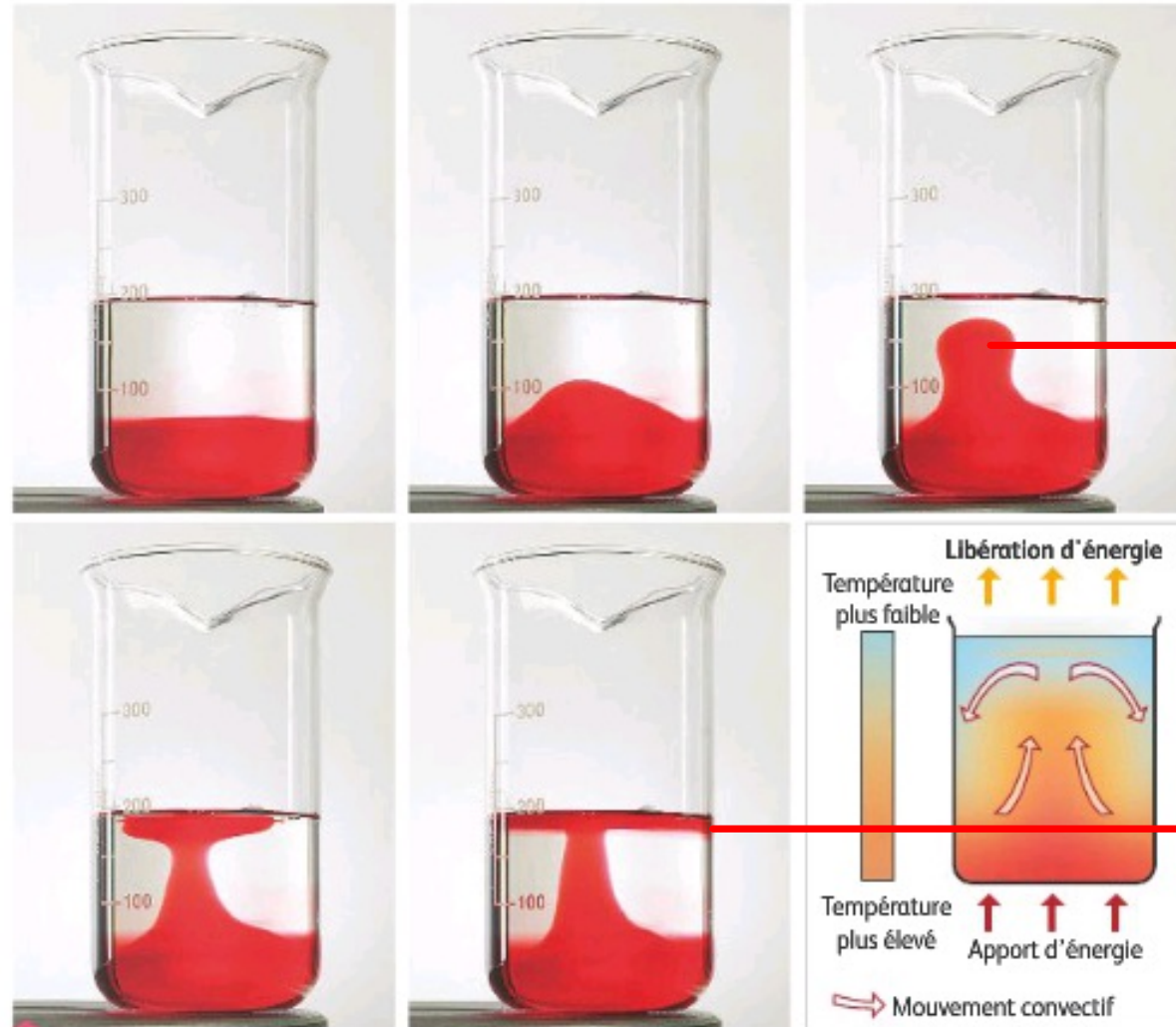
Vous avez à votre disposition le matériel suivant:

Ordinateurs connectés à internet - Logiciel Google Earth - Une bougie chauffe plat - Aimant - Un bécher 100mL en pyrex - Limaille de fer - Plaque de verre - De la craie rouge – Boussole - De l'huile de tournesol – Du miel/ou de la glycérine – Un barreau aimanté – Des boites de Petri -

- Écrire votre protocole sur une feuille, donnez le au professeur qui vous remettra une correction.
- Réaliser la manipulation décrite et schématiser le résultat sur une feuille. Vous indiquerez ce que modélise chaque élément.

RÉALISER

1. Faire fondre dans un bécher du gel coloré (1,5 cm d'épaisseur) et le laisser refroidir jusqu'à ce qu'il se fige complètement.
2. Faire fondre dans un autre bécher du gel transparent (5 cm d'épaisseur) puis le verser sur le gel coloré en le faisant s'écouler le long d'un agitateur.
3. Attendre que la surface du gel transparent se fige.
4. Placer le bécher sur une plaque chauffante.
5. Allumer la plaque chauffante et observer le comportement des gels.



b Différentes étapes de la modélisation d'une convection avec du gel à bougie et schéma d'interprétation.

mouvement
ascendant

mouvement
descendant

= cellule de
convection

2. A l'aide de la liste de matériel ci dessus et des explications ci-contre et du livre page 136-137 concernant les apports du paléomagnétisme :

- Réaliser une expérience permettant de modéliser l'enregistrement du champs magnétique par les basaltes.
- Schématiser vos résultats sur le document montrant les inversions du champ magnétique des fonds océaniques que vous collerez à la suite de la feuille précédente.

Enregistrement du champ magnétique des fonds océaniques

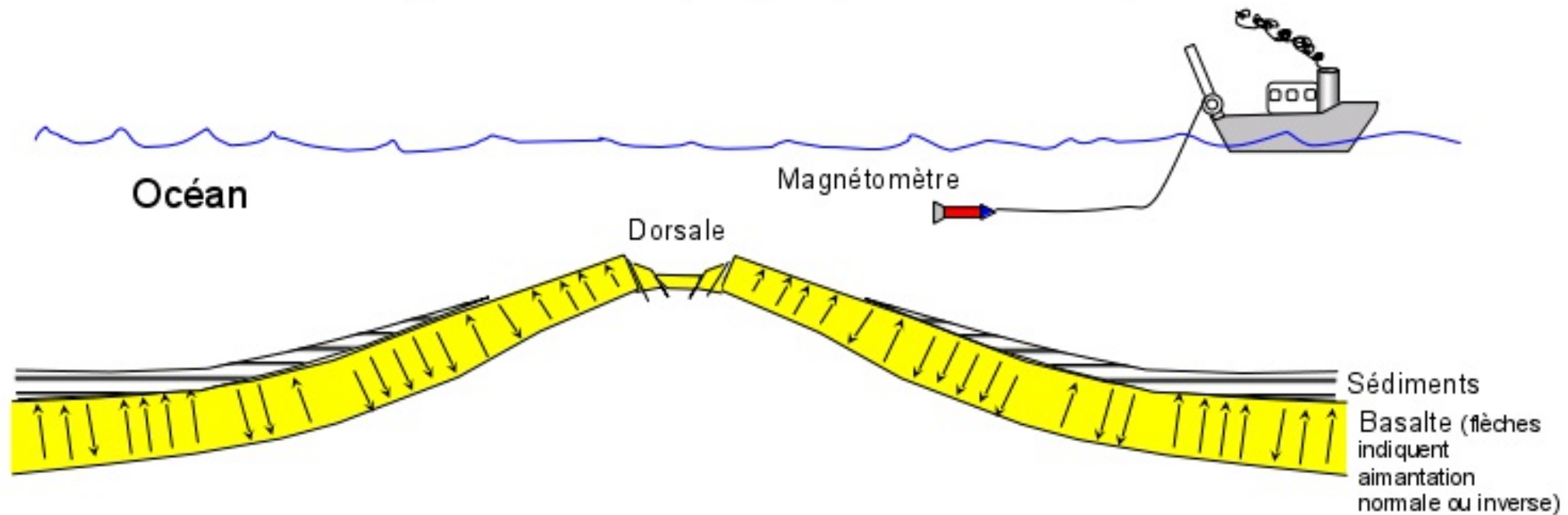
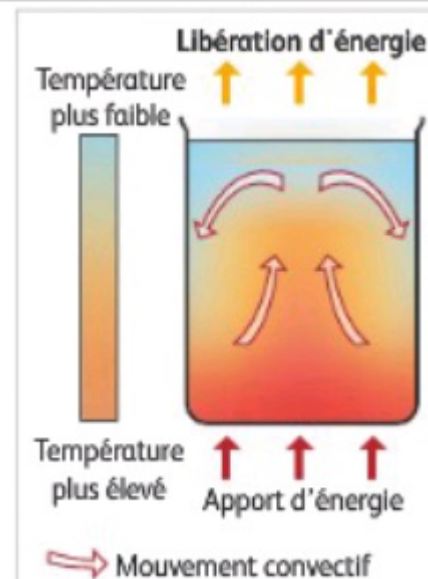


Schéma de l'expérience 2:



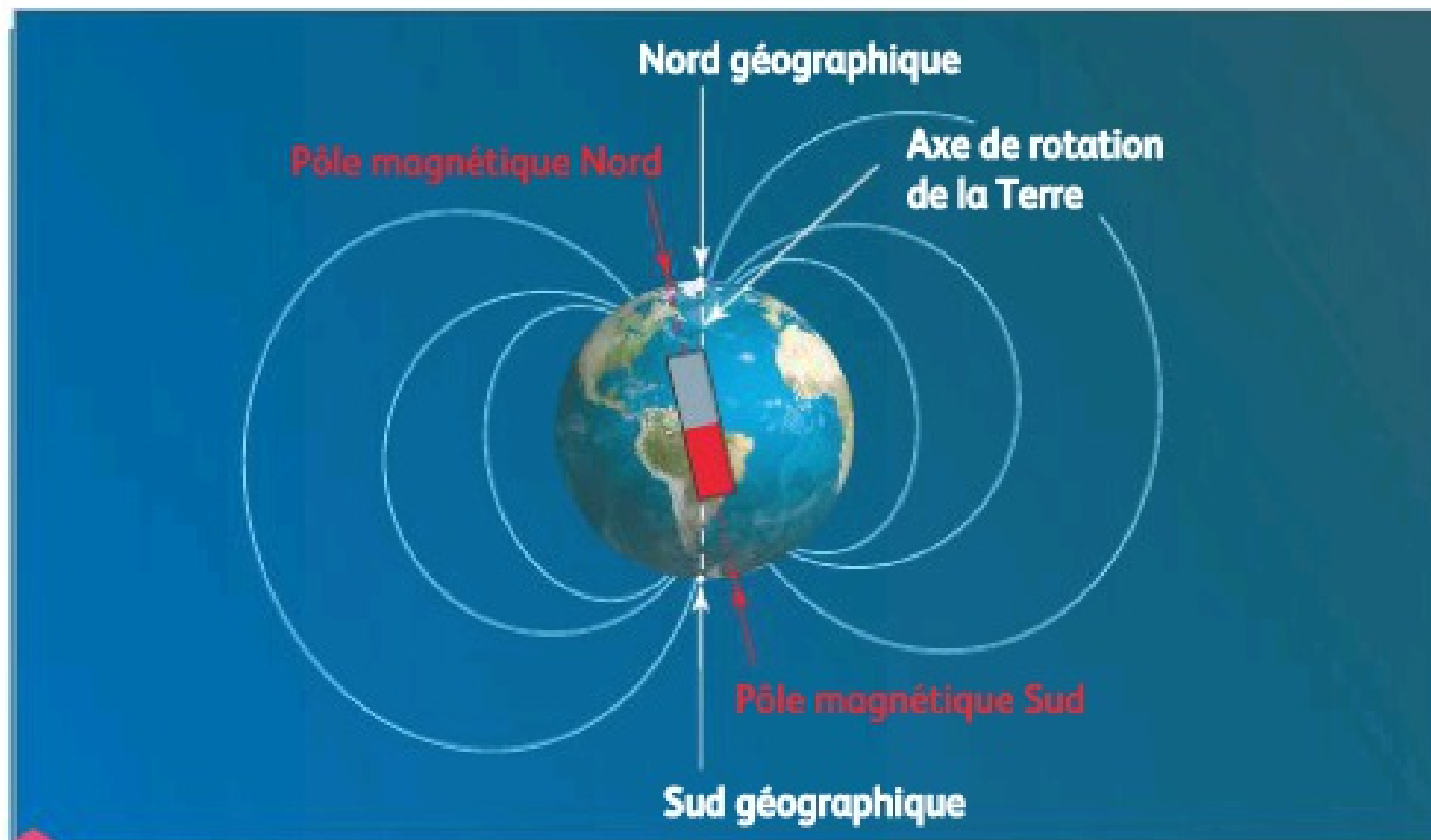
Mouvements de convection
à l'aplomb des dorsales
entraînant un mouvement
de divergence à l'origine



I. L'hypothèse de l'expansion des fonds océaniques.

1 Le champ magnétique terrestre

- ▶ On peut mesurer la direction du champ magnétique terrestre avec une boussole ; son aiguille aimantée s'oriente parallèlement au champ magnétique local. En première approximation, le champ magnétique terrestre est assimilé au champ créé par un aimant droit placé au centre de la Terre, constitué de deux pôles, Nord et Sud peu distants des deux pôles géographiques respectifs. Il est alors possible d'évaluer la valeur du magnétisme en chaque point du globe en fonction de sa position.



La Terre vue comme un aimant droit.

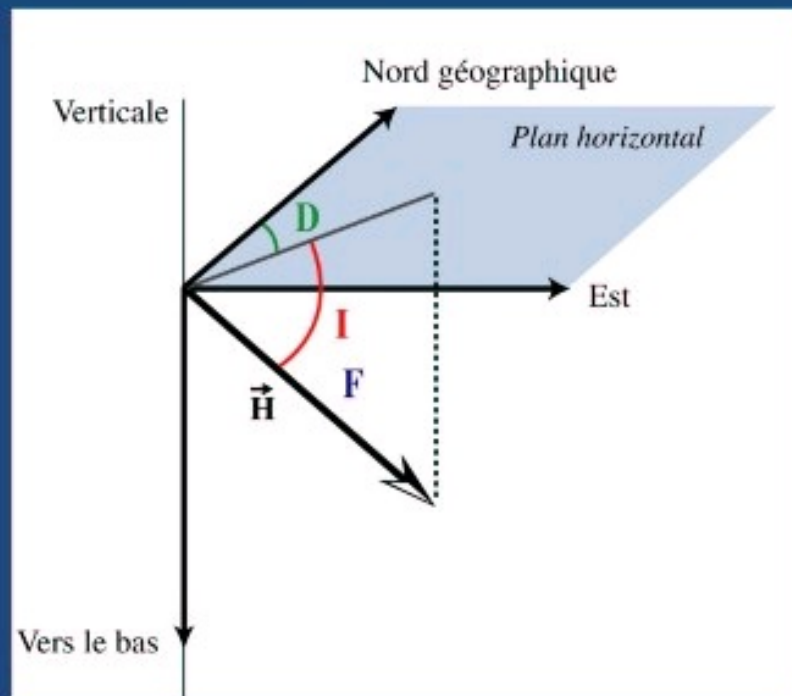
Des écoulements de fer et de nickel dans le noyau externe créent des courants électriques à l'origine de l'existence du champ magnétique terrestre. Ce champ magnétique est représenté par un vecteur qui matérialise la direction, le sens et l'intensité du champ. Actuellement le pôle nord magnétique correspond au pôle nord géographique.

Les roches magmatiques possèdent leur propre aimantation. Certaines roches, comme les basaltes contiennent des minéraux qui acquièrent une aimantation lorsque le magma refroidi (585°C pour les minéraux du basalte). Le champ magnétique du basalte en formation s'oriente alors selon le sens du champ magnétique de l'époque. Les caractéristiques de ce champ magnétique sont conservées lors du refroidissement du magma.

A l'aide d'un magnétomètre sensible on peut détecter dans la roche la trace de ce champ magnétique ancien, on parle de **paléomagnétisme**.

Le champ magnétique en un point est un vecteur que l'on peut définir par:

- son intensité F
- sa direction décrite elle-même par deux angles :
l'inclinaison I et la déclinaison D

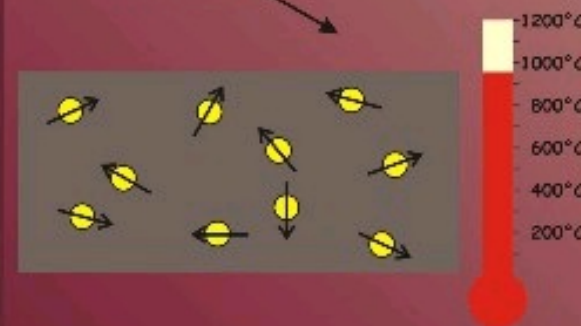


Aimantation Thermorémanente

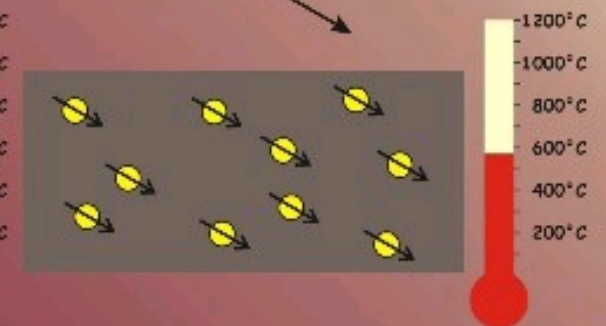
→ grain de magnétite



Champ magnétique terrestre



Champ magnétique terrestre



2 Le paléomagnétisme

► Lors de leur formation, les basaltes enregistrent la direction et le sens du champ magnétique terrestre régnant à l'endroit de leur mise en place.

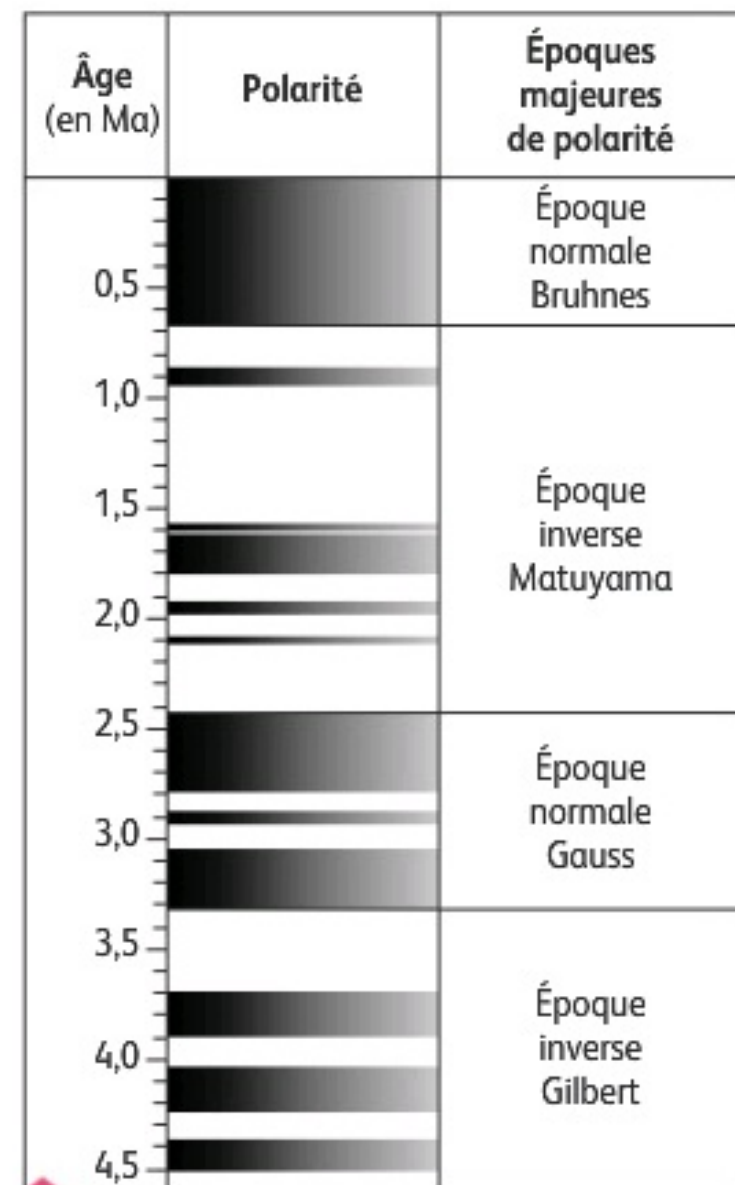
► L'étude de basaltes d'âges différents a montré que le champ magnétique enregistré dans ces roches a la même direction, mais peut présenter des sens



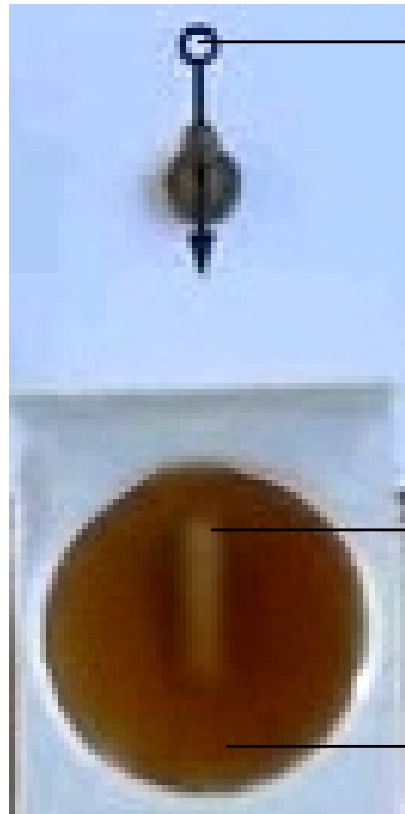
inversés : le champ magnétique terrestre s'est donc inversé de nombreuses fois au cours des temps géologiques.

► Ces études ont permis de construire un calendrier des inversions du champ magnétique terrestre. Les périodes caractérisées par un champ magnétique orienté dans le même sens que le champ actuel sont dites « normales » et sont représentées en noir, celles de champ magnétique inversé par rapport au champ actuel sont dites « inverses » et sont représentées en blanc.

a Mise en évidence du champ magnétique « fossile » enregistré dans un échantillon de basalte. La rose des vents indique la direction du Nord magnétique mesurée avec la même boussole en l'absence du basalte.



b Échelle des inversions magnétiques sur 5 millions d'années.



Boussole= magnétomètre

agitateur magnétique:

représente le magnétisme enregistré dans le
basalte=magnétite

Glycérine: représente le refroidissement du basalte
figeant la magnétite orientée selon le champ magnétique
terrestre du moment.

2. A l'aide de la liste de matériel ci dessus et des explications ci-contre et du livre page 136-137 concernant les apports du paléomagnétisme :

- Réaliser une expérience permettant de modéliser l'enregistrement du champs magnétique par les basaltes.
- Schématiser vos résultats sur le document montrant les inversions du champ magnétique des fonds océaniques que vous collerez à la suite de la feuille précédente.

Enregistrement du champ magnétique des fonds océaniques

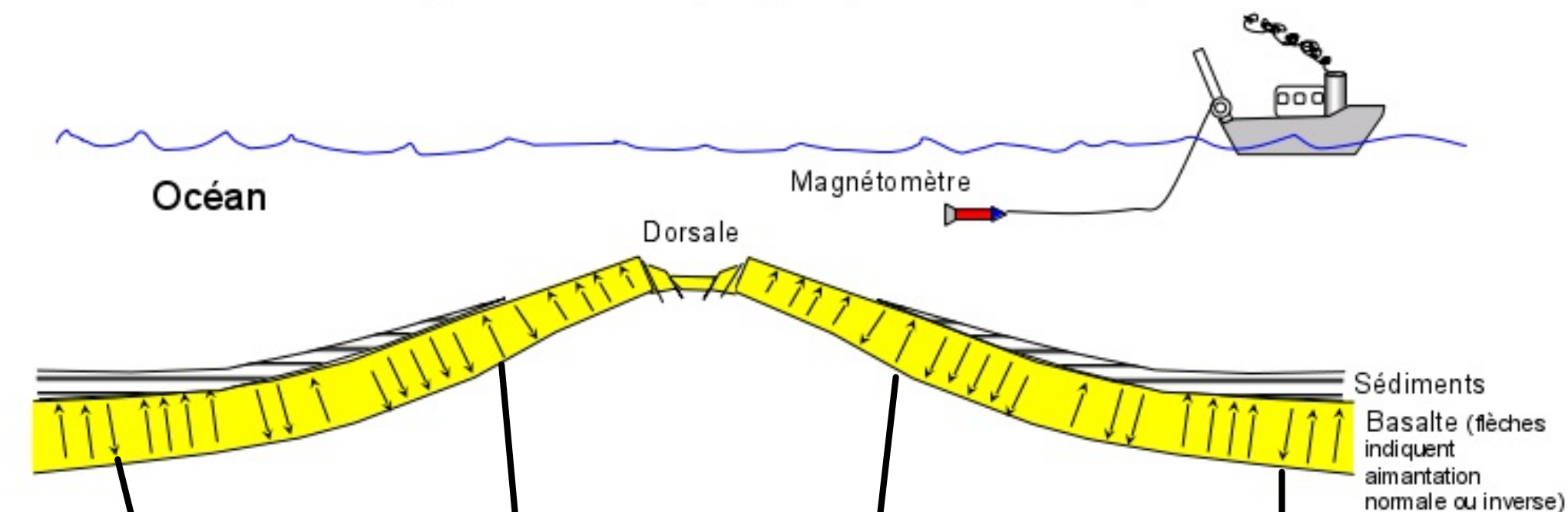
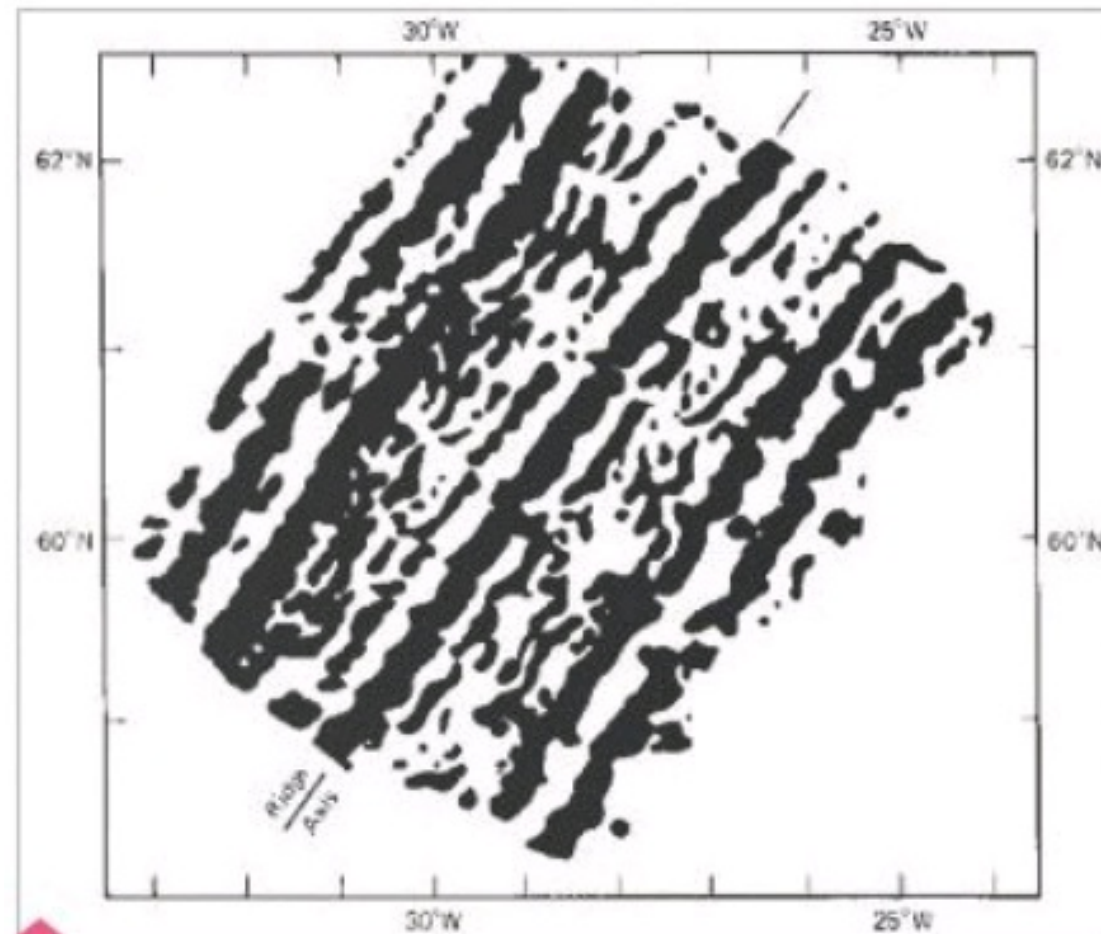


Schéma de l'expérience 2 :



► Des mesures du champ magnétique ont été effectuées à la surface des océans en utilisant des magnétomètres embarqués à bord d'avions ou tractés par des navires océanographiques. Ces mesures ont permis de tracer des profils magnétiques et de définir des **anomalies magnétiques**. À certains endroits, le champ magnétique mesuré diffère du champ magnétique estimé à partir du magnétisme actuel.

► Les anomalies positives ont été figurées sous forme de bandes noires et les anomalies négatives sous forme de bandes blanches.



b Anomalies magnétiques dans le secteur Nord atlantique.

1 (Doc 1 et 2) Précisez les caractéristiques prévisibles du champ magnétique enregistré dans les basaltes du plancher océanique de part et d'autre des dorsales en admettant l'idée d'une expansion des fonds océaniques.

1. En admettant l'idée d'une expansion des fonds océaniques, l'existence d'inversions du champ magnétique devrait conduire à la distribution symétrique de roches à magnétisme normal et inverse de part et d'autre des dorsales.

C'est l'expression d'une conséquence vérifiable.

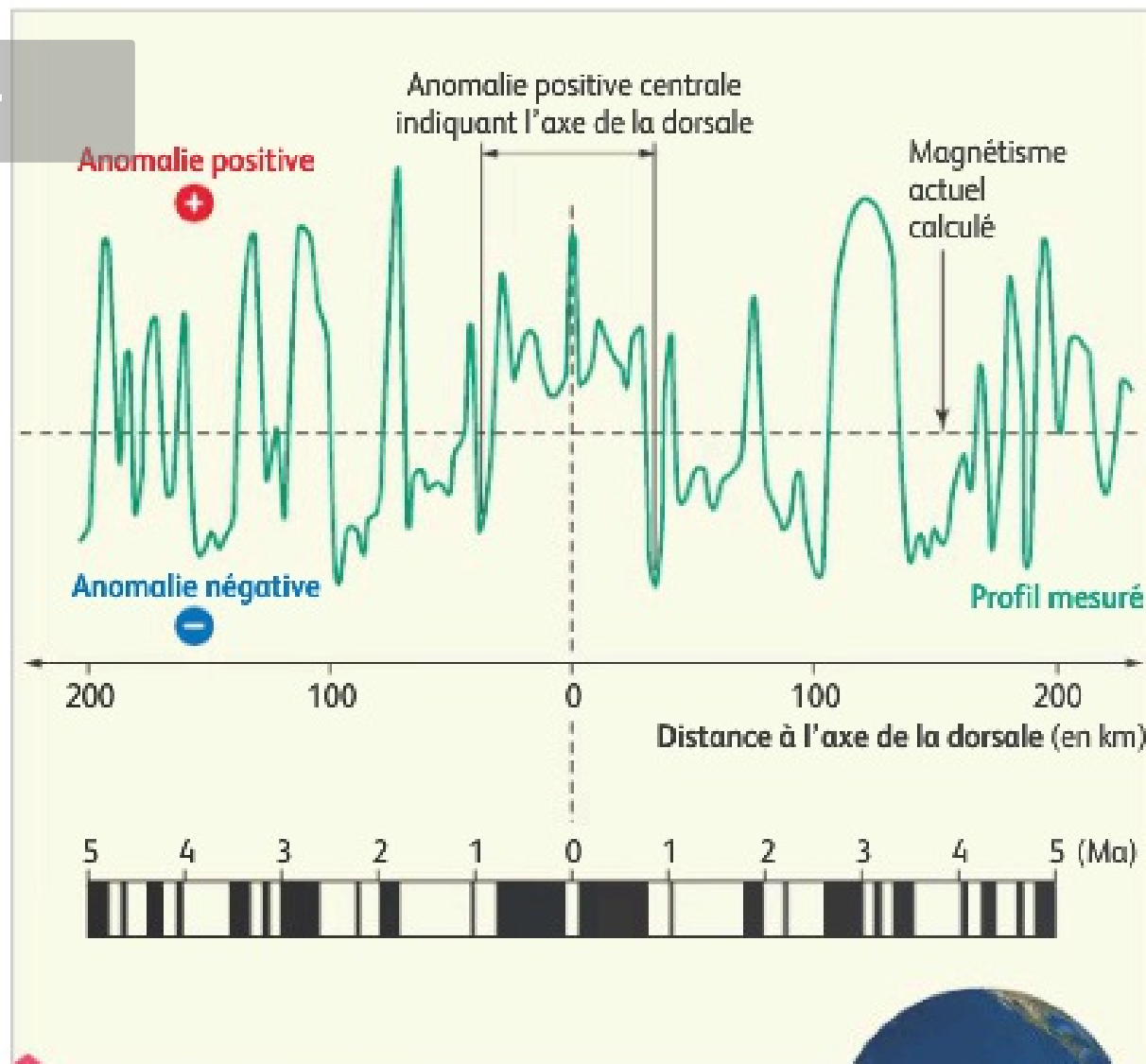
Groupe A

2 (Doc 3) Éprouvez l'hypothèse précédente dans le domaine pacifique à 51° de latitude S et évaluez la vitesse de divergence du plancher océanique de part et d'autre de la dorsale depuis 3 Ma.

2. La distribution symétrique des anomalies magnétiques de part et d'autre de la dorsale à 51° S de latitude dans l'océan Pacifique permet de valider l'idée d'une expansion des fonds océaniques de part et d'autre de cette dorsale ; elle permet également d'évaluer une vitesse moyenne d'expansion d'environ 8 cm/an à cet endroit de l'océan Pacifique au cours des 3 derniers millions d'années.

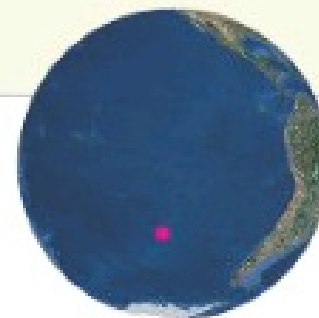
3 Les anomalies magnétiques

rgement en cour



a Profil magnétique de part et d'autre de la dorsale sud-Pacifique à 51° de latitude S.

L'échelle des inversions magnétiques a été replacée sous le profil pour rendre compte de la distribution des anomalies au cours du temps.



5cm --> 100km

$2 \times 100 / 5 = 40 \text{ km}$

ce déplacement a eu lieu sur 1 million d'année.

soit $4000000 \text{ cm} / 1000000$ d'année

soit 4cm/an sur une "demi dorsale"

3 (Doc 3) Même question pour le secteur Atlantique à 60° de latitude N.

3. La distribution symétrique des anomalies magnétiques de part et d'autre de la dorsale à 66°N de latitude dans l'océan Atlantique permet de valider l'idée d'une expansion des fonds océaniques de part et d'autre de cette dorsale ; elle permet également d'évaluer une vitesse moyenne d'expansion de 2 cm/an à cet endroit de l'océan Atlantique au cours des 3 derniers millions d'années.

4 **En conclusion**, indiquez les informations qui valident l'expansion des fonds océaniques.

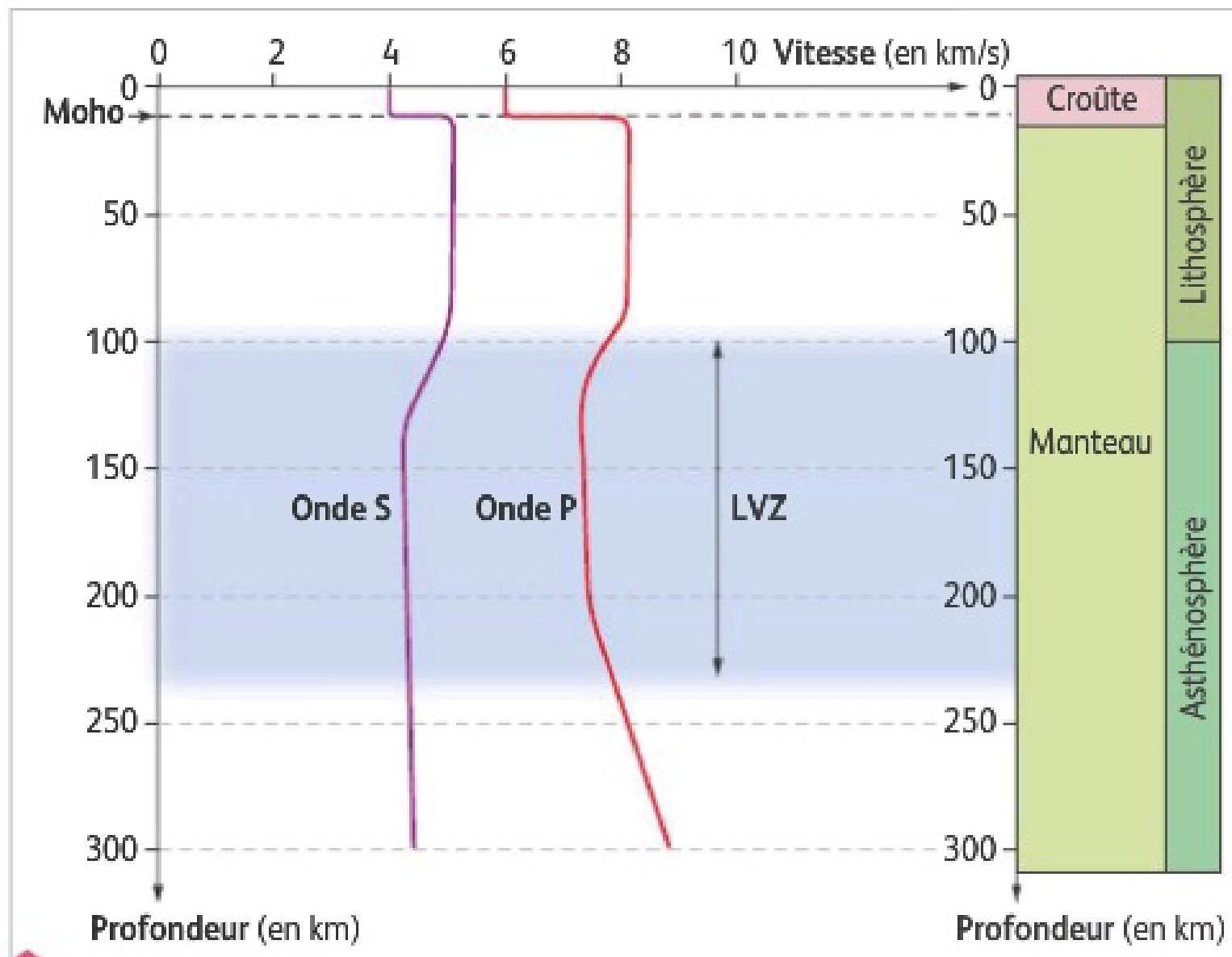
Les anomalies magnétiques distribuées de part d'autre d'une dorsale peuvent être corrélées au calendrier des inversions magnétiques : l'âge du plancher océanique croît donc en s'éloignant de cette dorsale, ce qui valide l'hypothèse d'une expansion des fonds océaniques de part et d'autre de son axe.



II- L'apport du paléomagnétisme

2 Lithosphère et asthénosphère

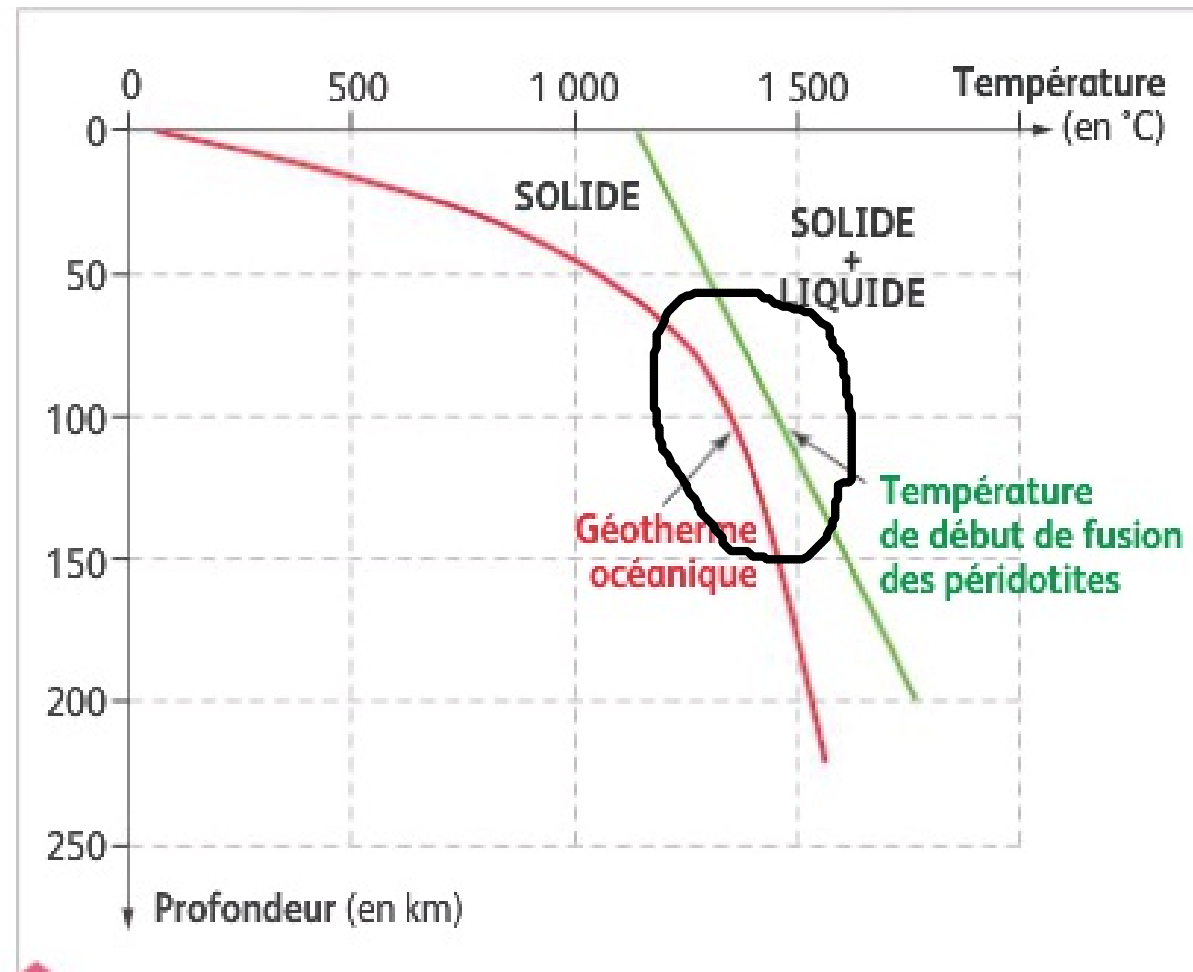
Les courbes de vitesse des ondes sismiques en fonction de la profondeur ont permis de définir et de différencier la lithosphère et l'asthénosphère située immédiatement en dessous.



La diminution de vitesse au niveau de la LVZ s'explique par le ramolissement des péridotites.

a Variations de la vitesse des ondes P et S de 0 à 300 km sous les océans et interprétation de la structure des couches.

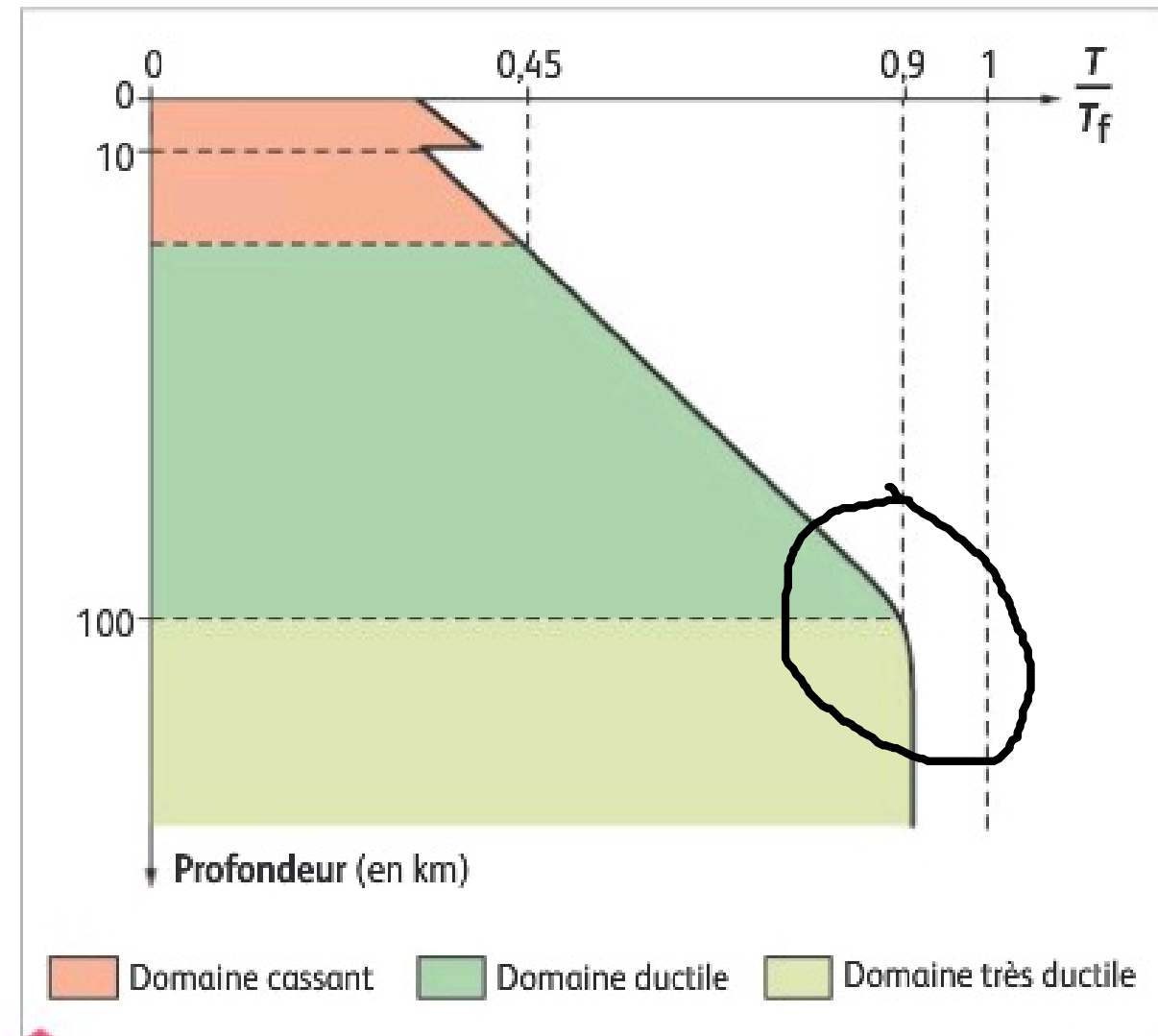
► Lorsque les roches de la lithosphère sont soumises à des contraintes mécaniques, elles peuvent résister à celles-ci sans se déformer tant que les contraintes sont inférieures à leur seuil de résistance ou, au contraire, se déformer lorsque les contraintes dépassent ce seuil. On distingue alors la **déformation cassante** des roches caractérisée par leur rupture et pou-



b Géotherme océanique évalué à 100 km de distance de l'axe de la dorsale. Le géotherme fournit la température des matériaux en fonction de la profondeur.

vant être à l'origine d'ondes sismiques, de leur **déformation ductile** sans rupture et sans production d'ondes sismiques.

► La capacité de déformation des roches est liée au rapport T/T_f des roches où T est la température des roches et T_f leur température de fusion. Plus ce rapport est proche de 1, plus la roche est déformable.

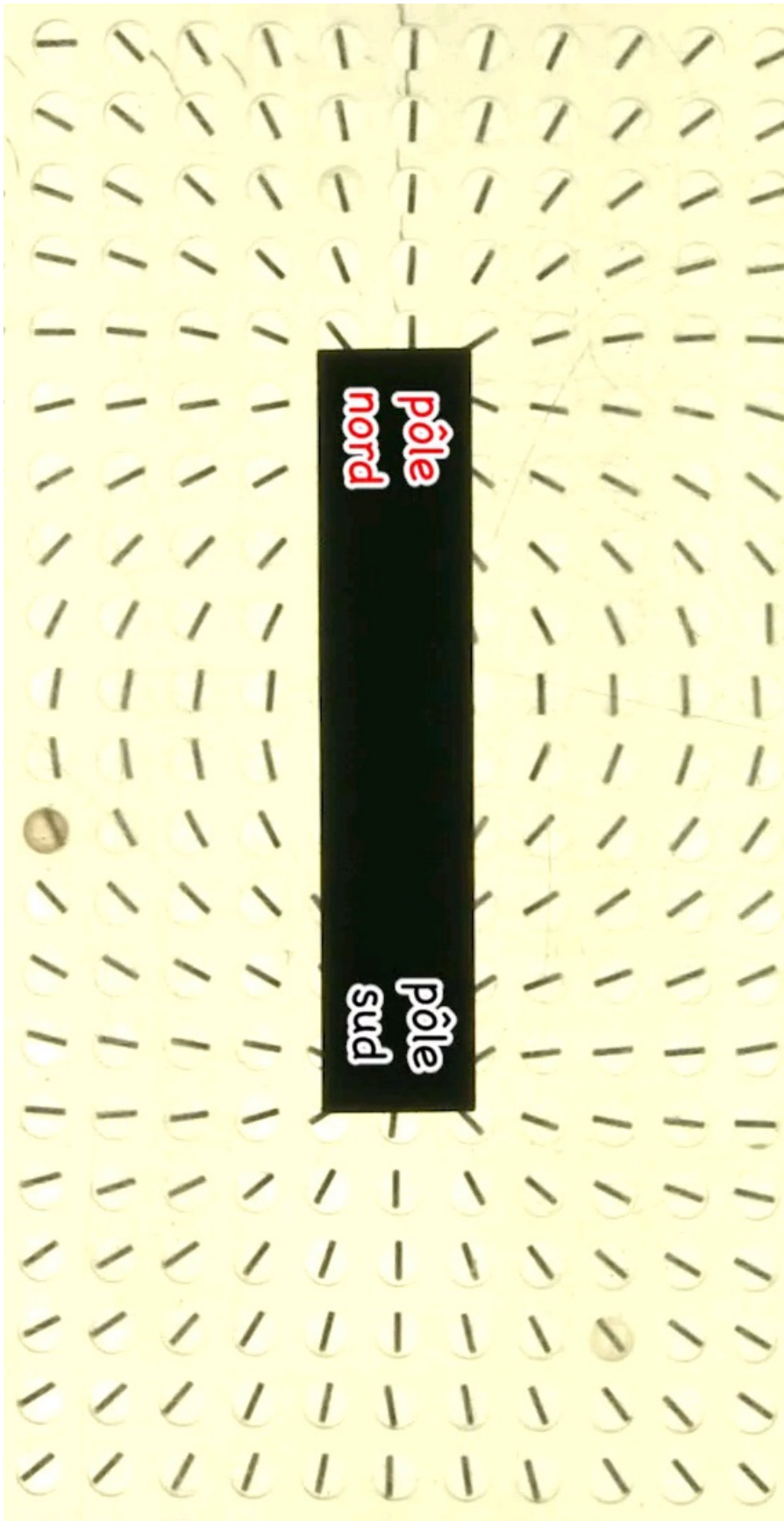


c Comportement mécanique de la lithosphère océanique.

Observation: Nous avons vu que le paléomagnétisme valide le modèle de l'expansion océanique?

Problème: En quoi valide t-il la mobilité horizontale des continents?

Visualisation des lignes de champ



1. Pour visualiser ces grandeurs, rendez vous au site suivant (ou via moodle):

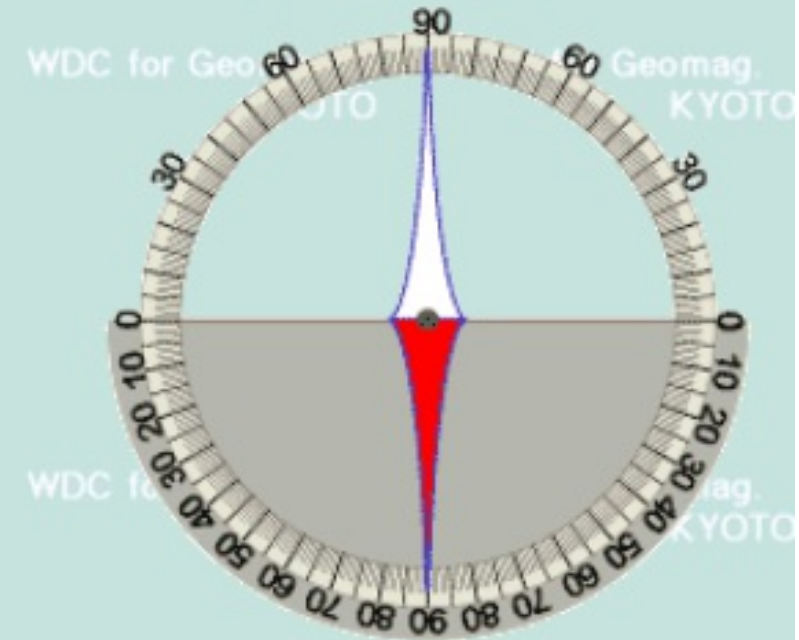
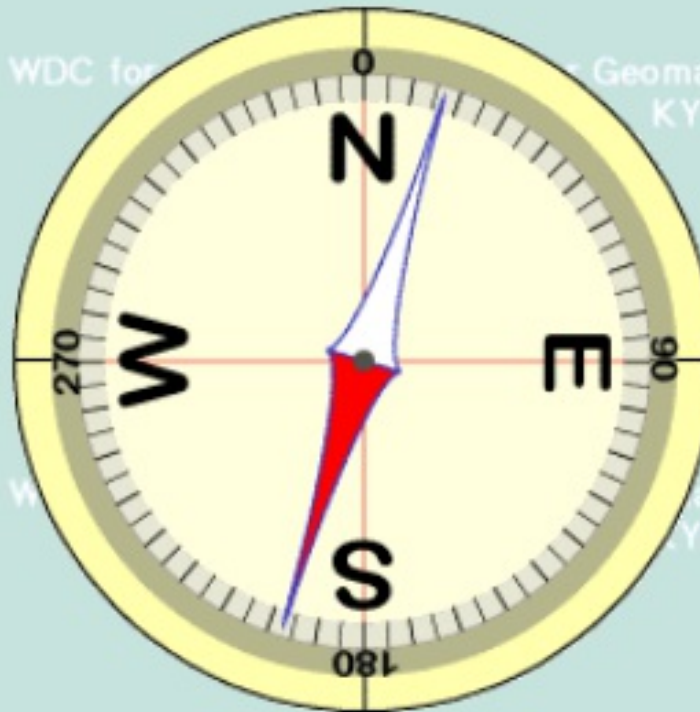
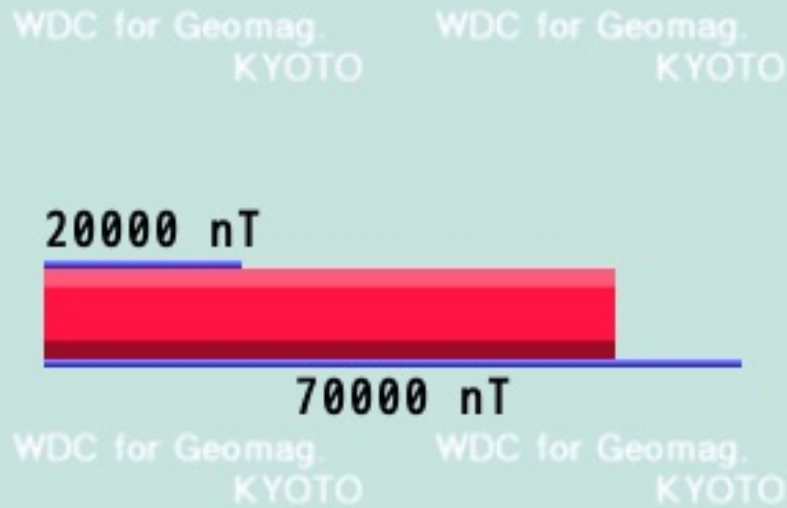
<http://swdcwww.kugi.kyoto-u.ac.jp/igrf/point/index.html>

- Entrer les coordonnées des pôles magnétiques (2015) Nord : 86,3 N et 160,0 W
puis Sud : 64,3 S et 136,6 E

- Cliquer sur Submit et observer la boussole à inclinaison. Relever l'intensité (Total Intensity en nT) et l'inclinaison (en degrés + pour le N ou - pour le S) .

- Cliquer sur la carte au niveau de l'équateur magnétique (côte sud ouest africaine), et de la France (comparer sud et nord de la France) et relever les mêmes données.

Geomagnetic elements Lat.: 86.300N Long.: 160.000W Altitude: 0.0m Year:2015 (IGRF)



Total Intensity (F):

57065.6 nT

Declination (D): -162.733°

Inclination (I): 89.994°

Northward (X): -6.0 nT

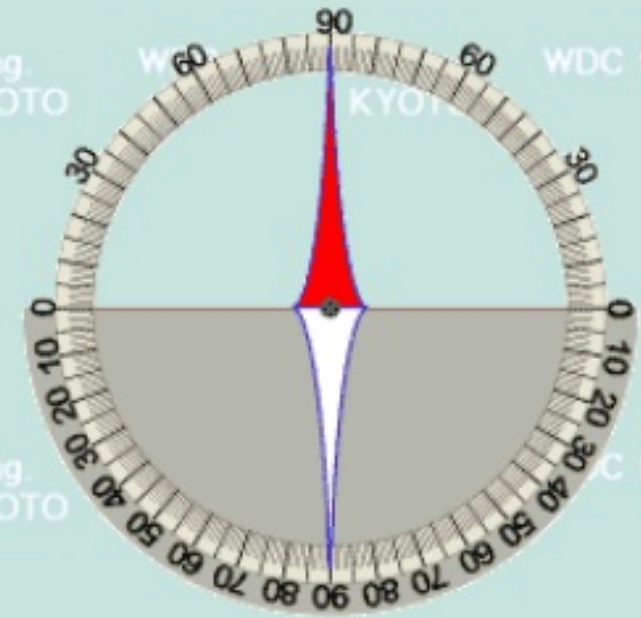
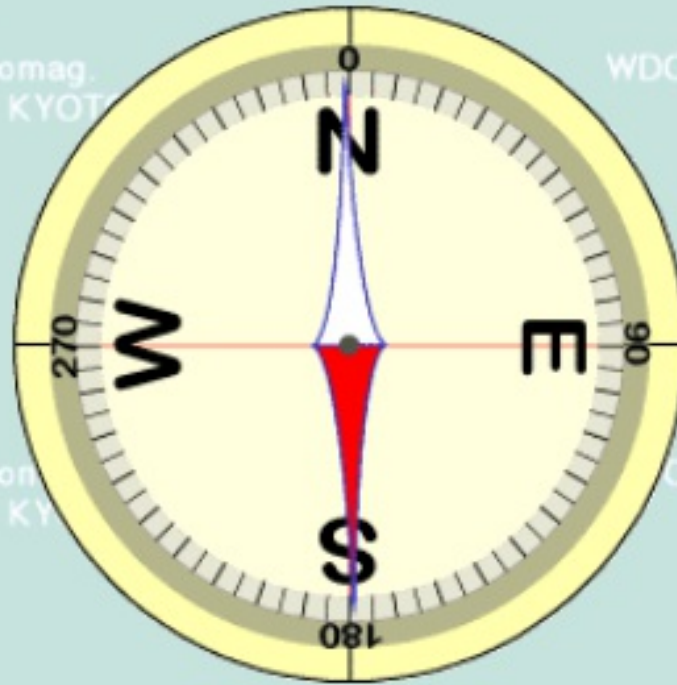
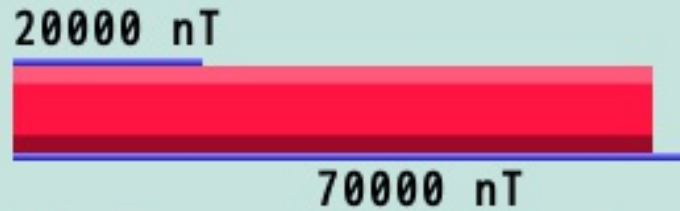
Eastward (Y): -1.9 nT

Downward (Z): 57065.6 nT

Horizontal (H): 6.3 nT

Geomagnetic elements

Lat.: 64.300S Long.: 136.600E Altitude: 0.0m Year:2015 (IGRF)



Total Intensity (F): 66769.6 nT

Declination (D): 179.119°

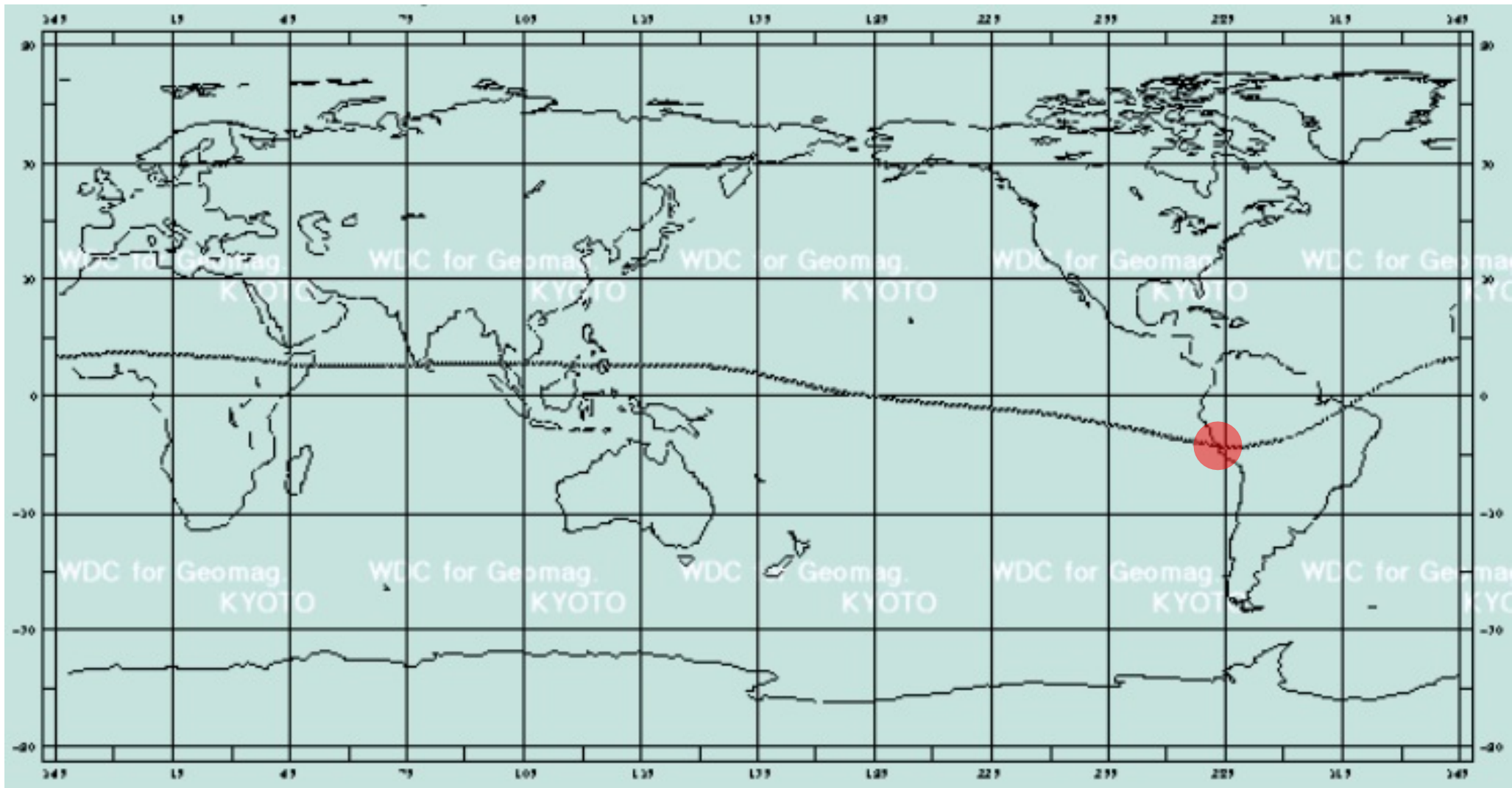
Inclination (I): -89.985°

Northward (X): -17.2 nT

Eastward (Y): 0.3 nT

Downward (Z): -66769.6 nT

Horizontal (H): 17.2 nT



équateur magnétique (côte sud ouest africaine)

Geomagnetic elements Lat.: 7.364N Long.: 51.105E Altitude: 0.0m Year:2015 (IGRF)

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

20000 nT

70000 nT

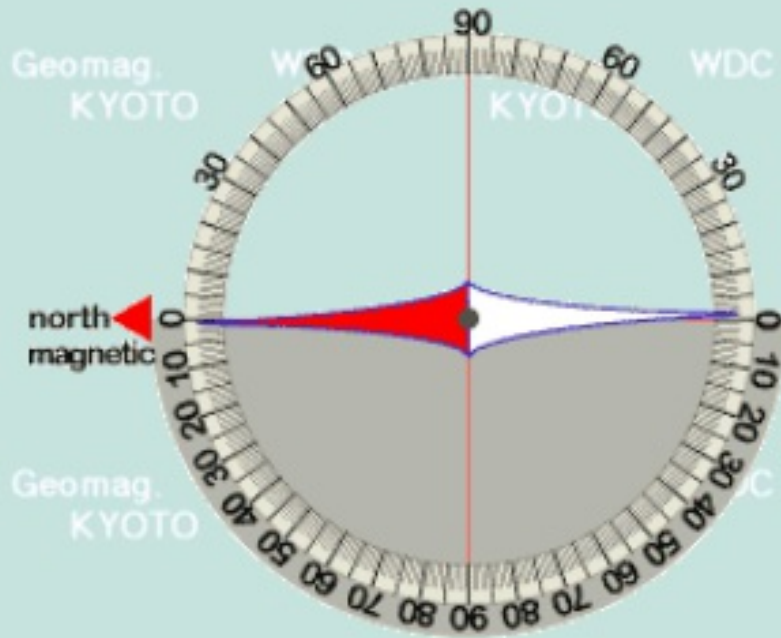
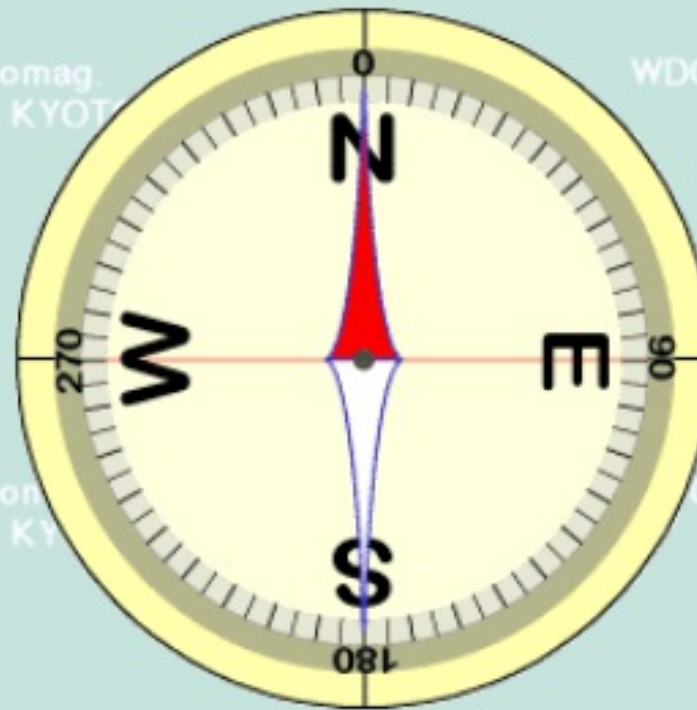
WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO



Total Intensity (F): 36543.4 nT

Declination (D): -0.364°

Inclination (I): 0.815°

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

WDC for Geomag.
KYOTO

Northward (X): 36539.0 nT

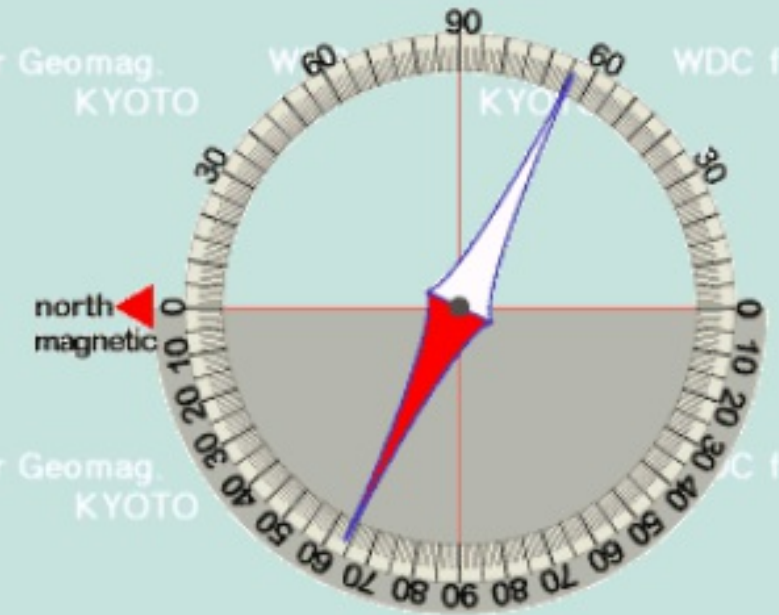
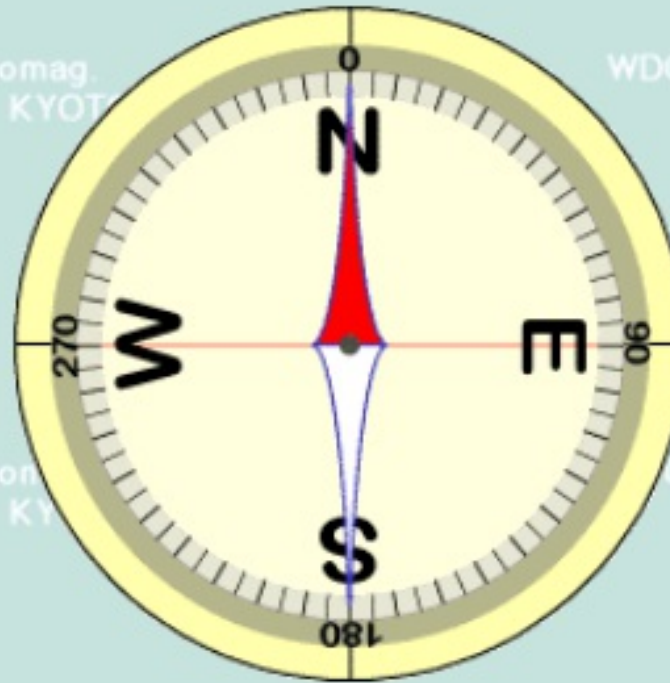
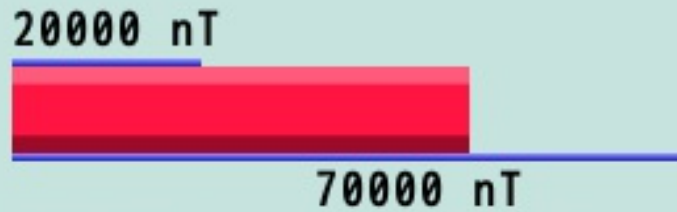
Eastward (Y): -232.2 nT

Downward (Z): 520.0 nT

Horizontal (H): 36539.7 nT

Nord de la France

Geomagnetic elements Lat.: 48.682N Long.: 3.080E Altitude: 0.0m Year:2015 (IGRF)



Total Intensity (F): 47980.1 nT

Declination (D): 0.411°

Inclination (I): 64.180°

Northward (X): 20896.7 nT

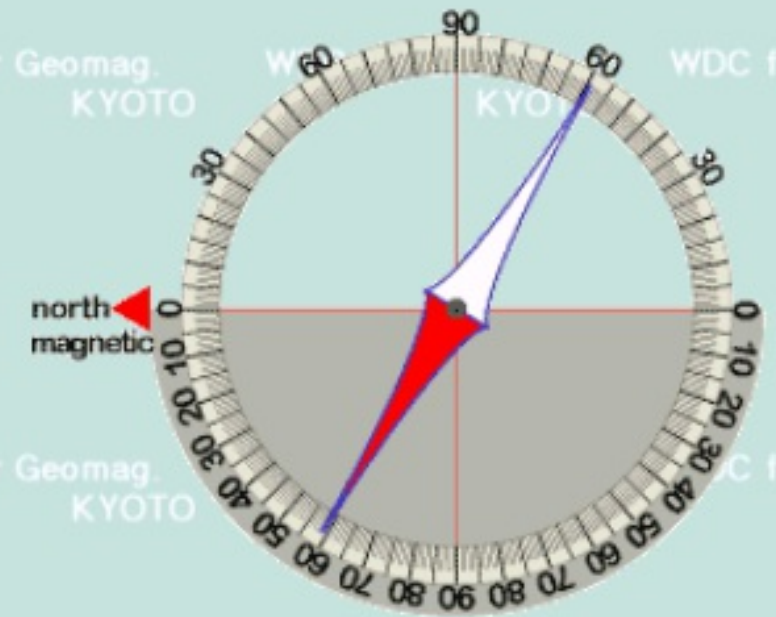
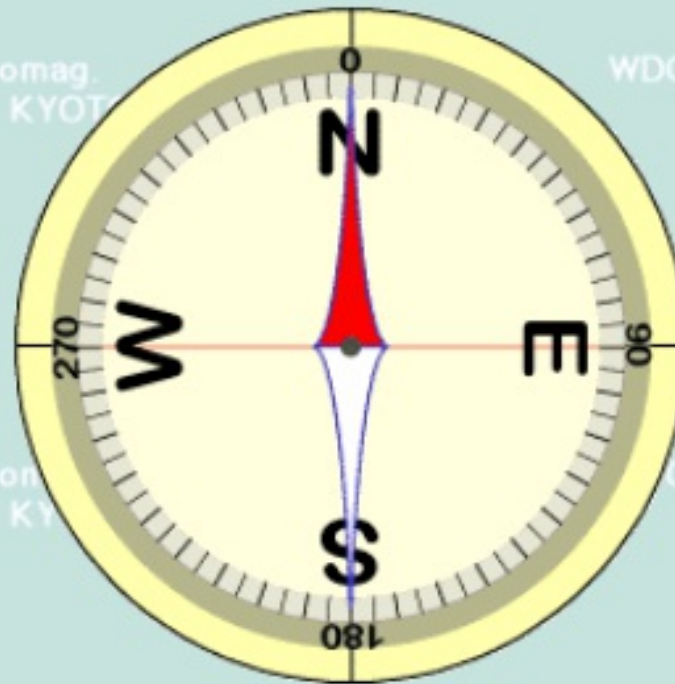
Eastward (Y): 150.0 nT

Downward (Z): 43190.2 nT

Horizontal (H): 20897.2 nT

Sud de la France

Geomagnetic elements Lat.: 43.588N Long.: 1.950E Altitude: 0.0m Year:2015 (IGRF)



Total Intensity (F): 46252.9 nT

Declination (D): 0.359°

Inclination (I): 59.138°

Northward (X): 23725.9 nT

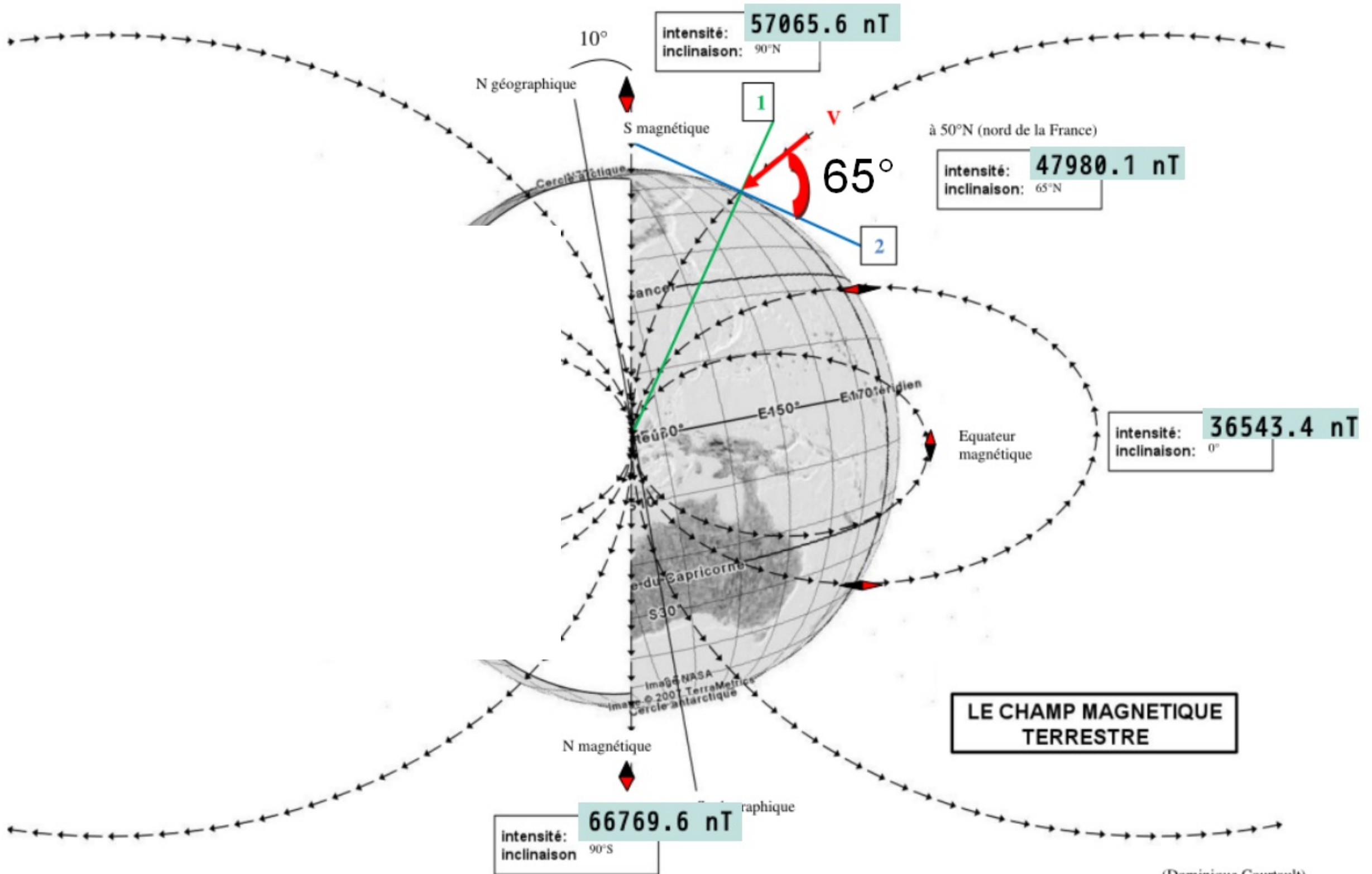
Eastward (Y): 148.5 nT

Downward (Z): 39703.7 nT

Horizontal (H): 23726.4 nT

2. Indiquer sur le document "Le champ magnétique terrestre" le N géographique et le "S" magnétique, le S géographique et le "N" magnétique, et l'angle de 10° entre les deux axes.

Reporter l'intensité (Total Intensity en nT) et l'inclinaison (en $^\circ$ N ou S) pour le pôle N et le pôle S magnétiques à l'équateur magnétique (côte sud ouest africaine) pour la France (50° de latitude N).

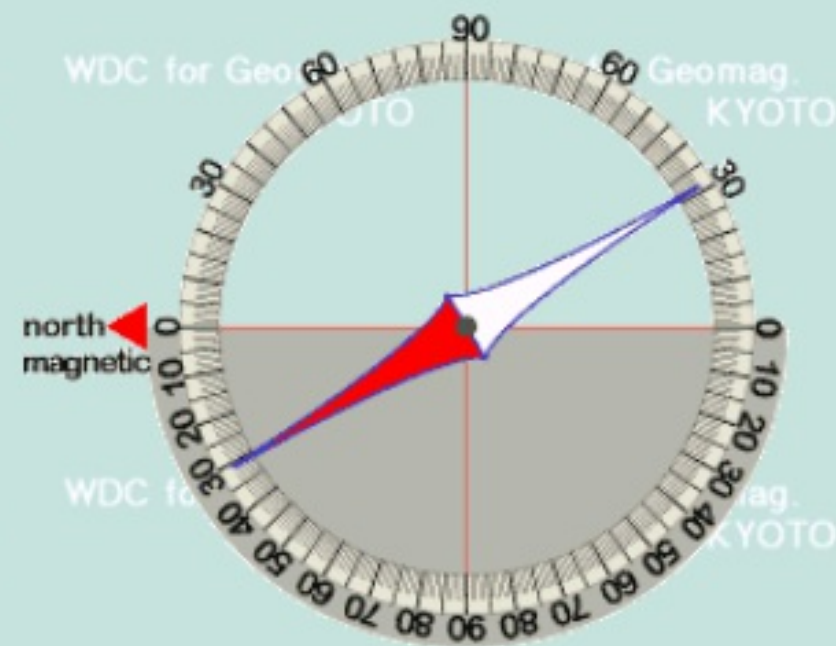
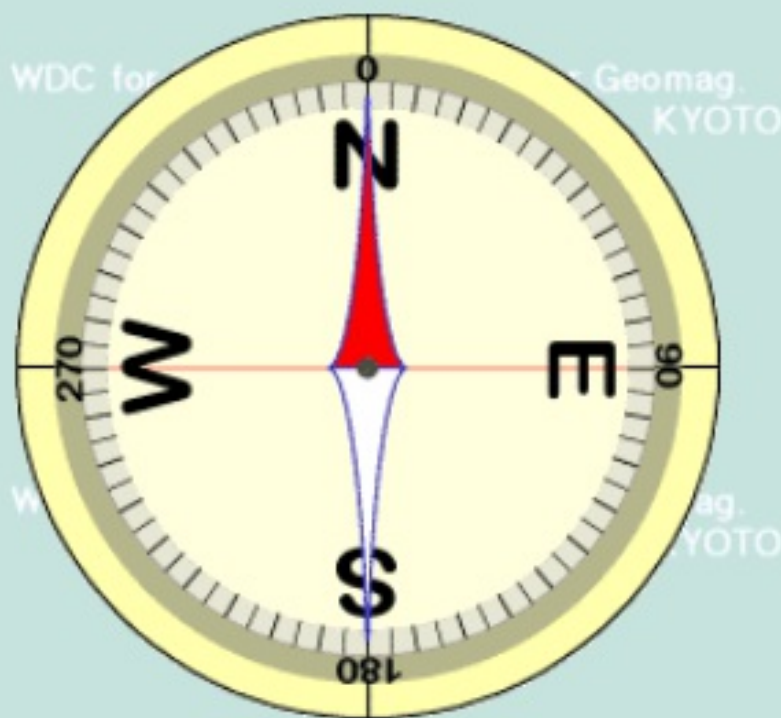
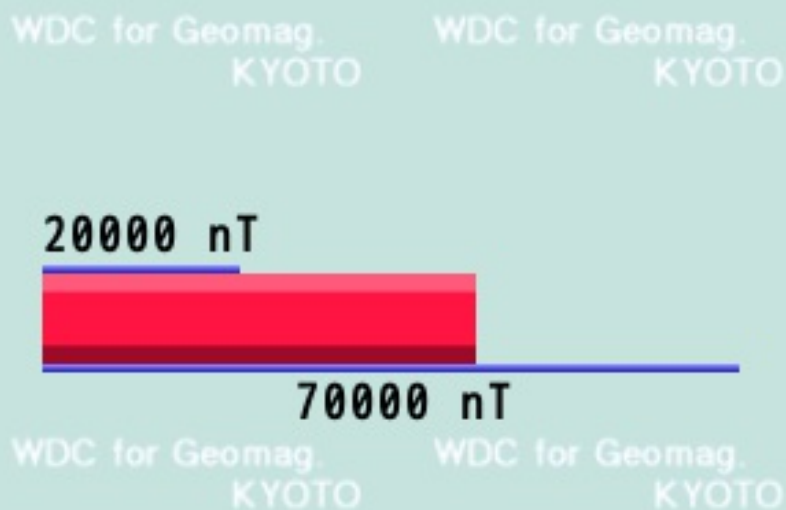


LE CHAMP MAGNETIQUE TERRESTRE

4. Dans <http://swdcwww.kugi.kyoto-u.ac.jp/igrf/point/index.html>:

- Entrer les coordonnées du Deccan (NE de l'Inde) : 21 N / 70.5 E puis cliquer sur Submit relever l'inclinaison (en degrés + pour le N ou - pour le S).
- Entrer les coordonnées de La Réunion : - 21 N / 55.5 E puis cliquer sur Submit relever l'inclinaison (en degrés + pour le N ou - pour le S).

Geomagnetic elements Lat.: 21.000N Long.: 70.500E Altitude: 0.0m Year:2015 (IGRF)



Total Intensity (F):
43515.4 nT

Declination (D): 0.027°

Inclination (I): 31.383°

Northward (X): 37149.4 nT

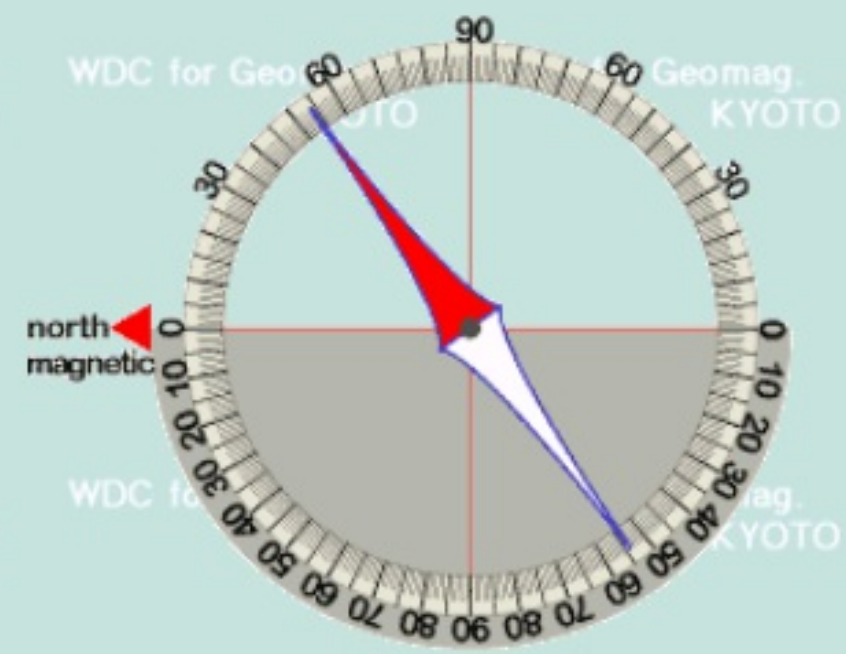
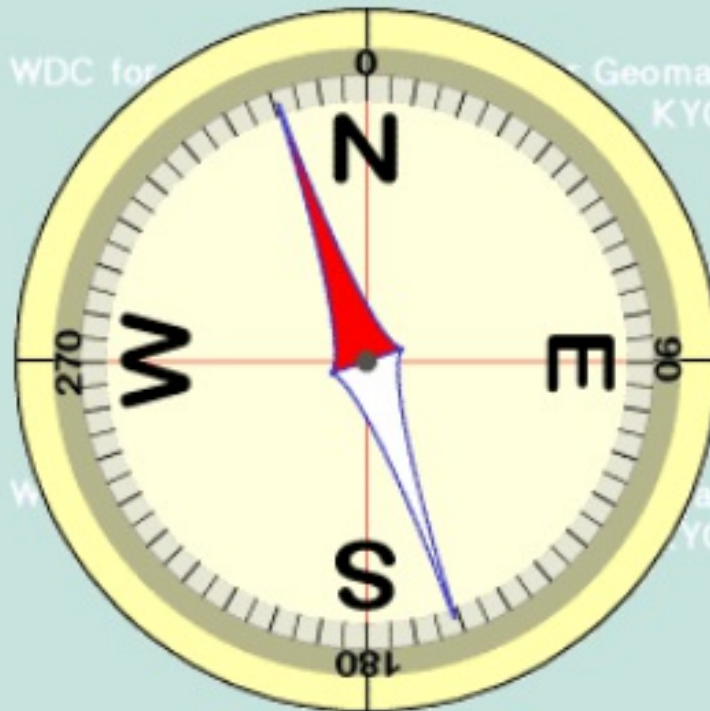
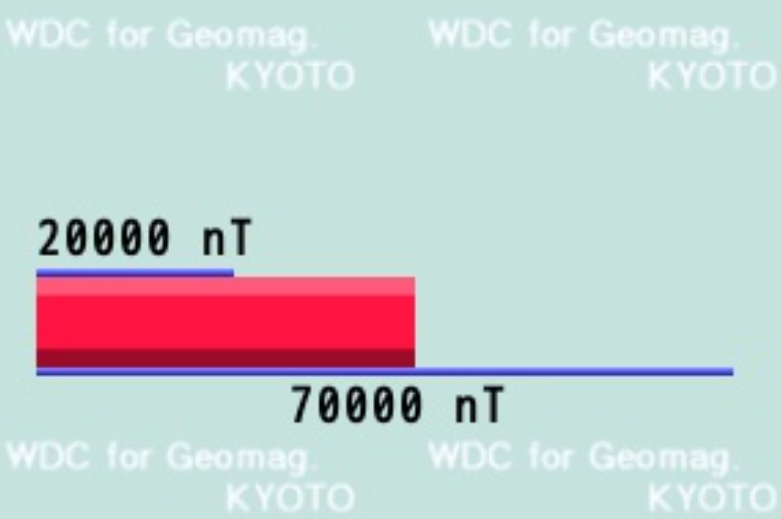
Eastward (Y): 17.8 nT

Downward (Z): 22660.9 nT

Horizontal (H): 37149.4 nT

Deccan

Geomagnetic elements Lat.: -21.000N Long.: 55.500E Altitude: 0.0m Year: 2015 (IGRF)



Total Intensity (F):
37913.5 nT

Declination (D): -19.243°

Inclination (I): -54.123°

Northward (X): 20978.0 nT

Eastward (Y): -7322.8 nT

Downward (Z): -30720.3 nT

Horizontal (H): 22219.3 nT

Réunion

5. Schématiser sur le document "Le champ magnétique terrestre" le vecteur et l'angle d'inclinaison mesuré actuellement :

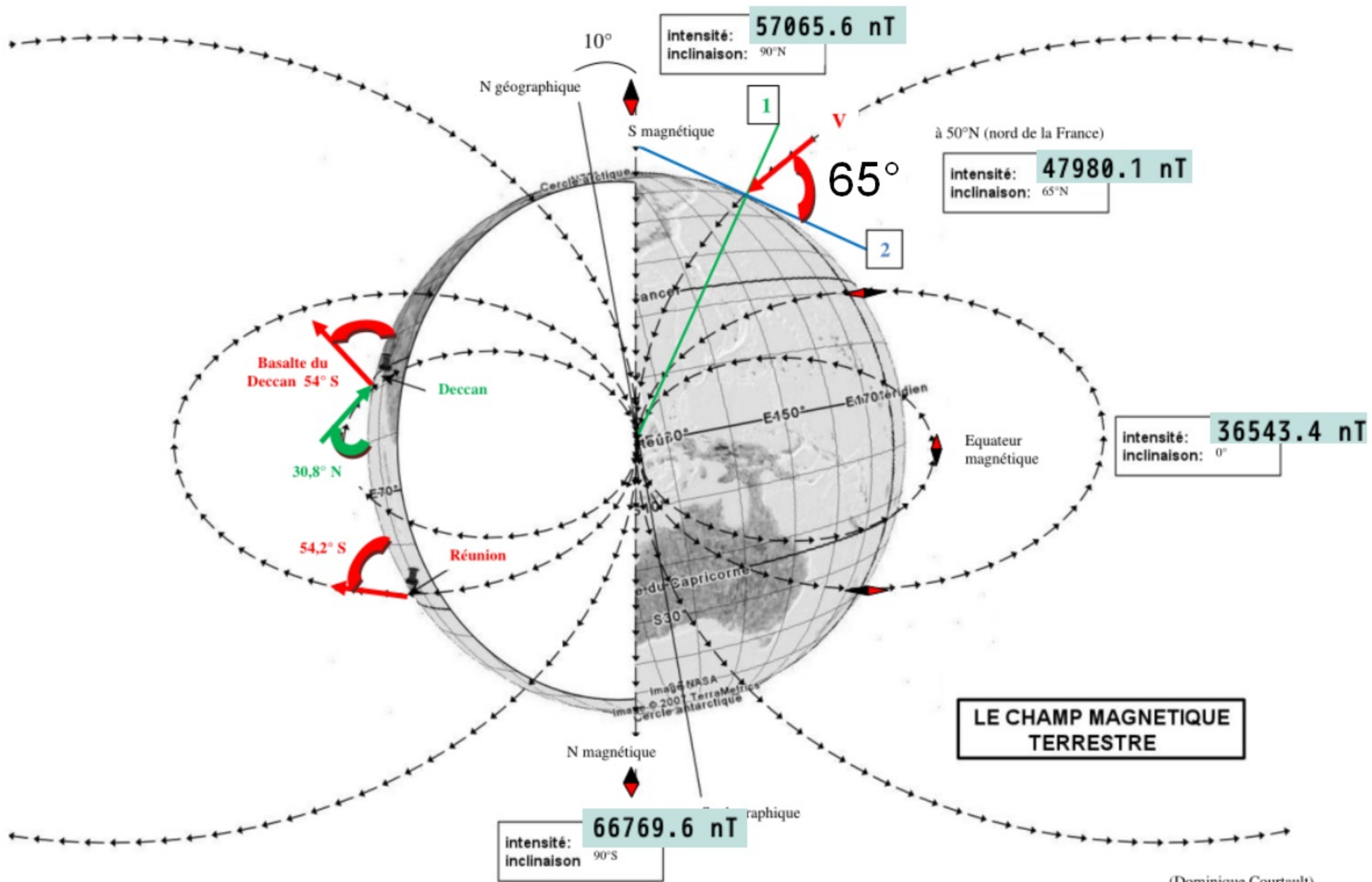
- au plateau du Deccan au NE de l'Inde, en vert

- dans les laves du volcan du Piton de la Fournaise à la Réunion, en rouge

On trouve dans le Deccan des roches basaltiques de - 65 Ma avec une ATR d'inclinaison - 54° .

On pense que ces laves ont été produites par le même point chaud fixe encore actif sous la Réunion.

6. Schématiser sur le document "Le champ magnétique terrestre" le vecteur et l'angle d'inclinaison mesuré dans les basaltes du Deccan.



(Dominique Courtault)

Expliquer en quoi cette hypothèse est en accord avec la théorie de la dérive des continents.

Les laves émises actuellement à La Réunion enregistrent en se refroidissant l'inclinaison de ce lieu, soit $54,2^\circ \text{ S}$ ($= -54,2^\circ \text{ N}$). Si des laves du Deccan ont enregistré une inclinaison de l'ordre de 54° S alors que l'inclinaison au Deccan est normalement de $30,8^\circ \text{ N}$, c'est qu'elles ont été émises à la latitude actuelle de La Réunion. C'est un argument en faveur de la dérive des continents, l'Inde serait alors passée au-dessus du point chaud actuellement actif sous La Réunion il y a 65 Ma.

TP : Lien entre l'étude sismique, subduction, lithosphère et asthénosphère

La croûte océanique, mise en place au niveau des dorsales, permet l'expansion des océans. Or la surface de notre planète est constante au cours du temps.

Comment expliquer la constance de la surface terrestre malgré l'expansion océanique ?

Hypothèse :

Une couche passe sous une autre couche.

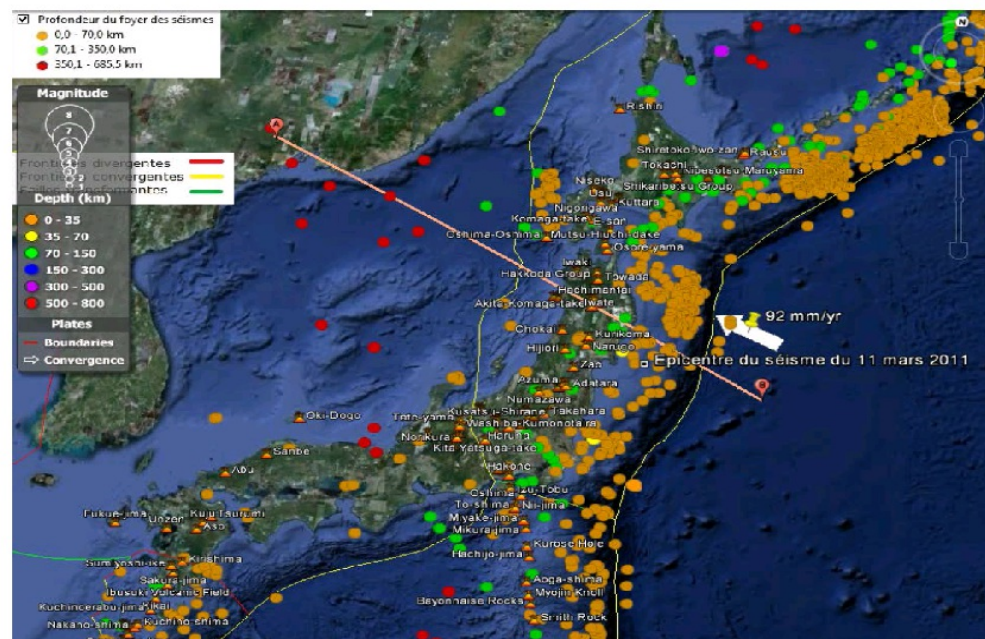
Activité 1 : Étude des caractéristiques des zones de subduction

Objectif : montrer quelles sont les caractéristiques, en surface, de la zone de subduction du Japon (morphostructurales, volcaniques et sismiques), et distinguer par une étude tomographique la lithosphère de l'asthénosphère.

- A l'aide de Google Earth, ouvrir le fichier subduction japon.kmz (téléchargé sur Moodle).
- Ouvrir le sous-dossier Séisme au Japon 11 mars 2011 et visualiser les caractéristiques de l'épicentre du séisme, notamment la profondeur du foyer. (Éventuellement le sismogramme)
- Dans Outils- Options, augmenter le facteur d'élévation.

1. décrire cette région

On observe d'Est en Ouest, un plancher océanique suivi d'un fort relief négatif: une fosse, puis l'archipel du Japon correspondant à un relief positif sur lequel sont disposés «en arc» les volcans, un bassin (relief négatif) en arrière de cet «arc volcanique», et enfin le continent. La limite de plaques est marquée par la fosse océanique.



- Ajouter les volcans actifs.

2. compléter votre description.

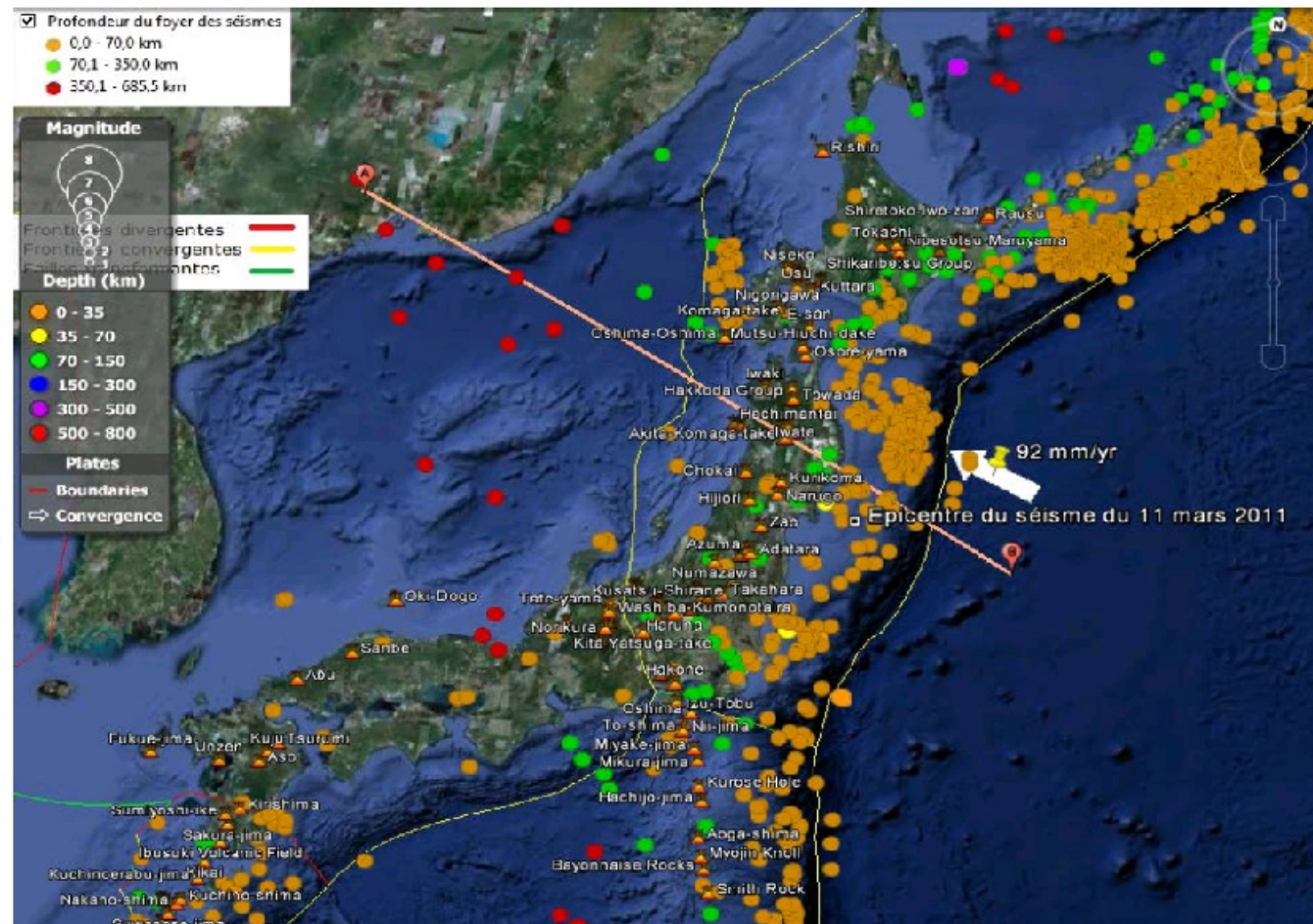
- Visualiser les limites de Plaques tectoniques

3. préciser leur localisation par rapport à votre description .

- Ajouter les séismes actuels (à l'aide de la base USGS) puis les séismes historiques.

4. décrire la répartition des foyers des séismes.

On observe que les foyers des séismes sont de plus en plus profonds, de la fosse vers le continent.

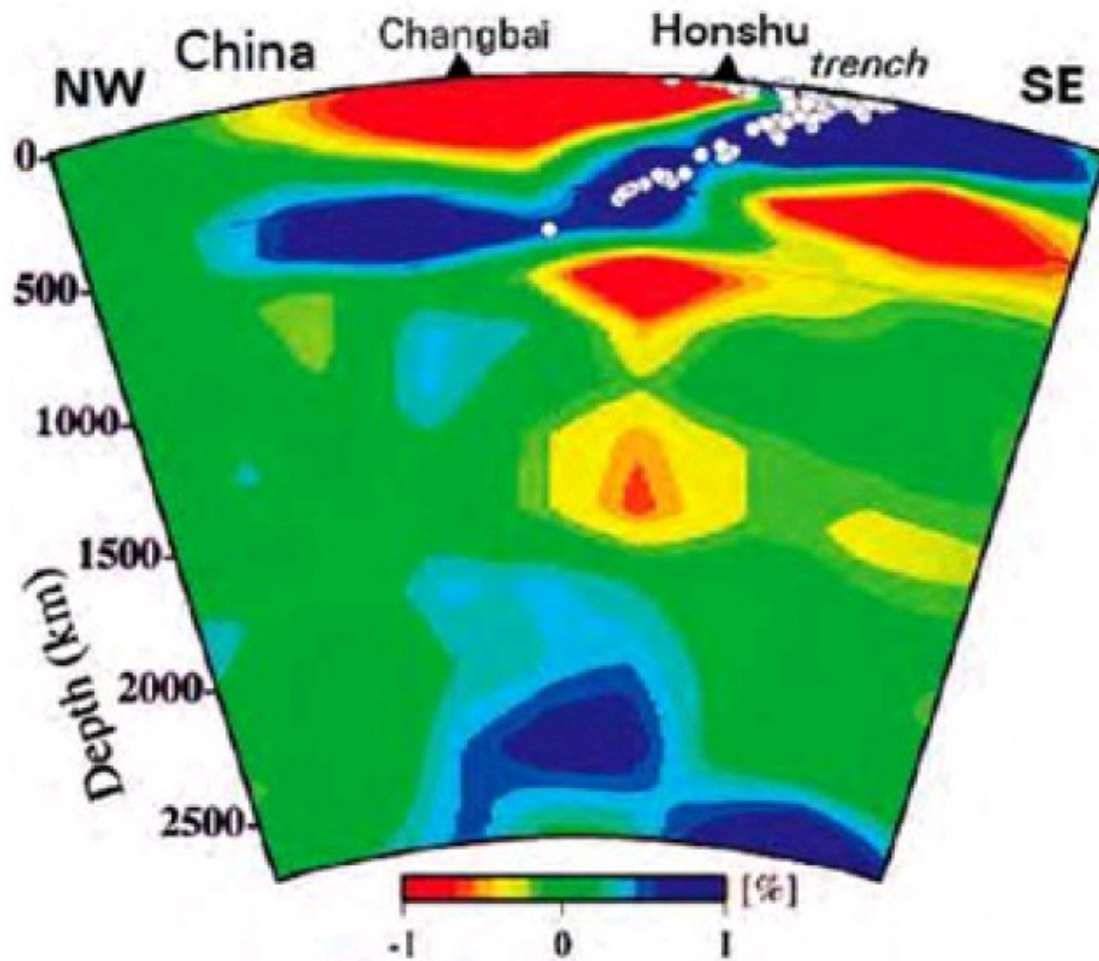


- Afficher la tomographie sismique sous le Japon.

5. A l'aide de vos connaissances sur la propagation des ondes sismiques et du document fourni proposer une hypothèse sur la structure géologique profonde de cette région.

On observe en surface au SE, une zone bleue d'anomalies positives de vitesse des ondes qui s'étend à partir de la fosse jusqu'à 500 Km de profondeur vers le NW. De part et d'autre on observe des zones rouges d'anomalies négatives. On en déduit qu'une structure plus dense et plus froide, s'enfonce depuis la fosse dans une structure moins dense et plus chaude.

On émet l'hypothèse qu'au niveau du Japon, une plaque lithosphérique froide s'enfonce dans le manteau plus chaud.

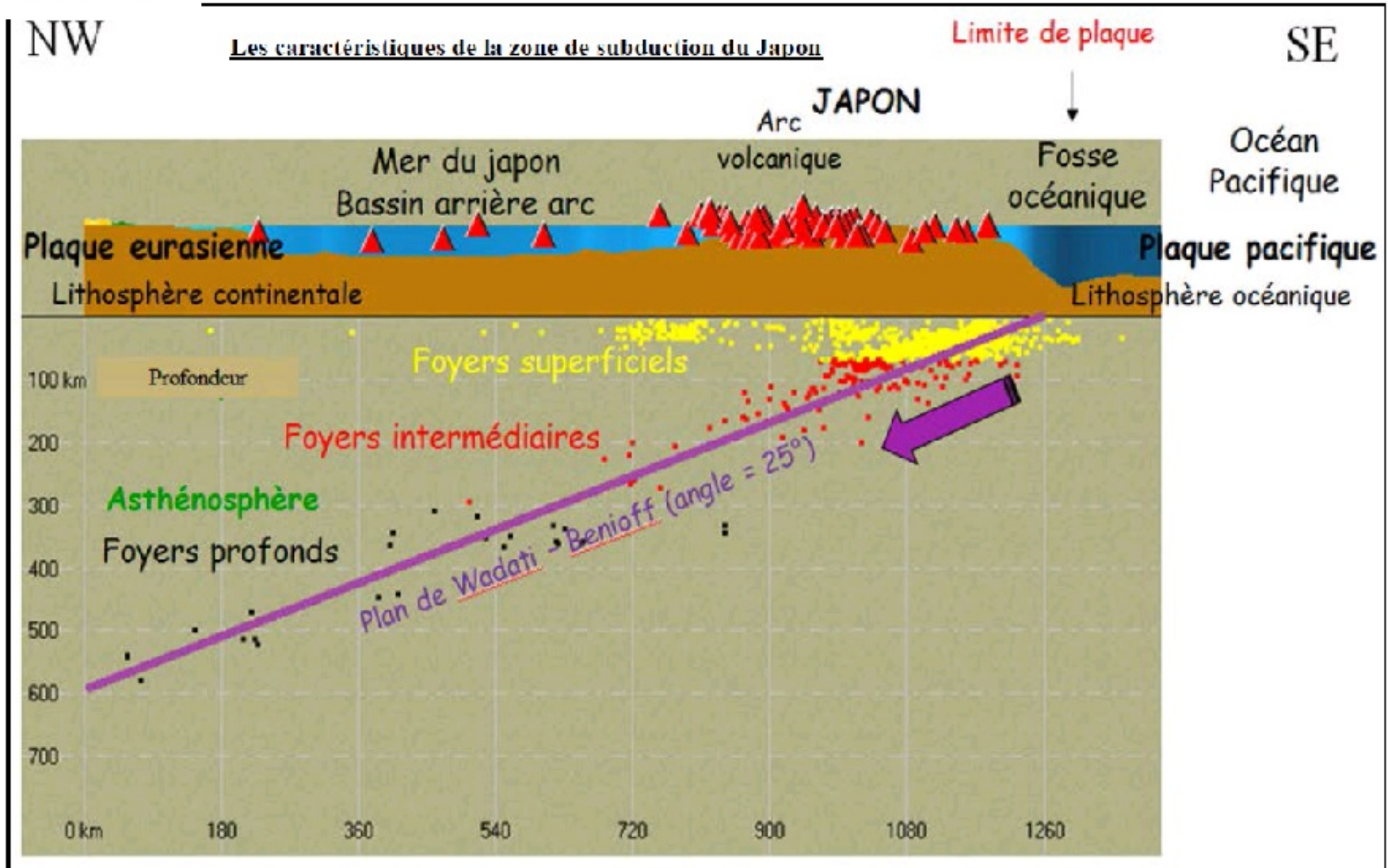
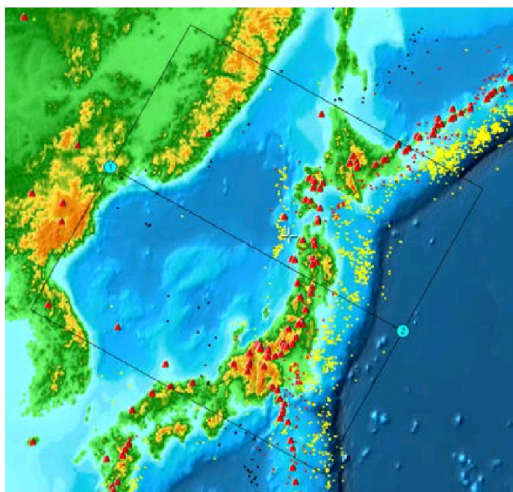


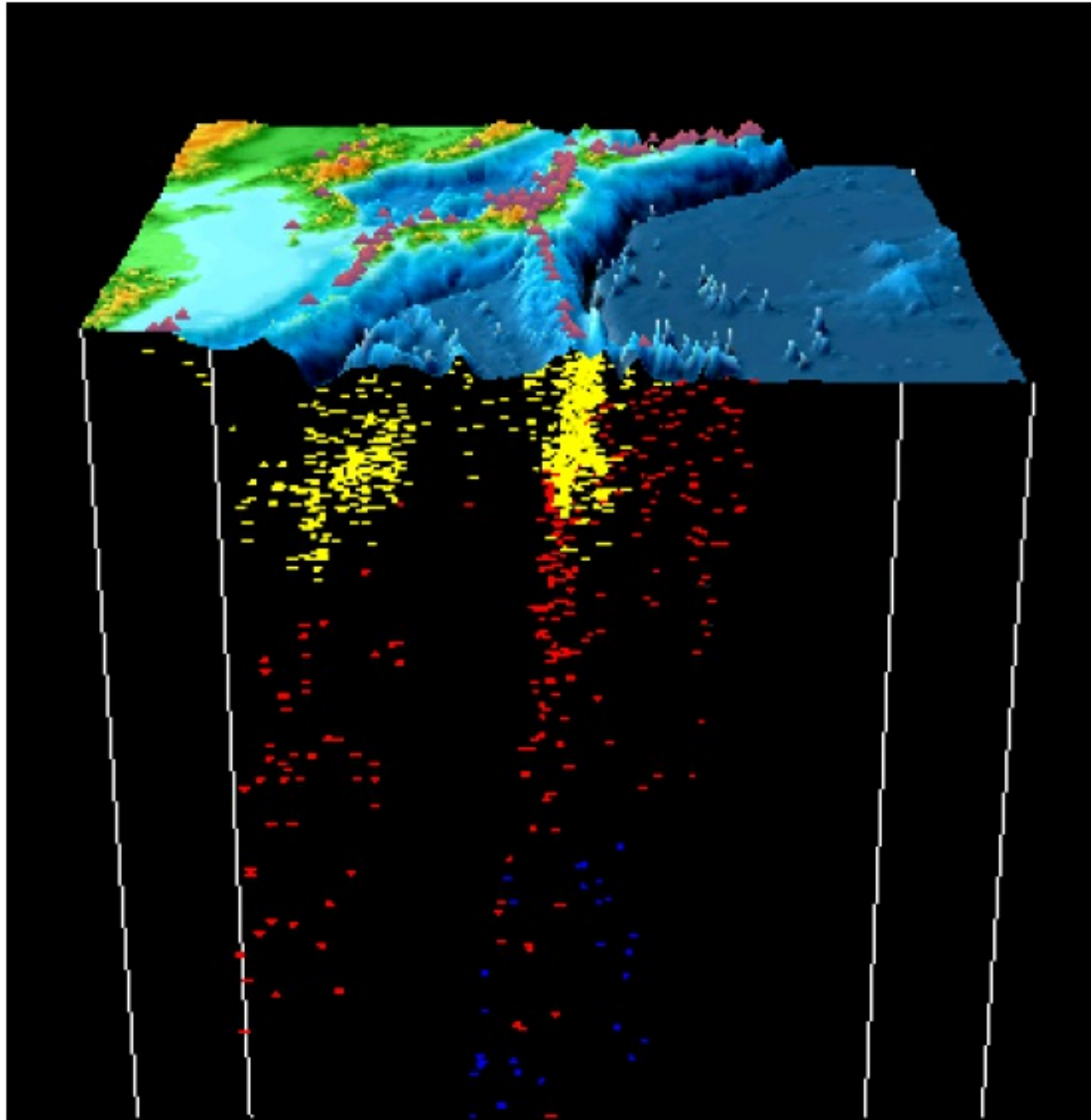
- A l'aide des fonctionnalités du logiciel Sismolog(cf fiche ECE), recentrer votre observation sur l'épicentre du séisme du 11/0311 au Japon, afficher les séismes et volcans de la région étudiée, puis visualiser leur répartition sur une vue relief 3D.
- Définir la coupe selon le tracé AB de l'activité précédente et la dessiner (par le logiciel).
- A l'aide d'un logiciel de retouche d'image (libreoffice draw...), annoter au mieux cette coupe.
- Tracer la droite moyenne partant de la fosse et suivant le plan incliné formé par les foyers des séismes : **c'est le plan de Wadati-Benioff**, et calculer l'angle qu'il fait avec l'horizontale.

1. **Sachant qu'un séisme ne peut se produire que dans un milieu cassant, expliquer la répartition des séismes observés dans cette zone et éprouver l'hypothèse formulée dans l'activité précédente.**

On calcule l'angle grâce à la fonction inverse tangente $(600/1260) = 25^\circ$.

On observe que les foyers des séismes se répartissent sur un plan incliné démarrant de la fosse et plongeant jusqu'à environ 500 Km de profondeur vers le NW. On en déduit qu'une structure cassante s'enfonce depuis la fosse dans une structure plus déformable. On en conclut, avec l'hypothèse précédente, qu'au niveau du Japon, une plaque lithosphérique océanique froide et rigide s'enfonce dans le manteau (asthénosphère) plus chaud et déformable.





Observation: Le mouvement horizontale des plaques est maintenant clairement établi.

Problème: Comment se déplace une plaque sur une structure en forme de globe?

Mouvement d'une plaque rigide à la surface de la Terre.mp4

[Voir moodle](#)

Tectonique des plaques.mp4

Modele numérique et determination du pôle d'Euler.



III- La construction d'un modèle global : la tectonique des plaques



1 Carte de la structure lithosphérique du secteur nord-est Pacifique.

La faille de San Andreas est une fracture majeure qui traverse le sud-ouest du continent nord-américain en Californie.

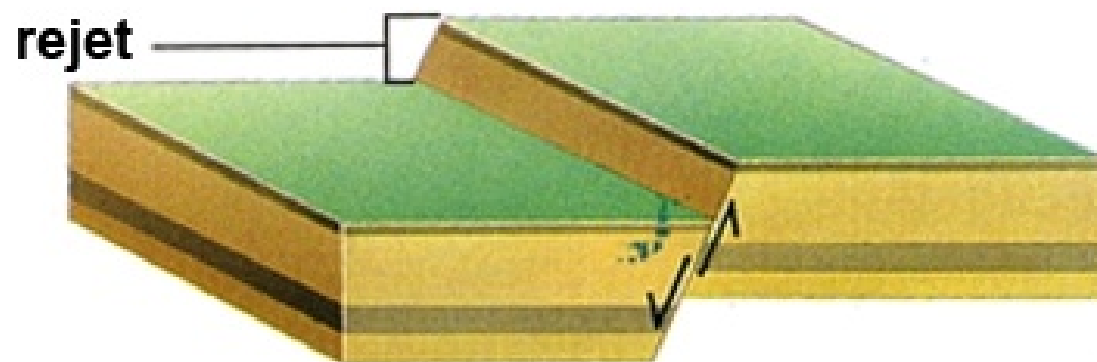


2 Photographie aérienne de la faille de San Andreas.

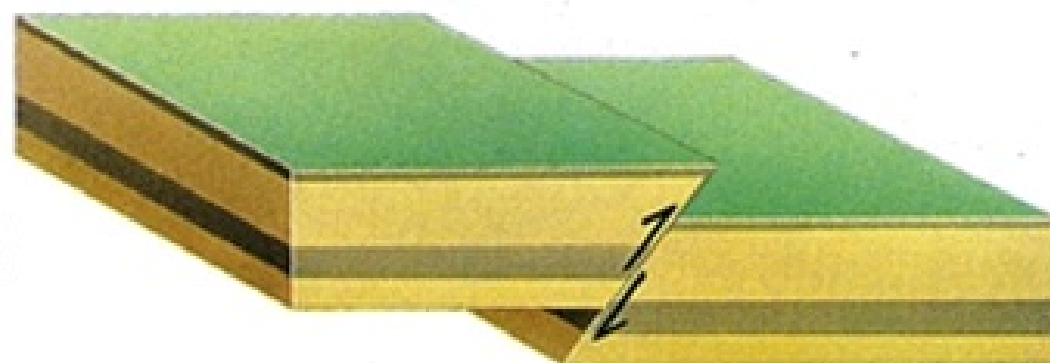
QUESTIONS

- 1** Relevez les indices du mouvement des plaques dans cette région.
- 1** À l'aide des documents proposés, caractérisez la faille de San Andreas dans le cadre de la dynamique des plaques lithosphériques de cette région.

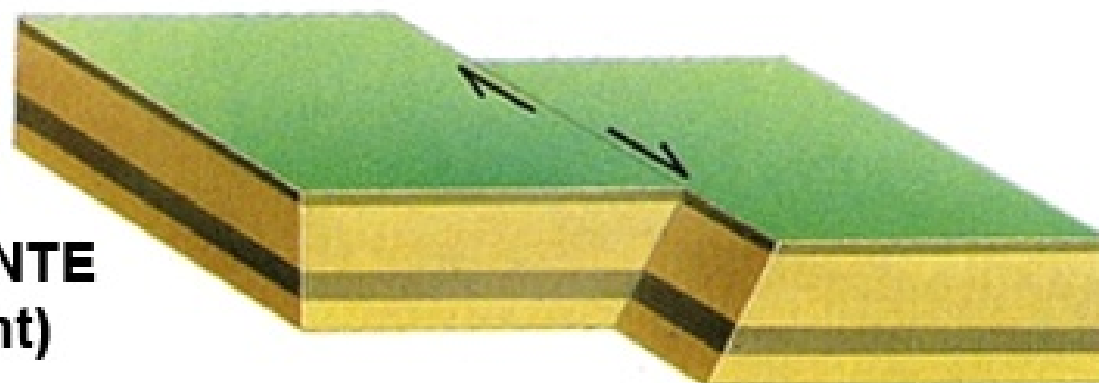
**FAILLE
NORMALE
(extension)**



**FAILLE
INVERSE
(compression)**



**FAILLE
TRANSFORMANTE
(décrochement)**



10 La faille de San Andreas

1. Les indices de mouvement des plaques dans le secteur étudié apportés par les documents proposés sont :

- l'existence de dorsales au nord-ouest (dorsale Juan de Fuca) et au sud-est (dorsale Pacifique Est) de part et d'autre desquelles les plaques sont animées de mouvements de divergence (document 1) ;
- l'existence d'une zone de subduction au nord-ouest qui témoigne d'une convergence lithosphérique et d'un enfouissement de la lithosphère océanique Juan de Fuca sous la plaque Amérique du Nord (document 1) ;
- le décalage du réseau hydrographique qui traverse la faille de San Andreas (document 2), définie comme une frontière entre les plaques Amérique du Nord et Pacifique sur le document 1.

2. La faille de San Andreas relie deux segments de dorsale et montre un mouvement de coulissage horizontal (document 2) : il s'agit donc d'une faille transformante.