Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences Dhar El Mahraz- Fès
B.P. 1796 Fès – Atlas (Maroc)

Département des Sciences de la Terre
SVI-STU (S2)

Géodynamique interne

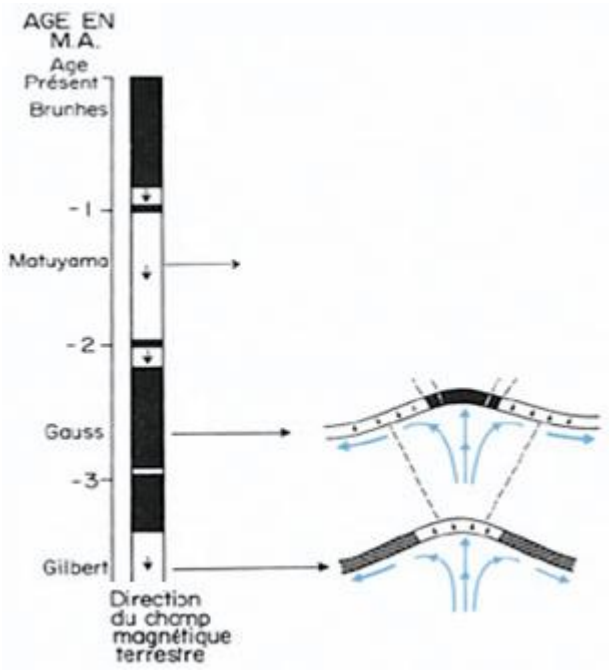
TD I

Anomalies magnétiques et expansion océanique

1 - Anomalies magnétiques du plancher océanique et expansion océanique.

Le document ci-contre, montre verticalement, l'échelle des inversions du champ magnétique terrestre au cours des quatre derniers millions d'années (les anomalies positives sont représentées en noir et les anomalies négatives en blanc). A droite, on a commencé à reconstituer 2 étapes successives de la formation du plancher océanique au niveau d'une dorsale océanique.

Après avoir rappelé comment il possible d'enregistrer les inversions qu'a subi le champ magnétique terrestre au cours des temps géologiques, tracez les deux étapes manquantes 3 et 4, permettant de visualiser la mise en place du plancher océanique.



2 - La vitesse d'expansion océanique

Depuis 1960, les magnétomètres transportés par les bateaux ont permis de mesurer le magnétisme de la croûte océanique dans différents océans.

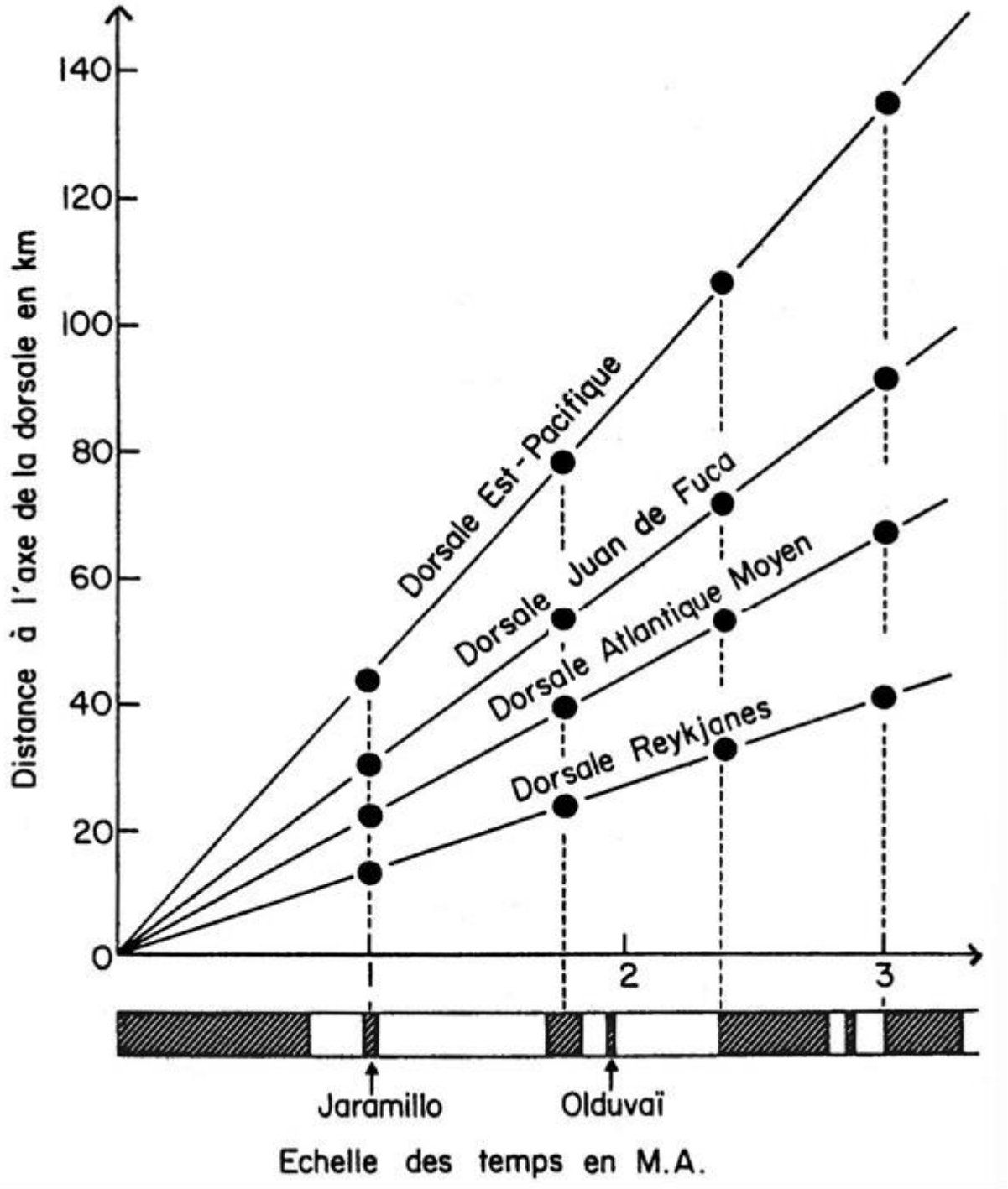
Les anomalies du plancher océanique peuvent être mises en relation avec l'échelle chronologique des inversions du champ magnétique terrestre.

Le graphique ci-après présente, pour différentes dorsales, la relation entre l'âge d'un basalte et son éloignement de la dorsale : la dorsale Reykjanes est le

prolongement vers le nord de la dorsale de l'atlantique moyen et celle de Juan de Fuca prolonge vers le nord celle du Pacifique Est.

Les anomalies positives sont représentées en noir et les anomalies négatives en blanc.

Calculez en cm/an, la vitesse d'expansion au niveau de chaque dorsale et comparez ces vitesses entre elles.



3 – Histoire de l'ouverture de l'Atlantique

La figure 1 est une carte de l'age des fonds océaniques. Ces ages ont été déterminés à partir des anomalies de l'intensité totale du champ magnétique.

Chacune des lignes de 2 à 9 dessinées sur la carte correspond à un âge particulier.

ligne	Age Ma	Ligne	Age Ma
2	6	6	66
3	23	7	84
4	38	8	119
5	59	9	144

a. Comment ces âges ont-ils été déterminés?

b. Pourquoi est-on sur que cet âge est le même en tout point d'une ligne?

c. A partir de la carte et du tableau, établir l'histoire de l'ouverture de l'océan Atlantique et du mouvement des continents qui le bordent.

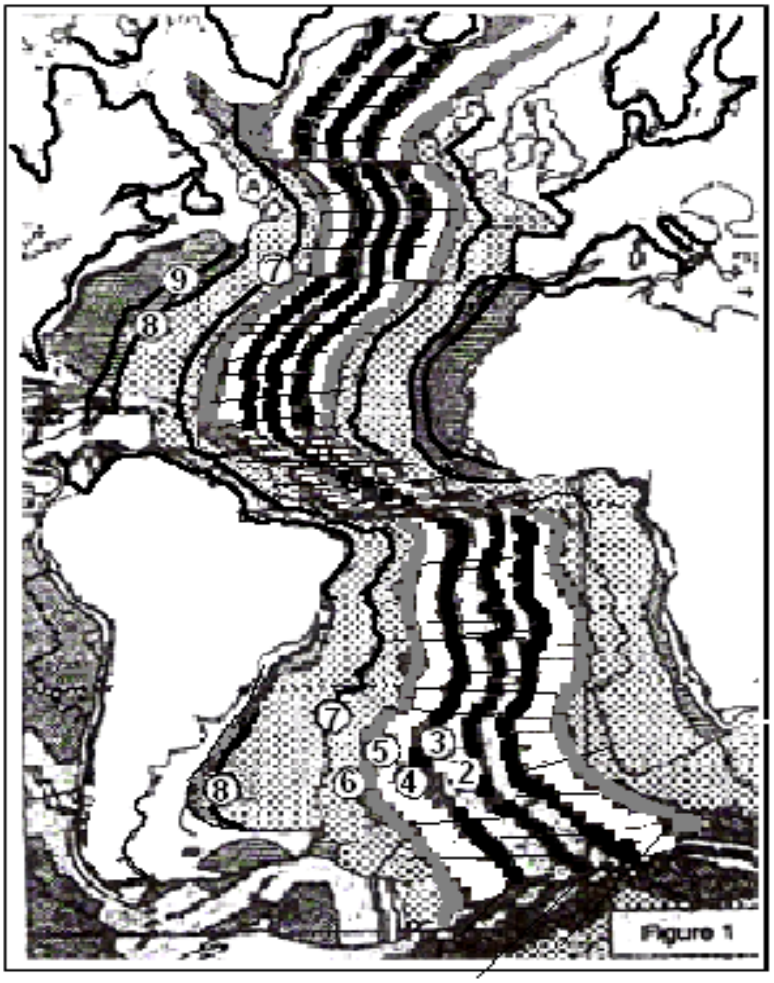


Fig 1: Carte de l'age des fonds océaniques atlantiques

Corrigé TD I

1. Anomalies magnétiques du plancher océanique et expansion océanique.

(Rappel de cours résumé pour expliquer à ne pas dicter)

Le champ magnétique terrestre peut être mis en évidence par la déviation de l'aiguille aimantée d'une boussole.

Certaines roches, telles que les basaltes, roches constitutives du plancher océanique, «fossilisent » et garde en « mémoire » la direction du champ magnétique correspondant à l'époque de leur formation. Certains minéraux qui ont une susceptibilité magnétique se forment avant le refroidissement complet du basalte et s'orientent suivant les lignes de force du champ magnétique terrestre : on parle de paléomagnétisme.

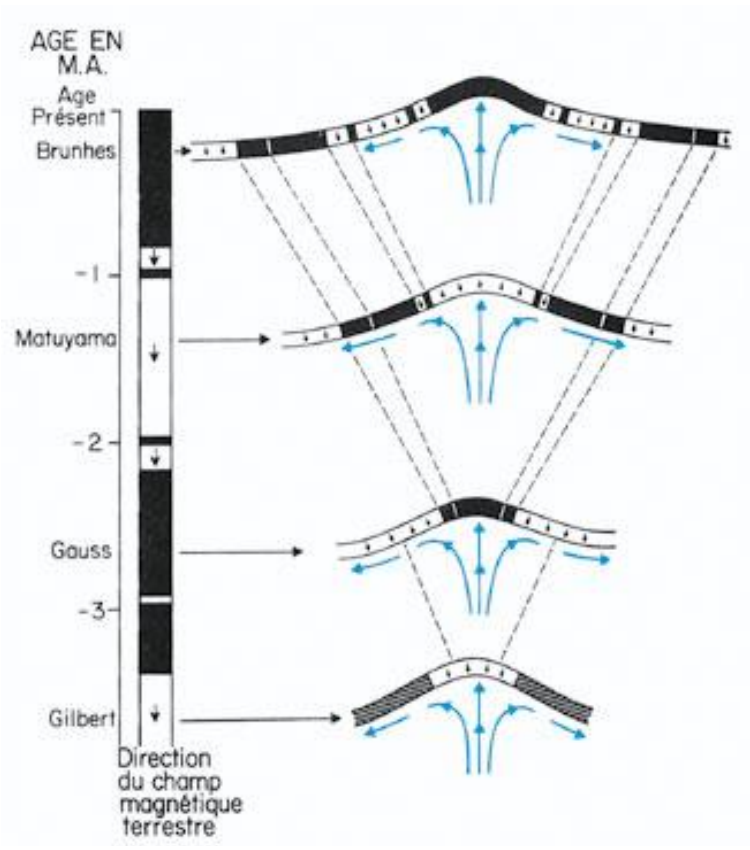
L'étude de la polarité du champ magnétique fossilisée par les roches qui se sont formées à différentes époques géologiques montre que le champ magnétique s'est inversé plusieurs fois au cours des temps géologiques,

Des mesures du champ magnétique terrestre au niveau des fonds océaniques, effectuées à l'aide de magnétomètres traînés par des navires océanographiques, ont révélé l'existence d'anomalies magnétiques par rapport au champ actuel. Elles sont positives, lorsque la direction du champ magnétique enregistrée est la même que la direction actuelle, et négative, lorsque la direction est inverse.

Les anomalies magnétiques sont symétriques de part et d'autre de la dorsale et sont d'autant plus anciennes qu'elles sont éloignées de la dorsale.

Les anomalies magnétiques révèlent les mouvements de divergence aux frontières de plaques que sont les dorsales. La croûte océanique se forme par une montée permanente de magma basaltique dans l'axe des dorsales, les basaltes les plus anciens étant repoussés de plus en plus loin de la dorsale.

Le phénomène est continu à l'échelle des temps géologiques. Par conséquent, les basaltes mis en place au cours d'une période normale du champ magnétique présentent une anomalie positive (l'intensité mesurée est supérieure à celle du champ moyen) car la direction du champ magnétique fossilisé s'ajoute à celle du champ actuel, et ceux qui se sont formés pendant une période inverse, une anomalie négative.



2. La vitesse d'expansion océanique

Pour la dorsale Est-Pacifique : environ 135km en 3 millions d'années, d'où 4,5 cm/an. Ce chiffre est à multiplier par 2 car le fonctionnement de la dorsale est symétrique, soit 9 cm/an.
Pour la dorsale de l'Atlantique moyen : environ 70 km en 3 millions d'années, soit 2,3 x 2 = 4,6 cm/an.
Pour la dorsale Juan de Fuca : environ 90 km en 3 millions d'années, soit 3 x 2 = 6 cm/an.
Pour la dorsale Reykjanes : environ 40 km en 3 millions d'années, soit 1,3 x 2 = 2,6 cm/an.

3 – Histoire de l'ouverture de l'Atlantique

a. Le plancher océanique est zébré par des bandes parallèles à l'axe de la dorsale, correspondant à des polarités différentes du champ magnétique terrestre et créant par conséquent, des bandes d'anomalies successivement positives et négatives.

L'âge des bandes a été déterminé sur des échantillons de basalte prélevés directement sur la croûte océanique à la suite des programmes de sondages océaniques profonds: Deux cas se sont présentés;

-Les forages ont atteint la croûte océanique. Le basalte échantillonné était peu altéré. Son âge a été déterminé par datation radiométrique absolue

-Les basaltes n'ont pu être datés à cause de leur altération. Les fossiles présents dans le sédiment qui couvrait immédiatement le basalte ont fourni un âge stratigraphique.

b. La polarité du champ magnétique est la même en tout point de la surface du globe puisque le champ magnétique est dipolaire. La datation d'un échantillon de basalte d'une bande magnétique permet de connaitre l'âge de tous les basaltes de cette bande puisque **Tous les points d'une bande d'anomalie correspondent à une même époque dans l'histoire de la terre**.

c. L'examen de la carte montre que, conformément au mécanisme d'expansion des fonds océaniques, l'âge de la croûte croit lorsque l'on s'éloigne de la dorsale. Les fonds les plus anciens bordent les continents. Mais l'âge de ces derniers varie selon les régions examinées.

- C'est dans l'Atlantique centrale, que les fonds sont les plus anciens, leur âge dépasse 144 Ma.
- dans la bande étroite qui borde l'atlantique centrale (Cote d'ivoire - brésil), l'âge des fonds océanique est compris entre 84 et 119 Ma (lignes 7 et 8).
- dans l'Atlantique sud, l'âge des fonds océaniques est supérieur à 119 Ma (ligne 8) et inférieur à 144 Ma (ligne 9).
- au nord de l'Atlantique centrale nous avons deux régions: une région au nord où l'âge de la croûte est compris entre 38 et 59 Ma et une région au sud ou l'âge est compris entre 84 et 119 Ma

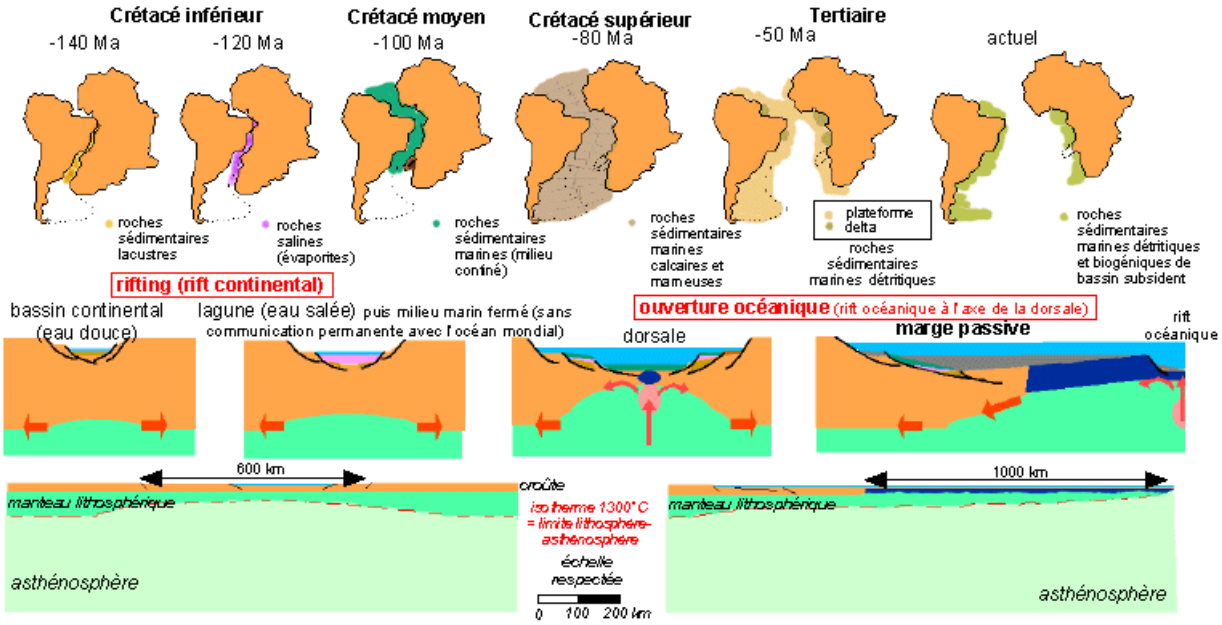
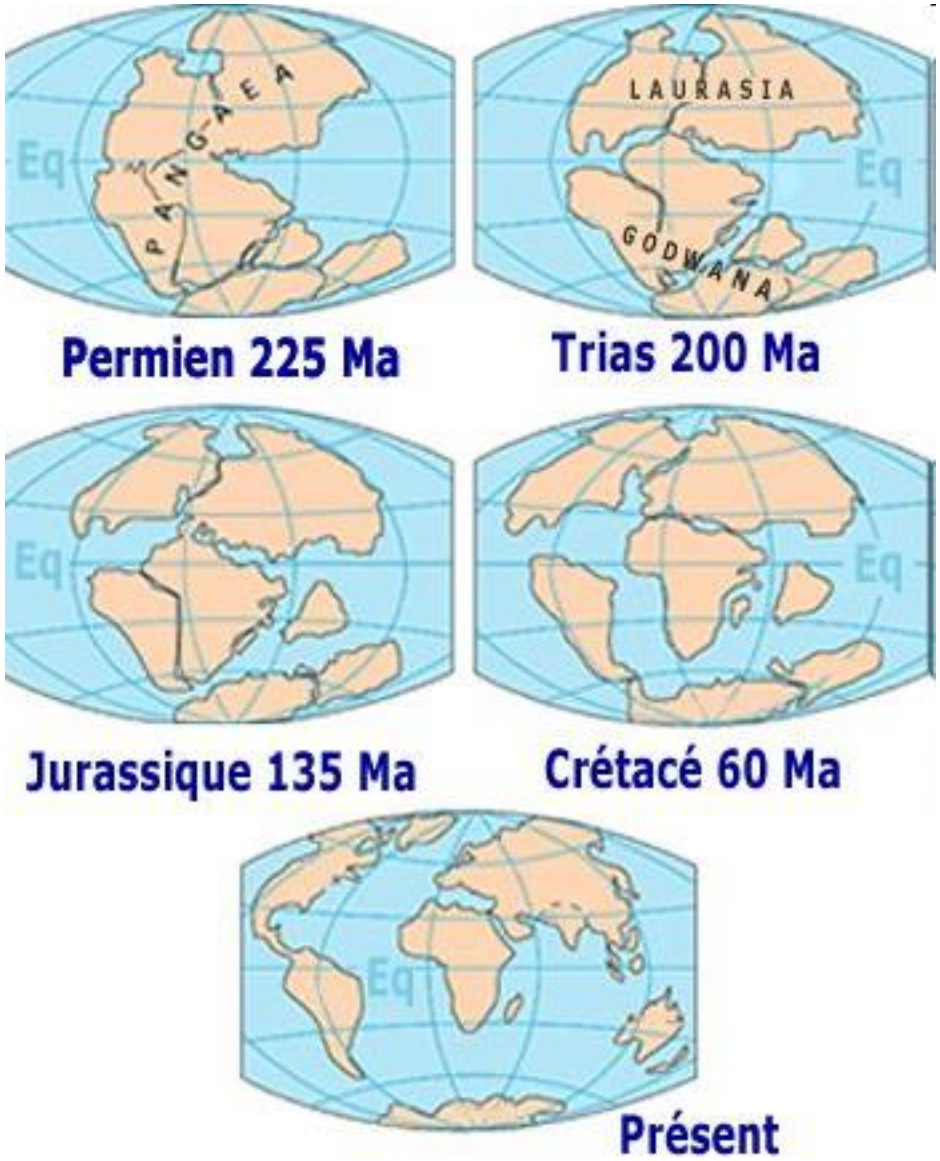
L'océan Atlantique s'est donc formé à plusieurs moments différents de l'histoire de la terre. La partie la plus ancienne correspond à l'atlantique centrale. La séparation entre l'Afrique et l'Amérique du Nord commence un peu avant 144 Ma.

La séparation entre l'Afrique et l'Amérique du sud commence un peu avant 119 Ma depuis le sud et remonte vers le nord à la manière d'une paire de ciseaux comme le montre la ligne de 119 Ma (8) qui vient buter contre l'Afrique et contre l'Amérique du sud.

Les bandes d'anomalies de 66Ma à 119Ma et au delà de 119Ma sont plus large au sud qu'au nord ce qui témoigne d'une vitesse d'expansion plus rapide vers le sud. Le déplacement des plaques s'apparente donc à une rotation et non une translation.

La communication entre l'Atlantique sud et L'Atlantique central ne sera réalisée qu'entre 84 et 119 Ma.

Vers 66 Ma que l'Atlantique nord s'ouvre à son tour.



Histoire de l'ouverture de l'Atlantique