



HAL
open science

L'introduction de la théorie des translations continentales de Wegener dans l'enseignement des sciences naturelles en France (1920-1960)

Philippe Le Vigouroux

► **To cite this version:**

Philippe Le Vigouroux. L'introduction de la théorie des translations continentales de Wegener dans l'enseignement des sciences naturelles en France (1920-1960). Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, 2018, 3ème série (tome 32), pp.77-102. hal-04149496

HAL Id: hal-04149496

<https://hal.science/hal-04149496>

Submitted on 3 Jul 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'introduction de la théorie des translations continentales de Wegener dans l'enseignement des sciences naturelles en France (1920-1960)

Philippe LE VIGOUROUX

Centre François Viète d'épistémologie et d'histoire des sciences et des techniques (EA1161)
Université de Nantes, France

Résumé. Dès les années 1930, la théorie de la dérive des continents d'Alfred Wegener est délaissée par la plupart des géologues universitaires. Pourtant, elle va connaître une diffusion inattendue dans le milieu scolaire, portée par des écrits destinés aux enseignants et inscrite dans les programmes du concours de l'agrégation dès la fin des années 1920. Alors que les instructions officielles de 1938 établissant le programme de géologie qui courra sur une vingtaine d'années préconisent d'« éviter les hypothèses encore discutées », les conceptions de Wegener figurent dans certains manuels scolaires. Celles-ci sont alors présentées, de façon plutôt favorable, quand il s'agit de traiter la structure du globe ou la formation des chaînes de montagnes mais, curieusement, elles sont oubliées quand il s'agit d'aborder les reconstitutions paléogéographiques au cours des temps géologiques, à l'ère primaire, en particulier.

Mots-clés : dérive des continents – enseignement scolaire – manuels scolaires – Alfred Wegener – Élie Lazerges – René Ozouf – Marcel Oria – Albert Obré – Jean-Jacques Humbert – Pierre Vincent

Abstract. As early as the 1930s, Alfred Wegener's theory of continental drift was abandoned by most academic geologists. It was to experience an unexpected diffusion in the school environment, however, as supported by writings intended for teachers and included in the curricula of the competitive examination passed by high-school teachers from the end of the 1920s. Whereas the 1938 official instructions for the geology curriculum, which would obtain for some twenty years, called for "avoiding hypotheses still under discussion," Wegener's ideas were included in some high-school textbooks. These are then presented, rather favourably, when it came to dealing with the structure of the globe or the formation of mountain ranges but, curiously, they were forgotten when dealing with palaeogeographic reconstructions during geological times, especially in the primary era.

Keywords : continental drift – teaching – school textbooks – Alfred Wegener – Élie Lazerges – René Ozouf – Marcel Oria – Albert Obré – Jean-Jacques Humbert – Pierre Vincent

Introduction

Le contenu de l'enseignement de la géologie dans le secondaire est resté relativement stable de la fin du XIX^e siècle jusqu'aux années 1970-1980. Reflet de la structuration universitaire en disciplines distinctes, l'enseignement de la géologie associe alors l'étude des roches, celle des phénomènes géologiques actuels tant ceux d'origine externe (érosion, sédimentation) que ceux d'origine interne (tremblements de terre,

volcanisme) et l'étude de l'histoire de la Terre telle que reconstituée par les données paléontologiques (Savatton, 2002, 2011, 2016).

Dans le courant des années 1920, une nouvelle conception du Globe terrestre qui a émergé une dizaine d'années plutôt, fait débat dans les institutions et revues savantes (Société géologique de France, Académie des sciences) : la dérive des continents. Les discussions de spécialistes qu'elle suscite trouvent très vite un large

écho dans la presse de vulgarisation, voire généraliste, dès le milieu de la décennie. Les acteurs de l'instruction publique, inspecteurs comme enseignants ne pouvaient guère l'ignorer. Bien que n'apparaissant pas dans les programmes de sciences naturelles, cette théorie sera présentée dans des textes destinés aux maîtres, puis dans les manuels scolaires, de façons très diverses.

L'objectif de la présente étude est d'esquisser une histoire de l'irruption et de la persistance de la théorie de la dérive des continents dans l'enseignement scolaire, en particulier dans les enseignements des sciences naturelles, en relation avec les instructions officielles. Pour ce qui concerne les manuels scolaires, nous limiterons notre investigation aux manuels scolaires utilisés pour l'enseignement de la géologie dans le premier cycle de l'enseignement secondaire, essentiellement en classe de quatrième. Après avoir rappelé le contexte théorique dans lequel apparaît la théorie de la dérive des continents, nous entamerons notre recherche aux débuts de la diffusion de la théorie de Wegener en France, au cours des années 1920, et la bornerons à la fin des années 1950, avant une nouvelle réforme de l'enseignement secondaire et des programmes et alors que de nouvelles données, géophysiques, réactualisent l'idée d'une dérive des continents chez les universitaires.

Le contexte de l'apparition de la théorie de la dérive des continents

La nouvelle conception de l'organisation et de l'évolution du Globe terrestre proposée par le météorologiste allemand Alfred Wegener, spécialiste de l'atmosphère et des régions polaires, est présentée au début des années 1910 en Allemagne. Wegener suppose que les continents constitués de « Sial » (pour Silicium, Aluminium), flottant sur la couche de roches sous-jacente, plus fluide et plus dense, le « Sima » (pour Silicium, Magnésium), sont mobiles à la surface du Globe. Cette mobilité des continents à la surface de la Terre, est associée à une conception particulière de la structure du Globe : le fond des océans est constitué de Sima solidifié (Fig. 1 A et 1 B) et non de Sial, comme l'envisagent les géologues européens. Autrefois réunies en un continent unique, la Pangée, des masses continentales se sont séparées par le jeu de gigan-

tesques fractures qui deviennent les océans, les continents allant à la dérive jusqu'à occuper leur position actuelle (Fig. 1 C).

Discutée dans les pays germanophiles dès le milieu des années 1910, la théorie de la dérive des continents est passée sous silence dans les cercles savants des pays vainqueurs de la Grande Guerre, et n'y est débattue qu'à partir de 1922 (Le Vigouroux, 2011). La théorie nouvelle apparaît dans un contexte où les géologues disposent déjà de cadres conceptuels, tant sur la structure du Globe que sur son évolution, et dans lesquels les phénomènes géologiques, comme la formation des chaînes de montagnes, trouvent leur place. En fait, ce sont deux conceptions différentes et peu conciliables, qui coexistent de part et d'autre de l'Atlantique.

La conception américaine

Les géologues américains, à la suite de James Hall (1811-1898) et James Dwight Dana (1813-1895), voient la naissance de nouvelles chaînes de montagnes au niveau de structures qui seront nommées géosynclinaux : l'accumulation de sédiments dans une dépression parallèle à une chaîne de montagnes et leur subsidence progressive sous l'effet de la masse des terrains accumulés. Ces géosynclinaux sont essentiellement localisés à la limite entre les domaines continentaux et océaniques, et l'ensemble de ces processus s'inscrit dans le cadre du refroidissement du Globe. Or celui-ci n'affecte pas de la même manière les continents et les domaines océaniques, de natures différentes, les premiers se contractant avant les seconds qui subissent alors une subsidence. Sous l'effet de contraintes latérales résultant de la contraction, des chaînes de montagnes s'érigent à la limite entre les deux domaines. Ce concept est essentiellement élaboré dans le contexte des études sur le système appalachien (Aubouin, 1959).

L'isostasie, mise en évidence à partir du constat de l'anomalie d'attraction du pendule à proximité des chaînes de montagnes, constitue un autre aspect fondamental de la conception américaine. En effet, si le terme lui-même n'est introduit qu'en 1889 par Clarence Edward Dutton (1841-1912), dès le milieu du XIX^e siècle sont

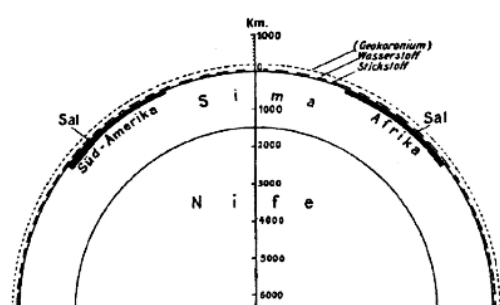
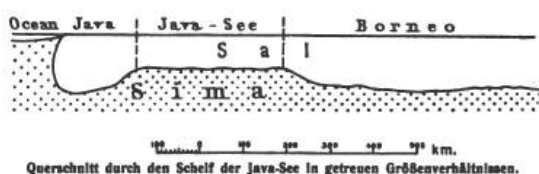


Fig. 2. Schnitt im grössten Kreise durch Südamerika und Afrika, in getrennten Grössenverhältnissen.



Querschnitt durch den Schelf der Java-See in getrennten Grössenverhältnissen.

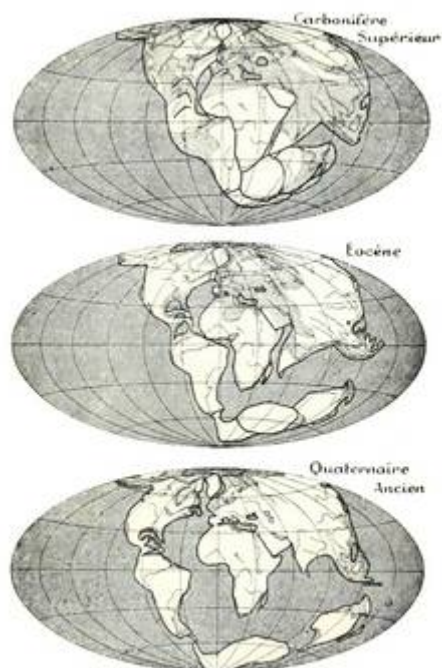


Fig. 1. La carte du globe à 3 époques de l'histoire géologique selon la théorie des translations continentales.

Fig. 1. Structure du Globe selon Wegener

A. (gauche, haut) Section selon le grand cercle à travers l'Amérique du Sud et l'Afrique. Au niveau le plus superficiel, Wegener identifie les couches suivantes : Stickstoff (Azote), Wasserstoff (Hydrogène) et (Geocoronium). (Wegener, 1912b) ; B. (gauche, bas) Section du plateau de la mer de Java à l'échelle réelle. Le domaine continental est constitué de Sial (Sal), le domaine océanique, de Sima. (Wegener, 1912a) ; C. (droite) Carte du Globe à trois époques de l'histoire géologique selon la théorie des translations continentales. (Wegener, 1924)

avancées des explications au déficit de masse constaté au niveau des chaînes de montagnes (Fig. 2). En 1855, George Biddell Airy (1801-1892), dans une conception d'un Globe composé d'une couche déformable sous les montagnes, pense que l'excès de masse en altitude est compensé par un déficit de masse en profondeur, suggérant la présence d'une racine constituée d'un matériau peu dense qui s'enfonce dans la couche rocheuse sous-jacente plus dense, à la façon des icebergs. Par contre, pour John Henry Pratt (1809-1871) en 1859, dans une conception du Globe désormais refroidi et totalement solidifié, les roches de la surface ont pu gonfler ou se comprimer, sans variation de la masse de matière : la densité de la colonne de roche des plus hauts sommets est alors moindre que celle d'une colonne de roches d'altitude moins élevée (Deparis & Legros, 2000).

Dans ce cadre, fixiste, quelle que soit l'interprétation retenue, les domaines continen-

taux et océaniques formés de roches de natures et aux propriétés différentes, ne peuvent être interchangeables au cours des temps géologiques : les continents restent des continents, ne

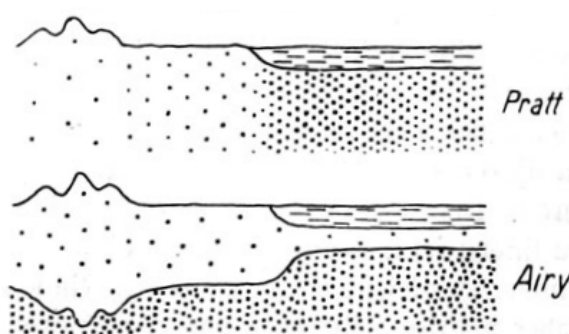


Fig. 2. L'isostasie d'après Pratt et Airy. La densité des roches est représentée par la densité du pointillé. Selon Pratt, les hautes altitudes sont constituées de roches peu denses. Pour Airy, la couche supérieure peu dense, repose sur la couche sous-jacente plus dense en s'y enfonçant plus ou moins profondément en fonction de l'altitude. (Wegener, 1937, p. 10)

peuvent ni s'effondrer ni devenir des fonds océaniques, de même le fond des océans reste tel quel et ne peut devenir du matériel continental. Bailey Willis (1857-1949), géologue de l'université de Sandford, formalise ainsi ce cadre de pensée permanentiste dont il est un « *virulent adhérent* »¹ : « les grands bassins océaniques sont des structures permanentes de la surface de la Terre et ils ont existé, où ils sont actuellement, avec des changements modérés de leurs contours, depuis que les eaux se sont rassemblées »².

La conception européenne

À la même époque, en Europe, les idées dominantes sont celles héritées du géologue autrichien Eduard Suess (1831-1914), professeur à l'université de Vienne, qui les a exposées dans son œuvre *Das Antlitz der Erde (La face de la Terre)*, quatre volumes qui paraissent entre 1883 et 1909³. La contraction du Globe provoque une rétraction de l'écorce, la croûte superficielle constituée de Silicium-Aluminium de nature granitique et qui recouvre l'ensemble de la surface terrestre. Deux sortes de tensions sont ainsi induites : les unes radiales, qui conduisent à l'effondrement de masses continentales à l'origine des bassins océaniques, et les autres tangentielles, responsables des plissements qui forment les chaînes de montagnes (Suess, 1918, p. 1603).

À différentes époques du passé, des régions actuellement émergées avaient été reliées entre elles par d'autres terres aujourd'hui immergées, formant des continents comme le Gondwana, une masse continentale émergée unique rassemblant les actuelles terres émergées de l'hémisphère sud et les fonds supposés alors émergés de l'Atlantique sud et de l'océan Indien (Suess, 1897, p. 813-814). Ces relations intercontinentales pouvaient encore être des ponts continentaux, étroites bandes de terre émergées

entre les continents que pouvaient emprunter les espèces pour migrer d'une région à l'autre. Au gré du refroidissement terrestre et de la rétraction des couches superficielles, ces continents ou ces ponts se sont effondrés. Dans le 3^e volume de *La Face de la Terre*, Suess intégrera les récents développements issus des travaux de quelques géologues français et suisses⁴ qui ont montré que les mouvements horizontaux pouvaient être beaucoup plus importants qu'il n'avait osé les imaginer (Sarton, 1919).

Au tournant du siècle, Émile Haug (1861-1927), professeur de géologie à la Sorbonne, propose une thèse complémentaire (1900), inspirée de la théorie américaine des géosynclinaux, mais revisitée en y introduisant des éléments tirés du système alpin, plus familier aux géologues européens. Les géosynclinaux sont alors des fosses profondes où s'accumulent des masses de sédiments, et non de simples dépressions. Ce sont des bandes étroites localisées entre des unités continentales toujours stables (Fig. 3). Les continents actuels résultent du morcellement et de la subsidence de ces anciennes masses continentales ; les géosynclinaux, eux, se combinent de sédiments, s'approfondissent graduellement, puis, sous l'action de mouvements orogéniques, forment des chaînes de montagnes (Haug, 1907). La conception principalement admise en France concilie donc la coexistence de larges mouvements horizontaux des nappes de charriage et des mouvements verticaux associés aux géosynclinaux.

Telles étaient les deux principales conceptions du Globe terrestre, incompatibles entre elles, en ce début de XX^e siècle. Au même moment, leur fondement – le refroidissement du Globe – est ébranlé avec la découverte de la radioactivité qui laisse alors supposer une source de chaleur interne. C'est dans ce contexte qu'apparaissent les idées nouvelles de Wegener.

¹ « *Willis was a vociferous adherent to permanence theory* » (Oreskes, 1999, p. 208)

² Les eaux qui recouvraient l'ensemble de la surface terrestre, se sont rassemblées dans les bassins formés au début du refroidissement. « *The great ocean basins are permanent features of the earth's surface and they have existed, where they now are, with moderate changes of outline, since the waters first gathered* ». (Willis, 1910).

³ La traduction française d'Emmanuel de Margerie commença à paraître en 1897, le dernier fascicule parut en 1918 (Durand-Delga, 2009).

⁴ Marcel Bertrand (1847-1907), puis Hans Schardt (1858-1931), Maurice Lugeon (1870-1953) et Pierre Termier (1859-1930), à partir de leurs travaux dans les Alpes, élaborent et développent considérablement la théorie des chevauchements, renversements et charriages, sur plusieurs centaines voire des milliers de kilomètres, de nappes sédimentaires (Bertrand, 1887 ; Schardt, 1893, 1898 ; Lugeon, 1901, Termier ; 1903). Pour une histoire revue et corrigée de l'élaboration de la théorie des nappes dans les Alpes, voir Grandchamp, 2015.

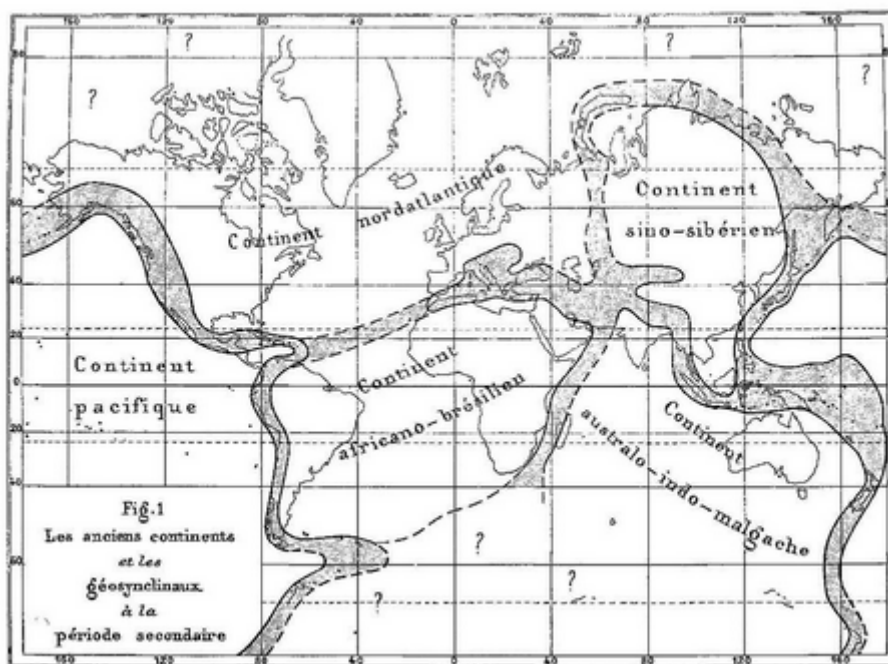


Fig. 3. Les anciens continents et les géosynclinaux à la période secondaire. On notera l'existence probable, pour Haug, d'un continent pacifique. (Haug, 1900)

Très vite après sa présentation en France, les débats sur la dérive des continents sortent des amphithéâtres universitaires et institutionnels pour les salles de conférences grand public et pour les colonnes des revues et journaux. Elle devient un sujet « à la mode » (Bourcart, 1924), et ce durablement, au point qu'à partir de la fin des années 1920, la théorie wegenérienne connaît une étonnante entrée dans le milieu scolaire. Cette diffusion semble même lui attribuer une certaine légitimité, quand elle est peu à peu délaissée par les géologues universitaires.

La géologie dans les programmes de sciences naturelles

L'organisation mise en place par la réforme de l'enseignement secondaire de 1902 prévoit l'enseignement de la géologie en classe de quatrième à raison d'une heure par semaine. Les programmes de l'enseignement secondaire subiront quelques modifications en 1925, 1931, 1938, 1941 puis 1945, avant de connaître une nouvelle réforme en 1958-1960.

Les concepteurs du programme de sciences naturelles de la classe de quatrième des lycées et des collèges de garçons de 1902 accordent une large place à l'étude des modifications du

sol, qui doivent être abordés au moyen d'exemples choisis, autant que possible, dans la région. Sont traités différents phénomènes géologiques : d'une part, ceux dont sont responsables la pluie, les cours d'eau, les neiges et glaciers, le vent, comme la dégradation des roches, le creusement des vallées, le transport des matériaux et leur dépôt ; et, d'autre part, les phénomènes dus à des agents internes comme les épanchements de roches souterraines en fusion à travers les terrains sédimentaires et la formation des volcans, ou encore les mouvements du sol.

Le programme mis en œuvre à partir de 1925 s'étoffe et se structure. Au premier semestre, après quelques notions sommaires sur les roches les plus communes, sont étudiés les phénomènes géologiques actuels avec l'action de l'eau sous toutes ses formes et l'action de l'atmosphère puis les volcans et les mouvements du sol. Le second semestre est consacré à l'étude des périodes géologiques, à leurs grands traits, aux groupes fossiles caractéristiques puis doivent être traitées les modifications progressives de la surface du Globe et la formation des chaînes de montagnes. Les notions abordées restent sensiblement les mêmes dans les programmes de l'enseignement secondaire de 1931.

Le programme de 1938 : « éviter les hypothèses encore discutées »

En 1938, dans les programmes de l'enseignement du second degré (classes de quatrième et 2^e année des écoles primaires supérieures), l'étude des périodes géologiques est supprimée et remplacée par des leçons de botanique. Aux notions présentes dans le programme précédent, sont ajoutées la notion de cycle des phénomènes géologiques (conflit entre phénomènes externes et phénomènes internes), ainsi que des notions sur la constitution du Globe. On peut relever que le programme détaillé indique, pour la partie sur les phénomènes actuels : « *Il s'agit non d'énumérer mais de faire comprendre (quand il est connu) le mécanisme des phénomènes. On devra aussi bien éviter les hypothèses encore discutées que les conclusions périmées ou simplistes* » (ministère de l'Éducation nationale, 1951, p. 206).

Ce programme est reconduit en décembre 1941, mais déplacé en classe de cinquième, avec la réintroduction de l'étude des périodes géologiques. À la fin de la guerre, l'arrêté du 21 septembre 1944 rétablit le programme de 1938 (Oria, 1946, p. 4) mais les arrêtés ministériels des 27 juin 1945 et 22 juillet 1949 restaurent le programme de géologie de 1941 (Humbert, 1951, p.4) pour la classe de quatrième avec, donc, l'étude des périodes géologiques, et ce, jusqu'à la fin des années 1950.

Ces programmes successifs qui suggèrent, à partir de 1938, d'éviter les hypothèses encore discutées, excluent, de fait, celle de la dérive des continents. La précision laisse à penser qu'auparavant, les professeurs introduisaient ou, tout du moins, pouvaient évoquer cette notion, comme celle du refroidissement du Globe, dans leur enseignement. L'idée de dérive des continents était suffisamment frappante et avait largement diffusé depuis les années 1920 pour que des enseignants prennent le parti d'en parler à leurs élèves en dépit ou en marge des programmes. En témoigne le discours⁵ donné par Henri-Denis Vinot, enseignant du lycée Gallieni à Tananarive, lors de la remise des Prix en fin

⁵ Le journal trihebdomadaire de Madagascar, *Le Madécasse*, publie le discours sous la forme d'un feuillet en trois épisodes (Vinot, 1932a, 1932b, 1932c).

d'année scolaire, le 13 juillet 1932. Ce professeur de mathématiques place son propos dans le champ de la géographie : « *Je voudrais vous exposer une des hypothèses qui justifie ingénieusement, trop ingénieusement, peut-être, la disposition des continents sur le globe terrestre* » (Vinot, 1932a). C'est en enseignant bien informé des développements scientifiques relatifs au Globe terrestre qu'il présente la théorie de Wegener. Il n'hésite pas à aborder, non sans humour, l'isostasie ou la différence entre rigidité et fluidité d'un matériau et à souligner les aspects de la théorie de la dérive des continents qui peuvent intéresser directement ses auditeurs, en évoquant par exemple le volcanisme de La Réunion et des Comores ou la séparation Madagascar-Afrique : « *Essayerais-je enfin de justifier par Wegener les origines si discutées de Madagascar ? Je découpe donc notre continent et le ramène à sa position primitive contre la côte africaine, le cap Saint-André se cale à Beira, la coïncidence déjà observée pour l'Amérique se retrouve d'autant plus singulière que le Matabeleland est alors à la latitude des plateaux malgaches, la chaîne de l'Isala prolonge celle des monts Maloti, - les deux terres ont les mêmes plateaux gréseux, les mêmes massifs cristallins* » (Vinot, 1932c). La théorie de la dérive est donc bien un sujet « pédagogique » susceptible d'intéresser un auditoire scolaire et même un lectorat plus large. Aussi, ce sujet est-il abordé dans les publications destinées aux enseignants.

L'information et la formation des enseignants sur la dérive des continents

Dès 1928, le géographe René Ozouf (1889-1959) expose la dérive des continents dans *Le Journal des Instituteurs et des Institutrices* : aux mouvements verticaux et tangentiels « *admis par l'école française moderne de géologie* », Wegener en ajoute d'autres, « *d'une envergure gigantesque* », qui permettent d'expliquer les guirlandes d'îles (effet de poupe) et les chaînes de montagnes (effet de proue). Une coupe du Globe à la façon de Wegener est détournée et montre une organisation telle que la concevait Suess (Fig. 4) : du Sal recouvre toute la surface du Globe et les roches qui constituent la couche superficielle du Pacifique et de l'océan Indien sont des « *Terrains sédimentaires, Granits, Gneiss* ». Pourtant, le texte précise que Wegener place au fond des océans une mince pellicule de

Sima solidifié au-dessus d'un bain de Sima fondu. L'hypothèse de Wegener ne manque ni de simplicité, ni de logique et « elle cadre bien avec certains faits » tels le parallélisme des côtes, les dispositions géographiques et les mesures de pesanteur, les ressemblances morphologiques, géologiques, paléontologiques et faunistiques de continents séparés par les océans. Ozouf signale cependant quelques objections, reprises de Termier (Termier, 1923, 1924), comme l'existence peu vraisemblable de discontinuités physiques dans l'intérieur du Globe et la résistance du Sima qui, tout en étant capable de permettre la formation des chaînes de montagnes, seraient incapables de s'opposer à la marche des continents, ou encore la nécessaire permanence de l'océan Pacifique (dont doutait Haug)... Il se projette aussi dans l'avenir, attendant une preuve des translations continentales apportée par de nouvelles recherches : « *Les progrès de la radiotélégraphie, en donnant à la mesure des longitudes une précision, à un petit nombre de mètres près, permettront-ils, en dépit de la prodigieuse lenteur avec laquelle se feraient les mouvements de dérive des continents, de nous rendre compte expérimentalement de l'existence de ces mouvements ? C'est le secret de demain.* »

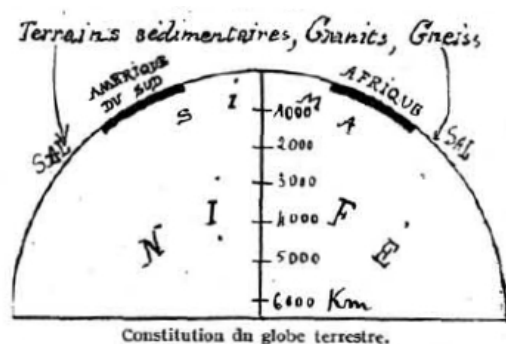


Fig. 4. Constitution du Globe terrestre. (Ozouf, 1928)

En 1931, c'est Élie Lazerges (1885-1959), alors inspecteur général de l'Instruction publique (enseignement primaire) (Caplat, 1997), qui présente la théorie de Wegener dans son livre *Les grands problèmes de la biologie et de la géologie*. Lui aussi souligne l'intérêt de la théorie « pour expliquer d'une manière simple en même temps que les transformations de la géographie au cours des temps géologiques, la formation des montagnes, et pour relier à une même cause tout un ensemble de phénomènes géologiques

qu'on a l'habitude de considérer comme distincts et dont la cause reste obscure » (Lazerges, 1931, p.125-126). L'ouvrage ne s'adresse pas à des spécialistes et n'est pas un instrument de travail : il est fait pour « tous ceux qui, pourvus simplement d'un minimum de culture scientifique, sont curieux de savoir comment se posent aujourd'hui ces grands problèmes dont la solution pourrait donner à l'homme une explication de la Nature » (p. V-VI). Publié dans la collection *La bibliothèque des éducateurs* chez l'éditeur Fernand Nathan, un des principaux publics visés est constitué des enseignants. Outre quatre chapitres consacrés à des questions biologiques, deux traitent de géologie. De ceux-ci, le premier aborde, en se fondant sur les données de la géophysique (mesure de densité, sismologie...), la constitution du Globe en trois couches : une fine couche d'écorce solide (lithosphère) d'une centaine de kilomètres d'épaisseur reposant sur une couche de roche en fusion (pyrosphère liquide ou pâteuse), puis dans la partie centrale, un noyau ferrugineux solide (barysphère). Lazerges expose la conception de Wegener sur la répartition des roches sialiques et simiques ainsi que ses arguments. Le tout est illustré par une coupe du Globe telle que Wegener l'a dessinée dès ses premières publications (voir Fig. 1A). Ce qui fait l'intérêt de cette conception du Globe selon Lazerges, c'est « l'hypothèse ingénieuse et séduisante » que le géophysicien en tire et que l'inspecteur général présente dans le chapitre suivant « *La formation des chaînes de montagnes* ». Ce sujet constitue, justement, l'un des problèmes les plus difficiles de la géologie comme en témoigne la multiplicité des hypothèses émises sur leur genèse. Lazerges les évoque depuis la théorie des soulèvements de Humboldt (1769-1859) et Léopold von Buch (1774-1853)⁶, rajeunie par le géologue allemand Albrecht Penck (1858-1945) pour qui les rideaux en surface traduiraient les mouvements du magma plastique et mobile, une conception qui ne correspond pas, dit-il, à ce que pensent désormais les géologues en attribuant un rôle essentiel dans la formation des montagnes « à des forces tangentielles, à des refoulements latéraux ». Quant à expliquer la cause de ces mouvements, les divergences réapparaissent. Lazerges discute successivement la théorie de l'isostasie

⁶ Voir par exemple Gohau (2009).

de Dutton⁷, celle basée sur la radioactivité de Joly⁸, celle des courants profonds d'Ampferer⁹ puis la théorie de la contraction d'Élie de Beaumont retouchée par Heim, Dana et Suess¹⁰, et en montre les limites explicatives à la lumière des connaissances de la fin des années 1920. Après la revue de ces conceptions en une dizaine de pages, il consacre enfin près de trente-cinq pages à la théorie de la dérive des continents, une hypothèse qui « *a eu un retentissement considérable* », qui « *a été et est encore fortement discutée* » (p. 140). « [...] *comme elle ne se borne pas à donner une interprétation nouvelle de la formation des chaînes de montagnes et qu'elle apporte, en même temps, une explication d'autres phénomènes géologiques fort importants ; comme, d'autre part, elle s'appuie [sic] sur un assez grand nombre de faits d'ordres divers, elle a obtenu la faveur de beaucoup de géologues. Car, si elle surprend au premier abord parce qu'elle heurte l'idée que nous nous faisons, a priori, de la stabilité des continents, elle finit,*

après examen des arguments invoqués en sa faveur, par apparaître, en dépit de sa hardiesse, comme assez séduisante. » (p. 141)

La classique représentation de Wegener montrant la carte du Globe à trois époques de l'histoire géologique (voir Fig. 1C) illustre le récit de la mobilité des continents¹¹ et le mode de formation d'un certain nombre de structures observées à la surface du Globe, comme les chaînes de montagnes, les fossés d'effondrement, le volcanisme. Lazerges entreprend de résumer les arguments en faveur de la théorie, empruntés à la géologie et à la géophysique puis à la paléontologie et aux variations climatiques du passé. La théorie doit pouvoir être l'objet d'une vérification directe, si les translations se produisent toujours. Les mesures précises à l'aide de la TSF étant trop récentes, la vérification reste donc à venir. Quelques objections, cependant, « *ont été résumées par un géologue jouissant de la plus légitime autorité, mort récemment, M. Termier* » (p. 167) : comment le Sima peut-il provoquer la formation des plissements sans s'opposer à l'avancée des continents et comment ces plissements qui naissent en profondeur se transforment-ils en nappes et plis superficiels dans toutes les chaînes de montagnes ? Comment le Sima liquide peut-il échapper aux effets de marée et laisser se solidifier une fine couche superficielle dans le fond des océans ? Lazerges souligne aussi les réticences de Termier quant à la séparation nette du Sial solide et du Sima liquide en profondeur et quant à l'incompatibilité de la dérive avec la permanence du Pacifique et de la zone transversale téthysienne. Au reproche fait à la trop grande commodité de la théorie¹², il juge cette critique inappropriée : « *cette théorie a été précisément établie pour donner de toutes les transformations survenues au cours des âges dans la géographie, une explication générale et simple* » (p. 169). « *Comme pour toutes les autres hypothèses, ce sont les progrès de la science qui décideront de sa valeur ; ce sont les recherches des géophysiciens et les constatations des géologues qui montreront si la théorie de la dérive peut être conservée ou si elle doit être abandonnée. Et si les faits démontraient un*

⁷ L'isostasie correspond à « *la condition d'équilibre de la figure vers laquelle la gravitation tend à réduire un corps planétaire* » (p.131). Un écoulement des sédiments marins accumulés dans les mers les ramène vers les continents et, sous l'effet d'une poussée tangentielle les soulèverait en chaînes plissées. Si Lazerges juge cette théorie séduisante il explique qu'elle se heurte à de nombreuses objections (irrégularité de l'orogénèse, contemporanéité des grandes chaînes, complexité de leur tracé, de leur structure et de leurs ramifications) et conclut : « *aujourd'hui l'on admet que l'isostasie joue pour expliquer l'équilibre de l'écorce, mais on n'y trouve pas l'explication de la formation des chaînes de montagnes* » (Lazerges, 1931, p.133).

⁸ Selon Joly, la radioactivité provoque la fusion partielle d'une couche de basalte sous-jacente à la couche solide superficielle provoquant les phénomènes orogéniques et volcaniques. La conclusion de Lazerges est la suivante : « *l'ignorance où nous sommes des phénomènes de la radioactivité à l'intérieur du globe, fait que cette théorie séduisante repose, pour l'instant du moins, sur une base incertaine et fragile* » (Lazerges, 1931, p.134).

⁹ Selon les défenseurs de cette théorie, l'écorce inerte est contrainte de s'adapter à des modifications qui affectent la couche de magma mobile agitée de mouvements ascendants et descendants. Pour Lazerges, il s'agit là d'une « *hypothèse dont la base est incertaine et dont les causes qu'elle met en jeu restent obscures* » (Lazerges, 1931, p. 135).

¹⁰ Le plissement de l'écorce terrestre est vu comme la conséquence du refroidissement progressif du Globe. Les parties de l'écorce qui s'effondrent « *exercent sur les parties voisines une pression latérale qui détermine, par refoulement, la formation des plissements* ». Lazerges conclut : « *cette puissante synthèse édiflée par Suess et appuyée sur une étude détaillée de la géologie des Alpes, fut presque immédiatement adoptée par tous les géologues. Aujourd'hui encore, elle représente la théorie classique pour l'explication de la genèse des chaînes de montagnes* ». Mais des objections peuvent lui être opposées désormais : d'une part, le refroidissement « *n'apparaît plus comme évident aux géophysiciens modernes mais est fortement contesté* » et, d'autre part, « *l'étude détaillée de certaines chaînes a fait connaître des phénomènes dont l'ampleur est difficilement explicable par la seule contraction du globe* » (Lazerges, 1931, p. 137-138).

¹¹ Un récit teinté d'une pointe de lyrisme : « *C'est notre " terre ferme " qui va " sur l'océan des âges emportée sans retour ".* » (Lazerges, 1931, p. 144).

¹² « *D'aucun lui ont reproché sa trop grande commodité* ». (Lazerges, 1931, p. 169). C'est une des critiques faites à la théorie de Wegener par Pierre Termier (Termier, 1924).

jour l'impossibilité de l'adopter, beaucoup regretteraient, sans doute, la puissance de séduction d'une conception susceptible d'ouvrir un champ nouveau à l'imagination des poètes » (p. 170).

Lazerges termine le chapitre sur la formation des montagnes en exposant la théorie d'Émile Argand. Dans le cadre du déplacement des continents, la base du socle continental qui possède une certaine plasticité se déforme. Des plis s'y forment, les plis de fond, qui impactent alors les couches plus superficielles y entraînant la formation de plis de couverture. Avec Argand, se trouve réalisée « *une vue d'ensemble, une synthèse cohérente des phénomènes orogéniques qui fait participer toute la masse des continents aux mouvements tectoniques* » (p. 175). Finalement, l'exposé de Lazerges constitue une histoire des idées scientifiques sur le processus de formation des chaînes de montagnes. La dérive des continents y tient une place majeure tant dans l'exposé que par son intégration dans la théorie d'Argand qui semble constituer pour Lazerges l'état de la connaissance admise par les géologues. En tout cas, achevant son chapitre sur cet exposé, son lecteur, souvent enseignant, retiendra la cohérence de la construction du concept de formation des chaînes de montagnes : isostasie, dérive, puis synthèse d'Argand.

Quelques années plus tard, en 1939, Élie Lazerges écrira un manuel pour la classe de quatrième dans lequel il abordera la formation des chaînes de montagnes, occasion d'évoquer la dérive des continents, hypothèse qui serait alors préférée à la théorie de la contraction.

À partir de la session de 1928 du concours de l'Agrégation des sciences naturelles, le programme des matières pour la composition écrite, prise en dehors du programme des lycées (programme spécial), indique en géologie, à côté des roches sédimentaires siliceuses et des grandes unités géologiques de l'Europe et de l'Afrique française du Nord, « *les conceptions tectoniques modernes : la doctrine classique et les vues récentes qui invoquent la dérive des continents* » (Anonyme, 1927). Ce point restera au programme plusieurs années et disparaîtra du programme de la session de 1934 dans lequel l'énoncé deviendra « *les conceptions tectoniques modernes : application aux chaînes tertiaires européennes* » (Anonyme, 1933) jusqu'à la session de 1942. Les enseignants doivent donc être

capables d'exposer la dérive des continents lors des épreuves de l'Agrégation. Si l'énoncé du programme de ce concours ne la cite explicitement que durant quelques années, l'hypothèse de la dérive des continents pouvait à tout le moins évoquée dans les sujets de concours en relation avec la formation des chaînes de montagnes tout au long des années 1930-1950. Après leur formation, les enseignants de sciences naturelles se trouvent confrontés, dans leurs classes, au contenu des manuels scolaires.

La dérive des continents dans les manuels scolaires

Si tous les manuels de sciences naturelles ne font pas référence à la théorie de la dérive des continents, nous rendons compte, ici, sans objectif d'exhaustivité, de la façon dont quelques-uns introduisent les idées de Wegener. Celles-ci peuvent être évoquées dans différentes parties des programmes de géologie : la structure du globe terrestre d'une part, la formation des chaînes de montagnes d'autre part, l'histoire géologique de la Terre, enfin.

La naissance des chaînes de montagnes dans les géosynclinaux

Le manuel de **Louis-Janvier Dalbis** (1881-1937), docteur ès sciences, sorti en 1937 repose sur le programme du 30 avril 1931. L'étude de la formation et de l'évolution d'une chaîne de montagnes est fondée sur la théorie des géosynclinaux. Lors d'une phase de dépôts, des sédiments s'accumulent dans la dépression appelée géosynclinal et localisée entre deux massifs solides de l'écorce terrestre. Sans que son origine ne soit expliquée, un rapprochement des deux massifs se produit et provoque le plissement des couches sédimentaires profondes et ramollies du géosynclinal qui gagnent alors en hauteur ce qu'elles perdent en surface, c'est la phase de soulèvement (Fig. 5A). Quelquefois, des parties de ces plissements peuvent se détacher et être charriées sur plus de cent kilomètres, jouant un rôle de rabot ou de rouleau compresseur. Suit une phase de tassement avec formation de dépressions secondaires, d'éboulements, de cassures et de fissures dont les conséquences sont, dans l'exemple du soulèvement alpin, l'apparition de la mer Adriatique, de la mer Rouge, de la vallée du Rhin. Enfin, une phase d'érosion con

duit à la formation d'une pénéplaine. Les causes de l'ensemble du processus ne sont pas abordées. À côté de ces montagnes de plissements, Dalbis identifie des montagnes d'accumulation (comme les dômes du Massif Central) et des montagnes d'érosion (la montagne de Laon ou les collines de Belleville, par exemple). La structure de la Terre résulte du refroidissement, de la contraction du Globe et du plissement de sa surface. L'écorce est homogène sur l'ensemble de la surface et selon le degré de plissement, un segment de cette écorce peut se trouver émergé ou en fond d'océan (Fig. 5B). Les paléogéographies reconstituées pour les ères primaire, secondaire et tertiaire suivent le modèle classique à la suite des représentations de Lapparent et

d'Haug. La théorie de la dérive des continents n'est pas abordée et c'est dans le cadre fixiste de la conception des géosynclinaux que sont présentées la formation des chaînes montagnes ou la structure de la surface terrestre. Les contraintes qui entraînent le resserrement des bords du géosynclinal ne sont pas évoquées, même dans le paradigme du refroidissement de la Terre. Ce refroidissement est responsable du « plissement de l'écorce terrestre qui se rida à la façon d'une pomme qui se dessèche » (p. 147) dans les premiers temps du globe, mais rien n'est dit sur les causes de la formation des chaînes de montagnes ultérieures (plissements huroniens, chaînes calédonienne, hercynienne ou alpine).

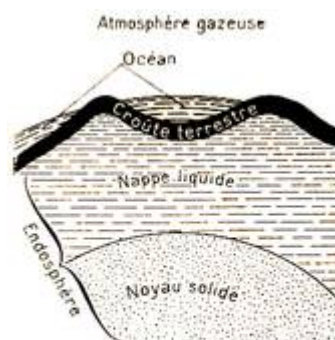
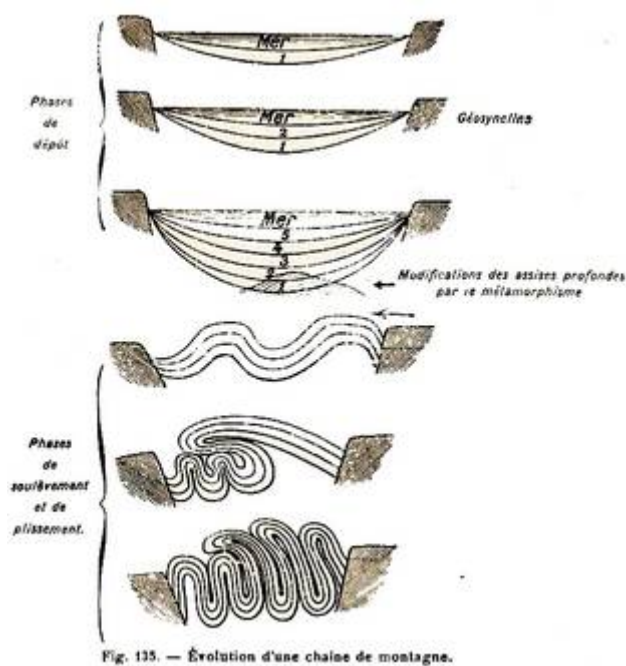


Fig. 5. — Schéma montrant la constitution de la terre.
Tout nous force à conclure que la nappe liquide interposée entre la croûte terrestre et le noyau solide est peu épaisse.

Fig. 51. Formation et évolution d'une chaîne de montagnes. A (gauche) Évolution d'une chaîne de montagnes (p. 121). B (droite) Schéma montrant la constitution du Globe (p. 5). (Dalbis, 1937)

Il en est de même pour le manuel de **Démousseau** et **Haumesser** édité chez Masson en 1939, qui prend en compte, lui, les programmes de 1938. Il traite les mêmes points que le précédent manuel. Dans le chapitre sur les mouvements lents de l'écorce, il aborde de façon expérimentale les causes des plissements : il s'appuie sur l'observation de la pomme desséchée et sur l'utilisation d'un dispositif expérimental constitué d'un empilement d'étoffes auquel on fait subir

une compression latérale. Une perte de volume conduit à une contraction et à un plissement de la surface et une poussée latérale conduit à des plissements : « L'écorce terrestre, que la pesanteur applique continuellement sur la masse centrale en voie de contraction est donc obligée de se plisser, en raison du refroidissement progressif du globe » (p. 299). On voit mal, avec cette explication, l'origine de la pression latérale. La dérive des continents n'est pas évoquée. Enfin,

conformément aux programmes de 1938, l'ouvrage ne traite pas de l'évolution du monde vivant au cours des temps géologiques, il n'y a donc pas de reconstitution paléogéographique.

L'édition de 1949 de ce manuel se réfère naturellement aux programmes de 1947, mais se contente de recycler les chapitres de géologie écrits en 1939 sans modification quant aux aspects qui nous intéressent... La botanique est remplacée par l'étude des ères géologiques. Les cartes qui illustrent les paléogéographies se limitent à montrer les terres émergées du territoire métropolitain français, sans proposer de représentation paléogéographique du Globe.

D'autres manuels évoquent la cause des poussées latérales dans les géosynclinaux : c'est le cas du manuel de **Bresse, Schlegel et Bonnet**, publié aux Éditions Baillière cette même année 1939. La leçon concernant les mouvements de plissement et les chaînes de montagnes présente le fonctionnement des géosynclinaux, « vastes cuvettes océaniques qui se remplissaient peu à peu par les vases, les sables et autres sédiments venus des continents voisins » (p. 273). Ce sont des régions instables de l'écorce terrestre qui subissent un affaissement lent au fur et à mesure qu'elles se comblent et un resserrement sous l'effet d'une poussée latérale avec pour conséquence le plissement et le redressement des couches sédimentaires qui peuvent se déverser. Alors que cela n'apparaissait pas nécessaire pour les auteurs précédents, ici, les auteurs ne manquent pas de poser la question de l'origine des « forces colossales » qui peuvent « plisser et soulever les terrains les plus durs et les plus lourds [...]. Quelle est la source de ces forces inouïes ? Où naissent-elles ? Quelle est la cause de ces bouleversements, de ces crises qui ont affecté la terre à quatre reprises¹³ ? Plusieurs théories savantes essaient de l'expliquer, mais malgré leur ingéniosité, aucune ne donne entière satisfaction. Aucune, d'ailleurs, n'est vérifiable [...]. Pour cette question, comme pour bien d'autres dont s'occupe la géologie, on ne peut donc expliquer le pourquoi. On peut tout juste dire comment se sont produits les mouvements, c'est-à-dire dans quelle direc-

tion se sont exercées les forces inconnues et quel est le résultat de leur action. » (p. 275-276)

Quelques pages plus loin, cependant, après avoir vu les différentes sortes de plissements et les nappes de charriage, est abordé le mécanisme des plissements et la théorie de la dérive des continents est décrite de façon succincte : « [...] on a été jusqu'à supposer que les masses continentales ne sont pas fixes : elles seraient plongées très profondément, bien en dessous du niveau du fond des océans, dans un magma visqueux où elles flottent en quelque sorte, et se déplacent lentement ; les continents s'en vont à la dérive vers l'ouest avec des vitesses un peu variables. La résistance incalculable qu'oppose le magma à cette dérive des continents a été jugée suffisante pour rider la surface des masses flottantes. » (p. 281) Ainsi, les poussées latérales en jeu dans les plissements à l'origine des chaînes de montagnes pourraient être liées à une dérive des continents, les montagnes se formant à la proue des masses continentales mobiles comme le proposait Wegener. Les auteurs semblent cependant dubitatifs et aucune illustration ne vient soutenir cette évocation. Quant à la structure du Globe présentée un peu plus loin dans le manuel, aucune différence n'est faite entre le domaine continental et le domaine océanique (Fig. 6) et, alors que Lazerges montre la même année des continents épaissis par rapport à l'écorce du fond des océans, l'idée d'isostasie est ici ignorée : l'écorce repose sur une couche de roche en fusion (magma visqueux). Toutefois, comme chez Lazerges, les auteurs n'utilisent pas le vocabulaire habituel (Sial, Sima).

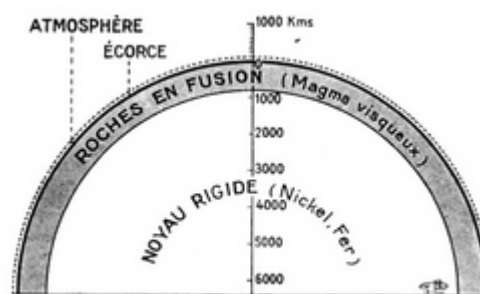


Fig. 354. — Schéma représentant la constitution du globe terrestre.

Fig. 6. Schéma représentant la constitution du Globe terrestre. (Bresse et al., 1939, p. 293)

Lazerges, donc, dans son manuel de 1939, est beaucoup plus affirmatif concernant la dérive des continents. Il aborde la formation des

¹³ Allusion à la formation des chaînes huroniennes, calédoniennes, hercyniennes et alpines.

chaînes de montagnes à la fin du chapitre sur « *Les déformations de l'écorce terrestre* » après avoir étudié les plissements, puis les fractures et les effondrements. L'épaisseur des sédiments dans les chaînes de montagnes conduit à conclure que celles-ci se sont formées sur l'emplacement d'anciens grands fonds marins. Quatre étapes résument cette formation : 1°. accumulation de sédiments dans une profonde dépression marine en subsidence, le géosynclinal ; 2°. formation d'ondulations dans les sédiments sous l'effet de poussées latérales ; 3°. poursuite de l'action de poussée latérale, formation de plissements qui émergent, s'infléchissent, se couchent voire se brisent, formant les nappes de charriage ; action de l'érosion ; 4°. émergence de la totalité de la chaîne qui se trouve rattachée au continent. L'érosion se poursuit jusqu'à la pénéplation. Un paragraphe explique à quoi sont dus les plissements du sol. Lazerges rappelle la théorie du refroidissement mais en donne aussi les objections, « nombreuses » (p. 194), qui permettent de la rejeter : l'incertitude sur le refroidissement du Globe, des plissements localisés en certaines régions non répartis uniformément sur toute la surface. Aussi, explique-t-il, on préfère désormais à la théorie du refroidissement, celle de la dérive des continents « *d'après laquelle les continents flotteraient comme d'immenses radeaux sur la nappe de matières en fusion située sous l'écorce solide [...] et iraient à la dérive. Dans leur mouvement de dérive, le bord de ces continents serait comprimé et refoulé par le magma fluide sur lequel ils flottent ; et ce serait là l'origine de la compression, de la poussée qui provoque le plissement des sédiments déposés dans les grands fonds marins qui bordent d'habitude les continents.* » (p.194-195) Lazerges reprend ici les mots du géologue Léon Moret¹⁴ (1890-1972) qui laissent supposer que

les géologues, désormais, admettent et intègrent dans leur façon de concevoir le globe terrestre et la formation des chaînes de montagnes, les théories de Wegener et d'Argand. Quelques pages plus loin, Lazerges traite de la constitution de la Terre : une écorce terrestre reposant sur une zone en fusion (Fig. 7A). Il ne prend pas la peine de rendre compte de l'isostasie en représentant des continents s'enfonçant dans la zone de roches en fusion. La formation des continents semble également se rattacher aux conceptions anciennes selon la figure qui montre le refroidissement et la formation d'une écorce solide homogène sur toute la surface (Fig. 7B).

À quelques détails près, ces deux manuels, celui de Bresse, Schlegel et Bonnet et celui de Lazerges, suivent la même progression des notions en s'appuyant sur les instructions officielles de 1938. Ils se détachent cependant de ces instructions en citant une hypothèse encore discutée, celle de la dérive des continents (en la présentant, en outre, comme celle qui aurait la préférence des géologues pour Lazerges), et en évoquant une hypothèse périmée (celle de la contraction par refroidissement donnée aussi, étonnamment, par Lazerges).

Après la seconde guerre mondiale, les auteurs de manuels présentent encore, pour certains d'entre eux, la théorie de Wegener comme une théorie récente, capable d'expliquer des phénomènes de diverse nature.

« La dérive est encore actuellement discutée ! »

Dans son manuel *Géologie Botanique pour la classe de 4^e* de 1946, **Marcel Oria** (1901-1970), professeur de sciences naturelles au lycée de Versailles, expose les deux hypothèses

¹⁴ Un film, réalisé en 1937 à la demande des dirigeants du Palais de la Découverte et supervisé par Moret retrace les transformations de la région du Pelvoux, entre Gap et Briançon, depuis le Carbonifère. C'est un film de synthèse qui déroule rapidement et de façon condensée un phénomène lent, utilisant l'artifice des dessins animés, dessins basés sur l'observation actuelle des faits. L'origine des forces latérales responsables des chevauchements à l'origine des chaînes de montagnes est abordée, au moins dans l'article de Moret associé au film : « *Pendant longtemps, on a pensé que le refroidissement progressif du globe suffisait à expliquer les plissements et les adaptations diverses de l'écorce terrestre sur un noyau central en voie de contraction. Mais cette théorie simpliste n'est plus en accord avec les faits. Actuellement, une théorie en faveur fait intervenir les déplacements relatifs des socles continentaux que l'on compare à de gigantesques flotteurs embourbés dans les masses profondes magma-*

tiques plus ou moins visqueuses. Le géosynclinal alpin aurait été comprimé progressivement entre le bloc Europe-Asie, à peu près stable, et le bloc africain en dérive vers le Nord-Ouest, et son contenu se serait déversé en se plissant pour donner la chaîne alpine (théorie de WEGENER). Certains estiment enfin que les courants et mouvements divers, qui doivent se produire dans les masses visqueuses profondes, seraient à eux seuls suffisants pour déterminer, par leur ascension et leurs remous, les tuméfactions superficielles de l'écorce terrestre que sont les montagnes (AMPFERER). » (Moret, 1937). Le film de Moret et son article sont connus des auteurs de manuels et parfois sont reprises les représentations ou interprétations qu'il y propose, de façon plus ou moins simplifiée (Lazerges, 1939 ; Oria, 1946 ; Humbert, 1951 ; Vincent, 1953).

généralement admises sur la constitution du Globe (Fig. 8) : soit une écorce sialique continue et l'absence de limite entre les différentes couches, en particulier entre le magma visqueux et le noyau rigide et dense, c'est la conception

qu'avait Termier, par exemple ; soit les continents sialiques reposant sur la pyrosphère sémique et l'absence de Sial au fond des océans, c'est la conception wegenérienne.

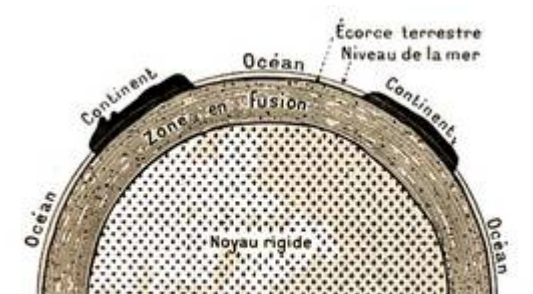


FIG. 188. — Constitution de la Terre. (Figure schématique en coupe.)

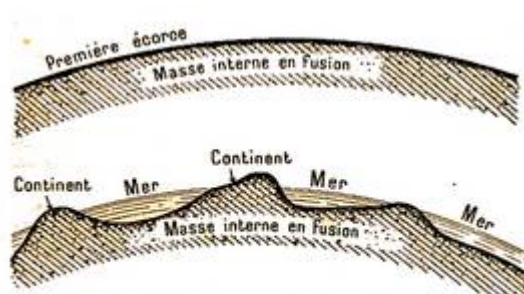


FIG. 189. — Figure schématique montrant, en coupe, la formation de la première écorce solide, des continents et des mers.

Fig. 72. Constitution du Globe et formation de l'écorce solide. A (gauche) Constitution de la Terre (p. 198). B (droite) Formation de la première écorce solide, des continents et des mers (p. 200). (Lazerges, 1939)

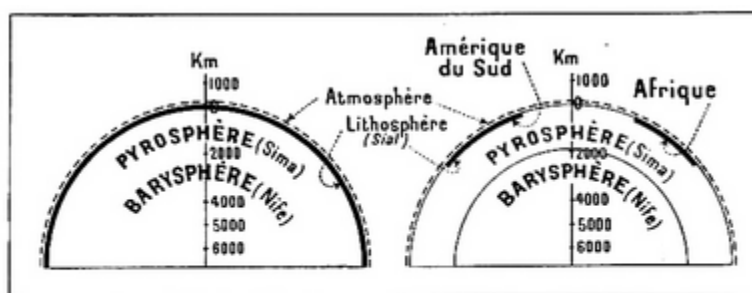


FIG. 85. — Coupe du globe terrestre.
A gauche : la lithosphère est supposée continue à la surface du globe. | A droite : la lithosphère est supposée constituer uniquement les continents.

Fig. 83. Deux hypothèses sur la structure du Globe. (Oria, 1946)

Dans le chapitre sur les déformations de l'écorce terrestre, après les plis et les failles, sont traitées les chaînes de montagnes, régions de plissements, avec l'exemple de l'histoire des Alpes (Fig. 9A). Celles-ci sont sorties d'une fosse géosynclinale dans laquelle se sont accumulés des milliers de mètres de sédiments. Leur histoire a pu être reconstituée par deux méthodes, le déroulement des plis et l'étude des roches et fossiles. Un paragraphe est consacré aux causes des poussées latérales avec, cependant, l'avertissement « à l'heure actuelle, on ne peut être sûr d'aucune explication » (p. 227). Est rappelée l'hypothèse du refroidissement, de la diminution de volume et du plissement superficiel. Mais depuis la découverte du radium, on doute

du refroidissement de la Terre. La théorie de la « *Dérive des Continents* », souligne l'auteur, permet d'expliquer la formation des deux types de chaînes de montagnes, les chaînes côtières de type Andes et les chaînes géosynclinales de type Alpes (Fig. 9B). Dans cette explication, Oria privilégie la seconde hypothèse de la structure du Globe, celle de Wegener, mais puisque la première – une lithosphère continue – n'est associée à aucun mécanisme expliquant les causes des poussées latérales au niveau géosynclinal, il semble qu'elle puisse être oubliée. Le manuel est conforme au programme de 1938, rétabli par l'arrêté de 1944. Il n'aborde pas l'étude des périodes géologiques et l'on n'y trouve donc pas de représentations paléogéographiques.

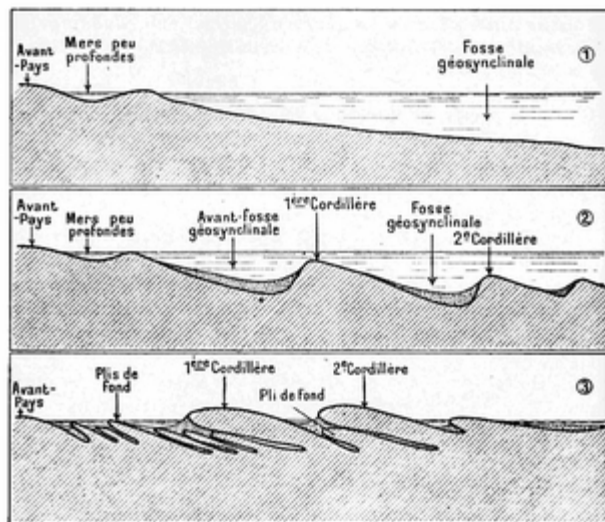


FIG. 199. — Trois phases de la formation des Alpes. En gris : sédiments qui se déposent pendant la montée des cordillères ; ils proviennent, en partie, du démantèlement de celles-ci. Les 1^{re} et 2^e cordillères produisant les plis numérotés 1 et 2 sur la figure 198.

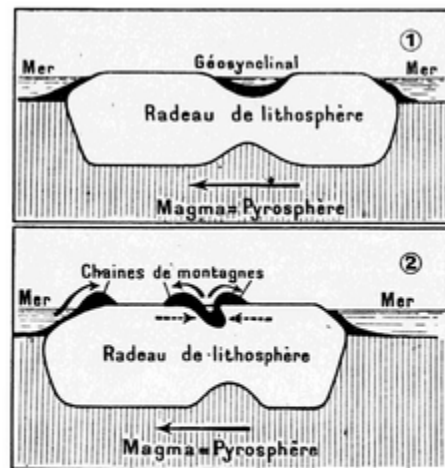


FIG. 201. — Schémas montrant comment la théorie de la « Dérive des Continents » rend compte de la formation des chaînes de montagnes (côtières et géosynclinales). En noir : sédiments, matériel qui se plisse et se déverse sur le continent.

Fig. 9. Formation d'une chaîne de montagnes et dérive des continents. A (gauche) Phases de formation des Alpes ; B (droite) Schéma montrant comment la « Dérive des Continents » rend compte de la formation des chaînes de montagnes (côtières et géosynclinales). (Oria, 1946)

En 1947, le manuel de 4^e *Sciences Naturelles* d'Albert Obré (1893-1982) chez Hachette, décrit classiquement la formation des chaînes de montagnes dans les géosynclinaux. L'origine des poussées latérales qui s'y exercent n'est pas du tout envisagée. La structure du Globe présentée, attribuée à Wegener (Fig. 10), montre une différence d'épaisseur de la lithosphère « surtout formée de Silice et d'Alumine » (p. 260), celle des continents (jusqu'à une centaine de kilomètres sous les régions montagneuses) et celles des fonds marins (« presque nulle » (p. 259), indique le texte), prenant ainsi en compte l'isostasie sans pour autant la discuter. Obré ne retient donc pas complètement la structure proposée par Wegener. En effet, celui-ci ne plaçait pas dans les fonds marins une quelconque couche de Sial, même de très faible épaisseur, mais seulement du Sima solidifié. Quelques pages plus loin, à la fin de ce chapitre, une remarque renvoyant à la figure de la constitution du Globe, indique que « les continents peuvent être assimilés à des radeaux de SIAL (lithosphère) qui flottent, comme des icebergs, en s'enfonçant plus ou moins dans le SIMA visqueux ; ils se déplacent lentement vers l'Ouest avec des vitesses variables ; c'est ce que Wegener appelle la dérive des continents. » (p. 262) Aucune mise en garde ne vient préciser que la théorie est encore discutée, voire même qu'elle est périmée si on se place dans le cadre conceptuel de la plu-

part des géologues français à cette époque. L'absence de conditionnel laisse supposer au lecteur que la dérive des continents est donc un fait établi. Elle n'est cependant mise en relation avec aucun processus décrit précédemment (les poussées latérales au niveau du géosynclinal par exemple comme l'indiquait Oria) et aucune preuve en faveur d'un mouvement vers l'ouest ou simplement de la mobilité n'est donnée. Cette remarque finale peut servir de prétexte aux élèves pour questionner le maître ou à celui-ci pour aller plus loin et stimuler la curiosité et l'intérêt de ses élèves.

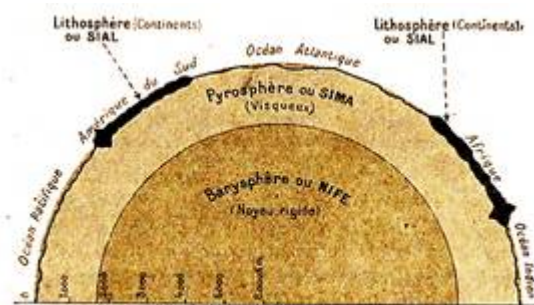


Fig. 297. — Constitution du globe terrestre (d'après Wegener). Sa densité moyenne est 5,5 et les zones profondes sont les plus lourdes.

Fig. 10. Constitution du Globe terrestre (d'après Wegener). (Obré, 1947, p. 260)

Les arrêtés de 1945 et de 1949 ont rétabli le programme de 1941 qui avait substitué à l'étude de la botanique celle des ères géolo

giques, qui sont traitées dans les chapitres suivants du manuel d'Obré. Malgré l'évocation de la dérive des continents, les paléogéographies du Primaire et du Secondaire restent classiques (Fig. 11), telles que présentées dans les manuels qui n'évoquent pas la dérive de Wegener : sur le fond d'un planisphère sont montrés le positionnement des continents actuels, comme s'ils n'avaient jamais subi de déplacements relatifs depuis les temps anciens, et, superposées, les

délimitations des continents émergés aux différentes époques. On peut s'étonner du manque de cohérence entre la présentation de la théorie de Wegener dans le chapitre XXII et les cartes utilisées dans les chapitres suivants, alors même que Wegener proposait une illustration de la coalescence des continents à l'ère primaire propre à frapper les esprits et qu'Obré ne pouvait ignorer.



Fig. 309. — Les continents et les mers à l'ère primaire.



Fig. 321. — Les continents et les mers à la fin du Jurassique.



Fig. 322. — Les continents et les mers au milieu du Crétacé.

Fig. 11. Les continents et les mers à l'ère primaire (ci-dessus), à la fin du Jurassique (droite, haut) au milieu du Crétacé (droite, bas). (Obré, 1947, p. 273 et 283)

Si ces deux manuels de l'après-guerre présentent de façon explicite et parfois détaillée la dérive des continents – et ne suivent donc pas à la lettre les recommandations officielles –, d'autres manuels de la même époque la passent sous silence, comme nous l'avons signalé pour l'édition de 1949 du manuel de Démousseau et Haumesser édité chez Masson. Fidélité aux programmes ? Manque de conviction ? Ou simplement facilité de reconduire un manuel existant sans y introduire trop de changements ?

Toutefois, dans les années suivantes, l'idée de la dérive persiste et se précise dans certains manuels tel celui que publie en 1951 **Jean-Jacques Humbert**, professeur de sciences natu-

relles au lycée de Sceaux. Dès les premières pages, Humbert, pose la structure du Globe : une croûte solide (l'écorce terrestre), dont il est difficile de connaître l'épaisseur « *sans doute assez variable d'un point à l'autre* » (p. 10), repose sur une masse de laves très chaudes, le magma (Fig. 12). Le cas des Alpes sert d'exemple à la formation d'une chaîne géosynclinale : celles-ci « *résultent de l'énergique plissement, au milieu de l'ère tertiaire, des épais sédiments accumulés dans un géosynclinal, au cours de l'ère secondaire* » (p. 209). Le propos est illustré par les schémas simplifiés inspirés du film et de l'article de Moret (Fig. 13) montrant la fracturation du socle sous l'effet d'une poussée vers l'ouest qui s'exerce depuis une zone géosynclinale à l'est.

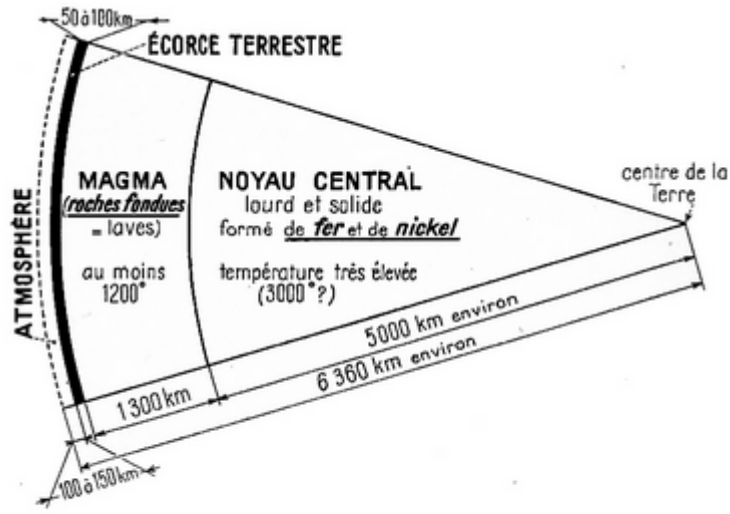


Fig. 3. — STRUCTURE DU GLOBE TERRESTRE.
Schéma simplifié d'un secteur du Globe.
(Des recherches récentes ont légèrement modifié des détails de cette structure.)

Fig. 12. Structure du Globe terrestre. (Humbert, 1951, p. 11)

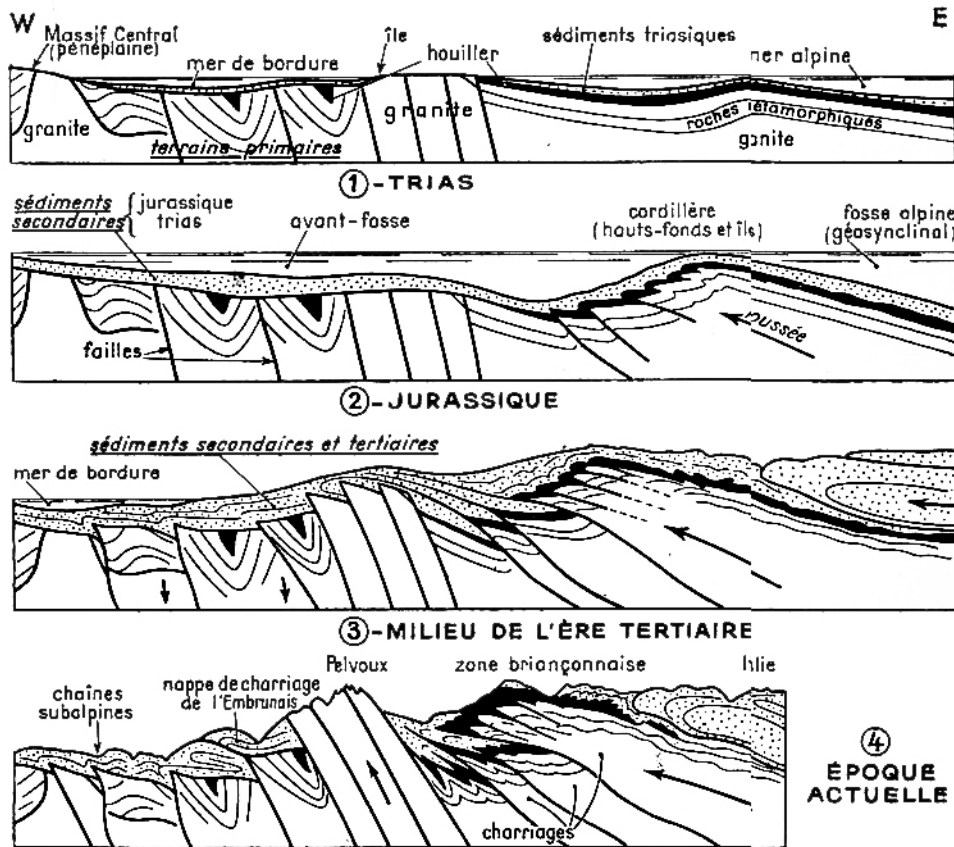


Fig. 182. — QUATRE ÉTAPES DE LA FORMATION DES ALPES, suivant une coupe E-O passant par la région du Pelvoux (d'après L. LORET).

Fig. 13. Quatre étapes de la formation des Alpes. (Humbert, 1951, p. 209)

Dans un paragraphe « *À la recherche des causes de la formation des montagnes* », Humbert part des données expérimentales de pressions latérales exercées sur des couches de sable et d'argile soumises à une forte pression verticale et deux hypothèses sont étudiées et illustrées d'un schéma pour expliquer les puissantes forces horizontales nécessaires à la formation des plis et des failles dans ces conditions (Fig. 14). L'hypothèse de la contraction liée au refroidissement du Globe est rapidement balayée : il faudrait un abaissement de 2 400° depuis le Trias pour expliquer le plissement alpin, ce qui

n'est guère compatible avec les faibles changements climatiques montrés par les fossiles depuis l'ère primaire. Par ailleurs, se pose la question de savoir si, vraiment, la Terre refroidit du fait du dégagement de chaleur par la désintégration du radium et des autres éléments radioactifs. La conclusion qu'auront à retenir les élèves énonce que « *dans l'hypothèse de la contraction, les forces horizontales auraient pour cause la diminution de volume de la Terre par suite de son refroidissement ; or, il ne semble pas que la Terre se refroidisse !* » (p. 212).

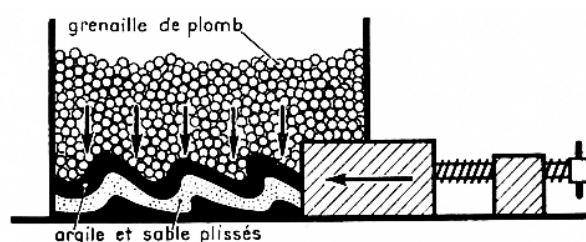


Fig. 184. — RÉALISATION EXPÉRIMENTALE DE PLISSEMENTS. Principe de l'appareil.

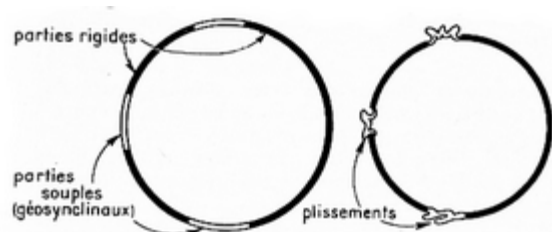


Fig. 185. — THÉORIE DE LA CONTRACTION.

Coupe à travers le Globe montrant comment sa contraction cause le plissement des parties souples (sédiments + rééciments + formés dans des géosynclinaux).

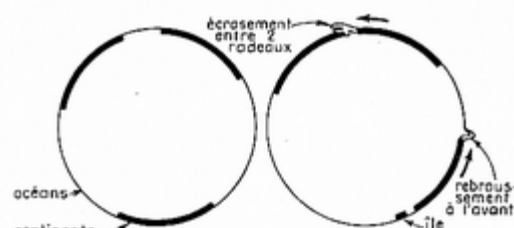


Fig. 186. — THÉORIE DE LA DÉRIVE.

Coupe à travers le Globe montrant comment la dérive des radeaux continentaux provoque la formation des montagnes.

Fig. 14. Les plissements, approche expérimentale et théorique. A (haut) Réalisation expérimentale de plissements (p. 211). B (bas, gauche) Théorie de la contraction. C (bas, droite) Théorie de la dérive. (Humbert, 1951, p. 211-212).

L'autre hypothèse est celle de la dérive des continents, dont « *de très nombreux arguments établissent le bien-fondé* » (p. 212) : complémentarité de la forme des continents, correspondance des terrains géologiques, considérations sur la nature différente des continents et des fonds océaniques, répartition actuelle et passée des êtres vivants. Des mesures de distance entre continents ont été faites mais les résultats ne sont pas encore décisifs car obtenus sur trop peu d'années. Enfin, le bon sens semble constituer un argument, pour Humbert : « *le fait que la largeur des Alpes soit passée de 1 200 km à 150 km ne prouve-t-il pas que les continents se*

déplacent les uns par rapports aux autres ? » (p. 212). Dans le cadre de la dérive des continents, les chaînes de montagnes se forment soit quand deux radeaux continentaux écrasent entre eux les sédiments accumulés sur leurs bordures (Himalaya, Alpes), soit par refoulement des sédiments à l'avant des radeaux en dérive (Montagnes Rocheuses, Andes). Humbert précise que cette hypothèse n'est cependant pas dénuée de critiques, celles concernant l'absence de forces suffisantes pour mettre en mouvement les masses continentales, en particulier. La question « *d'autres forces, encore inconnues, seraient-elles encore à l'œuvre ?* » reste sans réponse,

mais une note de bas de page indique que « quelques savants pensent qu'il faudrait faire intervenir des courants dans le magma ; très lents, mais très puissants, [qui] entraîneraient irrésistiblement les radeaux continentaux » (p. 212). L'auteur fait allusion aux hypothèses qui avaient été avancées dès les années 1920 sans rencontrer de réelle adhésion chez les géologues (Holmes puis Griggs, par exemple). La conclusion de ce paragraphe indique : « dans l'hypothèse de la dérive des continents, les montagnes résulteraient du refoulement et de l'écrasement des sédiments par les mouvements des masses continentales ; or, les forces en jeu s'avèrent insuffisantes » (p. 213).

Si, pour l'élève, les forces qui sont la cause de la formation des montagnes demeurent donc mystérieuses, des deux théories, l'une est argumentée par de nombreux faits quand l'autre n'est fondée que sur un seul devenu très douteux. La théorie de la dérive des continents semble donc s'imposer et reste le sentiment d'une préférence de l'auteur pour la seconde hypothèse, celle de Wegener. Pourtant, si la représentation de la répartition des continents au cours des âges illustre la présentation de la dérive des continents (Fig. 15A), ce sont des cartes « fixistes » qui sont utilisées dans la partie suivante pour représenter les paléogéographies du Primaire et du Secondaire (Fig. 15B).

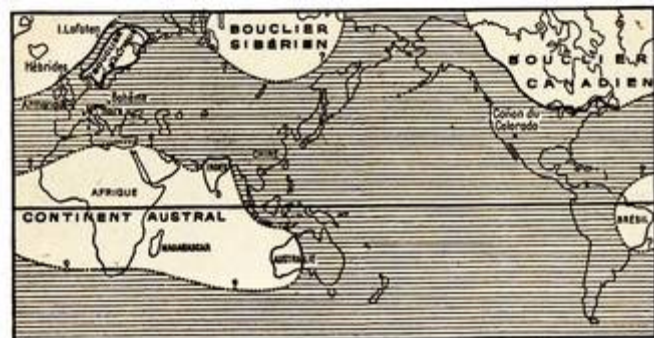
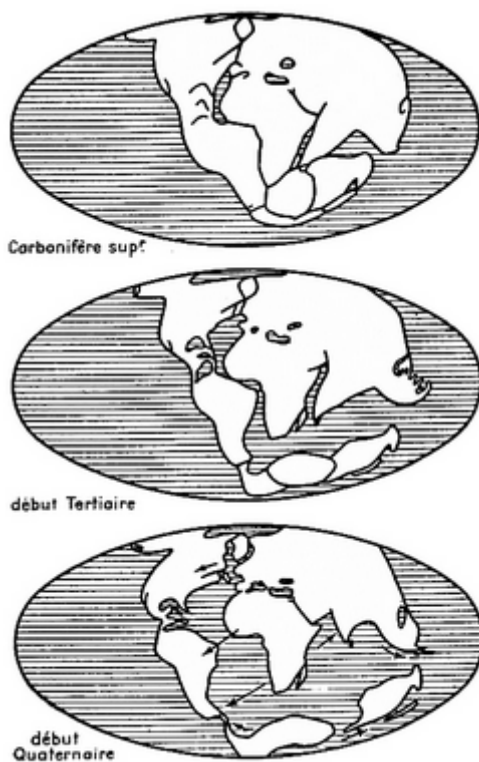


Fig. 208. — RÉPARTITION DES CONTINENTS ET DES MERS AUX TEMPS ANTÉCAMBRIENS.

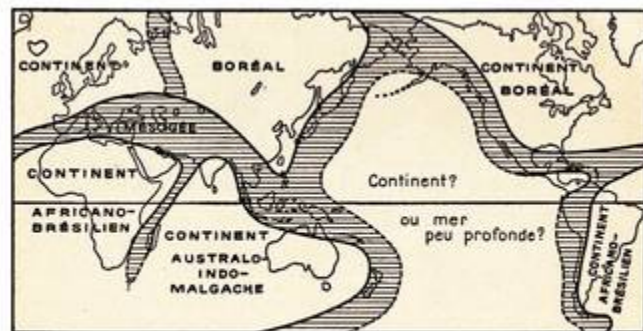


Fig. 225. — MASSES CONTINENTALES ET GÉOSYNCLINAUX AU JURASSIQUE.

La figure n'indique pas les limites exactes entre les terres et les mers; elle marque bien plutôt la séparation entre socles continentaux (qui peuvent envahir des mers peu profondes analogues à la Manche ou à la Baltique) et les géosynclinaux, mers profondes et permanentes pendant des millions d'années.

Fig. 15. Morcellement du Globe et répartition des continents à différentes époques. A (gauche) Le morcellement du continent primitif et la formation des continents actuels par la dérive (p. 213). B (droite, haut) Répartition des continents et des mers aux temps antécambriens (p. 208) et (droite bas) Masses continentales et géosynclinaux au Jurassique (p. 255). (Humbert, 1951).

Toujours en ce début des années 1950, un autre manuel pour les classes de quatrième développe une étude critique de la théorie de la dérive des continents : celui de **Pierre Vincent** (1914-...), agrégé des sciences naturelles, ancien professeur d'école normale, ancien institu-

teur, publié en 1953 chez Vuibert. Pour l'auteur, les chaînes de montagnes naissent sur l'emplacement des géosynclinaux, ce qui nécessite d'admettre d'une compression latérale entre deux socles rigides. Cette compression pourrait être due à la dérive des continents. « *La forma*

tion des montagnes s'explique assez bien par la théorie de la dérive des continents » (p. 236) (Fig. 16A). L'exposé est illustré par la figure du « bloc continental primitif » et par une coupe de la constitution du Globe (Fig. 16B et 16C). Pour Vincent, le fond des océans est constitué de Sima « au moins en partie » (p. 238). La critique de la théorie signale, sans autre commentaire, que « des nombreuses mesures faites ces dernières années, aucune n'a apporté la preuve de l'existence d'un tel mouvement ; aussi beaucoup de géologues refusent-ils d'admettre la théorie de Wegener » (p. 236-237) tout en précisant que « cependant, des arguments sérieux viennent indirectement à l'appui de la théorie » (p. 237). En plus de leur liste, les élèves disposent d'une carte montrant l'emboîtement du continent sud-américain dans l'Afrique et les éléments qui ont permis à Wegener d'imaginer cette jonction (Fig. 17). Ce nouveau type de représentation pédagogique deviendra habituel par la suite, mettant en continuité les structures géologiques

(chaînes de montagnes, terrains cristallins) et les aires de répartition de fossiles ou d'animaux entre l'Afrique et l'Amérique du Sud. Vincent inclut également la représentation du monde au Carbonifère supérieur de Wegener (Fig. 18) pour expliquer, d'une part, la répartition des terrains contenant les traces indiscutables de glaciation et, d'autre part, celle des restes d'un « monde vivant très spécial » développé surtout au Permien après la disparition des glaciers. Certains géologues ont admis que les diverses régions concernées formaient un bloc unique, le continent de Gondwana, qui s'est ensuite fragmenté, selon Wegener, « mais il s'agit là d'une hypothèse fragile que de nombreux savants contestent aujourd'hui » (p. 237). Pour les autres époques de l'histoire de la Terre, aucune carte paléogéographique n'est donnée. Seules sont représentées les zones d'émersion et les mers de la France métropolitaine, évitant par là-même, le problème de la reconstitution paléogéographique du globe.

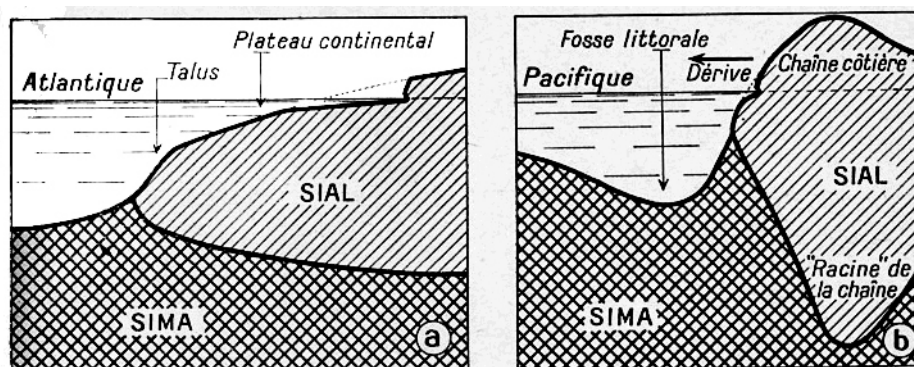


FIG. 274. — Schémas montrant comment l'hypothèse de Wegener explique le profil des côtes océaniques.

En a (Atlantique), le plateau continental est formé par le Sial ; le talus correspond à la limite de celui-ci les grands fonds sont formés par le Sima.

En b (Pacifique), la dérive provoque un remous qui se traduit, dans le Sial, par la surrection d'une chaîne côtière et, dans le Sima, par la formation d'une fosse océanique allongée près de la côte.



FIG. 271. — Le bloc continental primitif, d'après Wegener.

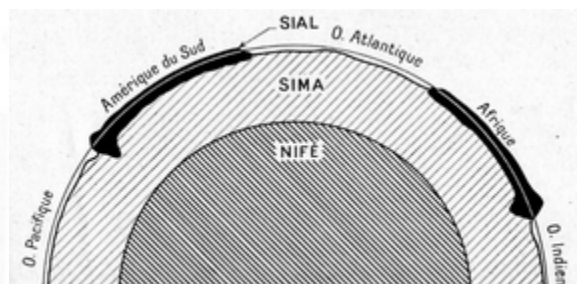


FIG. 272. — Constitution du globe (selon Wegener).

Fig. 16. L'hypothèse de Wegener. A (ci-contre) Schémas montrant comment l'hypothèse de Wegener explique le profil des côtes océaniques. B (ci-dessous, gauche) Le bloc continental primitif, d'après Wegener. C (ci-dessous, gauche) Constitution du globe (selon Wegener). (Vincent, 1953, p. 237, 239)

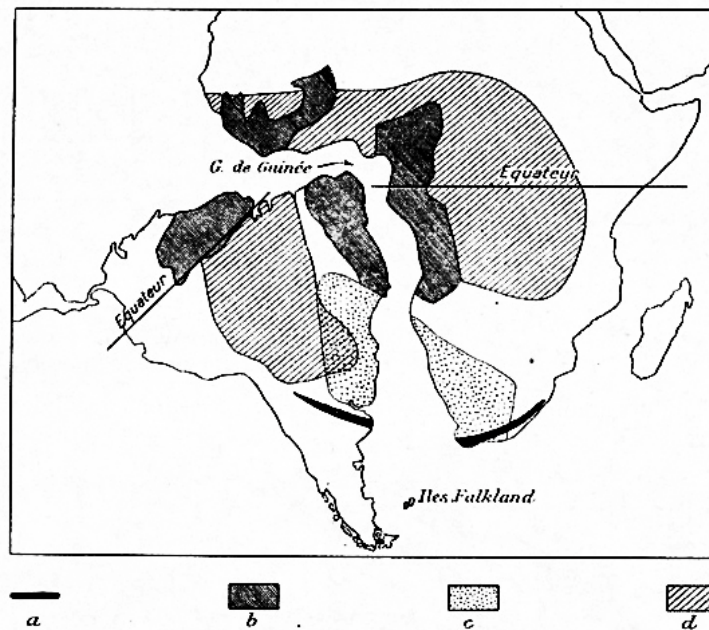


Fig. 273. — Comment, d'après Wegener, on peut concevoir l'emboîtement Afrique-Amérique du Sud
 a. Chaîne montagneuse ancienne se continuant de part et d'autre.
 b. Terrains cristallins répartis suivant deux zones très nettes.
 c. Régions où se rencontrent les mêmes fossiles.
 d. Régions où sont cantonnés aujourd'hui la plupart des Dipneustes. (Poissons d'eau douce possédant une sorte de poumon qui permet à l'animal de respirer l'air en nature quand des cours d'eau sont à sec.)

Fig. 17. Comment, d'après Wegener, on peut concevoir l'emboîtement Afrique-Amérique du Sud. (Vincent, 1953, p. 238)

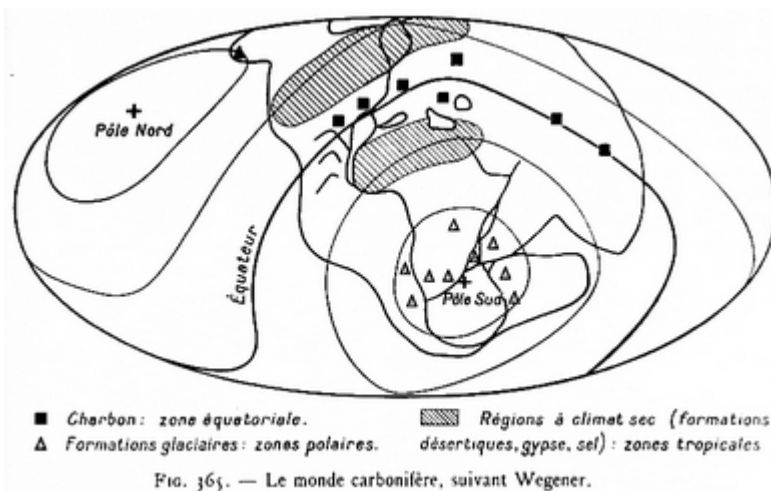


Fig. 365. — Le monde carbonifère, suivant Wegener.

Fig. 18. Le monde carbonifère, suivant Wegener. (Vincent, 1953, p. 323)

Ainsi donc, dans les années 1940 et 1950, plusieurs manuels pour la classe de quatrième présentent la théorie de la dérive des continents, ne respectant pas en cela les termes du programme, mais s'ils indiquent les critiques adressées à cette théorie non validée par les géo-

logues, ils présentent la théorie de façon plutôt favorable. D'autres manuels seront plus fidèles au programme, préférant « éviter les hypothèses encore discutées ». Par exemple, en 1958, une réunion de professeurs publie le manuel de sciences naturelles (géologie) de la maison

d'édition **Ligel** (Librairie Générale de l'Enseignement Libre). Pour ces auteurs, comme pour les précédents, les chaînes de montagnes récentes (Jura, Alpes, Pyrénées) se forment dans une grande dépression marine, sous l'effet d'une poussée tangentielle dont la cause n'est en rien explicitée. La lithosphère est surtout formée de silice et aluminium et repose sur la pyrosphère ou Sima (Fig. 19A). La représentation ne montre pas de racine crustale sous les sommets les plus hauts et l'écorce est continue des conti-

nents aux océans. Les paléogéographies du Primaire et du Secondaire font apparaître les habituelles configurations continentales (Fig. 19B). Les points abordés dans ce manuel restent donc resserrés autour des aspects fondamentaux listés par les instructions officielles. Aucune théorie globale n'est présentée qui aurait permis de comprendre les processus en jeu, que ce soit l'ancienne conception de la contraction ou celle de la dérive des continents (ou même d'autres plus récentes).

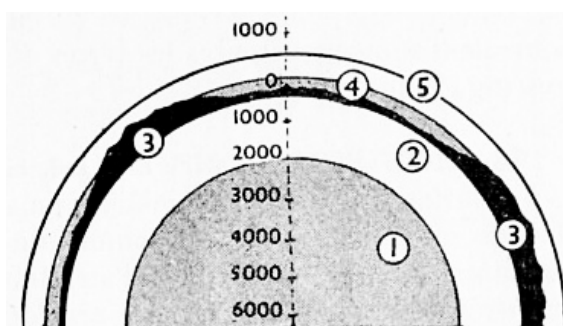


FIG. 251. — Coupe schématique de la terre.



FIG. 281. — La terre, vers le début de l'ère primaire.



FIG. 299. — La Terre vers le milieu de l'ère secondaire.

Fig. 19. Coupe du Globe et répartition des continents. A (haut) Coupe schématique de la Terre. (p. 203). Légende : 1 : barysphère, 2 : pyrosphère, 3 : lithosphère, 4, hydrosphère, 5 : atmosphère. (p. 203). B (bas, gauche) La Terre vers le début de l'ère primaire (p. 222) et (bas, droite) vers le milieu de l'ère secondaire (p. 231). (Réunion de Professeurs, 1958).

Conclusion

Dès le milieu des années 1920, la théorie de la dérive des continents fait l'objet d'un débat qui déborde le cadre institutionnel des tribunes et des revues scientifiques pour s'immiscer dans la presse de vulgarisation et jusque dans la presse grand public (Le Vigouroux, 2018). La plupart des enseignants n'a donc pu échapper à ce sujet devenu « à la mode ». Les publications qui leur

sont destinées, elles-mêmes, abordent la théorie de la dérive des continents dès la fin des années 1920. Et il faut attendre encore quelques années pour voir entrer la dérive des continents dans les manuels destinés aux classes.

Un survol de l'édition scolaire des années 1930 au milieu du siècle dernier montre qu'à l'encontre des instructions officielles qui précisent d'éviter les hypothèses encore discutées et les

conclusions périmées ou simplistes, certains auteurs de manuels transmettent au jeune public des idées sur une conception du Globe terrestre que peu de professionnels du sujet, les géologues français, partagent. En présentant la théorie de la contraction ou celle de la dérive des continents, ces auteurs sont donc passés outre la consigne institutionnelle. On peut penser qu'il s'agit de la volonté de remonter au niveau le plus précis de la chaîne de causalité qui conduit à la formation des chaînes de montagnes. Les auteurs ne se contentent pas de présenter, en passant, la théorie. Souvent, ils en discutent la validité en indiquant des critiques qui peuvent lui être faites. Si elle permet de résoudre la cause du resserrement des bordures d'un géosynclinal ou la formation des chaînes côtières, elle est elle-même utilisée comme problème à résoudre pour comprendre les poussées latérales : une hypothèse explicative, mais dont les causes restent inconnues. Le problème est donc repoussé vers la science en train de se faire : la Terre garde des mystères qui attendent d'être dévoilés.

Quelles peuvent être les sources des auteurs des manuels scolaires qui abordent la théorie wegenérienne ? Les parutions des années 1950 font état d'hypothèses, comme la convection dans le Sima, qui peuvent avoir été retrouvées dans un petit ouvrage très pédagogique de Marcel Roubault (1905-1974), géologue, fondateur de l'École nationale supérieure de géologie de Nancy, *La genèse des montagnes*, paru en 1949. Celui-ci y présente de façon très favorable la théorie de Wegener en faisant le point sur les débats concernant la formation des chaînes de montagnes (pour laquelle il n'attribue pas, d'ailleurs, de rôle essentiel à la dérive des continents). L'ouvrage constitue une source d'informations pour bon nombre d'enseignants et de vulgarisateurs des années 1950. Il peut aussi s'agir de réminiscences, chez les auteurs, de lectures faites avant-guerre voire de cours qu'ils avaient eux-mêmes reçus pendant leur scolarité ou leur formation supérieure. Jean-Jacques Humbert, par exemple, ancien élève de l'École normale de Saint-Cloud (reçu à l'Agrégation en 1939) a dû y suivre les cours de Léon Lutaud (1883-1964) qui était favorable à la théorie de la dérive des continents¹⁵. Ainsi, l'influence du La-

boratoire de géographie physique et géologie dynamique de la Faculté des sciences que dirige Lutaud dans la diffusion favorable de la dérive des continents semble marquée : c'est en effet dans ce cadre, encouragé par Lutaud, que Boris Choubert (1906-1983) a publié son étude en 1935 qui appliquait les principes de la dérive des continents aux chaînes de montagnes antécambriennes et paléozoïques¹⁶ ; c'est aussi à ce laboratoire qu'est rattaché le géologue Jacques Bourcart (1891-1975) qui, dans ses ouvrages de vulgarisation, présente plutôt favorablement la dérive des continents¹⁷.

Dans les manuels, la place prise par l'explication de la théorie, augmente au cours des années, en parallèle avec celle, plus ancienne et abandonnée, de la contraction liée au refroidissement. L'introduction de la théorie de la dérive des continents à l'encontre des instructions officielles qui privilégient un savoir établi et jugé définitif mobilise deux ressorts pédagogiques :

- d'une part montrer l'actualité de la science enseignée : les connaissances inscrites dans les programmes officielles peuvent sembler intemporelles, issues d'une époque reculée. Faire entrer dans les manuels – et dans les cours – une théorie récente, même pour la discuter, c'est montrer que la connaissance scientifique n'est pas figée, qu'elle est susceptible d'évoluer, en particulier par la discussion d'hypothèses qui doivent être vérifiées ; l'utilisation d'un exemple d'une telle discussion, contemporaine, est de nature à susciter l'intérêt et la motivation ;
- d'autre part montrer le processus de progrès des connaissances en mettant en scène, parfois de façon quelque peu artificielle, les controverses savantes. C'est par l'opposition des deux conceptions, en en faisant les termes d'une controverse scientifique et en fournissant les éléments favorables ou au contraire rédhitoires à l'une ou l'autre que certains auteurs, somme toute, donnent un avantage à la dérive des continents.

D'ailleurs, certains auteurs des manuels étudiés publiés dans les années 1950 n'hésitent pas à ajouter des éléments hypothétiques supplémentaires comme les courants sous-crustaux, évo-

¹⁶ Sur le travail de Choubert, on peut se reporter à Kornprobst et al. (2018).

¹⁷ Sur la vulgarisation de la dérive des continents, en particulier par Bourcart, on peut se reporter à Le Vigouroux (2018).

¹⁵ Communication personne de Gabriel Gohau. Voir aussi Gaudant (1989, 1995).

qués dans leurs écrits par Moret ou Roubault en particulier.

Il est à noter, dans les manuels publiés entre les années 1930 et 1950, le développement de l'illustration en général, de celle en relation avec la théorie de la dérive des continents en particulier. Des manuels examinés, seul celui de Vincent en 1954 illustre la coalescence des continents au Carbonifère telle que Wegener l'avait présentée, dans le chapitre sur la formation des chaînes de montagnes d'abord, puis dans celui sur l'histoire de la Terre, à l'ère primaire. Les autres auteurs étudiés ici, même quand ils ont évoqué le continent unique de Wegener, reprennent les représentations paléogéographiques classiques depuis Lapparent (1896), à la fin du siècle précédent. La cohérence des connaissances présentées dans les différentes parties du manuel pose donc un problème et on peut s'interroger sur la réticence des auteurs à appliquer les étapes de la dérive des continents dans un cadre associé aux grands traits des ères géologiques et aux principaux fossiles de la flore et de la faunes. D'autant qu'à partir de la fin des années 1930, les biologistes et paléontologues accordent un intérêt de plus en plus marqué à la théorie de Wegener¹⁸, même si certains conservent leur confiance à la théorie des géosynclinaux : en avant-propos à la réédition de son traité *Géologie et paléontologie*¹⁹ (1946), Léon Bertin (1896-1956), professeur de zoologie au Muséum national d'histoire naturelle, indique qu'il préfère la « *limpide clarté* » de la conception des géosynclinaux et des aires continentales à la théorie de Wegener pour expliquer les phénomènes géologiques tout en reconnaissant que c'est malgré « *l'avis des biologistes* » qu'il n'a pas appliqué la théorie de Wegener à l'interprétation des phénomènes géologiques (p. 6).

La théorie de la dérive présente l'avantage d'être tout à la fois englobante – de nombreux aspects pouvant être expliqués grâce à elle –, et

compréhensible de manière presque intuitive, par les enseignants et surtout par les jeunes élèves de la classe de quatrième, grâce à la métaphore de blocs continentaux flottant sur une couche plus fluide, à la façon des glaçons dans un verre d'eau, et grâce à l'illustration quasi animée donnée par Wegener (Fig. 1C). Comme l'écrit Lazerges, « *Quel que soit l'avenir que les résultats de la géophysique et de la géologie réservent à la théorie de Wegener, elle n'en apparaît pas moins comme une hypothèse à la fois grandiose et séduisante parce qu'elle donne de phénomènes mystérieux et, tout au moins en apparence, complexes, une explication à la fois générale et simple* » (Lazerges, 1931, p. 169). La science de Wegener, contrairement à celle des spécialistes universitaires, peut être aisément traduite en termes simples et en images qui frappent les imaginations. Son pouvoir explicatif lui confère la capacité de susciter curiosité, admiration, voire émerveillement.

Il reste cependant difficile d'évaluer la portée de ces manuels. Les données relatives à leur vente, à leur diffusion, ne sont pas connues et la diffusion d'un manuel ne préjuge pas de sa réelle utilisation dans les classes (Savaton, 2016). D'autres supports, comme des films pédagogiques, peuvent aussi participer à la diffusion scolaire de la dérive des continents. D'autres cours sont aussi les vecteurs de la dérive des continents : celle-ci peut, en effet, être présentée dans les manuels de géographie des classes de sixième ou de seconde parus dans les années 1950.

L'étude de ces manuels scolaires, tout comme celle des revues non scientifiques, montre à quel point l'idée d'une dérive des continents a diffusé dans l'esprit collectif du public et a pu frapper les esprits.

¹⁸ Sur l'intérêt des biologistes et paléontologues pour la théorie de la dérive des continents, on peut se reporter à Le Vigouroux (2018).

¹⁹ Un ouvrage principalement « à l'usage des élèves aux Écoles normales primaires et primaires supérieures, des élèves et candidats à l'Institut agronomique et aux écoles nationales d'agriculture, des candidats aux écoles normales supérieures et au SPCN » (Bertin, 1946, p. 3). Bertin restera toujours hostile à la théorie de la dérive des continents comme en attestent ses publications tardives (Bertin, 1956a, 1956b).

Bibliographie

- AIRY, G. B. (1855). On the computation of the effect of the attraction of mountain-masses, as disturbing the apparent latitude of stations in geodetic surveys. *Phil. Trans. royal Soc. London*, **145**, p. 101-104.
- ANONYME (1927). Programmes des concours de l'enseignement secondaire en 1928. Agrégation des sciences naturelles. *Bulletin de l'Union des naturalistes de l'enseignement secondaire*, décembre, 12^e année, **4**, p. 51-52.
- ANONYME (1933). Agrégation des sciences naturelles. Programme spécial – concours de 1934. *Bulletin de l'Union des naturalistes de l'enseignement secondaire*, octobre, 18^e année, **3**; p. 60.
- AUBOUIN, J. (1959). À propos d'un centenaire : les aventures de la notion de géosynclinal. *Rev. Géogr. phys. & Géol. dyn.*, (2), **2** (3), p. 135-188.
- BERTIN, L. (1946). *Géologie et paléontologie*, 4^e éd. Larousse, Paris, 504 p.
- BERTIN, L. (1956a). Où en est la dérive des continents ? *Géographia*, septembre, **60** : p. 2-4.
- BERTIN, L. (1956b). *La Terre, notre planète*. Librairie Larousse, Paris, 404 p.
- BERTRAND, M. (1887). Îlot triasique du Beausset (Var). Analogie avec le bassin houiller Franco-Belge et avec les Alpes de Glaris. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **15**, p. 667-702.
- BOURCART, J. (1924). Les origines de l'hypothèse de la dérive des continents. *Rev. sci.*, 27 septembre, **62** (18) : p. 563-564.
- BRESSE, G., SCHLEGEL, Chr. et BONNET, E. (1939). *Sciences naturelles Classe de Quatrième et Deuxième année des EPS*. Éditions J.-B. Baillièrre et Fils, coll. A. Châtelet, Paris, 424 p.
- CAPLAT, G. (1997). Lazerges (Élie, Lucien). In *L'Inspection générale de l'Instruction publique au XX siècle. Dictionnaire biographique des inspecteurs généraux et des inspecteurs de l'Académie de Paris, 1914-1939*. I N R P, Paris, p. 365-368.
- CHOUBERT, B. (1935). Recherche sur la genèse des chaînes paléozoïques et antécambriennes. *Rev. Géogr. phys. & Géol. dyn.*, **8** (1) : p. 5-50.
- DALBIS, L.-J. (1937). *Géologie. Classe de 4^{ème}*. Quatrième édition. J de Gigord, éditeur, Paris, 262 p.
- DÉMOUSSEAU, A. et HAUMESSER, J. (1939). *Géologie et botanique. Classes de Quatrième A et B des Lycées et Collèges 2^e année des Écoles primaires supérieures*. Masson et Cie, éditeurs, coll. Nouveau cours d'histoire naturelle pour l'enseignement du second degré, Paris, 414 p.
- DÉMOUSSEAU, A. et HAUMESSER, J. (1949). *Géologie et ères géologiques. Classes de Quatrième*. Masson et Cie, éditeurs, coll. Enseignement du second degré, Paris, 306 p.
- DEPARIS, V. et LEGROS, H. (2000). *Voyage à l'intérieur de la Terre. De la géographie antique à la géophysique moderne. Une histoire des idées*. CNRS Éditions, Paris, 627 p.
- DURAND-DELGA, M. (2009). Trois essais de tectonique globale avant la lettre, par Elie de Beaumont, Suess et Wegener. In : Gaudant, J (coord.) : *L'essor de la géologie française. Essais*, Presse des Mines, Paris, p. 43-79.
- GAUDANT, J. (1989). Principaux résultats de l'enquête sur la dérive des continents. *Trav. Comité fr. Hist. Géol.*, (3), **3**, : p. 21-36.
- GAUDANT, J. (1995). La réception de l'idée de dérive des continents en France et en Suisse romande : les enseignements d'une enquête. *Mém. Soc. géol. Fr.*, **168**, p. 129-138.
- GOHAU, G. (2009). Naissance de la théorie des cratères de soulèvement : du Puy de Dôme au Cantal. In Gaudant, J (coord.) : *L'essor de la géologie française. Essais*. Presses des Mines, Paris, p. 81-93.
- GRANDCHAMP, P. (2015). L'histoire de la découverte de l'allochtonie des Préalpes revue et corrigée *Trav. Comité fr. Hist. Géol.*, (3), **29**, p. 79-95.
- HAUG, É. (1900). Les géosynclinaux et les aires continentales Contribution à l'étude des transgressions et des régressions marines. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), **28**, p. 617-711.
- HAUG, É. (1907). *Traité de géologie. Volume 1 : Les phénomènes géologiques*. Librairie Armand Colin, Paris, p. 157-171.
- HUMBERT, J.-J. (1951). *Géologie, Classe de 4^{ème}*. Librairie classique Eugène Belin, Paris, 288 p.

- KORNPROBST, J., ÁBALOS, B., BARBEY, P., BOULLIER, A.-M., BURG, J.-P., CAPDEVILA, R., CLAEISSON, S., CORDANI, U., CORRIGAN D., GABRIELSEN, R. H., GILBARGUCHI J. I., JOHANSSON, Å., LETSCH D., LE VIGOUROUX, P., UPTON, B., 2018. Boris Choubert: Unrecognized visionary geologist, pioneer of the global tectonics. *Bull. Soc. géol. Fr - Earth Sciences Bulletin*, 189 (7).
- LAPPARENT, A. (de) (1896). *Leçons de géographie physique*. Masson et Cie Éditeurs, Paris, 390 p.
- LAZERGES, E. (1931). *Les grands problèmes de la biologie et de la géologie*. Fernand Nathan Éditeur, Paris, 200 p.
- LAZERGES, E. (1939). *Sciences naturelles. Classe de 4e*. Librairie Armand Colin, Paris, 292 p.
- LE VIGOUROUX, P. (2011). La Première Guerre mondiale. Incidence sur la réception de la théorie de Wegener. *Trav. Comité fr. Hist. Géol.*, (3), **25**, 8, p. 187-206.
- LE VIGOUROUX, P. (2018). *La théorie de Wegener sur la dérive des continents en France jusqu'aux années 1950 – Critiques, soutiens, oubli*. Thèse de doctorat en épistémologie et histoire des sciences et des techniques, université de Nantes, 500 p.
- LUGEON, M. (1901). Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), **1**, p. 723-823.
- MINISTERE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (1951). *Instructions du 30 septembre 1938 relatives à l'application des arrêtés du 30 août 1937 et du 11 avril 1938 fixant les programmes de l'enseignement du second degré*, 2^e édition. Librairie Vuibert, Paris, 217 p.
- MORET, L. (1937). Présentation d'un film cinématographique en couleurs sur la formation géologique des Alpes françaises. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, **21**, p. 297-308.
- OBRÉ, A. (1947). *Sciences naturelles Géologie, Classe de Quatrième*. Hachette, coll. Cours V. Boulet et A. Obré, Paris, 337 p.
- ORESQUES, N. (1999). *The Rejection of Continental Drift. Theory and Method in American Earth Science*. Oxford University Press, New-York, 420 p.
- ORIA, M. (1946). *Géologie, Botanique, Classe de 4ème*. Librairie A. Hatier, Paris, 350 p.
- OZOUF, R. (1928). La dérive des continents. *Journal des instituteurs et des institutrices*, 74 (36), p. 139-140.
- PRATT, J. H. (1859). On the deflection of the plumb-line in India, caused by the attraction of the Himalaya mountains and of the elevated regions beyond ; and its modification by the compensating effect of a deficiency of matter below the mountain mass. *Phil. Trans. royal Soc. London*, **149**, p. 745-796.
- RÉUNION DE PROFESSEURS (1958). *Sciences naturelles (Géologie). Classe de 4e de l'enseignement du Second Degré et des Cours complémentaires*. Ligé, Paris, 254 p.
- ROUBAULT, M. (1949). *La genèse des montagnes*. PUF, Paris, coll. La science vivante, 243 p.
- SARTON, G. (1919). La synthèse géologique de 1775 à 1918. *Isis*, **2** (2), p. 357-394.
- SAVATON, P. (2002). De la Minéralogie aux sciences de la Terre : la géologie dans l'enseignement secondaire de 1795 à 1988. *Rev. Hist. Sci.*, **55** (4), p. 533-558.
- SAVATON, P. (2011). Les sciences de la Terre dans l'enseignement secondaire français. Regard historique et épistémologique. Dans Reynard, E., Laigre, L. et Kramar, N. (Eds). *Les géosciences au service de la société. Actes du colloque en l'honneur du Professeur Michel Marthaler, 24-26 juin 2010*. Institut de géographie, université de Lausanne, Géovisions, **37**, p. 181-189.
- SAVATON, P. (2016). L'introduction de la théorie de la tectonique des plaques dans l'enseignement secondaire. Révolution ou reconfiguration d'une discipline scolaire. In Simon, J. et Charles, F. (dir.), *Reconfigurations dans le paysage disciplinaire des sciences*. Jacques André éditeur, coll. Theriaka Remèdes & Rationalités, Lyon, p. 113-132.
- SCHARDT, H. (1893). Sur l'origine des Préalpes romandes (zones du Chablais et du Stockhorn). *Arch. Sci. phys. nat.*, (3), **30**, p. 570-583, et *Eclogae géol. Helv.* **4**, février 1894, p. 129-142.
- SCHARDT, H. (1898). Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses (Préalpes du Chablais et du Stockhorn et les klippen). Leurs relations avec l'origine des blocs et brèches exotiques et la formation du flysch. *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.*, 34, n°128, p. 113-219.

- SUESS, E. (1885-1909). *Das Antlitz der Erde*. Tempsky, Prag und Freitag, Leipzig. Traduit de l'allemand, avec l'autorisation de l'auteur, et annotée, sous la direction de Emm. de Margerie (1897-1918). *La face de la Terre* (3 Tomes en 6 Vol. + Tables). A. Colin et Cie, Paris, Tome 1 : [XV]-835 p. (1897) ; Tome 2 : 878 p. (1900) ; Tome 3, 1^{ère} partie : [XI]-530 p. (1902), 2^e partie : [XI] p.531-956 (1911), 3^e partie : [X] p.957-1360 (1913), 4^e partie : [XV] p.1361-1724 (1918).
- TERMIER, P. (1903). Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), **3**, p. 711-765.
- TERMIER, P. (1923). La déformation de la surface terrestre au cours des âges. *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, **89** (4), p. 281-305.
- TERMIER, P. (1924). La dérive des continents. *Rev.sci.*, 10 mai 1924, **62** (9), p. 257-267
- VINCENT, P. (1953). *Sciences naturelles. Classe de quatrième des lycées et collèges*. Librairie Vuibert, Paris, 424 p.
- VINOT, H. (1932a). Une belle page de géographie. *Le Madécasse*, 20 juillet, 1240 : 3.
- VINOT, H. (1932b). Une belle page de géographie. *Le Madécasse*, 22 juillet, 1241 : 3.
- VINOT, H. (1932c). Une belle page de géographie. *Le Madécasse*, 24 juillet, 1242 : 3.
- WEGENER, A. (1912a). Die Entstehung der Kontinente. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 58 I : 185-195, 253-256, 305-309. Traduction en anglais dans Jacoby W. R., 2001. Translation of Die Entstehung der Kontinente, Dr Alfred Wegener, Petermanns Geographische Mitteilungen, 58 I, 185-195, 253-256, 305-309, 1912. *Journ.Geodyn.*, **32**, p. 29-63.
- WEGENER, A. (1912b). Die Entstehung der Kontinente. *Geologische Rundschau*, 3 : 276-292. Traduction en anglais dans Huene R. van, 2002. A. Wegener The origins of continents Geol Rundsch 3:276-292. *International Journal of Earth Sciences (Geol Rundsch)*, 91, S4-S17.
- WEGENER, A. (1924). *La genèse des continents et des océans*. Traduit de la troisième édition allemande (1922) par M. Reichel. Librairie scientifique Blanchard, Paris, 161 p.
- WEGENER, A. (1937). *La genèse des continents et des océans. Théorie des translations continentales*. Nouvelle traduction française d'après la cinquième et dernière édition allemande par Armand Lerner. Librairie Nizet et Bastard, Paris, 236 p. (Réédition C. Bourgois, Paris, 1990).
- WILLIS, B. (1910). Principles of paleogeography. *Science*, 31 (790) ; p. 241-260.