

Stades d'évolution dans la vie des théories

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **14 (1965-1968)**

Heft 4

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Le géologue finlandais Väinö AUER (1957, 1959, 1964, avec bibliographie p. 84-85) a transplanté les méthodes et techniques développées en Finlande, en Argentine méridionale et en Patagonie et a fait pendant une trentaine d'années des recherches étendues et détaillées dans ces pays. La dispersion des cendres volcaniques provenant des grandes éruptions volcaniques, lui a permis de développer une nouvelle technique : *la tephrochronologie* (AUER, 1959). Celle-ci ne représente pas seulement une échelle chronologique indépendante de l'évolution climatique, mais elle permet aussi de tracer avec une plus grande précision les lignes de rivage. Ces données améliorent d'une façon sensible la courbe représentant les changements de la composante eustatique (AUER, 1957). La comparaison avec les résultats fennoscandiques permet de montrer, par une autre voie, la transgressivité et la métachronie de certains événements groupés dans une isobase (AUER, 1964). La courbe montrant les changements du niveau marin, ne montre pas seulement des montées et des arrêts, mais des *oscillations* avec des hauts et des bas. Ces oscillations sont, comme AUER l'a montré, influencées par les reculs et les avancées des glaciers continentaux, mais d'*autres facteurs* apparaissent encore dans leur tracé, de sorte que la courbe est le résultat d'une interférence, d'une part entre le prélèvement et la restitution des eaux par les glaciers continentaux, et d'autre part par des facteurs dont le plus important est probablement *la déformation du vase océanique* (AUER, 1957).

L'interférence avec un *mouvement oscillant* du niveau marin donne un nouveau relief aux questions concernant l'individualisation des formations conservées dans la nature, marquant les lignes de rivage d'une certaine durée. Par la distinction de l'influence des déformations du vase océanique, le problème reçoit une assise beaucoup plus vaste et l'ensemble des données qui doivent être considérées s'étend des déformations de la terre ferme à la tectonique vivante du vase océanique, et fait ainsi apparaître une nouvelle étape des investigations. Si les oscillations ne changent pas seulement de vitesse, mais aussi de signe, tandis que le basculement continue dans le même sens, les sauts d'une ligne de rivage à l'autre deviennent plus compréhensibles. Une image synthétique plus vaste et plus complexe sera nécessaire pour contenir la multiplicité des variables et de leurs combinaisons.

Les analogies entre les parties méridionales de l'Amérique du Sud et la Fennoscandie ont permis d'appliquer les méthodes et techniques élaborées en Finlande, mais ce sont les différences qui ouvrent un vaste panorama sur les recherches de l'avenir.

Stades d'évolution dans la vie des théories

Les idées sur le déplacement des lignes de rivage ont subi de nombreuses métamorphoses depuis le début des recherches scientifiques. Il nous semble intéressant de retracer le cheminement et la diversification de la pensée et de dégager quelques-uns des facteurs qui ont influencé les transformations qui en ont élargi ou rétréci le champ. Puisqu'il n'est pas possible de suivre les

nombreux fils qui relient ce groupe de questions aux multiples domaines des recherches géologiques et géophysiques, nous nous contenterons d'en esquisser quelques particularités que l'on peut considérer comme des nœuds : *le début des investigations et le départ sur les différentes voies, la détermination des dimensions, la différenciation des milieux participant au déroulement des événements* (et qui en déterminent la succession), et pour terminer, quelques mots sur *la démarche des divers esprits* qui ont essayé de résoudre les problèmes. Il ne sera pas toujours possible de tenir séparées les différentes lignes de l'évolution, puisqu'elles s'anastomosent continuellement, mais une telle subdivision facilitera l'exposé.

Le début des recherches scientifiques est marqué par les questions d'Urban HJÄRNE et les réponses (cf. p. 134). Le questionnaire représente ce qui fut appelé plus tard, par CHAMBERLIN, le principe des hypothèses multiples, ouvrant ainsi plusieurs voies possibles. Les correspondants étaient encouragés à dégager les critères distinctifs de chacune des hypothèses, et à les vérifier par des observations. L'œuvre d'Urban HJÄRNE est plus importante par les questions qu'elle pose que par les réponses qu'elle propose.

Plusieurs raisons s'y opposaient, de sorte qu'il fallait effectuer une partie du chemin sur chacune des diverses voies. On avait à choisir entre les solutions générales et la solution des changements locaux par érosion et alluvionnement. La solution générale la plus naturelle était la doctrine de la diminution des eaux. CELSIUS, tout en adoptant cette image directrice qui liait le phénomène à la création du monde, reconnut la nécessité de connaître les dimensions du changement et il s'appliqua à déterminer la *vitesse séculaire*. En interprétant les observations et les traditions, il obtint une première approximation ; pour l'améliorer dans l'avenir, il fit graver dans les rochers les marques de niveau. De cette façon, il a donné le départ au développement des *méthodes hydrographiques* pour les changements séculaires du niveau marin. Les facteurs perturbateurs reconnus, les uns tôt, les autres plus tard, et éliminés par la suite, faisaient entrevoir les limites de cette méthode. Le développement de la métrologie, surtout dans les domaines de la géodésie et de la géophysique, a ouvert d'autres chemins permettant d'obtenir des valeurs séculaires aussi à l'intérieur de la terre ferme. Des mesures pour des durées relativement petites, leurs variations dans l'espace et leurs caractères de détail (continuité ou discontinuité), représentent les buts des recherches actuelles.

Le problème de la durée des mouvements montre un côté assez différent de cette évolution : aussi longtemps que la chronologie biblique était considérée comme base, la perspective ne pouvait s'étendre au delà de l'année 4004 avant J.-C. L'audacieuse extrapolation de la valeur de CELSIUS par Olof DAHLIN montra aux contemporains les possibilités et les conséquences de la théorie et des mesures faites dans le but de lui donner une forme quantitative. Cette tentative était encore limitée par la chronologie biblique. Diverses circonstances ont coopéré à faire disparaître cette limitation et à ajouter aux temps historiques la perspective des périodes géologiques d'une très

grande longueur. La chronologie géologique ne fut d'abord que relative, c'est-à-dire une succession d'événements. Divers essais furent faits pour placer les déplacements des lignes de rivage dans l'échelle chronologique. L'établissement d'une limite inférieure marque une étape importante. Cette limite est représentée par les terrains contenant des blocs erratiques, dépôts interprétés de plusieurs manières (cf. p. 178), avant la théorie glaciaire. Les déplacements se situent donc dans une coupure de temps entre la dernière des ères géologiques et les temps historiques. Les temps postglaciaires, à cheval sur le Pléistocène et le Holocène, d'abord subdivisés grâce à des échelles paléontologiques, furent les premiers, parmi les époques géologiques, à être dotés d'une *chronologie absolue* (DE GEER, 1912 ; SAURAMO, 1918), ce qui permit de placer les événements dans un système de référence quantitatif. Plus tard, la radiochronologie est venue compléter ce système. Même si la place exacte de certains événements est encore discutée, les différentes échelles chronologiques, relatives et absolues, semblent désormais assez bien reliées entre elles pour représenter la meilleure approximation actuelle. Les dimensions dans le temps de cet épisode sont ainsi délimitées, en bas, par le retrait des glaces et en haut par le ralentissement et l'arrêt de la remontée calculée sur des bases théoriques.

La détermination des dimensions dans l'espace, suit des voies assez différentes, suivant qu'il s'agit de déterminer l'extension géographique ou les différences d'altitude.

Pour les adhérents de la doctrine de la diminution des eaux et de l'eustatisme, le phénomène est global ; pour les partisans du soulèvement, il est régional. En admettant l'interférence des deux changements, il faut déterminer (par approximations successives) l'importance des deux facteurs (SAURAMO, 1928). Les systèmes d'isobases synchrones, de plus en plus précises et détaillées, sont une des préoccupations importantes des géologues nordiques (HYYPÄ, 1963 ; DONNER, 1965), parce qu'ils permettent de délimiter le phénomène. Les tracés des différents systèmes, ainsi que de l'isobase 0 m et de celles situées sous le niveau actuel de la mer ne sont pas parallèles et donnent, de ce fait, la configuration changeante.

Les altitudes des surfaces soulevées sont inscrites dans les cartes et les diagrammes, en tout cas pour les régions où les niveaux sont enregistrés par des nappes d'eau (mers ou lacs). Ces données manquent dans la partie centrale pour le début des mouvements, parce qu'elle était encore couverte par les glaces. On a essayé de combler cette lacune de plusieurs manières : en extrapolant judicieusement les surfaces isochrones anciennes, d'une part, et d'autre part par un détour : en déterminant le tracé des moraines latérales des glaciers émissaires de l'inlandsis dans les montagnes de Norvège. Les glaciers continentaux prennent une forme analogue à celle d'une goutte sur une surface horizontale. Les courbures d'une telle surface peuvent être estimées, grâce aux mesures faites sur les calottes glaciaires actuelles. Ces données permettent d'extrapoler les fragments de courbes obtenus dans les montagnes

norvégiennes (TANNER, 1930, p. 413-417) et de déterminer ainsi l'altitude du sommet de la calotte glaciaire. En se servant du modèle isostatique et en se basant sur le poids des glaces, on obtient une valeur pour la dépression maximale. Ce résultat est naturellement approximatif.

Les coordonnées dans le temps et dans l'espace permettent d'estimer les *vitesse*s globales et partielles. Les changements de vitesse pour un point déterminé peuvent être déduits des diagrammes.

L'image du déroulement des événements et des conditions changeantes qui l'accompagnent suit encore une autre voie, comme nous allons brièvement l'esquisser :

L'image qui s'offrait du temps de CELSIUS et de LINNÉ était naturellement celle du déluge. Les deux auteurs l'ont toutefois adaptée à leurs besoins. Un premier amendement était l'idée des eaux couvrant le globe, lors de la création, à l'exception de la petite île destinée à recevoir un ou deux exemplaires de toutes les espèces primitives. Ces espèces se dispersèrent sur les terres au fur et à mesure qu'elles émergeaient. Une autre pensée nouvelle était l'hypothèse que la diminution des eaux, encore en cours, était un processus mis en marche lors de la création. Une telle vue était opposée à la doctrine suivant laquelle la création était terminée le septième jour et avait atteint son état définitif. Ces deux tendances ont continué à interférer, puisque ce sont deux modes de penser archétypiques. On en trouve des traces jusque dans les temps modernes. L'idée que l'état actuel est le *but* de l'évolution et non pas seulement un instantané entre le passé et l'avenir, se retrouve dans un certain nombre de publications scientifiques. La tendance de certains auteurs de ne tenir compte que des dernières publications datant de leur entrée dans le monde scientifique, témoigne de la même tournure d'esprit.

La doctrine de la diminution des eaux fut partiellement réfutée, mais elle a continué à trouver des partisans. Elle a pu être insérée dans une image de plus grande envergure, tout à fait différente, résultat de la perspective géologique, dans l'hypothèse de la contraction du globe.

Les déformations de l'écorce terrestre n'étaient connues au XVIII^e siècle que sous la forme de catastrophes volcaniques ou sismiques. Il était difficile de penser que le sous-sol rocheux pouvait lentement changer de forme, parce que, dans ce cas, les points de repère devenaient aussi mobiles. RUNEBERG (1765, 1769) ayant constaté des différences de déplacement, se décida à en tirer les conséquences et à proposer une nouvelle image, celle des *déformations lentes de l'écorce terrestre*. Elle n'eut que très peu de résonance.

Pour faire admettre cette vue dans le monde savant, il fallait qu'elle fasse partie d'un panorama plus vaste et qu'elle soit garantie par le prestige des grands noms de la géologie ; car c'est à la suite du développement de l'histoire géologique et du principe de l'actualisme, que l'idée de la mobilité plus ou moins continuelle s'est infiltrée dans l'image du monde. Ce n'est pas notre intention de décrire ici les multiples changements et les importants apports de ces idées, qui leur permettaient de prendre racine.

Mentionnons encore brièvement quelques autres apports géologiques nécessaires au problème qui nous occupe : les progrès de la paléontologie n'entraînaient pas seulement une diversification de l'échelle stratigraphique, mais donnaient aussi la possibilité de déterminer, mieux qu'avant, les conditions de formation de leurs milieux et d'établir des rapports entre les caractères des sédiments et leur contenu.

Les dépôts meubles furent d'abord considérés comme les restes du déluge et appelés « diluvium ». Ces sédiments récents, groupés par Charles LYELL en 1839 sous le nom de Pléistocène, contenaient une formation énigmatique souvent bourrée de blocs erratiques. Ces dépôts, déjà observés par Horace-Bénédict DE SAUSSURE et par Leopold VON BUCH, furent interprétés de différentes manières, d'abord par des catastrophes, suivant l'esprit de l'époque, ensuite par des processus moins violents. Pour Charles LYELL, ces matériaux étaient charriés par des glaces flottantes en dérive, d'où le nom de « drift » encore employé aujourd'hui. Cette explication avait l'avantage de combiner des effets multiples : ceux de l'eau, des glaces, les transports lointains, le polissage des roches et les restes fossiles caractéristiques des eaux froides ; mais cette vue n'incitait pas à différencier cet ensemble de dépôts. L'hypothèse du « drift » eut une large diffusion ; elle se maintint en Allemagne septentrionale, jusqu'en 1875.

Il a fallu une nouvelle image directrice aboutissant à un arbre généalogique beaucoup plus différencié de ces matériaux pour servir de fil conducteur dans le labyrinthe des terrains meubles. Cette image prit naissance dans les Alpes et elle eut une influence décisive dans les pays nordiques. PLAYFAIR, PERRAUDIN, VENETZ, DE CHARPENTIER et AGASSIZ, reconnurent la nature des terrains erratiques et l'extension plus grande des glaciers, correspondant à une période plus froide. Celle-ci fut définie par AGASSIZ comme l'âge glaciaire (1837). Les connaissances de plus en plus approfondies du milieu glaciaire donnèrent les moyens d'établir, d'une part, les divers types de moraines et les différentes lignées de succession des produits de remaniement, et, d'autre part, de relier les caractères de ces dépôts aux formes du terrain. Le développement entraînait la création de corollaires importants : le principe de l'eustatisme glaciaire (MCLAREN, 1842) et celui de l'isostatisme glaciaire (JAMIESON, 1865, 1882). La majorité des observations fut ainsi groupée autour des changements climatiques et de leurs effets primaires et secondaires. Les enregistrements des saisons offerts par les varves fournirent la première chronologie absolue (DE GEER, 1912, 1940).

Il est intéressant d'observer comment, après de nombreux essais et une série d'erreurs, l'histoire de ces événements a pu être de mieux en mieux établie, et d'examiner les divers *apports nécessaires* pour guider les recherches dans une direction utile, tout cela sur la toile de fond changeante des théories générales. Mais cette évolution montre encore d'autres particularités, dont l'une est ce que l'on pourrait appeler la *démarche ou l'allure de l'esprit scientifique*.

La plupart des explications, depuis CELSIUS et LINNÉ, étaient des *théories unicausales*. Une seule circonstance (les changements du niveau marin, ou, les déformations de l'écorce terrestre) était choisie parmi l'enchevêtrement des états successifs et elle devait suffire pour faire comprendre un ensemble d'observations ; elle fut déclarée cause agissante. Aussi longtemps que le nombre des observations est petit, l'hypothèse sert à combler les lacunes. Par la suite, il faut sélectionner et arranger les données. Les exposés se changent en plaidoyers. Ceci montre les avantages et les défauts des hypothèses unicausales : chacune d'entre elles fait apparaître un secteur où elle devient de plus en plus plausible et un autre où elle est impuissante.

Il s'est souvent trouvé des esprits synthétiques qui, ayant reconnu cet état de choses, ont essayé de combiner les secteurs utiles en une *explication bicausale*. L'image des interférences des déformations du socle et des changements du niveau marin, proposée par Wilhelm RAMSAY, est un modèle typique d'une hypothèse bicausale. Elle n'essaie pas seulement de faire comprendre les multiples rapports possibles, mais elle est aussi à la base d'une série de méthodes et de techniques permettant de résoudre des questions partielles et d'en présenter les résultats. Un autre trait remarquable des recherches de RAMSAY et de son école est le suivant : il s'agit pour eux, en premier lieu, d'analyser l'interférence de deux facteurs pour obtenir une description aussi exacte que possible du déroulement des événements. La connaissance détaillée des phénomènes de ce genre doit donner les moyens d'interpréter les vestiges d'événements semblables du passé et de constituer ainsi une série d'exemples semblables par certains côtés. Ces exemples pourront être comparés et permettront d'entrevoir les mécanismes. La question des causes immédiates et lointaines est donc abandonnée pendant un premier temps, pour faire place à l'établissement d'une image aussi détaillée que possible du déroulement historique. La connaissance des modalités d'action permettra de confirmer ou d'éliminer un certain nombre de mécanismes endogènes proposés.

Les phénomènes endogènes sont certainement aussi complexes, puisqu'ils doivent rendre compte aussi bien des mouvements de longue durée que des oscillations épisodiques, et de composantes qui commencent à se dessiner dans le réseau de plus en plus serré des données.

En étudiant l'histoire des différentes branches des sciences de la terre, on peut distinguer plusieurs types d'évolution. Le développement des recherches sur le déplacement des lignes de rivage, représente un de ces types : pendant une première phase, des hypothèses unicausales voient le jour et rassemblent des partisans et des arguments. On cherche, on choisit, on organise et essaie de combler les lacunes, car le nombre des observations est minime par rapport à la richesse de la nature. Ensuite, les hypothèses unicausales s'affrontent. Des discussions, des polémiques et parfois des querelles en sont la conséquence. Chacune des écoles tend à tout élucider, puis prétend y avoir réussi.

Le début de la seconde phase est marqué par l'apparition d'une image bicausale. Celle-ci évolue à son tour et finit par céder la place à des *explications*

tricausales ou *multicausales*. Chacun de ces stades est caractérisé par l'interférence d'un nombre grandissant de groupes de variables eux-mêmes de plus en plus différenciés.

En étudiant l'histoire de la géologie, on voit que divers ensembles de problèmes sont arrivés à des stades très différents, mais aussi que les auteurs ont atteint des phases d'évolution assez diverses. Il est curieux d'observer que des chercheurs regardant les phénomènes de la nature par l'optique unicausale semblent avoir de la peine à comprendre une argumentation multicausale ; d'où leur question souvent répétée : Lequel des facteurs « est maintenant la vraie cause » ?

Plusieurs lignes de développement de l'histoire de la géologie et de la pétrographie appartiennent à ce type. Mais il en existe d'autres et c'est un des grands attraits de ces études historiques de les différencier et d'en chercher les raisons.

Hommages et remerciements

Pendant mes années d'étude en Finlande et aussi par la suite, par des contacts continus, j'ai pu assister en spectateur à l'un des épisodes passionnants de l'histoire de la géologie. J'ai eu le privilège d'être initié par ceux-là mêmes qui ont accompli cette œuvre, d'assister à leurs recherches au laboratoire et sur le terrain. Ils ont bien voulu m'expliquer les problèmes, les projets et la signification des données et des résultats. La majeure partie de ces amis : J. J. SEDERHOLM, Wilhelm RAMSAY, Matti SAURAMO, et Väinö TANNER, n'est plus parmi nous. Il nous reste Väinö AUER, qui nous ouvre un magnifique panorama sur l'avenir (1964). Il m'a semblé que je devais retenir quelques traits de ces années fertiles, traits peu connus dans le domaine de la langue française. Les points de vue de mon exposé paraîtront peut-être à certains lecteurs comme un peu trop marqués par mes souvenirs de Finlande. Il serait certainement possible de décrire cette histoire en dirigeant son attention davantage vers les travaux suédois (DE GEER, 1940), norvégiens (ROSENDAHL, 1953) ou danois, mais il serait toujours nécessaire de revenir à la source d'inspiration, à Wilhelm RAMSAY. Qu'il me soit permis d'adresser un souvenir reconnaissant à cette grande génération de Finlande.

Le « Nordenskiöld-Samfundet » en Finlande et le « Geologinen Tutkimuslaitos » (Service géologique de Finlande) m'ont autorisé à reproduire les figures qui accompagnent ce texte et ont même fourni certains clichés, facilitant ainsi sa publication. Qu'ils en soient remerciés.

Que la Société vaudoise des Sciences naturelles veuille trouver ici l'expression de ma gratitude pour l'hospitalité qu'elle a bien voulu m'accorder.