

Wegener, la dérive des continents

Wegener : La dérive des continents cycle 4 → 1ere S

- AUVRAY Faustine (C. St Saens Rouen)
- GRARE Maxime (La Providence Dieppe)
- BOULANGER Flavy (Anguier Eu)
- LECLERC Anne-Laure (La Providence Dieppe)
- BUISSON Sandrine (La Providence Dieppe)

	Connaissances	Capacités	Organisation	Production finale	Niveau de difficulté
Cycle 4	<p>Dynamique interne et tectonique des plaques ; séismes, éruptions volcaniques).</p> <p>Les arguments de Wegener (tracé des côtes, distribution géographique des paléoclimats, et de certains fossiles et de roches)</p>	<p>Extraire et mettre en relations des informations des documents. Echanger et collaborer au sein d'un groupe.</p>	<p>Par groupe de 4. Répartition des documents entre chaque membre du groupe puis mise en commun pour remplir le document de synthèse</p>	<p>document de synthèse à remplir</p>	
1ere S	<p>Thème 1 B : La tectonique des plaques : l'histoire d'un modèle La naissance d'une idée Les arguments de Wegener (tracé des côtes, distribution géographique des paléoclimats, et de certains fossiles et de roches, distribution bimodale des altitudes + les contres arguments (ponts continentaux, différentes forces, données sismiques)</p>	<p>Utilisation d'un logiciel : « google earth » Extraire et mettre en relations des informations des documents.</p>	<p>Par binôme</p>	<p>QCM + tableau comparatif</p>	<p>Documents fournis plus complexes</p>

Cycle 4

Question : Quelles observations faites à la surface de la Terre par M. Wegener en 1915, lui ont permis de mettre en évidence un mouvement des plaques tectoniques les unes par rapport aux autres?

Ressources disponibles :

Ressource C : Les cratons africains et américains

Ressource G : Répartition des dépôts glaciaires du permo-carbonifère*

Ressource R : Origine de formation de certaines roches

Ressource F : Représentation de quelques espèces fossiles

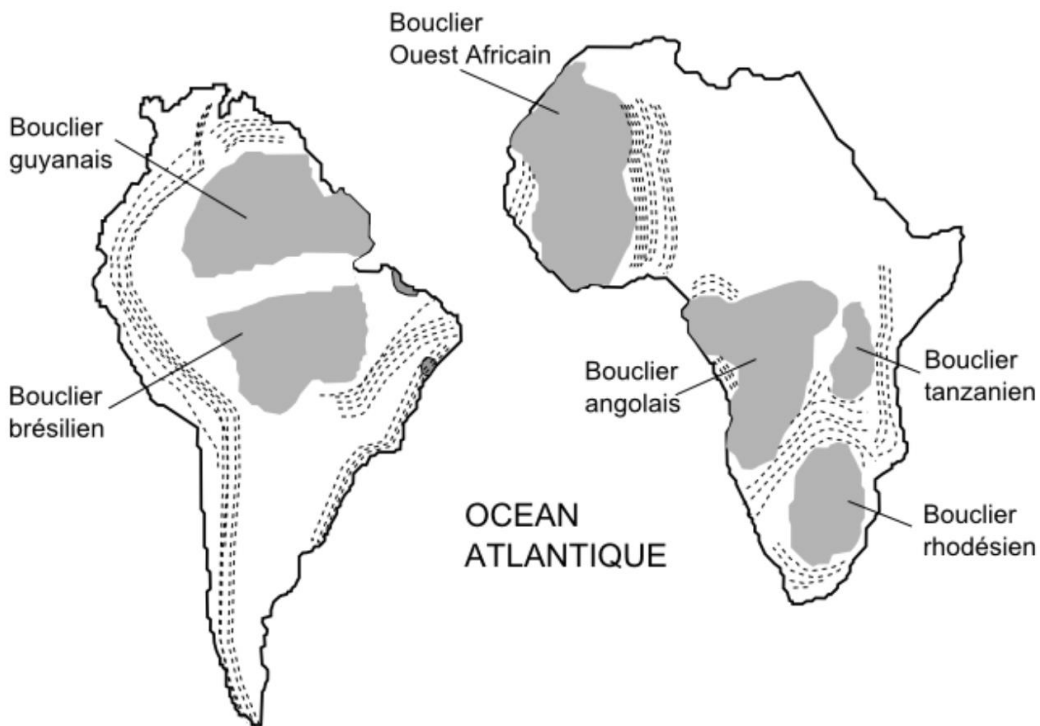
Ressource W : Répartition des roches âgées de 200 millions d'années permettant d'établir les climats


Ressource E : Répartition des gisements de fossiles de 4 espèces âgées de plus de 200 millions d'années


Consigne :M. Wegener est mort en 1930 au Groenland. En 1967, les équipes de Jason Morgan et Xavier Le Pichon rassemblent toutes les informations disponibles et les utilisent pour bâtir la théorie de la tectonique des plaques.

Vous faites partie des équipes de Jason Morgan et Xavier Le Pichon. En analysant votre ensemble documentaire, il vous faut retrouver et présenter sous la forme d'un schéma, l'ensemble des observations faites par M. Wegener qui lui a permis de penser à un mouvement des plaques tectoniques les unes par rapport aux autres.

Ressource C : Les cratons * africains et américains




 : Roches âgées de plus de 2 milliards d'années


 : Principales directions structurales


échelle: 1cm = 900 km


*craton: ensemble de roches possédant le même âge géologique.
direction structurale de la roche: Orientation des plis dans les roches montrant les forces (contraintes) qu'elles ont subit.

Ressource G :
Répartition des dépôts glaciaires du




 : Roche de plus de 2 milliards d'années


 : Direction principale des structures géologiques

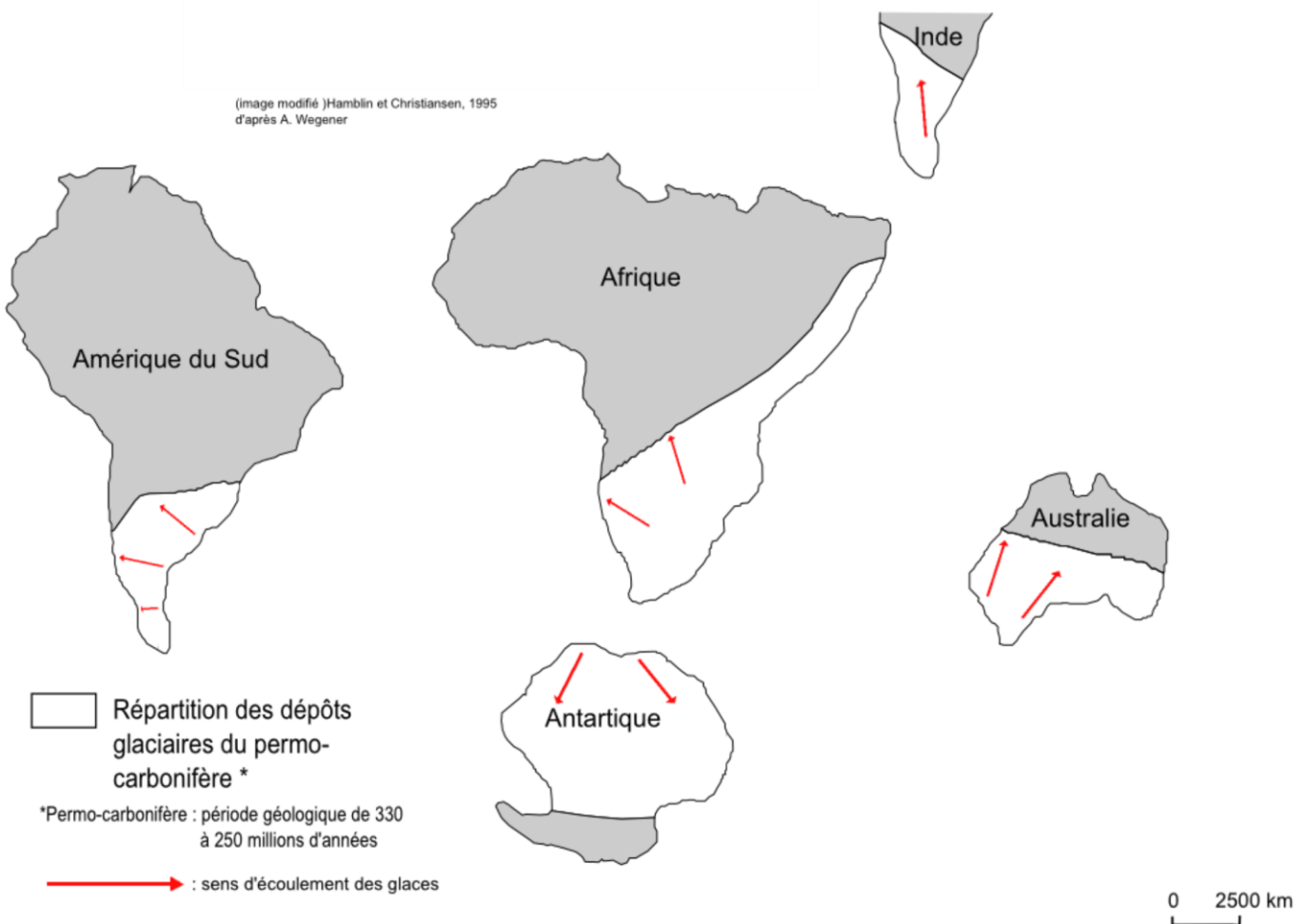
 : Répartition des dépôts glaciaires du permocarbonifère *

 : Evaporite caractérisant un climat désertique

Fossiles de :

	: Mesosaurus
	: Cynognathus
	: Glossopteris

 : Moraine glaciaire caractérisant un climat polaire



permo-carbonifère*

Les glaciers ont l'air immobiles mais pourtant ils sont en mouvement constant de quelques cm par an. Ce mouvement est appelé "sens d'écoulement du glacier". Lors de son déplacement, le glacier transporte des roches sur lesquelles on voit des stries (rayures sur la roche) dues au frottement de la roche sur le sol. Ces stries indiquent le sens d'écoulement du glacier.

En localisant les roches possédant des stries, on peut déterminer l'emplacement des anciens dépôts glaciaires.



Uff grenoble (dimensions 10cm)

les moraines glaciaires: sont des roches ayant été transportées par un glacier. .

Ressource F : Représentation de quelques espèces fossiles



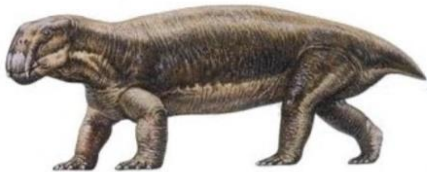
Encyclopédie Encarta, Dorling Kindersley

Cynognathus: fossile agé de 240 millions d'années. C'est un reptile prédateur terrestre mesurant 1 mètre de long.



Wikipédia

Mesosaurus: fossile agé de 260 millions d'années. C'est un petit reptile d'un mètre de long vivant dans les lac d'eau douce.



Paléodico

Lytro-saurus: fossile agé de 240 millions d'années. C'est un reptile herbivore terrestre pouvant mesurer 2 mètres de long.



Dkimages

Glossopteris: fossile agé de 240 millions d'années. C'est une plante terrestre dont les feuilles mesuraient 30 cm de long.

Ressource R : Origine de formation de certaines roches



PierreBedard.ca

Les évaporites: sont aussi appelées "roches salines". Elles se forment après évaporation dans des milieux arides en climat désertique.



Wikipédia (dimension 15cm)

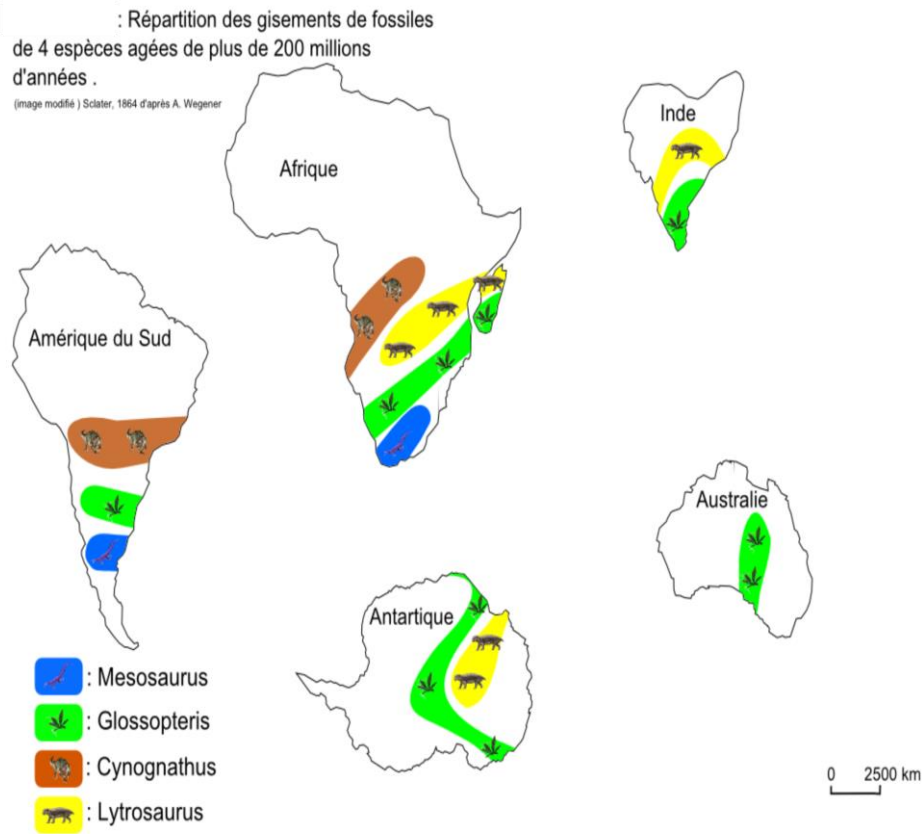
Les charbons: sont issus de la dégradation partielle des débris végétaux souvent formés en climat tropical.



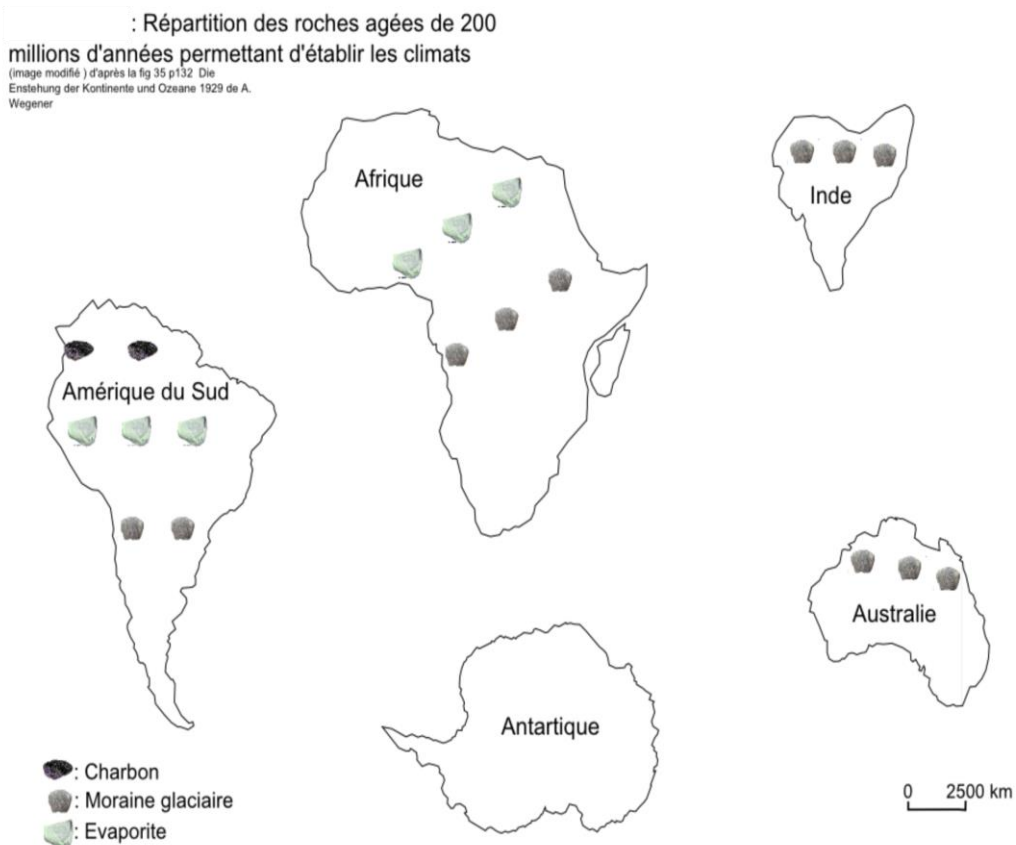
Ujf grenoble (dimensions 10cm)

les moraines glaciaires: sont des roches ayant été transportées par un glacier. On les retrouve principalement en climat polaire.

Ressource E : répartition des gisements de fossiles de 4 espèces âgées de plus de 200 millions d'années



Ressource W : Répartition des roches âgées de 200 millions d'années permettant d'établir les climats



Les aides disponibles

- **Ressource C :**

Aide niveau 1: Essayer de montrer une continuité des cratons entre les différents continents. Expliquer l'origine de cette continuité.

- **Ressource C :**

Aide niveau 2: Découper le contour des continents. En vous aidant de la répartition des cratons et des principales directions structurales, rapprocher les continents les uns par rapport aux autres comme un puzzle. Expliquer l'origine de cette continuité.

- **Ressource G :**

Aide niveau 1: Sachant que actuellement les glaciers sont situés aux pôles, essayer de montrer que les dépôts glaciaires du permo-carbonifère sont tous issus d'un même glacier.

- **Ressource G :**

Aide niveau 2: Découper le contour des continents. En vous aidant de la présence des dépôts glaciaires et du sens d'écoulement des glaciers rapprocher les continents les uns par rapport aux autres comme un puzzle. Expliquer l'origine de cette continuité.

- **Ressource E:**

Aide niveau 1: Coloriez de 4 couleurs différentes la répartition des 4 différentes espèces de fossiles. En sachant que les individus d'une espèce ne peuvent pas traverser un océan. Comment expliquez-vous une telle répartition?

- **Ressource E**

Aide niveau 2: Découper le contour des continents, et en vous aidant de la répartition des fossiles, rapprocher les continents les uns par rapport aux autres comme un puzzle. Expliquer l'origine de cette continuité.

- **Ressource W :**

Aide niveau 1: En vous aidant du document 4 bis, déterminer pour chaque roche le climat associé à sa formation puis colorier de 3 couleurs différentes la répartition des 3 climats.

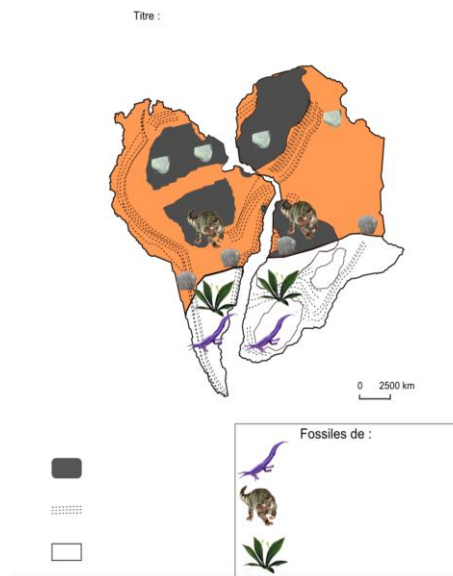
- **Ressource W :**

Aide niveau 2: Sachant que la répartition des climats s'effectuent selon la latitude comment expliquez-vous une telle répartition?

- **Ressource W :**

Aide niveau 3: Découper le contour des continents, et en vous aidant de la répartition des climats rapprocher les continents les uns par rapport aux autres comme un puzzle. Expliquer l'origine de cette continuité.

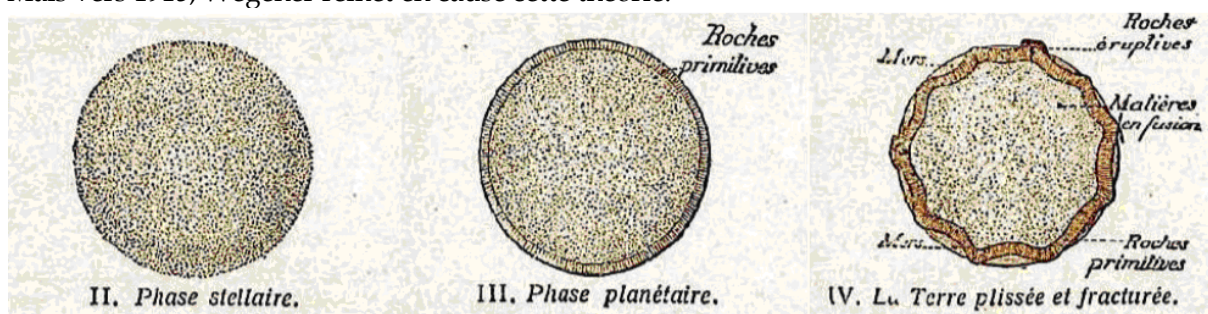
- Pour le schéma bilan :



Niveau 1S

Capacités travaillées	Critères de réussite
Extraire des informations des documents	Trouver les arguments de Wegener Trouver les arguments qui rejettent la théorie de Wegener
Utilisation de goole earth	Autonomie

Jusqu'au début du XXe siècle, les géologues (à quelques exceptions près) attribuent aux continents une position fixe. Ils pensaient que le refroidissement de la Terre aurait entraîné une diminution de son volume, donc de sa surface selon un effet de pomme fripée. Ceci aurait été à l'origine des chaînes de montagnes et des vastes dépressions que constituaient les océans. Mais vers 1915, Wegener remet en cause cette théorie.



Schémas étayant la théorie de Suess

Questions : Quels arguments utilise Wegener pour proposer une théorie de dérive des continents ? Réussit-il à convaincre ?

Consigne : A partir de l'analyse des documents suivants, retrouver dans un 1^e temps les bonnes réponses du QCM. Puis après correction, compléter le tableau récapitulatif pour définir les arguments de Wegener sur la mobilité des continents et les arguments qui ont permis aux scientifiques de l'époque de rejeter sa théorie

Tableau récapitulatif des arguments proposés par Wegener sur la mobilité des continents remis en cause par les scientifiques de l'époque (faire le QCM d'abord)

Arguments	Document(s) Utilisé(s)	En faveur d'un regroupement en un supercontinent il y a 150 millions d'années	Contre un regroupement en un supercontinent
Géographique			
Géologiques			
Paléontologiques			
Paléoclimatiques			
Distribution des altitudes			
Sismiques			
Force motrice			

doc T : Etudes paléontologiques et paléoclimatiques à l'aide du logiciel google earth

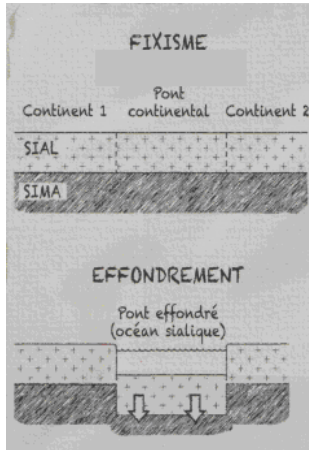
Etapes à suivre en utilisant le logiciel google earth et sa fiche technique:

- 1) **Aller dans** le dossier « 1ere S4 »
- 2) **Ouvrir** le fichier « Découverte de la tectonique des plaques »
- 3) **Cliquer** sur le triangle avant le nom du fichier **pour ouvrir** les sous fichiers
- 4) **Double cliquer** sur le dossier « 1915- les travaux de Wegener », **puis cliquer** sur le triangle avant le nom du fichier pour afficher les sous-dossiers
- 5) **Cliquer et observer** chaque type de données (géologiques, climatiques,...). Vous pouvez ensuite **cliquer** sur « argument géologique » de chaque type de données.

Remarque 1 : les boucliers sont des roches formées il y a plus de 2 milliards d'années.

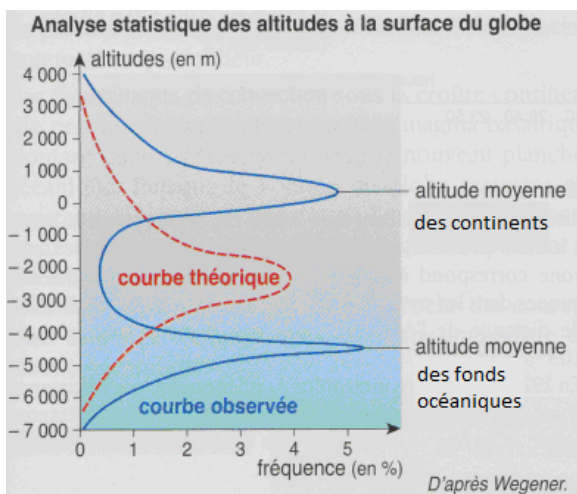
Remarque 2 : Un polycopié peut être demandé pour obtenir la description des espèces fossiles animales et végétales étudiées par Wegener

- 6) **Cliquer deux fois et observer** « les arguments contre la dérive des continents »



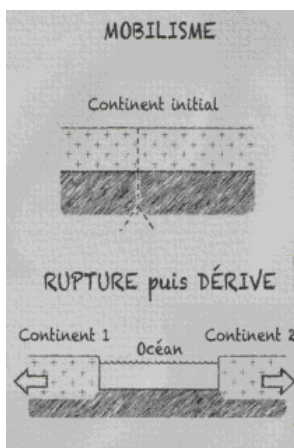
Doc R : Distribution des altitudes à la surface de la Terre

Selon de nombreux scientifiques du XXe siècle, les océans se sont formés par l'affaissement de « ponts continentaux » (*voir ci-contre*), il s'agit de la théorie de la contraction de la Terre ou des ponts continentaux. On devrait donc retrouver une composition minéralogique similaire (considérée à l'époque comme étant du « SiAl », mélange de Silicium et d'Aluminium) sur les continents et dans les fonds océaniques.



L'analyse statistique des reliefs à la surface devrait révéler, si la théorie des ponts continentaux était exacte, une distribution des altitudes (*voir ci-contre*) de type gaussien (courbe en pointillés) : les reliefs très élevés et les grands fonds sont rares, alors que les altitudes moyennes sont très fréquentes.

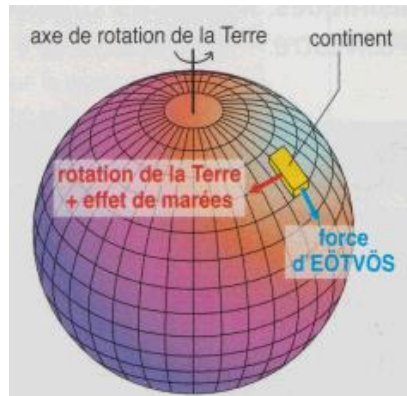
Or les mesures topographiques réelles montrent que les altitudes à la surface de la Terre se répartissent suivant une courbe bimodale (courbe continue). Une telle distribution suggère à Wegener que les continents ne semblent pas avoir la même composition que les fonds océaniques.



Wegener propose alors que les continents rigides composés de « SiAl », matériel léger, « flottent » à la manière d'un iceberg sur une couche plus dense, et donc plus profonde, qui affleure sous forme solide au niveau des océans. Cette couche dense appelée « SiMa » est composée de Silicium (Si) et de Magnésium (Ma). Ainsi, lorsqu'un continent se brise en 2 continents qui s'éloignent l'un de l'autre, le SiMa visqueux remonte légèrement et se solidifie pour former les océans. Donc, des déplacements horizontaux sont possibles au contraire de la théorie des ponts continentaux qui ne présente que des mouvements verticaux.

Doc Y : Les forces à l'origine des mouvements des continents selon Wegener

Wegener envisage plusieurs forces susceptibles de jouer un rôle moteur. Il propose que les continents tendent à s'éloigner vers l'ouest (du fait de la rotation de la planète et de l'effet des marées) ; ils tendent aussi à migrer des pôles vers l'équateur (correspondant à la force appelée Eötvös).



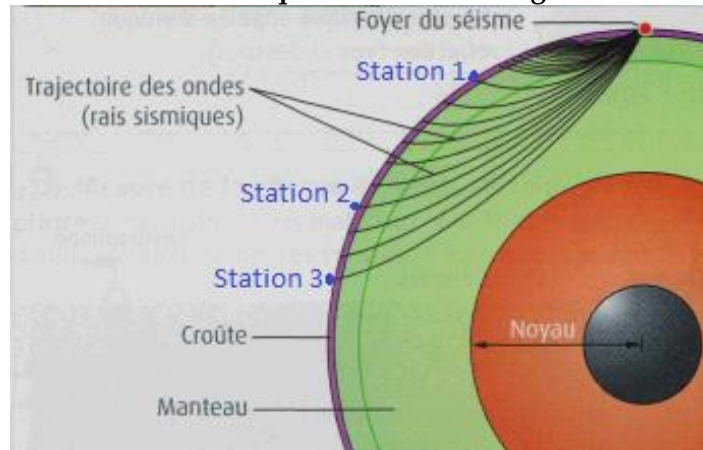
Doc E : Jeffreys et Chamberlin face à la théorie de Wegener

Jeffreys, un géophysicien anglais critique ardemment en 1924 la théorie proposée par Wegener avec 2 arguments majeurs :

- « l'intensité des forces supposées est bien trop faible, la résistance du manteau bien trop forte pour permettre un déplacement appréciable des continents. » Il calcule que les forces supposées ont une amplitude $2,5 \cdot 10^5$ fois trop faible pour mouvoir et déformer les blocs continentaux et pour lui la théorie de la dérive des continents est impossible.
- il considère de plus que l'ajustement des continents qui bordent l'Atlantique est très approximatif.

De son côté Chamberlin rédige un ouvrage « Some of the objection to Wegener's theory » dans lequel on peut lire : « Si nous croyons l'hypothèse de Wegener, nous devons oublier tout ce que nous avons appris dans les soixante-dix dernières années et retourner sur les bancs de l'école ».

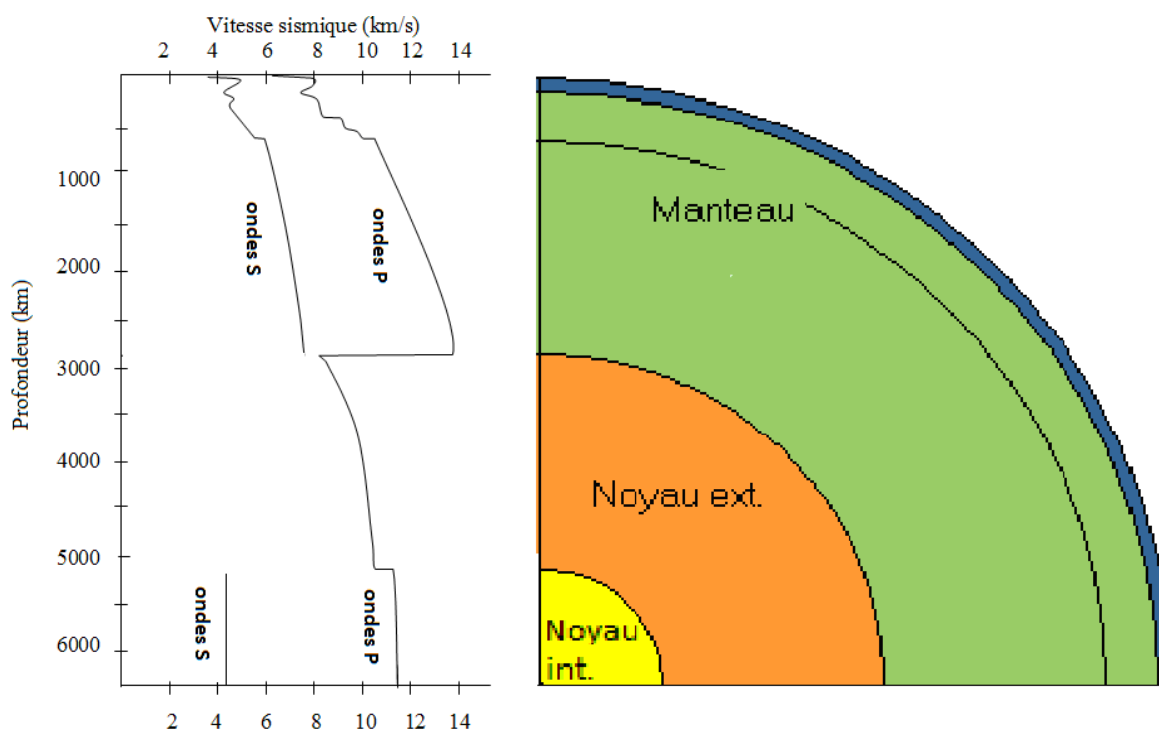
Doc Z : Etudes sismiques et structure du globe terrestre



Un séisme correspond à une rupture de roches soumises aux tensions qui se sont accumulées dans certaines zones de l'écorce terrestre pendant des années, voire des siècles. L'énergie ainsi accumulée est alors brutalement libérée au foyer du séisme. Elle est transportée sous forme d'ondes sismiques émises dans toutes les directions à partir du foyer.

Les sismologues peuvent évaluer indirectement les vitesses de propagation des ondes sismiques. Ils déduisent ces vitesses des calculs effectués grâce au temps d'arrivée des ondes sismiques P et S jusqu'aux différentes stations. A noter que plus une station est éloignée du foyer du séisme, plus les ondes P et S passent par les parties profondes du globe terrestre et nous informe de sa structure.

Les ondes P, ou premières, sont des ondes qui sont enregistrées en premier par les sismogrammes car elles sont les plus rapides. Les ondes S, ou secondes, sont enregistrées en deuxième. Tandis que les ondes P sont capables de se propager dans les milieux solides et liquides, les ondes S se propagent dans les milieux solides mais pas dans les milieux liquides.



**ANALYSE DES DIFFERENTS DOCUMENTS PERMETTANT LA REALISATION D'UN TABLEAU SYNTHETIQUE
RESUMANT LES ARGUMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES A LA THEORIE DE WEGENER SUR LA MOBILITE DES
CONTINENTS**

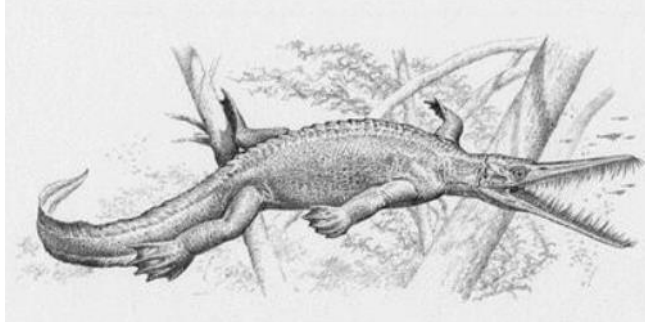
Entourer la (ou les) bonne(s) réponse(s) pour chaque affirmation ou question

DOC	ANALYSE DES DOCUMENTS
<u>T</u>	<p>Quels sont les arguments utilisés par Wegener, en faveur de la dérive des continents ?</p> <ul style="list-style-type: none"> a- Complémentarité du tracé des côtes africaines et sud-américaines b- L'absence de roches datées de 2 milliards d'années ; c- Boucliers continentaux de même origine sur 2 continents séparés ; d- Boucliers continentaux d'origines différentes sur des continents séparés ; e- Espèces animales et végétales fossiles identiques sur des continents séparés ; f- Traces de glaciation sur des continents séparés et notamment dans des régions près de l'équateur (ex : Inde) g- Grande diversité d'espèces sur chaque continent <p>Quels sont les arguments contre la dérive des continents ? (<u>une</u> réponse possible)</p> <ul style="list-style-type: none"> a- La théorie des ponts continentaux : animaux et végétaux peuvent passer d'un continent à l'autre aisément grâce à leurs caractéristiques physiques. C'est pourquoi, on retrouve les mêmes espèces fossiles sur des continents différents. b- La théorie des ponts continentaux : une même espèce animale ou végétale est apparue/a été créée sur les 2 continents en même temps. C'est pourquoi, on retrouve la même espèce fossile sur 2 continents différents. c- La théorie des ponts continentaux : deux continents n'en formaient au départ qu'un. Une zone s'est effondrée et a été inondée. C'est pourquoi une même espèce fossile se retrouve sur 2 continents distincts. d- La théorie des ponts continentaux : un unique continent s'est formé à partir de 2 continents grâce à la remontée de l'écorce terrestre, formant alors un pont continental. C'est pourquoi une même espèce a fini par aller sur 2 continents distincts.
<u>R</u>	<p>1) D'après les scientifiques du XXe siècle, les océans:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. se sont formés grâce à un déplacement d'une partie de continent b. se sont formés grâce à l'effondrement d'une partie de continent c. ont la même composition que les continents (SiAl tous les deux) d. n'ont pas la même composition que les continents (SiAl pour les continents et SiMa pour les océans) <p>2) Selon le graphique de l'analyse statistique des altitudes à la surface du globe :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. si la théorie des scientifiques du XXe siècle est exacte, les reliefs devraient très élevés et il devrait y avoir de grands fonds donc on devrait observer une courbe théorique à <u>un</u> « pic » (gaussienne) b. si la théorie des scientifiques du XXe siècle est exacte, les reliefs seraient le plus souvent moyens donc on devrait observer une courbe théorique à <u>un</u> « pic » (gaussienne) c. les mesures réelles montrent qu'il existe effectivement 1 type de relief majeur, ce qui est cohérent avec la courbe théorique d. les mesures réelles montrent qu'il existe surtout deux types de relief (continents à 500 m d'altitude et fonds océaniques vers -4500m d'altitude) donc la courbe doit avoir <u>2</u> « pics » (bimodale) <p>3) Selon Wegener, les mesures réelles prouvent :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. que les deux altitudes principales sont liées à une composition identique entre continents et océans b. que les deux altitudes principales sont liées à une composition différente entre continents et océans c. que les océans se sont formés grâce à l'effondrement des continents d. que les continents légers se déplacent sur des océans denses <p>4) En conclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. le mouvement est principalement horizontal pour les scientifiques du XXe siècle et vertical pour Wegener b. le mouvement est principalement vertical pour les scientifiques du XXe siècle et horizontal pour Wegener c. le mouvement vertical proposé par Wegener est en accord avec une mobilité des continents d. le mouvement horizontal proposé par Wegener est en accord avec une mobilité des continents
<u>Y</u>	<p>Selon Wegener, les forces permettant la dérive des continents sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> a- la Force de rotation de la planète, b- l'attraction solaire

	<ul style="list-style-type: none"> c- la radioactivité au sein de la Terre d- la force des marées e- la force qui tire les continents des pôles vers l'équateur (Eotvos) f- la force des continents
E	<p>Jeffreys réfute l'idée de dérive des continents de Wegener car il pense que :</p> <ul style="list-style-type: none"> a- les forces proposées par Wegener sont insuffisantes pour déplacer les continents face à la résistance du manteau b- les forces proposées par Wegener n'existent pas c- les forces proposées par Wegener sont trop puissantes pour déplacer seulement les blocs continentaux. d- La complémentarité des continents est souvent approximative e- les espèces fossiles ne sont pas des arguments suffisants
Z	<p>1) Les ondes sismiques P et S :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. sont libérées au niveau des stations et perçues au niveau du foyer b. sont libérées au niveau du foyer et perçues au niveau des stations c. se propagent à la surface de la Terre et nous informent sur l'atmosphère de la planète d. se propagent en profondeur et nous informent sur la structure interne de la planète <p>2) A une profondeur de 2000 km, les ondes P vont à une vitesse d'environ :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 6 km/s b. 8 km/s c. 11,5 km/s d. 13 km/s <p>3) A une profondeur de 2900 km :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. la diminution importante de la vitesse des ondes P nous informe sur le passage du manteau au noyau externe b. l'augmentation importante de la vitesse des ondes P nous informe sur le passage du manteau au noyau externe c. la disparition des ondes S nous informe que le noyau externe est solide d. la disparition des ondes S nous informe que le noyau externe est liquide <p>4) A moins de 100 km de profondeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. les ondes P sont perçues donc on peut en déduire que la partie superficielle du globe est solide b. les ondes P sont perçues donc on peut en déduire que la partie superficielle du globe est liquide c. les ondes S sont perçues donc on peut en déduire que la partie superficielle du globe est solide d. les ondes S sont perçues donc on peut en déduire que la partie superficielle du globe est liquide <p>5) L'étude de la vitesse des ondes sismiques s'oppose à la théorie de la dérive des continents car</p> <ul style="list-style-type: none"> a- Les ondes S sont perçues au niveau de la partie superficielle de la Terre donc la surface de la terre est rigide et ne peut pas bouger. b- Les ondes P sont perçues au niveau de la partie superficielle de la Terre donc la surface de la Terre est rigide et ne peut pas bouger c- Les ondes S ne sont pas perçues au niveau de la partie superficielle de la Terre donc la surface de la terre est rigide et ne peut pas bouger. d- Les ondes P ne sont pas perçues au niveau de la partie superficielle de la Terre donc la surface de la Terre est rigide et ne pas bouger

Description des fossiles animaux et végétaux étudiés par Wegener

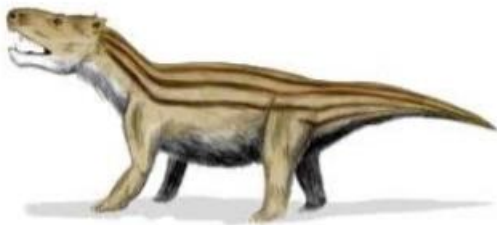
Mesosaurus : petit reptile des lacs d'eau douce daté d'environ 200 millions d'années (Ma). La nage est limitée.



Lystrosaurus : Reptile terrestre daté d'environ 200Ma.



Cynognathus : Reptile terrestre daté d'environ 240Ma.



Reconstitution



Crâne fossile

Glossoptéris : Végétal terrestre de l'ère secondaire



Fossile de feuilles de Glossoptéris



Reconstitution