

TRAQUER LES OBSTACLES ÉPISTÉMOLOGIQUES À TRAVERS LES LAPSUS D'ÉLÈVES ET D'ÉCRIVAINS

Gabriel Gohau

Les faits géologiques ont d'abord été compris comme racontant une histoire linéaire, progressive ou régressive (Buffon). Puis, Hutton les a réinterprétés comme la succession cyclique des mêmes phénomènes avec, notamment, répétition des orogénèses. Or, les élèves rapportent souvent la formation des montagnes à un événement unique ancien. Et des idées analogues se retrouvent chez des écrivains et des cinéastes, montrant la difficulté à concevoir une histoire cyclique de la terre. Même la science contemporaine bute sur ce problème, faute de parvenir à construire un modèle qui concilierait répétition et cheminement irréversible.

ce que le
pédagogue
peut apprendre
de l'historien

Le présent texte s'appuie sur le dernier chapitre d'une thèse d'État, intitulée "*Idées anciennes sur la formation des montagnes - préhistoire de la tectonique*"(1). Destiné à montrer la lente maturation depuis l'Antiquité des idées de base de la tectonique, ce travail devait rencontrer les "obstacles épistémologiques" contre lesquels, selon Bachelard, s'élaborent les concepts scientifiques.

L'ultime chapitre était un prolongement pédagogique de l'étude historique, reposant sur l'idée que les obstacles sur lesquels a buté la science sont toujours présents dans notre expérience quotidienne et dans notre pensée "spontanée". Et que, en conséquence, ils doivent entraver notre propre apprentissage des concepts géologiques - et plus encore celui de nos élèves.

Nous avons retenu trois sections de ce chapitre liant les lapsus d'élèves à ceux de quelques écrivains, pour déboucher sur une "psychanalyse" de la science contemporaine. Les quelques allusions à des auteurs étudiés dans la thèse ont été précisées. Pour le reste, il semble que les obstacles évoqués sont plus ou moins présents à l'esprit de tout professeur de Sciences de la Vie et de la Terre. Contentons-nous de lui rappeler l'épisode majeur de l'histoire de la géologie qui fait passer de la conception linéaire à la conception cyclique de l'histoire de la Terre.

(1) Thèse dirigée par François DAGOGNET et soutenue en mai 1983 (Université Lyon III). Quoique la thèse n'ait pas été publiée, on en trouve les principales notions dans : GOHAU G., *Une histoire de la géologie*, 2ème édition, Paris, Le Seuil, 1991, et pour l'époque qui précède immédiatement la naissance de la géologie : GOHAU G., *Les Sciences de la terre aux dix-septième et dix-huitième siècles. Naissance de la géologie*, Paris, A. Michel, 1990.

1. RÉVOLUTIONS CONTRE ÉVOLUTION : DEUX GRILLES D'ANALYSE HISTORIQUE

des faits
géologiques
soumis à des
cycles...

On admet communément que la notion de cycle géologique apparaît, sous sa forme moderne, dans la *Théorie de la terre* de James Hutton (1726-1797) publiée en 1795. Selon l'auteur, l'érosion, la sédimentation, la consolidation des strates (accompagnée, en profondeur de leur fusion-injection sous forme de liquide granitique), et leur soulèvement s'enchaînent en une suite qui se répète à l'infini. La thèse du médecin écossais s'oppose radicalement à celle formulée quelque vingt années plus tôt par Buffon (1707-1788) dans ses célèbres *Époques de la nature* (1778). Prenant pour fil directeur le refroidissement du globe, supposé né d'un jet incandescent de matière solaire, l'intendant du Jardin du Roi divise l'histoire en une séquence irréversible de sept périodes : consolidation de la surface avec formation d'aspérités (montagnes cristallines), précipitation des eaux atmosphériques (océans), dépôts de sédiments (montagnes à couches), dégagement des continents par enfoncement des eaux dans les cavités internes, naissance des formes vivantes terrestres, etc., jusqu'à l'apparition de l'homme.

ou à une linéarité
temporelle

Les principaux reliefs, issus des montagnes cristallines, sont donc, pour Buffon, des traits primitifs de l'histoire de la terre, alors qu'Hutton les tient pour des structures renouvelées. L'orogénèse sera donc, selon le cas, un événement unique, remontant aux premiers âges, ou un phénomène de tous les temps.

L'uniformitarisme, développé par Charles Lyell (1797-1875), qui se présente, dans ses *Principes de Géologie* (1830-1833), comme le disciple d'Hutton, souligne ce dernier point : les phénomènes qui ont façonné le globe terrestre existent encore actuellement, et agissent avec la même intensité que dans le passé : les "causes" géologiques sont donc, à la fois, actuelles et lentes. Pourtant, sous sa forme radicale, ce principe dit plus que le concept de cycle.

révolutions :
mouvements
circulaires...

En effet, les phases du cycle étant successives, elles ne peuvent être simultanées que si plusieurs cycles décalés dans le temps coexistent. C'est ce qu'admet Lyell. S'il n'en est rien, il serait possible (sinon probable) qu'aucune orogénèse n'existe présentement, et que le soulèvement des montagnes soit un phénomène brutal, subit comme le veut Elie de Beaumont (1798-1874), adversaire de Lyell. L'idée de cycle n'exclut évidemment pas celle de "révolution" ou de catastrophe.

ou changement
brutal ?

De même, les cycles répétés peuvent ajouter leurs effets, de telle sorte que le globe s'organise progressivement. Tel est le point de vue du même Elie de Beaumont qui combine ses "systèmes de montagnes" (= nos phases tectoniques) en un "réseau pentagonal" qui eut son heure de gloire... au moins en France. La répétition n'implique pas que le globe montre un visage stationnaire (*steady state* disent les anglophones).

Cependant dans le schéma du réseau, la surface de la Terre se **construit** graduellement : l'évolution est progressive. Au contraire, l'évolution buffonienne est régressive. La température diminue, le niveau de la mer s'abaisse. La force créatrice de la terre s'affaiblit : les premières formes vivantes sont de grande taille. Comme Lucrèce dans son *Natura Rerum*, au premier siècle avant notre ère, Buffon imagine que la nature des premiers âges était plus féconde qu'aujourd'hui.

une vie
humaine :
modèle pour
reconstruire
l'histoire de la
Terre

On peut voir, à travers ce schéma, persister le vieux mythe de l'âge d'or cher à Platon. Or on sait que ce mythe se rencontre encore dans notre pensée. Peut-être, d'ailleurs, contient-il des séquelles d'anthropomorphisme : c'est parce que l'on prête à la nature des propriétés de notre vie que nous imaginons si volontiers qu'elle eut une phase de jeunesse, où elle était plus féconde et plus vigoureuse.

Retrouver les vestiges d'une telle pensée chez élèves et étudiants n'est pas improbable. C'est en ce sens qu'on suivra les schémas linéaires et cycliques pour les comparer à ceux des auteurs anciens (2).

2. ESSAI D'IDENTIFICATION DE MODES DE PENSÉE ARCHAÏQUES CHEZ L'ENFANT...

2. 1. Introduction

Pour éviter toute équivoque, précisons qu'il ne s'agit pas d'adhérer à une quelconque conception suivant laquelle l'esprit de l'enfant récapitulerait les étapes de l'histoire de la pensée scientifique. À trop vouloir décalquer un **développement** sur une **histoire**, on risque d'inverser leurs rapports et de réduire la seconde au premier.

analyse des
relations entre
pensée
commune et
pensée
scientifique

Nous ne voulons d'ailleurs pas suivre le cheminement de la pensée de l'enfant, pour le prendre en parallèle avec les étapes de la constitution de la science de la Terre. Sans doute le jeune enfant égocentriste a-t-il une vision des choses où le monde ressemble au Cosmos géocentrique des Anciens. Mais ce type d'investigation ressortit au domaine de la psychologie génétique. Or celle-ci ne confirme pas forcément nos intuitions "récapitulationnistes" les plus naïves. Rappelons seulement que Jean Piaget a cru pouvoir établir que l'enfant avait une idée plus ou moins nette des vitesses des mobiles avant de cerner les concepts d'espace et de temps. Il en a conclu que les idées relativistes lui sont peut-être accessibles plus tôt qu'on ne le pense, alors qu'en

(2) Sur l'histoire de ces schémas, on peut lire : S.J. GOULD, *Aux racines du temps*, trad. B. Ribault, Grasset, Paris, 1990, 346 p. (le titre américain, *Time's Arrow, Time's cycle, Myth and Metaphor in the discovery of geological time*, Harvard U.P., Cambridge, Mass., 1987, est plus explicite).

en évitant le
piège du
"récapitula-
tionnisme"

bonne logique il devrait d'abord être réceptif à la physique newtonienne (3).

Qu'on adopte ou non les conclusions du psychologue genevois, il est clair que la question des rapports entre la pensée de l'enfant et celle de l'adulte scientifique est problématique (4). La résoudre par la récapitulation est une attitude purement métaphysique. Nous n'en avons pas l'intention. Il s'agit seulement d'explorer quelques aspects de ces rapports, en faisant l'hypothèse qu'ils existent, et en soumettant notre supposition à vérification.

En fait, d'ailleurs, si nous partons de la coexistence d'une pensée commune et d'une pensée scientifique, le problème se trouve quelque peu déplacé. Ce n'est pas seulement la pensée de l'enfant qui nous intéresse mais celle de toute personne qui n'a pas reçu une éducation scientifique poussée, lui ayant permis de vaincre les obstacles épistémologiques qui entravent le passage à l'esprit scientifique. Et donc, par exemple, celle d'un écrivain ou d'un journaliste.

Inversement, quand nous nous adresserons aux élèves, nous les choisirons assez âgés pour que leur esprit ait atteint le stade où ils raisonnent, à peu de chose près, comme des adultes. De façon à ne pas avoir à distinguer les stades successifs de constitution de leur pensée reconnus par les psychologues.

2. 2. Lapsus d'élèves

un questionnaire
construit sur des
hypothèses

Les observations sur la résistance des élèves aux idées modernes, en géologie, ont été faites en marge du travail d'un groupe de professeurs de lycée, dans le cadre d'une recherche patronnée par l'Institut National de Recherche Pédagogique. Ce groupe, animé par Guy Rumelhard, a rédigé un questionnaire sur la formation et la place des montagnes dont les réponses offrent la matière des lignes qui suivent.

Il n'est pas possible de discuter ici la méthode utilisée. La technique du questionnaire est très discutable. Elle est d'autant plus directive que les questions sont plus "fermées" (plus précises). En bonne méthodologie, elle aurait dû être précédée d'entretiens avec les élèves afin de mieux cerner les traits dominants de leur pensée que le questionnaire aurait eu pour but de préciser.

-
- (3) PIAGET, J., *Psychologie et épistémologie*, Paris, 1970, pp.102-105. Une étude plus complète se trouve dans PIAGET, J., *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*, Paris, 1946.
- (4) Sur ce point, on peut lire : HALBWACHS F., *La pensée physique chez l'enfant et le savant*, Neuchâtel, 1974.

tirées de l'histoire
de la géologie...

et de
l'expérience du
professeur

Mais il ne s'agissait pas ici de découvrir les "représentations" (5) des élèves sur les montagnes, à la façon dont pourrait le faire un psychologue. Notre but était, plus modestement, de **retrouver**, chez des adolescents nourris de science contemporaine, des modes de pensée archaïques. Pour cela, il fallait, en quelque sorte, leur tendre des pièges en fonction de la connaissance préalable qu'on avait de ces archaïsmes. Le questionnaire était donc conçu comme une chasse-trappe, construite à partir de ce qu'on savait d'avance des difficultés historiques rencontrées lors de la constitution de la géologie scientifique.

Ajoutons qu'il répondait, malgré tout, à des observations antérieures spontanées faites sur les élèves, et qui pouvaient donner une base aux questions à poser. Enfin, précisons que nous avons tenté, dans la lecture des réponses, de prêter attention à ce qui était le moins stéréotypé et le moins attendu, afin d'éviter d'y lire le simple reflet de nos propres idées.

Le questionnaire portait sur l'âge et le mécanisme de la formation des montagnes. Voici la formulation des questions.

- 1° *Quand se sont formées les montagnes ?*
- 2° *Comment se sont-elles formées (dessins éventuels) ?*
- 3° *On trouve jusqu'au sommet de certaines montagnes élevées des coquillages (fossiles) marins. Les couches qui les contiennent sont, par ailleurs, généralement inclinées. Que vous apportent ces deux observations ? Confirment-elles votre réponse à la question précédente ? Sinon, en quoi modifient-elles votre réponse ?*
- 4° *À la fin du XVIIIème siècle, trois conceptions s'affrontaient à propos de l'origine des montagnes :*
 - *pour certains, le globe avait acquis ses irrégularités dès l'origine, au moment de son refroidissement, comme se forment les aspérités sur une boule de fer fondu qui se refroidit ;*
 - *d'autres croyaient que le globe avait été lisse à l'origine, puis que des effondrements successifs, provoqués par des cavernes souterraines, avaient formé les plaines. Les montagnes étant constituées par les blocs restés en place (zones non effondrées) ;*
 - *d'autres enfin pensaient, au contraire des précédents, que la terre avait subi, non des effondrements, mais des soulèvements par l'action d'un "feu souterrain", et que les diverses montagnes étaient résultées de ces bombements.*
 - *Que pensez-vous de chacune de ces théories ?*
 - *Y en a-t-il une qui se rapproche de votre propre conception ? Si oui laquelle ?*
 - *L'une vous semble-t-elle plus fausse que les autres ? Pourquoi ?*

(5) RUMELHARD, G. *Représentations et concepts de la génétique dans l'enseignement*, Thèse pour le doctorat de 3ème cycle, Université Paris VII, 1980, pp. 9-12. On y trouvera une discussion de ce concept. Également, ROQUEPLO P., *Le partage du savoir*, Paris, le Seuil 1974, pp. 125 sq.

Ce questionnaire a été soumis, dans les collèges et lycées de Paris, à des élèves de classes de quatrième et de première (élèves de 13-14 et 16-17 ans) où l'on enseigne la géologie. Les connaissances des élèves variaient évidemment d'une classe à l'autre, et dans les divisions d'une même classe, elles dépendaient de ce qu'avait dit le maître préalablement, autant que de la culture géologique antérieure de chaque adolescent.

Faute de pouvoir maîtriser cette variable, nous avons préféré... la négliger. Les élèves ont tous un savoir minimum sur la question, issu des cours antérieurs (notamment en géographie générale) et de la culture ambiante "parallèle". Ce savoir est suffisant pour leur permettre d'esquisser une réponse. On s'aperçoit d'ailleurs qu'ils connaissent, pour la plupart, les orogénèses hercynienne et alpine. Et puis, encore une fois, ce sont les défauts de cet apprentissage qui nous intéressent. Il n'est donc pas important que les élèves aient des connaissances variables pour que ceux-là apparaissent.

Malgré tout, les réponses obtenues sont un peu différentes en classe de quatrième et de première et nous les distinguerons. Est-ce dû à une différence de connaissance ou à une inégale maturité ? Il ne serait pas étonnant que des jeunes de douze à quatorze ans eussent des réactions moins rationnelles que des adolescents de dix-sept ans. Nous nous contenterons de signaler la différence.

distinguer les
élèves des
classes de
quatrième et de
première

• À la question : "Quand se sont formées les montagnes ?", la majorité des élèves de première ont rappelé le nom des deux principales orogénèses ayant affecté le sol français : hercynienne et alpine. Ils ont donc pu mobiliser leurs connaissances sans laisser découvrir d'éventuelles pensées préscientifiques. En quatrième, sept élèves seulement, sur trente-six, voient deux orogénèses et les situent à peu près dans le temps. Les autres cherchent plutôt à mettre la formation des reliefs en correspondance avec un événement. Certains la situent lors de la "formation de la Terre" (huit élèves), d'autres au "temps préhistorique" (sept), tandis que d'autres évoquent le "déluge" ou le "retrait des eaux" (quatre). Il en est, enfin, qui pensent que les montagnes sont nées "avant la vie" ou "le jour où les volcans ont éclaté", voire qu'elles ont toujours existé. Ce qu'il faut retenir de ces solutions c'est qu'elles attribuent l'orogénèse à un phénomène unique, situé dans une histoire linéaire, non répétitive. Et naturellement qu'elles la rejettent dans un passé lointain, plus ou moins mythique. Ajoutons, d'ailleurs, que si les élèves de première échappent en général à ces naïvetés, dix (sur soixante deux) ne retiennent qu'une seule orogénèse (6) et un autre la situe lors du refroidissement de la Terre.

(6) Plusieurs la situent à l'époque actuelle ou à l'ère quaternaire. L'orogénèse unique n'est donc pas nécessairement associée à un passé lointain, proche de l'origine du globe. Même s'il s'agit de réminiscences de l'orogénèse alpine, le lapsus qui en retarde la date révèle le désir de situer de grands bouleversements dans le présent ou le passé immédiat. Et oblige à nuancer ce qui précède.

un grand choix
de solutions...

- Pour ce qui est des mécanismes, on peut dire que presque tous les élèves invoquent des poussées latérales ou verticales (vers le haut), tant en première qu'en quatrième. Là encore on peut voir les effets directs de l'enseignement antérieur. Plusieurs, pourtant, en première, parlent d'effondrements. Et quelques élèves de quatrième attribuent les montagnes au creusement par la pluie, le gel ou les glaciers, comme si elles naissaient du ravinement d'un plateau élevé. Ou bien parlent de cassures avec sortie de laves.

Il y a de l'archaïsme dans ces solutions qui rappellent des thèses anciennes : les effondrements qu'on trouve tant chez Descartes que chez Sténon (cf. illustrations de ces deux auteurs dans Gohau, 1991, p.53 et p.77 ou Gohau 1990, p.95 et 130) ou l'érosion différentielle, vieux thème qu'on trouve au Moyen Âge (par exemple Avicenne au XI^{ème} siècle) mais que Lamarck reprendra dans son *Hydrogéologie*. Mais cette rencontre traduit peut-être seulement le fait que le nombre de solutions possibles est limité.

Sans doute est-il plus intéressant de noter que ceux qui ont vu le sens des poussées (latérales ou vers le haut) ont souvent attribué les mouvements à des explosions, des pressions du magma (ou du centre de la Terre !) ou le cheminement de gaz. Autrement dit : à des éléments de nature catastrophique, voire à des phénomènes de la physique aristotélicienne. Le globe reste encore pour les élèves de première très voisin de celui des anciens avec ses vents, ses fermentations, ses incendies...

... dont
beaucoup
nous semblent
archaïques

- Mais le questionnaire est révélateur sur un autre point encore. Dans la mesure où presque tous les élèves ont songé aux mouvements de plissement ou de soulèvement, il était logique de prévoir que la troisième question leur permettrait d'attribuer l'inclinaison des couches à ces mouvements. Elle offrait donc le moyen de vérifier si la réponse précédente traduisait ou non une compréhension en profondeur. Or en première comme en quatrième, un quart des élèves expliquent les couches fossilifères inclinées par le retrait de la mer.

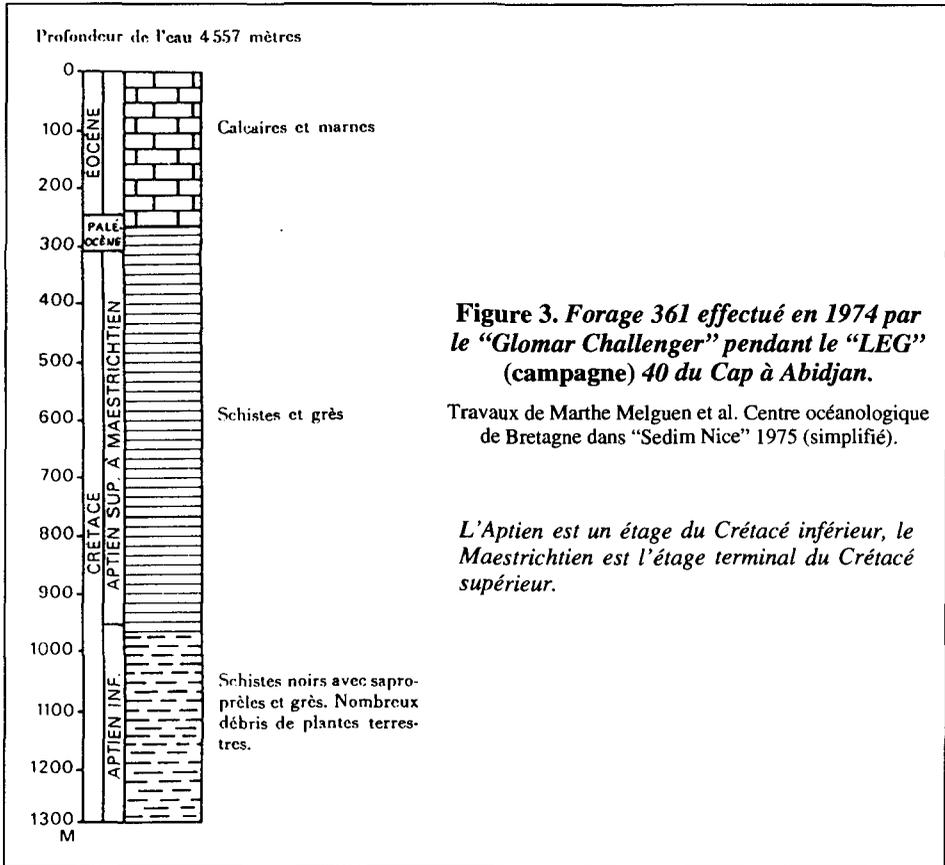
Certes, cette proposition ne contredit pas nécessairement la réponse à la deuxième question. Le retrait des eaux peut être imaginé comme une cause supplémentaire, ajoutée au plissement ou au soulèvement. Pourtant, puisqu'on leur demandait de confronter cette réponse à la précédente, les élèves auraient pu voir que l'inclinaison des strates confirmait l'hypothèse qu'ils venaient de poser.

En fait, il semble bien que lorsqu'on parle, devant des jeunes gens d'aujourd'hui, plus ou moins instruits de tectonique, de couches fossilifères trouvées à 4 000 ou 6 000 m d'altitude, l'idée première consiste à penser à des mouvements eustatiques de grande ampleur.

On en trouve la confirmation chez des étudiants plus avancés (deux années d'études supérieures), ayant des connaissances de géologie approfondies. Des candidats à un

des étudiants
tentés par
l'eustatisme

concours (7), qui savaient que l'Océan Atlantique résultait du fonctionnement d'un "rift" à partir de l'époque jurassique, étaient démontés par une coupe du fond de cet océan montrant que, au Crétacé inférieur, les dépôts passaient d'un faciès continental à un faciès marin franc (document 1).



Document 1. Coupe stratigraphique présentée lors d'une épreuve de concours à des étudiants de 19-20 ans

des transgressions et régressions invraisemblables

Il fallait voir que ce point de l'océan s'était abaissé progressivement, à mesure de l'écartement de l'Afrique et de l'Amérique du Sud. Or certains étudiants ont raisonné à l'envers et invoqué une montée de la mer de plus de 4 000 mètres. Concédonsons que les conditions d'une épreuve de concours ne sont pas toujours favorables au raisonne-

(7) École nationale des Ingénieurs des Travaux Ruraux et Techniques Sanitaires, concours ouvert aux étudiants des classes de Spéciale C, encore surnommées "Agro".

ment le plus rationnel. Mais, précisément, il s'agit d'examiner les défaillances de l'esprit des candidats. Car ceux-ci ne font pas n'importe quelle erreur. L'invraisemblance de la solution proposée par ces étudiants (des transgressions de 4 km de hauteur) souligne l'importance de l'obstacle épistémologique qui se dressait devant eux (voir document 2).

Sans pouvoir nous étendre sur le cas de ces étudiants, soulignons que les quelque quatre mille candidats que nous avons pu examiner depuis plus de dix ans nous permettent de retrouver une pensée très proche de celle d'élèves plus jeunes et moins cultivés en géologie.

Prenons deux exemples :

1° Certains étudiants réduisent les déformations tectoniques à des phénomènes morphologiques. Ayant à observer un anticlinal, présenté sous un aspect un peu inhabituel (carte des isobathes) où ils ne pouvaient reconnaître une figure apprise par cœur, ils parlèrent de "butte" ou d'"accumulation de sédiments", comme s'il s'était agi d'une dune sous-marine, ou encore de "butte-témoin" ménagée par l'érosion. Un candidat réussit même à parler en même temps de butte et d'anticlinal : comme on lui indique qu'on y trouve du pétrole, il écrit par réflexe : anticlinal. Mais il comprend si peu ce que signifie le mot qu'il parle, à côté, de "topographie de butte". Les candidats se comportent donc un peu comme les neptunistes du XVIIIème siècle. Preuve que les déformations du sol ne viennent pas facilement à l'esprit.

2° Souvent, aussi, ils raisonnent en catastrophistes. Dans l'exemple précédent du forage au fond de l'Atlantique, plusieurs candidats ayant à expliquer la présence d'un dépôt sapropélique (c'est-à-dire riche en matières organiques) dirent : "les végétaux ont été transportés dans ce domaine de sédimentation après un cataclysme". Les étudiants préférèrent donc les catastrophes aux phénomènes actuels.

Quelques-uns précisent que les plantes devaient dater de l'époque houillère. Sans doute mésestimaient-ils grandement l'intervalle de temps entre le Permien et le Crétacé pour croire que la forêt houillère avait pu se conserver (sous quelle forme ?) pendant une bonne partie de l'ère secondaire ! Mais c'est peut-être aussi que, pour eux, le temps qui sépare les catastrophes ne laisse pas de traces. Le monde est comme figé, la durée n'a pas de prise sur lui. Le temps est discontinu.

Ce catastrophisme montre un double refus de l'actualisme. Par l'appel à des causes extraordinaires, bien sûr. Mais aussi, parce que le cours naturel des choses est sans empreinte. La catastrophe crétacée ne dérange pas le monde crétacé, mais un monde antérieur (permien), celui, sans doute, d'un précédent cataclysme. Le monde qui la précède immédiatement est totalement transparent.

**Document 2. Analyse des réponses d'étudiants de 19-20 ans
à une épreuve de concours**

L'ensemble de ces résultats appuie donc l'idée qu'il est plus facile de penser aux mouvements de l'eau sur une topographie plus ou moins permanente qu'à des variations du niveau du sol. Et si les élèves de première songent aux plissements et aux soulèvements des montagnes parce qu'on leur a dit que l'orogénèse se faisait ainsi, ils se réfugient vers les thèses eustatiques dès que la question les désarçonne un peu (la question 3 du questionnaire était moins susceptible de réponses de type scolaire que les précédentes, d'où sa valeur de test).

- La quatrième question permettait de prolonger le test, en mettant en parallèle trois théories de "la fin du XVIIIème siècle" qui pouvaient, en gros, correspondre à celles de Buffon, Deluc et Hutton. La dernière étant la plus proche de nos conceptions modernes, les archaïsmes auraient dû se traduire par l'adhésion à l'une des deux autres. Or la majorité des élèves a préféré la troisième.

C'est ici qu'on mesure les limites d'un questionnaire. Le refus ou l'acceptation des adolescents peut venir de formulations maladroites qui dévalorisent ou valorisent une théorie sur un aspect secondaire pour nous. Le simple fait de situer les théories à une époque ancienne, vieille de deux siècles, a incité certains élèves à les trouver toutes trois ridicules.

la représentation
des montagnes
évolue de la
quatrième à la
première

Si l'on essaie de ne retenir que l'essentiel, on voit que les objections à la solution de Buffon concernent l'âge des montagnes : elles seraient toutes de même époque ; elles seraient anciennes et l'érosion les aurait détruites. Ces remarques sont importantes, car elles tempèrent certaines des conclusions précédentes. Les élèves savent que les montagnes se sont formées en plusieurs temps et ils savent en tenir compte pour réfuter un système. Ils ne se réfugient donc pas si facilement vers la solution d'une orogénèse unique. Par ailleurs, ils savent que les montagnes anciennes s'usent et ne peuvent perdurer indéfiniment. Ils n'adoptent donc pas aisément l'idée que les montagnes existent de toute éternité. Mais ces objections n'existent que chez les élèves de première, ceux, précisément, qui maîtrisaient en majorité l'idée des orogénèses multiples.

Les objections à la deuxième hypothèse sont moins décisives. Les plaines n'ont pu s'effondrer, disent certains élèves, sans préciser d'où ils tiennent cette certitude. Les dimensions des cavernes postulées leur semblent invraisemblables. Sans doute parce qu'ils sont habitués à ce qu'on leur représente le globe comme plein. Sûrement, aussi, parce qu'ils imaginent qu'un magma repose sous l'écorce terrestre, ne laissant aucun vide. Plusieurs ont noté, en effet, que les cavernes de la terre sont remplies de magma.

Finalement, c'est peut-être cette idée du magma souterrain qui explique le choix de la troisième hypothèse. Le savoir commun véhiculé depuis un bon siècle et demi (Cordier *Essai sur la température de la terre*, 1827) le schéma, qu'on retrouve dans tous les ouvrages de vulgarisation, et qui

représente la Terre comme une masse incandescente recouverte d'une mince croûte, moins épaisse (relativement) que la coquille d'un oeuf.

Mais il ne faut pas oublier que ce thème du feu souterrain et de son rôle tectonique est contemporain des débuts de la machine à vapeur (on en trouve l'ébauche chez Hutton, 1795, ami de Watt). La force motrice du feu n'était pas concevable avant cette invention.

mais nos élèves
bénéficient des
techniques
contemporaines
pour construire
leurs modèles

En d'autres termes, quand nous recherchons une analogie entre la pensée commune actuelle et la pensée préscientifique, nous devons nous dire que ces pensées ne peuvent être identiques, à cause du milieu différent où elles se développent. Ceci élimine donc toute idée de récapitulation : les contextes techniques et sociaux sont trop différents pour que l'esprit du jeune refasse le cheminement de la pensée de ses ancêtres. Il se heurte à certaines résistances semblables, parce qu'il existe tout de même des éléments permanents de son environnement, mais ces résistances sont souvent dissimulées derrière les multiples innovations techniques (8).

3. ... OU CHEZ DES ÉCRIVAINS ET CINÉASTES

Il faut être follement audacieux pour entreprendre une étude des pensées pré-géologiques chez les écrivains contemporains. Nous n'avons évidemment pas cette témérité. Nous tenterons seulement une approche du sujet, en prenant quelques exemples au hasard.

Cette investigation paraîtra désordonnée. De fait, elle l'est. Les quelques notations que nous retiendrons proviennent de lectures récentes, faites en quelque sorte sans préméditation. Mais précisément, leur intérêt tient peut-être à leur caractère fortuit. Si on peut trouver des exemples de telles pensées sans préparation et sans plan, c'est sans doute que le champ d'investigation est étendu.

le mythe d'un
temps des
phénomènes
géologiques

Une idée commune est qu'il existe un "temps" des phénomènes géologiques antérieur au temps actuel, et totalement séparé de lui. Il est facile d'y voir un relent de la conception que je nomme "génétique" : les forces qui ont formé le globe sont aujourd'hui au repos. Proust traduit bien cette pensée quand il écrit :

"Et ces lieux qui jusque-là m'avaient semblé n'être que de la nature immémoriale, restée contemporaine des grands phéno-

(8) En physique, par exemple, le principe d'inertie est plus facile à concevoir qu'au temps de G. Bruno. Le voyageur qui laisse tomber son stylo dans un avion supersonique voit mieux qu'il retombe à son pied que le marin qui lâche une pierre le long du mât d'un voilier sur un pont. En revanche, nous continuons à voir, comme Aristote, que le véhicule qu'on pousse ou qu'on tire s'arrête dès que nous cessons notre effort. L'idée qu'il puisse conserver sa vitesse indéfiniment n'appartient pas à l'expérience commune.

mènes géologiques - et tout aussi en dehors de l'histoire humaine que l'Océan ou la Grande Ourse [...] - c'avait été un grand charme pour moi de les voir tout d'un coup entrés dans la série des siècles [...].” (9)

Le même thème doit pouvoir se retrouver ailleurs. F. Ellenberger en a trouvé plusieurs exemples chez Jules Verne, tout aussi fortuitement. Par exemple, à propos d'une grotte “qui devait remonter à l'époque des formations géologiques” (10) ou quand Verne évoque “les époques géologiques, lorsque le sphéroïde terrestre était encore en voie de formation” (11).

La contrepartie du rejet des phénomènes géologiques dans un passé quelque peu mystérieux, c'est qu'on n'hésitera pas à rendre l'époque un peu mythique et les phénomènes largement catastrophiques. On retrouve l'association des thèses génétiques avec les causes imaginées.

L'auteur d'un guide sur la Sicile écrit :

“Il est probable, disent les géologues, que jadis la Sicile et ses îles satellites ont formé un seul continent avec la péninsule italienne tout entière, mais ayant été arraché à celle-ci par des convulsions sismiques très anciennes, l'univers sicilien a fini peu à peu par accentuer ses caractéristiques propres.” (12)

Ce n'est pas que l'auteur ait tort de croire à la liaison ancienne entre la Sicile et l'Italie péninsulaire. Mais son vocabulaire traduit une manière catastrophiste de présenter les choses qui n'aurait pas forcément la caution “des géologues”. Et la remarque vaut aussi pour cet extrait d'article paru dans un quotidien :

“Surgissant de l'entaille creusée au tertiaire, entre deux montagnes, par l'ébranlement du globe, elle (la cascade) apparut à son heure [...] bien avant que les hommes n'occupent les cavernes.

Du plissement avait surgi un vertigineux chaos, tout fumant des entrailles de la terre déchirée, crachant des laves pâteuses par toutes ses plaies, dans le tonnerre des roches qui éclataient en formant un fleuve d'étincelles, de flammes et de soufre incandescent.” (13)

On pourrait prolonger la citation : l'auteur parle ensuite des “tremblements de terre, les inondations, les raz de marée, les tornades” qui façonnèrent la Terre avant l'apparition de l'homme. Mais il serait un peu facile de s'étendre complai-

la vision
catastrophique
du passé nous
habite tous

(9) PROUST, M., *Du côté de chez Swann*, 3^e partie, “Nom de pays : le nom”.

(10) VERNE, J., *Deux ans de vacances*, 1888.

(11) VERNE, J., *Les Indes noires*, 1877.

(12) BRANDON-ALBINI, M., *La Sicile et son univers*, “la Bibliothèque des Guides Bleus”, Paris, Hachette, 1972.

(13) GUINIER DU VIGNAUD, R., “La cascade sauvée”, in *Le Monde*, 11-12 avril 1976, p. 9.

samment sur une description purement littéraire qui, après tout, ne prétend pas parler sous la dictée des géologues.

En réalité, il ne s'agit pas de prendre à défaut le défenseur de la cascade. Cependant, si pour situer sa chute, il prend la peine d'en retracer la formation c'est quand même qu'il estime que son récit n'est pas du pur rêve. Et puis, quand ce serait. Nous voulons seulement remarquer qu'on **imagine** en 1976 le passé de la Terre un peu comme M. de Buffon croyait pouvoir le **reconstituer** deux cents ans plus tôt. L'information géologique que nous avons reçue à l'école laisse intactes nos idées communes antérieures sur le passé de la Terre. Notre vue des phénomènes géologiques reste emplie d'ébranlements et de convulsions conduisant au chaos, de déchirements laissant sortir des laves, des flammes et du soufre !

Sans doute d'autres écrivains aussi célèbres, et aussi attentifs à leurs propos que ceux que nous venons de citer fourniraient-ils des exemples analogues. Ainsi quand l'admirable Anatole France dit que "*tant de millions d'années se sont écoulées*" depuis la découverte du feu par l'homme (14), on peut voir là un lapsus étrange. Dans un premier temps, on songerait volontiers que l'auteur de *La Rôtisserie de la Reine Pédauque* a conscience de l'immensité des temps géologiques. Mais comme il écrit à une époque où l'ancienneté de l'homme se compte, au mieux, en milliers de siècles, et où même l'âge de la Terre est très sous-évalué, il faut plutôt penser qu'A. France identifie plus ou moins la naissance de l'humanité à celle du globe. Ce qui renvoie à l'idée d'une genèse simultanée et primordiale des structures et des habitants de la Terre.

On sait, d'ailleurs, que ce télescopage de l'histoire de notre globe est un thème commun à bien des auteurs de moindre envergure. Et naturellement, les lapsus que nous avons trouvés chez Proust, Verne ou France, se rencontreraient tellement plus aisément dans des œuvres d'écrivains plus populaires ou dans le cinéma.

Contentons-nous d'amorcer le sujet en rappelant tel film médiocre, au nom naïvement évocateur (15), qui étale pesamment tous les poncifs issus du télescopage de l'histoire de la Terre. On y voit, en effet, des hommes anciens (au reste identiques à l'homme moderne) aux prises avec des Reptiles géants et des cataclysmes : éruptions volcaniques, effondrements, etc.

Puisque nous sommes à la frontière du monde biologique et du monde géologique, et quoique ce soit le second qui nous préoccupe, nous pouvons emprunter un exemple au pre-

la représentation
cinématographique
ne serait que
l'expression de
nos conceptions
les plus intimes

(14) FRANCE, A., *La Rôtisserie de la Reine Pédauque*, Paris Livre de Poche, 1959, p. 52 (éd. originale : 1893).

(15) *One Million years Before Christ*, film anglais, réalisation : DON CHAFFEY, 1966.

nous calquons le
monde ancien
sur le nôtre

mier. Il s'agit d'un film (16) qui met en scène des monstres marins. Or le réalisateur a cru bon, pour reconstituer ceux-ci, de photographier en gros plan des animaux réels. Sans doute est-il plus simple de procéder ainsi que de fabriquer et d'animer des êtres monstrueux en carton-pâte ou en matière plastique. Il n'empêche que le réalisateur ne s'autorise de tels trucages que parce qu'il a une vision buffonienne des monstres (17). L'imagination qui crée des animaux "anormaux" (c'est-à-dire hors des normes), les décalque sur les vivants actuels, aux dimensions près, sans parvenir à leur donner d'autres formes. Et si le réalisateur de *Un Million d'années...* a été plus imaginatif en reconstituant des animaux "préhistoriques" moins banals, il n'a pu se résoudre à bâtir nos ancêtres sur le modèle pithécantropien.

On ne pourrait faire le même reproche au film de J.-J. Annaud (18) qui, tout au contraire, met l'accent sur la bestialité de notre aïeul. Il n'y a, d'ailleurs, sur le plan qui nous occupe, rien à dire de ce film qui se contente de montrer comment l'homme primitif découvre le rire, la tendresse conjugale... et la position du missionnaire ! Le réalisateur n'a pas repris les thèmes buffoniens qui perçaient dans le roman de Rosny aîné dont il s'est inspiré (19).

Nous n'irons pas jusqu'à prétendre que si *La Guerre du feu* a laissé son empreinte chez tant de ceux qui l'ont lue pendant leur enfance, c'est à cause de ce fonds de thèmes pré-scientifiques. mais après tout, nous ne cherchons ces idées communes chez des élèves et chez des écrivains que pour montrer que nul n'y échappe, du lecteur de J.H. Rosny aîné... au professeur de géologie.

Et si nous poursuivions notre enquête en direction de la science moderne ? Si nous soumettions la géologie contemporaine à une psychanalyse de l'esprit objectif ?

(16) *Neptune factor* ou *An undersea odyssey*, film canadien réalisé par D. PÉTRIE (1973). Titre français : *L'Odysée sous la mer*

(17) Les monstres du film ne sont pas "préhistoriques" : ce sont les émanations d'un volcan sous-marin qui "expliquent" leur taille. Mais on peut quand même faire référence à Buffon pour qui les animaux primitifs, géants, vivaient au temps où les volcans étaient plus actifs.

(18) *La Guerre du feu*, film français réalisé par J.-J. ANNAUD, 1981.

(19) ROSNY, J.-H., Aîné, *La Guerre du feu*, 1911. On y lit notamment à propos des hommes anciens : "Quoique leur type les rapprochât de nos races inférieures, toute comparaison serait illusoire. Les tribus paléolithiques vivaient dans une atmosphère profonde, leur chair recelait une jeunesse qui ne reviendra plus, fleur d'une vie dont nous imaginons imparfaitement l'énergie et la véhémence". Édition G.P. Rouge et Or, Paris, 1977, p.14. De même, au sujet des aurochs : "Les taureaux atteignaient une taille, une force, une agilité que leurs descendants ne devaient plus connaître ; leurs poumons s'emplissaient d'un oxygène plus riche ; leurs facultés étaient, sinon plus subtiles, du moins plus vives et plus lucides". Ibid., p. 31. La valorisation de l'oxygène s'associe à un certain télescopage de l'histoire, car l'atmosphère décrite était manifestement primitive.

4. "PSYCHANALYSE" DE LA SCIENCE CONTEMPORAINE

Il peut sembler absurde de rechercher les défaillances de la science moderne quand cette science sert elle-même de point de référence de rationalité. Mais "la" science moderne est une entité globale très vaste. Depuis 150 ans, la géologie a pris des aspects variés, a développé des visages multiples.

Par exemple, au début du siècle une conception a prévalu qui attribuait la localisation des plages quaternaires fossiles au seul mouvement de l'eau. Issue des théories de Suess, cette conception eustatique fut notamment défendue par Ch. Depéret (20). Elle a été, depuis, abandonnée.

Or, il nous a semblé que l'eustatisme était le refuge des élèves qui répugnent à l'idée que le sol s'est déformé. Loin de nous l'idée d'assimiler les théories de Charles Depéret à des naïvetés d'élèves. Il n'empêche qu'en bâtissant une conception qui suppose une rigoureuse stabilité du sol pendant un million d'années, les partisans de l'eustatisme ont cédé à une certaine facilité.

On pourrait peut-être fournir un autre exemple avec la conception du métamorphisme géosynclinal d'Emile Haug et Pierre Termier. F. Ellenberger a critiqué cette théorie et montré qu'elle représentait un certain recul par rapport aux idées huttoniennes (21). Cette théorie dissociait métamorphisme et orogénèse, situant la première pendant la phase de dépôt dans des fosses profondes (métamorphisme anté-tectonique). D'une certaine manière, elle réduisait le rôle de l'orogénèse et montrait une régression par rapport aux idées des fondateurs de la tectonique.

Là encore, le développement de la science allait balayer la théorie "régressive" (?). Les travaux sur le métamorphisme "de position", que la thèse de F. Ellenberger sur la Vanoise inaugurait, associaient de nouveau métamorphisme et orogénèse.

Et d'ailleurs, dans les deux exemples, c'est l'échec de la théorie envisagée qui nous autorise à la présenter comme "régressive" - avec des guillemets de prudence, tout de même.

Si théoriquement le caractère régressif ou non d'une hypothèse scientifique est indépendant de son succès, en pratique il n'en va pas exactement ainsi. Si F. Ellenberger qui, dans cette affaire, joue le double rôle du scientifique qui

existe-t-il des théories régressives en science ?

-
- (20) BOURDIER, F., "Origines et succès d'une théorie géologique illusoire : l'eustatisme appliqué aux terrasses alluviales", in *Revue de Géomorphologie dynamique*, X^e année, 1959, pp. 16-29. Sur Depéret, pp. 22-25.
- (21) ELLENBERGER F., "La Vanoise, un géanticlinal métamorphique" in DURAND DELGA, M. (mise au point de), *Livre à la mémoire du Professeur Paul Fallot*, 2 vol., Paris, 1960-1963, t. II, pp. 383-393.

réfute la théorie et de l'historien qui justifie son échec, a pu comprendre ce que la conception de Haug et Termier avait d'outré, c'est qu'il disposait d'une *nouvelle* théorie, où le métamorphisme se trouvait associé à une situation de ride (et non plus de fosse, comme dans le dogme du métamorphisme d'enfoncement). Pour voir qu'une idée est "régressive", il est bon de disposer, en vis-à-vis, de l'idée progressive qui la contredit. Le caractère régressif éventuel des théories est trop relatif pour pouvoir être décelé autrement que par rapport à des théories opposées. C'est ce qui oblige l'historien à rester en deçà de la science contemporaine.

la permanence
des continents...

Et pourtant, on peut se risquer, sinon à donner des conseils aux scientifiques : ce serait déplacé. Ni même à faire des pronostics : ce serait imprudent. Du moins, à mettre en relief dans la science d'aujourd'hui des aspects qui sont particulièrement sensibles à qui s'est longtemps frotté aux pré-décesseurs de la science moderne. Ainsi, la théorie de la dérive des continents de Wegener est d'abord une théorie de la permanence des continents. L'auteur, pour la justifier, dit qu'elle répond à la loi "de la permanence" : "*Permanence ? oui, pas de chaque continent ou océan pris individuellement, mais permanence de la surface océanique totale et de la surface continentale prise en bloc* (22). Il lui oppose deux conceptions : celle des "ponts continentaux" qui suppose que les océans actuels sont en partie d'anciens continents effondrés et celle de la permanence des océans pour qui : "*les grands bassins océaniques sont un trait permanent de la surface de la terre et ont conservé, à quelques petits changements de contour près, l'emplacement qu'ils occupaient lors de l'apparition de l'eau.*" (23)

Or quand on évoque aussi explicitement le thème de la permanence, l'historien songe aux schémas uniformitaristes et à leur caractère antiévolutif. Il se dit que ces théories rejettent les idées qui supposent une certaine altérité (pour user d'un terme un peu pédant mais bien commode) des paléogéographies. Il se demande si les géologues ne choisissent (?) pas les solutions les plus "économiques" du point de vue de la variation du visage de la Terre.

associée au
renouvellement
des fonds
océaniques

Naturellement, la théorie actuelle de l'expansion du fond océanique s'éloigne en partie de l'ambition de Wegener. Si elle admet une certaine permanence des continents, elle postule la néoformation des océans. Celle-ci est même le moteur de la dérive continentale. À la différence, donc, de ce qu'imaginait Wegener, le plancher océanique qui sépare, par exemple, l'Amérique du Nord et l'Eurasie n'existe pas depuis

(22) WEGENER, A., *La genèse des continents et des océans. Théorie des translations continentales*, Paris 1937, rééd. C. Bourgois, Paris, 1990, p. 21.

(23) WILLIS, B., "Principles of palaeogeography", *Science*, 1910, cité par WEGENER, *Ibid.*, p. 16.

l'origine du globe. Si, dans la mesure où les continents sont stables, la surface océanique totale est plus ou moins constante (pour des raisons de géométrie élémentaire), la matière du fond océanique est constamment renouvelée. C'est la nouveauté essentielle de la version actuelle de la théorie.

Mais on conserve le thème de la permanence des continents. Les auteurs contemporains qui désirent figurer des paléogéographies très anciennes (précambriennes) dessinent souvent nos continents, en les plaçant simplement d'une manière différente (24).

Une "manière différente" qui, d'ailleurs, est celle qu'ils retrouveront à la fin de l'ère primaire, au Permien. Car, et c'est un autre aspect de la permanence, la géologie la plus actuelle paraît estimer que les continents reprennent plus ou moins périodiquement des positions assez voisines. Ainsi la "Pangée" permienne, née du rassemblement des continents a sans doute un équivalent au début de l'ère primaire : après l'orogénèse cadomienne. Sans être exactement disposés de la même façon qu'au Permien, les continents sont déjà plus ou moins groupés (25).

Et ceci correspond au "cycle" qu'on peut tirer de la théorie de la dérive des continents. Si l'histoire de la Terre se réduit (!) à des translations continentales, et si la géographie actuelle résulte de la dispersion des fragments d'un supercontinent unique, il n'est d'autre solution, quand on veut remonter au-delà de cette Pangée permienne, que de rechercher une réunion antérieure des morceaux, et, plus loin encore, d'autres alternances de divergence et de convergence.

Notons que Wegener s'arrêtait dans son essai de reconstitution du passé, à partir de l'état présent, au Carbonifère supérieur, quand les continents étaient soudés (26). Et, de fait, la Pangée carbonifère constitue un admirable **point de départ**. La marche rétrograde qui permet d'y aboutir, à partir de la disposition actuelle, peut alors s'inverser, et la nar-

divergence et
convergence
des fragments
continentaux...

suffiraient-elles à
organiser un
cycle ?

(24) Cf. par exemple les cartes de "répartition des formations glaciaires (tillites) et des mixites aux protérozoïques moyen et supérieur", d'après SCHERMERHORN (1974) et celle de "répartition mondiale des quartzites zonées ferrifères du Protérozoïque inférieur", d'après GOODWIN, in POMEROL, Ch., et BABIN, C., *Statigraphie et Paléogéographie, Précambrien - ère Paléozoïque*, Paris, 1977, pp. 43-45.

(25) COGNÉ, J., et WRIGHT, A.E., "L'orogène cadomien. Vers un essai d'interprétation paléogéodynamique unitaire des phénomènes orogéniques fini-précambriens d'Europe moyenne et occidentale et leur signification à l'origine de la croûte et du mobilisme varisque puis alpin", in *Colloque Géologie de l'Europe du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens* (direct. J. COGNÉ et M. SLANSKY, 26^e Congrès Géol. Intern., B.R.G.M., Soc. Géol. du Nord, Villeneuve d'Ascq, 1980, fig 1, p.30.

(26) WEGENER, A., *loc.cit.*, fig. 4 et 5, pp. 18-19.

ration devenir directe. Pour écrire l'histoire d'un ensemble il faut disposer d'une origine indiscutable.

Mais l'origine peut désigner un simple repère. Ainsi en va-t-il en mathématique où l'on fixe une "origine" arbitraire sur un axe défini. Elle peut être, au contraire, un commencement absolu. Le *big bang* de la cosmologie contemporaine marque le début de l'expansion de notre Univers. Or, comme le note Evry Schatzman, "*l'expansion de l'Univers est si étroitement associée à l'idée de commencement qu'elle évoque irrésistiblement dans les esprits l'idée de création*" (27).

mais à partir de
quand ?

Bien sûr, la Pangée carbonifère n'a pas des traits originels aussi décisifs. D'autant qu'elle n'est pas au début d'une phase d'expansion, mais d'un processus de fragmentation. Pourtant elle représente quand même, d'une certaine façon un commencement. Mais commencement de quoi ? Car ce processus (encore en cours) ne couvre que le quinzième de l'histoire de la Terre. Le début d'éclatement du supercontinent wegenerien ne peut être une origine absolue comme le *big bang* ou l'apparition de la vie. C'est seulement un commencement relatif, précédé donc de phases antérieures. L'histoire est contrainte de faire alterner les mouvements centrifuges et centripètes des fragments continentaux.

l'univers s'est-il
condensé ?

Mais ce que nous enseigne l'astronomie, c'est qu'il n'est pas commode de bâtir un cycle qui repasse périodiquement par un événement aussi dramatique que le *big bang*. Personne ne peut aujourd'hui répondre à la question : "qu'y a-t-il eu **avant** la phase ultra-dense ?" (28). Ceux qui refusent de faire du *big bang* une origine absolue, ou une création, n'ont guère d'autre ressource que d'imaginer une phase inverse de concentration infinie (29).

Il n'est pas besoin de trop forcer la note pour sentir que le cycle qui se construit par la répétition de tels phénomènes se rapproche de celui de la Grande Année, de l'éternel retour. Le cycle géologique, qui se voulait une synthèse entre le cycle antique et le déroulement linéaire continu, qui se voulait un processus à la fois répétitif et irréversible, est-il en train de dévier ?

Dès qu'on veut reconstituer le passé, on est pris entre deux pièges. Ou bien on prend pour fil directeur un élément qui semble permanent (ou, au moins, réapparaît périodiquement) et l'on est enclin à ne pas voir ce qui se modifie. Ou bien, au contraire, on a mis la main sur un paramètre

(27) SCHATZMAN, E., "L'Astronomie et les mythes", in *Cahiers rationalistes*, n° 375 (fév. 1982), p. 149. Également, id., "À propos de la cosmogonie", in *Raison Présente*, n° 46 (avril-juin 1978), pp. 61-68.

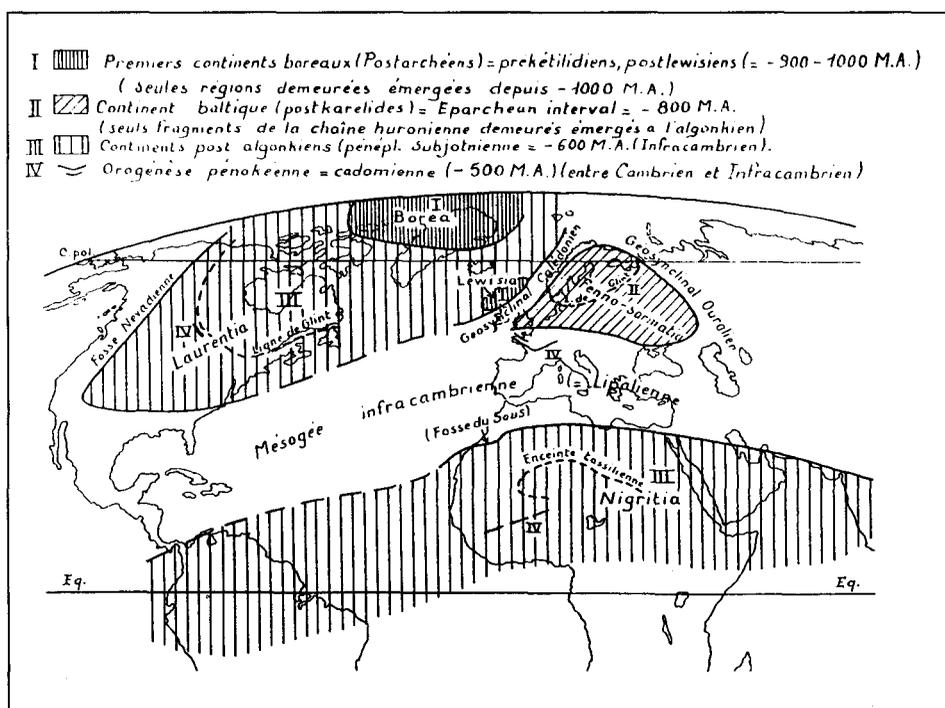
(28) *Ibid.*, p. 149.

(29) Notons que l'autre façon de refuser les conséquences de la théorie du *big bang* est d'admettre, comme F. HOYLÉ, la "création continue" de matière. On rejoint, d'une certaine manière, l'uniformitarisme lyellien.

variable, mais on a choisi, alors, un objet qui changeait régulièrement dans un sens défini, et l'histoire est purement linéaire.

On pourrait penser que depuis que les fondateurs de la géologie moderne y ont introduit la répétition des orogénèses, l'histoire de la Terre est définitivement bâtie sur un modèle cyclique. Ce n'est peut-être pas aussi automatique. La théorie de Wegener s'accorde, comme on vient de voir, avec l'idée d'une situation originelle (le surcontinent) et d'un mouvement irréversible des continents. Mais la façon dont on voyait l'histoire de la Terre vers 1950 était tout aussi linéaire, semble-t-il. Si l'on prend le cours que professait Pierre Pruvost dans la première chaire française de géologie (Sorbonne), on découvre que le monde précambrien est fait de noyaux continentaux qui s'accroissent progressivement et se réunissent. Ainsi les petits continents de la Borea et de la Lewisia sont-ils devenus, à la fin de cette longue ère, des éléments de la Laurentia, grand continent Nord-Atlantique (30) (document 3).

le modèle
linéaire des
années 50



Document 3. Les plus anciens traits paléogéographiques discernables
D'après Pruvost, 1953-1954.

(30) PRUVOST, P., *Cours de stratigraphie - Précambrien et Infracambrien*, Cours polycopié, année 1953-1954, rédigé par J. GUFFROY, public. A.C.E.S., Paris, figures 12 et 14, notamment.

Les orogénèses ne marquent pas des changements de sens du processus, mais simplement les étapes d'un accroissement rigoureusement orienté. L'histoire est une croissance, un développement. Nous sommes bien loin du cycle huttorien si répétitif.

Finalement, la façon peut-être la plus riche de voir le cycle des géologues, parce qu'elle ferait la synthèse entre la répétition et le changement irréversible, et qu'elle éviterait alors le piège de chacune des deux solutions extrêmes, serait celle qu'exprimait Léon Lutaud, quand il écrivait :

"Un cycle d'érosion s'arrête, et il y a mise en œuvre d'un nouveau cycle d'érosion, chaque fois qu'un événement tectonique et orogénique a été suffisamment marqué et rapide pour interrompre la marche normale et l'achèvement de l'érosion précédemment en cours et pour imposer dorénavant aux eaux, dans la région considérée, un nouveau mode de travail, générateur de formes neuves, qui ne sont pas la suite et l'aboutissement normal de celles que l'érosion précédente avait déjà amorcées ou accomplies." (31)

La définition se rapporte au seul cycle d'érosion, mais, en fait, elle peut s'étendre à tout cycle. En substance, les cycles successifs sont des périodes ayant chacune son style.

vers un modèle
d'irréversibilité
non linéaire

S'il y a du nouveau, dans la répétition et la continuité, et si le cycle ne marque ni le retour du même ordre, ni les phases de la même édification, c'est peut-être qu'il correspond au changement de direction d'un déroulement, irréversible sans être linéaire, assez brutal et inattendu pour rompre le cours prévisible des choses.

La théorie de la dérive des continents met l'accent sur la permanence ? Mais la théorie actuelle des plaques lithosphériques n'est pas celle de Wegener.

La géologie était avant tout la science de la formation des continents. Elle est peut-être en train de devenir celle de la formation des océans. On divisait le temps en phases orogéniques parce qu'elles étaient les étapes de cette édification des masses continentales. Les stades que nous devons désormais considérer sont ceux qui modifient le visage des mers.

J. Dercourt, notait, en 1970 que l'on devrait porter son attention à la distribution des zones d'expansion océanique (Z.E.O.). Et il ajoutait :

"Le globe est enserré dans un filet non pérennant de Z.E.O. À des temps bien déterminés de l'histoire du globe, un réseau est remplacé par un autre." (32)

(31) LUTAUD, L., "L'action géologique des eaux courantes", in GOGUEL, J., (direction de), *La Terre*, Paris, 1959, p. 1230.

(32) DERCOURT, J., "L'expansion océanique actuelle et fossile : ses implications géotectoniques", in *Bull. Soc. Géol. France*, 7^e série, t. XII, année 1970, Paris, 1971, p. 261.

Le passage d'un réseau à l'autre peut-il être considéré comme un événement venant "interrompre la marche normale" des processus antérieurs ? Il est plus sage de s'arrêter sur cette interrogation (33).

Gabriel GOHAU
Lycée Janson de Sailly, Paris

(33) Pour compléter son information, le lecteur pourra lire : DALZIEL, I., "La Terre avant la Pangée", *Pour la science*, n° 209, mars 1995, p. 68-73.