

lieu lorsque la tectonique des plaques proposa un modèle global expliquant aussi bien la dérive des continents que l'expansion des fonds océaniques et les mouvements apparents des pôles magnétiques (*voir l'encadré ci-dessous*).

Le point faible de la théorie de Wegener était en effet l'absence d'un mécanisme convaincant pour expliquer les déplacements des continents. Nombre d'arguments géologiques, paléontologiques et paléoclimatiques suggéraient que les masses continentales aujourd'hui disjointes avaient autrefois été réunies. Cela permettait par exemple de comprendre pourquoi certaines structures géologiques observées en Europe et en Amérique du Nord se retrouvaient en continuité lorsque l'on « refermait » l'océan Atlantique, ou pourquoi des animaux et des végétaux très similaires étaient aujourd'hui séparés par des espaces océaniques immenses (*voir la figure 2*). Mais quelles forces déplaçaient les continents à la surface du globe ? Wegener imaginait que, formés de roches majoritairement granitiques relativement légères, ils « flottaient » sur une couche basaltique plus dense. Toutefois, comment déviaient-ils sur

ce substrat rigide ? Les forces invoquées à l'origine par Wegener, liées à la rotation de la Terre, étaient tout à fait insuffisantes pour provoquer les déplacements supposés.

## Il n'était pas géologue

Sans chercher à la pousser trop loin, reprenons la comparaison avec Darwin : tout comme il manquait à Wegener les mécanismes susceptibles de déplacer les continents, il manquait au naturaliste anglais une théorie crédible de l'hérédité [malgré les découvertes du moine botaniste morave Gregor Mendel, publiées pourtant dès les années 1860, mais auxquelles Darwin ne prêta pas attention]. Il fallut d'ailleurs attendre les premières décennies du XX<sup>e</sup> siècle pour que soit mise au point, grâce au développement de la génétique, la théorie « synthétique » ou néodarwinienne de l'évolution – aujourd'hui fondamentalement acceptée.

Malgré ces difficultés, la théorie de l'évolution s'était imposée à l'immense majorité des biologistes en l'espace de quelques décennies. On ne peut pas en dire autant de l'hypothèse de la dérive des continents,

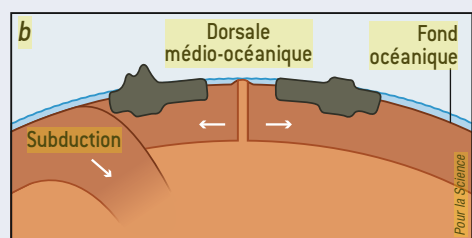
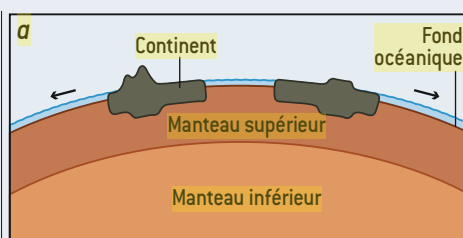
longtemps considérée comme une vue de l'esprit dénuée de fondements sérieux. Pourquoi ce rejet ? Une des raisons tient sans doute au fait que la première édition de son livre, où sa théorie est exposée plus en détail et plus argumentée que dans les articles de 1912, parut en 1915, en pleine Première Guerre mondiale, alors que son auteur servait dans l'armée de son pays, et ne toucha donc qu'un public restreint. Facteur sans doute plus décisif, le météorologue Wegener ne faisait pas partie du sérail des géologues, qui échafaudaient depuis des décennies des théories tentant d'expliquer l'histoire de la Terre dans un cadre fixiste, où les continents occupaient des positions immuables. Il était facile d'attribuer le caractère révolutionnaire des idées de Wegener à un certain amateurisme de leur auteur.

Il reste que l'absence d'un moteur crédible pour les déplacements continentaux était le grand point faible de la théorie de Wegener. Il en était probablement conscient, car au fil des éditions de son livre, il s'efforce de trouver une solution à ce problème crucial. Sans doute s'est-il approché d'une solution, notamment lorsqu'il évoque les courants

## De la dérive des continents à la tectonique des plaques

**S**elon Wegener, les continents flottaient sur une couche basaltique et déviaient peu à peu en glissant sur cette couche sous l'effet des forces d'inertie liées à la rotation de la Terre (a). Dans la théorie de la tectonique des plaques élaborée dans les années 1970 (et toujours d'actualité aujourd'hui), les continents se déplacent aussi, mais c'est le seul point commun avec la dérive des continents proposée par Wegener.

Selon la théorie de la tectonique des plaques, des unités bien plus vastes de la croûte terrestre se déplacent – les « plaques » –, comprenant non seulement les continents, mais aussi les espaces océaniques. Des courants de convection dans le magma visqueux du manteau supérieur forment des sortes de tapis roulants sur lesquels glissent les plaques (b).



La dérive des continents selon Wegener (a) et la théorie de la tectonique des plaques (b). Les deux schémas représentent une coupe transversale de la séparation des continents américain et africano-européen.

Pour Wegener, la ligne le long de laquelle deux continents s'étaient séparés, que l'on nomme aujourd'hui la dorsale médio-océanique, ne jouait aucun rôle particulier. Dans la théorie de la tectonique des plaques, cette zone est au contraire très active : le long de la dorsale, du magma des profondeurs remonte, formant, à mesure que les continents s'éloignent, de nouveaux fonds océaniques en re-

froidissant. En éloignant deux plaques l'une de l'autre, ce phénomène les rapproche d'autres plaques voisines. L'une des deux plaques s'enfonce alors sous l'autre (subduction).

La théorie de la tectonique des plaques a vu le jour grâce à l'essor, après la guerre, de l'étude des fonds marins et de leurs fondations au moyen de forages profonds, ainsi que du développement des méthodes paléoma-

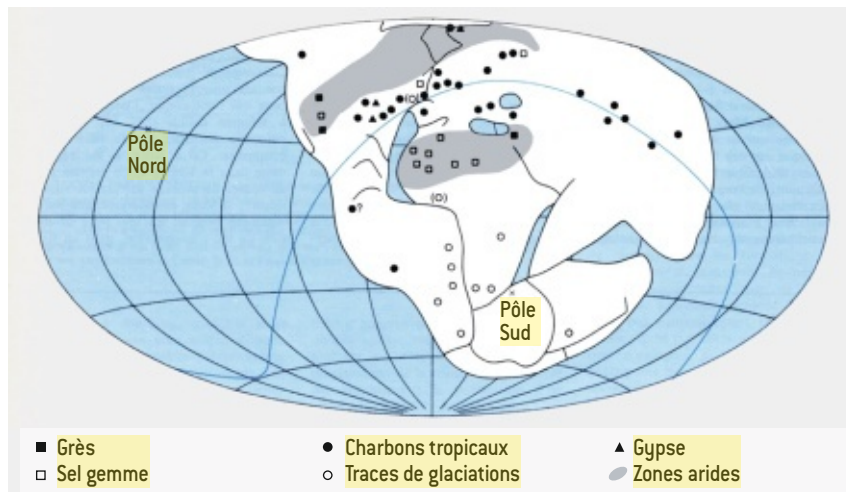
gnétiques. Ces méthodes visent à reconstituer localement l'histoire du champ magnétique de la Terre en étudiant la direction du pôle magnétique terrestre « enregistrée » dans des échantillons de lave refroidie. En effectuant ces mesures sur tous les continents et sur des roches d'âges différents, les scientifiques se sont aperçus que les directions enregistrées variaient et indiquaient un déplacement des continents.

de convection à l'intérieur du manteau terrestre, liés aux différences de température entre zones profondes et zones plus superficielles, dont le géologue autrichien Otto Ampferer avait souligné l'importance potentielle pour la dérive des continents dès 1925 (idée évoquée également par le géologue britannique Arthur Holmes).

Quoi qu'il en soit, l'hypothèse de la dérive des continents demeura pendant une quarantaine d'années une idée marginale des sciences de la Terre, jamais complètement oubliée, et même régulièrement mentionnée dans les manuels, la plupart du temps pour expliquer aussitôt qu'elle se heurtait à des objections insurmontables. Jusque dans les années 1960 fleurirent les reconstitutions paléogéographiques établies dans un contexte fixiste, où des « ponts continentaux » imaginaires étaient lancés à travers les océans pour expliquer des ressemblances paléontologiques entre des continents immobiles – alors même que l'exploration des fonds océaniques montrait de plus en plus clairement l'improbabilité de telles connexions.

## Rien n'est immuable

Comment interpréter la conversion rapide, dans les années 1970, de la communauté scientifique aux conceptions ébauchées par Wegener dès 1912 sur la mobilité des continents ? Une lecture à la lumière des idées de l'historien des sciences Thomas Kuhn sur les « révolutions scientifiques » est assez aisée. Le « paradigme » de la fixité des continents, qui avait dominé les sciences de la Terre depuis presque leurs origines, au début du XIX<sup>e</sup> siècle, se révélait de plus en plus incapable d'expliquer un nombre croissant de faits révélés par la géologie, la géophysique et la paléontologie – qu'il s'agisse des déplacements apparents des pôles magnétiques, de la distribution géographique des organismes vivants et fossiles ou du mode de formation des chaînes de montagnes. Le temps était venu d'une révolution scientifique, d'un « changement de paradigme » remplaçant le dogme de la fixité des continents par l'hypothèse de leur mobilité qui, seule, pouvait donner un sens à ces observations. Certes, la tectonique des plaques,



**2. CETTE CARTE DU CARBONIFÈRE** due à Wegener et son beau-père Wladimir Köppen montre la distribution de traces de glaciations, de sables désertiques (grès) et de charbons tropicaux. Elle illustre la méthode de Wegener : sur une carte du monde actuel, la localisation de ces marqueurs climatiques n'a aucun sens, mais tout s'explique sur la carte reconstituée avant la dérive des continents.

telle qu'elle finit par s'imposer vers la fin des années 1960, n'est pas, à bien des égards, la dérive des continents envisagée par Wegener en 1912 – ne serait-ce que parce qu'elle doit beaucoup à la découverte postérieure de l'expansion des fonds océaniques et au développement des recherches sur le paléomagnétisme. Mais elle doit à Wegener le concept fondamental sur lequel elle repose : le déplacement des continents.

Pourquoi des idées qui nous semblent aujourd'hui aussi évidentes que celles de l'évolution des espèces et de la dérive des continents ne se sont-elles pas imposées plus facilement ? Peut-être faut-il y voir une résistance instinctive à tout ce qui tend à remplacer le stable et l'immuable par le changeant et le mobile. Tout comme il était difficile pour beaucoup (et hélas cela demeure pour certains) d'admettre que les espèces vivantes ne sont pas fixes mais se modifient indéfiniment au cours du temps, il n'était pas facile d'accepter que les continents, la « terre ferme », ne sont pas ancrés dans les positions que nous leur connaissons aujourd'hui, mais se déplacent à la surface du globe dans un ballet incessant. Chacun à leur manière et dans des contextes différents, Darwin et Wegener nous ont aidés à reconnaître que rien n'est immuable dans la nature.

## L'AUTEUR



**Eric BUFFETAUT** est paléontologue au Laboratoire de géologie de l'École normale supérieure (CNRS, UMR 8538).

## À ÉCOUTER

Jeudi 29 novembre, **Eric Buffetaut** reviendra sur l'histoire de la découverte de la dérive des continents dans la partie « Actualités » de l'émission **La marche des sciences**, sur **France Culture** de 14h à 15h. [www.franceculture.com](http://www.franceculture.com)

## BIBLIOGRAPHIE

Alfred Wegener, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, Borntraeger, 2005.

E. Buffetaut, *Continental drift under the Third Reich*, *Endeavour*, vol. 24, pp. 171-174, 2003.

M. Schwarzbach, *Wegener. Le père de la dérive des continents*, Belin, 1985.