

Géochronologie

(de *geo* « la Terre », *chronos* « le temps », *logos*, « le verbe, la raison »)

Ensemble des méthodes qui permettent de dater les formations géologiques, les formes topographiques, les vestiges de plantes et d'animaux, des tissus anciens, et donc de reconstituer des évolutions paléogéographiques.

La géochronologie a d'abord été relative et fondée sur les principes de la sédimentation des vases, sables et objets au fond des mers et des lacs, établis au XVIII^e s. et au début du XIX^e s par les premiers géologues: les dépôts et vestiges les plus anciens sont recouverts par les dépôts et vestiges plus récents ; les faunes marines les plus anciennes sont différentes des faunes plus récentes et des faunes actuelles, et leurs vestiges ou fossiles permettent de les distinguer les unes des autres, et de faire l'hypothèse que des formations géologiques éloignées dans l'espace mais présentant des faunes identiques ont probablement le même âge. Les différences radicales de faunes marines fossiles entre des séries de couches de «terrain» ou strates superposées, ont permis de distinguer quatre grandes périodes : une époque ancienne peu peuplée de fossiles (le Précambrien); puis les ères primaire, secondaire et tertiaire. Une ère quaternaire a été individualisée par des restes humains et des dépôts glaciaires très peu altérés. Chaque ère est divisée à son tour en périodes et étages, ces derniers correspondant à une série limitée de fossiles très caractéristiques, le stratotype, observée en un lieu précis, qui souvent donne le nom de l'étage (par exemple Stampien pour des calcaires de l'ère tertiaire observés près d'Etampes).

Les chercheurs ont voulu préciser ensuite les durées de chaque étage et de chaque ère. La seule solution était de comparer l'épaisseur des formations géologiques d'un étage donné avec celle d'une couche de vase ou de sable déposée en un temps connu au fond d'un lac ou d'une mer (en tenant compte du tassement et compactage des sédiments au cours du temps, et du danger de la transposition des vitesses de sédimentation actuelles au passé, (cf [actualisme](#)). On a ainsi obtenu des durées très approximatives pour chaque étage, et en remontant du présent vers le passé, pour chaque ère.

Dès la fin du XIX^e s., un naturaliste suédois, G. de Geer (1912) a eu l'idée de compter les varves annuelles des dépôts lacustres pour évaluer l'âge minimal d'une formation sédimentaire et de son subséquent : en effet, les couches de vases ou varves qui se déposent au fond des lacs des «régions» froides sont plus fines et sombres en hiver, quand le gel limite l'érosion, plus sableuses et claires en été, quand les versants sont attaqués ; à chaque couple clair-foncé correspond donc une année, et l'on a pu remonter ainsi jusqu'à 12 millénaires avant notre époque. De même, les cernes des troncs des arbres indiquent le nombre d'années de croissance du végétal, et donc l'âge relatif des sols et formations sur lesquels il a poussé ; grâce à des arbres très grande longévité, comme les séquoias, on a pu remonter jusqu'à plusieurs millénaires (De Martin, 1974). M.F. André (1993) utilise le diamètre de certains lichens à croissance lente pour estimer l'âge de formes et formations très récentes en milieu périglaciaire.

C'est en comparant l'altitude et l'altération de formations glaciaires et fluvioglaciaires sur le piémont bavarois des Alpes que Penck et Brückner (1909) ont établi au début du XX^e s. une chronologie relative de l'ère quaternaire, avec quatre périodes froides ou « glaciaires » Günz, Mindel, Riss et Würm, séparées par des périodes tièdes dites interglaciaires. Cette chronologie relative a ensuite été corrélée avec les vestiges glaciaires du Nord de l'Europe et ceux de l'Amérique du Nord, puis affinée par la mise en évidence de plusieurs phases d'avancées et de recul des glaciers à l'intérieur des périodes froides. De même, les botanistes et biogéographes ont recherché, grâce aux pollens fossiles, des cortèges floristiques différents du haut en bas des dépôts vaseux et tourbeux de l'ère quaternaire, et ils en ont déduit l'existence de phases climatiques, alternativement froides ou tièdes, jusqu'aux derniers siècles (phases atlantique, boréale, etc.), qui peuvent servir de repères pour d'autres phénomènes.

Depuis le milieu du XX^e s., les méthodes radiochronologiques ont permis de dater avec précision les roches et les restes organiques et de parvenir à une géochronologie absolue. L'expression est mal choisie, car une chronologie est toujours relative à un repère, une origine conventionnelle. Peut-être aurait-on pu tenter *géodatation*, car les méthodes stratigraphiques anciennes ne permettent pas vraiment de dater. L'expression « géochronologie radiométrique » est au fond la plus pertinente, puisqu'elle est fondée sur des mesures de radio-activité des éléments contenus dans les roches.

Ces méthodes sont fondées sur la propriété qu'ont certains éléments radio-actifs contenus dans les roches et des fossiles

de se désintégrer en éléments plus stables du même corps (ses isotopes) ou de corps voisins, suivant une loi de croissance exponentielle de période connue. Si l'on dispose de la masse thémorique d'éléments radioactifs lors de la naissance d'une roche ou lors de la vie d'un organisme carboné et de la masse résiduelle du même élément aujourd'hui dans la roche, un os ou un bois fossile, on peut déterminer combien de périodes complètes ou de portions de périodes se sont déroulées entre la création de la roche ou lors de la mort de l'organisme jusqu'à l'Actuel (le « Présent », fixé par convention à l'année 1950), et donc combien d'années. Par exemple, la moitié du Potassium 40 radioactif se transforme en argon 40 en 1270 millions d'années ; la moitié de l'uranium 238 se transforme en thorium 230 en 75 000 ans environ ; la moitié du carbone 14 radioactif contenu dans les vestiges organiques (bois, os, coquilles, tissus) se transforme en carbone 12 stable en 5730 ans environ. Les quantités d'éléments en jeu sont très faibles, et les risques d'erreur ne sont pas négligeables, surtout pour les restes organiques, qui peuvent avoir été contaminés par des infiltrations carbonées ou des contacts avec du carbone plus récent après leur mise en place, ce qui augmente le taux de carbone 14 et « rajeunit » les datations. Il faut donc toujours contrôler une datation par plusieurs mesures, soit du même échantillon, soit d'échantillons proches, conforter une datation radio-isotopique par d'autres moyens de datation, lorsque c'est possible (archives, cernes d'arbres, varves....) (cf. M. Derruau, 1996).

Les datations radiochronologiques absolues ont permis de corriger ou de conforter les chronologies stratigraphiques relatives du XIX^es. Les chercheurs ont pu préciser l'âge de phénomènes connus comme l'inversion de la direction d'aimantation des minéraux magnétiques dans les roches volcaniques (paléomagnétisme rémanent) ou les cendres volcaniques (téphrochronologie) ; les variations des rapports entre oxygène 16 et Oxygène 18 dans les coquilles de fossiles marins, qui dépendent des variations de température des eaux marines et permettent d'établir des courbes de paléotempératures (cf C. Emiliani, 1966). Ils ont ainsi constaté que les phases froides de l'ère quaternaire étaient bien plus nombreuses que les quatre périodes classiques de Penck et Brückner, aujourd'hui remises en cause.

Ce qui rappelle que, malgré les progrès techniques, la géochronologie reste imparfaite, intègre toujours une certaine marge d'erreur, et que son utilisation dans des reconstitutions paléogéographiques doit être très prudente.

Bibliographie

Références :

André M.F., 1993, *Les versants du Spitsberg*, Presses Universitaires de Nancy.

de Geer G., 1912, "A geochronology of the last 12 000 years", *Comptes-rendus du XI^e congrès international de géologie*, Stockholm, 1910, 241-258.

de Martin P., 1974, *Analyse des cernes, dendrochronologie et dendroclimatologie*, Masson, 80 p.

Derruau M., 1996, « Datations, chronologie radiométrique » in M. Derruau, dir., *Composantes et concepts de la géographie physique*, Colin, 256 p.

Emiliani C., 1966, "Palotemperatures analysis of Caribbean cores P 6304-8 and P 6304-9 and a generalized temperature curve for the past 425 000 years", *Journal of Geology*, 74, p. 109-126

Penck W. et Brückner A. ed ;, 1901-1909, *Die alpen im Eiszeitalter*, Leipzig, 3 vol.

Roth E. et Poty B., ed., 1985, *Méthodes de datation par les phénomènes nucléaires naturels, applications*, Masson.