

IV

CHARLES LYELL L'HISTORIEN DU TEMPS CYCLIQUE

L'affaire du professeur Ichthyosaurus

Rares sont les savants si truculents et si riches en couleur que les anecdotes à leur sujet survivent à leurs idées. Les professeurs de géologie racontent encore aujourd'hui des histoires sur le révérend William Buckland (1784-1856), qui termina en prestigieux doyen de Westminster une carrière qui avait fait de lui le premier grand géologue universitaire d'Angleterre, professeur à Oxford, où il avait eu, entre autres, Charles Lyell pour élève. Faut-il rappeler la fois où Buckland avait établi la nature de ce fameux « sang de martyr » qui jamais ne se coagulait sur les dalles d'une certaine cathédrale de l'Europe continentale, par la plus simple des méthodes : en s'agenouillant pour lécher ce qui n'était, avait-il alors déclaré, que de l'urine de chauve-souris. Et, ah oui, le jour où il servit de la viande de crocodile au déjeuner du doyenné, après avoir la veille mis au menu de la langue de cheval. Même le tout génial Darwin professait une répugnance pour Buckland, « qui, malgré un bon sens de l'humour et une excellente nature, me faisait l'effet d'un homme vulgaire, quasiment d'un rustre. Il était bien davantage poussé par une soif ardente de notoriété, qui l'amenait parfois à se conduire comme un bouffon, que par l'amour de la science ».

Quand il reçut mission de composer l'un des traités Bridgewater « sur la puissance, la sagesse et la bonté divines telles que présentes

dans la création », Buckland consacra un chapitre de son ouvrage à l'ichtyosaure, en lequel il voyait une marque insigne de la grâce divine. La perfection anatomique de ce curieux reptile pisciforme, affirmait-il – et à l'appui de sa thèse il énumérait tous les arguments qu'il était d'usage de produire –, ne peut procéder que de la main de Dieu : « Ces déviations [par rapport à la morphologie générale des reptiles] sont bien loin d'être fortuites. Au contraire, elles nous apportent l'exemple d'un parfait agencement et d'un choix judicieux [...]. Nous ne pouvons voir partout en elles que l'œuvre de ce seul et même principe de Sagesse et d'intelligence qui préside de bout en bout à toute la fabrique [à tout l'édifice] de la Création » (1836, éd. 1841, 145-146). Par ailleurs, jamais Buckland ne put se soustraire à la fascination exercée sur son esprit par tout ce qui pouvait illustrer de façon extravagante l'aspect caché des choses. C'est pourquoi il s'étend plus longuement encore sur la structure du système intestinal de l'ichtyosaure, invisible, certes, mais déduite à partir de coprolithes (matières fécales fossilisées), système qui à ses yeux témoigne de la méticulosité et de l'ingéniosité immenses apportées par Dieu à parfaire sa création, comme on peut en juger par « les agencements et compensations salutaires [dont il l'a dotée] jusque dans ces parties périssables, mais importantes » (154).

Frank Buckland fut le digne continuateur de son père, à tout le moins sur le chapitre de l'embonpoint, de la bonne compagnie et de la zoophagie²⁵, et aussi le plus connu des vulgarisateurs de l'histoire naturelle en Angleterre, le David Attenborough du milieu du siècle dernier. Dans les papiers de son père, Frank avait découvert la reproduction d'une remarquable lithographie ([figure 4.1](#)) due à sir Henry De La Beche, gentleman anglais jusqu'au bout des ongles en dépit de son patronyme à consonance française, et premier directeur en titre du British Geological Survey. Cette lithographie désormais célèbre (célèbre depuis que Frank Buckland l'a publiée en première page de *Curiosities of Natural History*, son œuvre en quatre volumes) représente le professeur Ichthyosaurus, entouré d'un cercle attentif de disciples et congénères, prononçant un docte exposé sur un fossile d'âge très ancien... en l'occurrence un crâne humain. À l'examen de ce dessin, l'humour et l'incongruité de la situation nous apparaissent d'emblée. Ce que nous avons sous les yeux, ce n'est plus un ichtyosaure du

jurassique déposant ses coprolithes dans les eaux de Lyme Regis²⁶, mais bien un futur professeur Ichthyosaurus traitant d'une stratigraphie héritée d'un âge révolu : le nôtre. Ce que nous confirme le titre donné à la gravure par La Beche : « Stupéfiants changements. L'homme n'existe plus qu'à l'état fossile. Réapparition des ichthyosaures. »

Si l'on songe que William Buckland avait à bien des reprises traité de ces animaux devant ses étudiants, et que d'autre part La Beche et lui s'étaient naguère pris d'amitié l'un pour l'autre, il semble tout naturel que Frank en soit venu à conclure que cette lithographie avait été dessinée pour son père, et que le professeur en redingote représenté caricaturalement au milieu de ses élèves n'était autre que le révérend Buckland. Dans la préface de la première édition de ses *Curiosities*, c'est d'ailleurs ce qu'il affirme :

Le frontispice [...] est [...] un dessin exécuté voilà bien des années pour le docteur Buckland par le regretté sir Henry de La Beche. [...] À l'origine, il s'agissait d'une manière de mystification ayant trait aux leçons de géologie qu'il donnait à Oxford, du temps où il traitait des ichthyosaures, une race aujourd'hui éteinte de lézards ressemblant à des poissons. On peut décrire ainsi le sujet de ce dessin : les temps sont présumés avoir changé. On ne trouve plus l'homme qu'à l'état de fossile, exactement dans l'état où à notre époque nous découvrons les ichthyosaures. Et à la place du professeur Buckland faisant un exposé sur le crâne d'un ichthyosaure, c'est le professeur Ichthyosaurus que nous voyons faire un cours sur le crâne d'un homme fossile. (Éd. 1874, VII.)

J'ai fait l'acquisition des ouvrages de Frank Buckland en 1970, alors que je séjournais en Angleterre à l'occasion d'un congé sabbatique. La lecture de ce texte devait égayer nombre de mes va-et-vient en chemin de fer entre Oxford et le British Museum de Londres. Mais cette lithographie me posa aussi une énigme, je m'en souviens fort bien, car en lisant l'interprétation qu'en donne Buckland, je soupçonnai celui-ci de s'être quelque peu égaré. Le dessin exécuté par La Beche me semblait avoir des résonances plus profondes, plus acerbes. Et si Frank Buckland n'avait vu en lui, tout naturellement, qu'une innocente et anodine facétie dont son père faisait les frais,

c'était parce qu'il ignorait tout du véritable contexte dans lequel était venu s'insérer la caricature. Je fus amené à en déduire que cette lithographie était en soi une flèche passablement acérée décochée à dessein vers une cible bien particulière, à savoir ce très curieux passage de *Principles of Geology*, l'ouvrage en trois volumes de Charles Lyell, que la plupart des géologues contemporains tiennent pour l'acte de baptême de leur discipline. Dans ce passage, Lyell expose les effets que pourrait exercer un adoucissement du climat dans un lointain avenir géologique :

Alors pourraient réapparaître ces genres d'animaux dont les roches anciennes de nos continents ont conservé la mémoire. L'énorme iguanodon pourrait revenir dans les forêts, l'ichtyosaure dans la mer, et le ptérodactyle voler de nouveau dans l'ombre des bocages de cyathacées. (1830, 123.)

Assurément La Beche avait dessiné son futur professeur Ichthyosaurus pour tourner en dérision cette singulière rêverie, et cela me semblait d'autant moins douteux que dans le coin inférieur droit de la lithogravure figure une date : 1830, année de publication du premier tome des *Principles* de Lyell.

En 1975, Martin Rudwick démontrera que le personnage visé était bien Lyell et non pas Buckland. D'abord parce que ce dessin humoristique, La Beche ne l'avait pas exécuté pour Buckland, mais pour ses propres amis, à qui il en avait distribué généreusement des reproductions. Ensuite et surtout, et c'est là une preuve péremptoire, parce que Rudwick a retrouvé toute une série de croquis satiriques et de caricatures dessinés par La Beche, au dos d'un carnet d'observations géologiques datées de 1830 et 1831. Lyell, systématiquement croqué sous les traits d'un théoricien creux arborant perruque d'avocat, et mis en contraste avec un autre personnage, un vrai géologue celui-là, et qui ne craint pas de revêtir un bourgeron de terrassier pour aller travailler sur le terrain, est la cible de cette série dont le dernier dessin est le brouillon de la fameuse lithographie. On y voit le professeur Ichthyosaurus, le crâne humain, et un peu plus bas un étudiant attentif à l'exposé du maître, tous occupant la même position dans l'esquisse que dans la gravure finale. Et pour dissiper toute équivoque à

propos de la véritable identité du professeur, il suffit de se reporter à la légende tracée par La Beche sur le croquis, laquelle comporte des formulations telles que « Principes », « Retour des ichtyosaures » et autres, évidemment empruntées à Lyell. Cette série de dessins, conclut Rudwick, retrace les étapes par lesquelles est passé La Beche, pour illustrer par une caricature la réprobation que lui inspiraient les idées et les méthodes de Lyell ; pour finir, il s'est arrêté au personnage, jugé satisfaisant, du professeur Ichthyosaurus²⁷.

Pour amusante que soit cette solution apportée à la petite énigme que posait cette gravure devenue célèbre dans l'histoire de la géologie, il n'en demeure pas moins que le fait d'avoir révélé la véritable identité du professeur Ichthyosaurus remet passablement en question le rôle que l'histoire prête à Lyell. Car après tout, s'il faut en croire les raccourcis de nos manuels, n'est-ce point lui le grand héros de la géologie ? N'est-il pas celui qui a libéré de haute lutte cette discipline du joug de la spéculation ronronnante, tournant à vide et fortement teintée de théologie ? qui a fait d'elle, par une démarche strictement rationnelle fondée sur les données de l'observation empirique des sols, une science moderne ? Citons encore ici, comme nous l'avons fait aux précédents chapitres, sir Archibald Geikie :

Avec une inlassable ingéniosité, il plaçait dans un ordre admirable toutes les observations qu'il pouvait rassembler pour étayer la doctrine selon laquelle le présent est la clé du passé. Avec une clarté d'esprit sans pareille, il reconstituait le mode opératoire des causes existantes, dont il faisait l'étalon de mesure de celles qui avaient agi à une époque révolue. [...] Non seulement il refusait d'accréditer tout phénomène dont on ne pouvait montrer qu'il s'intégrait dans le présent système de la nature, mais encore considérait-il que nous n'avons pas la moindre raison de supposer que le degré d'activité des agents géologiques a été un jour notablement différent de ce qu'il est depuis que l'homme l'observe. (1905, 403.)

Si ce personnage que nous dépeint Geikie est bien la copie conforme de Charles Lyell, voilà qui nous place devant un sérieux imbroglio. Pourquoi, au nom du ciel, le champion de l'empirico-rationnalisme, au beau milieu d'une œuvre magistrale qui a fondé la géologie moderne en faisant table rase de la vaine spéculation, en est-il venu à

nous prophétiser la réapparition des ichtyosaures et des ptérodactyles ? A-t-il tout simplement jugé indispensable, conformément à un principe bien connu des bons auteurs de livrets, de détendre son public ? Les ichtyosaures ressuscités de Lyell auraient-ils la même fonction que les fossoyeurs devisant autour de la tombe de Yorick dans Hamlet ? Ou que Ping, Pang et Pong, les courtisans flagorneurs qui nous font oublier pendant quelque temps que la Princesse Turandot va faire assassiner tous les prétendants qui ne pourront répondre à ses questions ? Faut-il considérer au contraire que Lyell était tout à fait sérieux... auquel cas son hagiographie serait lettre morte.

Je me propose de démontrer dans ce chapitre que Lyell croyait dur comme fer au retour des ichtyosaures. Car là encore, ce sont les deux représentations métaphoriques du temps sagittal et du temps cyclique qui nous ouvrent à la compréhension de ce passage de *Principles*. Charles Lyell n'était pas un empiriste conciliant, mais un penseur qui ne démorait guère de ses idées, un partisan à tous crins du temps cyclique, même si les traces du passé – et plus particulièrement encore les signes manifestes d'un progrès dans l'organisation des êtres vivants, depuis le poisson, puis le reptile, jusqu'au mammifère et enfin à l'homme – s'inscrivent en faux contre la réalité d'un monde privé de direction.

Pareille démonstration exige bien entendu plus amples développements, que j'apporterai plus loin. Pour l'instant, à l'effet de tempérer l'inconfort intellectuel que provoquent les énigmes non résolues, je me contenterai de faire observer que ces fameux revenants – les ichtyosaures de l'avenir – ne représentent que l'une des charges héroïques menées par Lyell pour sauver l'idée que la vie, aussi complexe soit-elle, se maintient dans un état stationnaire, alors que le témoignage des fossiles plaide en faveur de l'évolution. Bien sûr que nous pouvons observer un progrès dans la conformation de la baleine par rapport à l'ichtyosaure, admet Lyell, et de l'ichtyosaure par rapport au poisson. Mais ce n'est là que l'arc visible d'un grand cercle qui tourne sur lui-même et non pas le droit chemin du progrès. Nous sommes à présent dans l'hiver de la « grande année », ou cycle géologique des climats, écrivait-il dans son livre immédiatement avant de formuler ses élucubrations à propos des ichtyosaures. Un milieu na-

turel plus rude demande des créatures plus résistantes et à sang chaud. Mais la belle saison du temps cyclique reviendra, et « alors pourraient réapparaître ces genres d'animaux... ».

Charles Lyell, hagiographe de Charles Lyell

UN RHÉTORICIEN HORS PAIR

Comme l'a fait ressortir La Beche dans sa caricature, Charles Lyell était un homme de loi, rien de moins qu'avocat, et rompu à toutes les finesses de la pérorai-Non. Même si les chapitres précédents ont traité des images de carton-pâte colportées par nos manuels sur le compte de Burnet et Hutton, on joue doublement de malchance avec le mythe de Lyell. Burnet et Hutton ne sont pas entrés de leur vivant dans leur légende, alors que Lyell a forgé lui-même son propre mythe, exprimé en un plaidoyer *pro domo* dont le brio surpasse tout ce qu'a jamais écrit un homme de science. En outre, ce plaidoyer devait accréditer du même coup toute une imagerie qui a fortement nourri la légende naissante de Burnet et de Hutton. Lyell a édifié une histoire à sa propre gloire, qui depuis lors a encombré l'étude du temps terrestre.

Le premier volume des *Principles of Geology* (l'ouvrage fut publié en trois tomes entre 1830 et 1833) s'ouvre sur cinq chapitres consacrés à l'histoire de la géologie et aux leçons qu'on peut en retirer pour doter l'étude de la Terre d'une méthodologie moderne. Le grand traité de Lyell ne consiste pas, comme on l'entend souvent répéter, en un répertoire systématique de toutes les connaissances faisant autorité à son époque, mais en une défense passionnée d'un argument unique, parfaitement cohérent, que Lyell assène sans relâche pour le faire prévaloir. Toutes les parties du texte, y compris l'introduction historique, reviennent sur le même thème, et l'ordre dans lequel s'articulent les chapitres ne fait lui aussi que soutenir habilement le développement de l'idée maîtresse. La fameuse phrase formulée par Darwin pour amener le chapitre final de *L'Origine des espèces* – « ce vo-

lume tout entier n'est qu'une longue démonstration » – pourrait sans inconvénient s'appliquer aux trois tomes de *Principles of Geology*.

Pour résumer *grosso modo* la démarche de Lyell, disons que, pour lui, démêler la vérité géologique imposait qu'on s'en tînt strictement à une méthodologie, à laquelle il ne donnait aucun qualificatif précis, mais qui bientôt reçut (dans une étude critique de William Whewell publiée en 1832) l'appellation passablement barbare d'« uniformitarisme ». L'essence de cette « uniformité » géologique, Lyell la rend explicite dans le sous-titre de son traité : « Essai d'explication des anciens changements survenus dans la surface terrestre par référence aux causes présentement à l'œuvre. » Le dessein semble donc assez simple. La science est l'étude des phénomènes physiques. Les phénomènes survenus dans le passé échappent, par principe, à notre observation. Seuls des vestiges figés – fossiles, montagnes, laves, ripple-marks – témoignent encore de l'histoire ancienne. Pour comprendre ces phénomènes qui se sont déroulés jadis, il convient donc de comparer les traces qu'ils ont laissées à des phénomènes contemporains que nous sommes à même d'observer directement. C'est en ce sens que le présent doit nous fournir la clé du passé (*figure 4.2*).

Si l'uniformité selon Lyell se bornait à recommander l'adoption d'une méthodologie de recherche, elle ne prêterait nullement à controverse et ne nous dispenserait pas non plus de lumières particulières. Mais sa conception tortueuse de l'uniformité procédait d'un amalgame : en même temps qu'il revendique cette méthodologie dont personne ne conteste le bien-fondé, il se montre plus radical sur l'essentiel – sur les processus présentement à l'œuvre dans le monde empirique. Tous les événements du passé – il dit bien tous, sans exception – peuvent s'expliquer par des causes encore aujourd'hui agissantes. Aucune causalité jadis opérante ne s'est éteinte, aucune causalité nouvelle ne s'est créée. De plus, les causes anciennes n'ont jamais cessé d'être opérantes – il dit bien jamais. À tout moment elles ont exercé leur influence au même rythme et avec la même intensité qu'elles le font à présent. Pas de croissance ou de décroissance périodique au fil du temps. Pas de vigueur juvénile ou de démarrage difficile selon les âges du passé. La Terre, en somme, a toujours eu le même fonctionnement (et le même visage) que maintenant. (Je ferai

plus loin le relevé systématique des acceptions diverses et en partie contradictoires de l'uniformitarisme. Pour l'instant, laissez-moi simplement observer qu'à partir de cette féconde confusion, Lyell en a fait des tonnes.)

Pour défendre sa conception globale de l'uniformité, Lyell recourt à une double démonstration. Il soude l'argumentation logique exposée ci-dessus à une justification historique enracinée dans la représentation purement occidentale de la science. Selon le récit qu'il nous sert, bien dans la tradition manichéenne, les puissances des ténèbres se sont liguées pour endiguer tout progrès scientifique. Mais la petite flamme de vérité attisée sans relâche par le souffle de l'homme pensant, clairvoyant, finit par s'imposer dans tout l'éclat de sa gloire pour triompher de la superstition et de la perfidie. Les puissances des ténèbres, ce sont ces hommes qui s'obstinent à prêter au passé une nature et une causalité différentes, ceux qui mettent la science authentique sous le boisseau de la vaine spéculation. Le phare qui peut dissiper l'ombre, c'est l'uniformitarisme, et seul son rayonnement, en dispensant lentement, graduellement, ses lumières aux esprits, fera progresser la géologie : « Le progrès de la géologie se résume en l'histoire d'un âpre et incessant combat opposant les opinions neuves aux anciennes doctrines, [lesquelles sont] sanctionnées par la foi implicite de bien des générations et sont censées reposer sur l'autorité des Écritures » (I, 30)²⁸.

Pour saisir tout le pouvoir de persuasion de Lyell, il nous faut prendre en compte un facteur que les scientifiques n'admettent qu'en se faisant tirer l'oreille. La vérité est présumée s'imposer par la puissance de l'argumentation logique et la richesse des données recueillies, non point par la force d'une rhétorique. Pourtant, nous ne comprendrons jamais les raisons du triomphe de Lyell si nous perdons de vue l'impact de ses talents oratoires. La science autosélectionne l'indigence d'écriture. La profession compte quelques bonnes plumes, mais bien peu d'excellents stylistes. Or, Charles Lyell écrivait admirablement, et son énorme succès reflète pour une bonne part les qualités de son verbe et cela non seulement parce qu'il a un sens inné de la formule heureuse, mais aussi parce qu'il possède la redoutable

faculté de formuler et de développer son argumentation, de l'étayer de surcroît par des analogies et des métaphores appropriées.

Pour premier exemple de la rhétorique²⁹ persuasive de Lyell, je mentionnerai son fameux chapitre V, dans lequel il examine « les causes qui ont retardé le progrès de la géologie ». Ces causes « historiques », il les énumère selon une progression en plusieurs étapes :

1. Les conceptions anciennes et stériles avaient toutes un trait commun : elles imaginaient (car seule la spéculation pouvait soutenir pareilles croyances) qu'autrefois la Terre était soumise à des causes différentes de celles qui sont à l'œuvre aujourd'hui, et que ces causes opéraient à un autre rythme (Lyell parle ici d'une « discordance » entre les modes de changement géologique du passé et du présent). « Chose singulière, écrit-il, les raisons qui fondent ce parti pris [...] sont toutes concoctées pour nous duper et nous fortifier dans l'idée qu'aux époques ayant précédé la nôtre la nature a suivi un cours très différent de celui qui à présent s'est établi » (I, 80).

2. L'observation empirique de la Terre a permis aux géologues de dépasser ces superstitions.

Les monuments [tectoniques] que les géologues s'efforcent de déchiffrer, pensaient les premiers observateurs, remontent à une période où la constitution physique de la Terre différait totalement de sa constitution actuelle, et, pour eux, même après la création des êtres vivants il a existé des causes agissantes distinctes, en nature et en degré, de celles qui aujourd'hui font partie de l'économie de la nature. Mais au fur et à mesure que les observations se sont multipliées et que l'on a de mieux en mieux interprété les signes des précédentes transformations, ces conceptions se sont peu à peu modifiées, et plusieurs d'entre elles ont été purement et simplement abandonnées. [...] Certains géologues [contemporains] en déduisent que rien n'a jamais interrompu l'ordre immuable des événements physiques. (I, 75.)

3. L'effritement, par les géologues, des superstitions qui font obstacle à l'uniformitarisme s'inscrit dans un mouvement plus général de l'histoire humaine : la progression de l'esprit vers la lumière.

Il nous faut admettre que le progrès graduel de l'opinion pour ce qui concerne la succession des phénomènes dans les temps reculés ressemble singulièrement à celui qui accompagne le développement croissant de l'intelligence chez tous les peuples. [...] À un stade antérieur de cette progression, bon nombre de manifestations naturelles comme les éclipses, les tremblements de terre, les inondations ou l'approche d'une comète, sont inintelligibles et considérées comme des prodiges, alors que plus tard, après qu'elles se sont répétées à de nombreuses reprises, on découvre que ces manifestations font partie du cours normal des événements. La même illusion prévaut pour ce qui concerne les phénomènes moraux, qui pour beaucoup sont attribués à l'intervention de démons, d'esprits, de jeteurs de sorts et autres agents immatériels et surnaturels. On explique peu à peu bien des énigmes du monde moral et physique, et on découvre qu'elles ne sont point dues à des causes intrinsèques et aberrantes, mais qu'elles dépendent de lois établies et invariables. Le philosophe se convainc enfin de l'uniformité inflexible des causes secondaires. (I, 75-76)

Après quoi, Lyell illustre cette équation qu'il vient de poser entre l'uniformité géologique et la justesse de l'interprétation, non pas en s'aidant d'exemples concrets, mais de métaphores fondées sur d'ingénieux exercices de pensée menés pour mettre en parallèle, par analogie, des événements réels. Rappelant qu'à une époque pas si lointaine de la sienne on était convaincu de la jeunesse de la Terre, il fait observer à juste titre que la notion d'uniformité aurait totalement échappé à des esprits pénétrés de l'idée que notre histoire se résume à quelques milliers d'années. Supposons, argumente-t-il, qu'une expédition dirigée par un hypothétique Champollion découvre à présent les monuments de l'Égypte ancienne, alors que les Européens croient dur comme fer que le premier peuplement humain du Nil date des débuts du XIX^e siècle. Quelle opinion les contemporains de ce Champollion se feraient-ils des pyramides, des obélisques et des temples en ruine ? Ces monuments, explique Lyell, « les rempliraient d'un tel étonnement que pour un bon moment ils seraient comme frappés de stupeur, totalement incapables de raisonner avec sobriété. Et dans un premier temps ils inclineraient à prêter la construction de ces ouvrages si ahurissants à une puissance surhumaine du commencement des âges » (I, 77).

Supposons à présent que l'expédition découvre « un vaste caveau funéraire contenant des momies », ce qui porterait fortement à présumer que voilà fort longtemps des humains ont vécu là et ont édifié ces monuments. Les observateurs de bonne foi, intellectuellement honnêtes (entendons par là les esprits ouverts à l'uniformitarisme), seraient bien forcés de réviser leurs croyances fantaisistes et de reconnaître que les pyramides sont bel et bien l'œuvre d'humains. Alors que les autres, ceux qui restent attachés à des convictions surannées, ne pourraient que nous mijoter des théories encore plus incongrues pour concilier ces momies avec l'idée tenace qu'aucun homme n'a jamais habité l'Égypte par le passé. Lyell émet quelques suggestions : « Étant donné que les rives du Nil n'ont été colonisées qu'à une époque toute récente, les curieuses substances appelées momies ne peuvent en vérité avoir appartenu à des hommes. Elles ont probablement été engendrées par quelque vertu plastique résidant à l'intérieur de la Terre, à moins qu'il ne s'agisse là d'avortons que la nature, dans ses efforts encore tâtonnants pour faire œuvre de création, n'a point menés à terme » (I, 77).

Nous voyons maintenant se dessiner la tactique d'argumentation de Lyell. Son histoire de momies retrace l'âpre controverse qui s'était déroulée au XVII^e siècle à propos de la nature des fossiles. Bon nombre d'hommes de science doutaient alors que les fossiles fussent les restes d'anciens organismes vivants, car la chronologie mosaïque portait sur une durée historique trop brève pour contenir une telle profusion. Les théories de la *vis plastica* ou de la *virtus formativa* étaient tombées en désuétude.

Comme la connaissance progresse et que tout un chacun admet une Terre d'une certaine ancienneté, Lyell change de métaphores. On ne va plus jusqu'à nier totalement la présence humaine, mais on essaie maintenant de comprimer l'histoire dans une durée infiniment trop courte.

Que d'erreurs fatales à propos de la quantité de temps révélée par l'application de jugements rationnels à des états de choses d'époques révolues peuvent se concevoir quand on suppose par exemple que des faits consignés dans les annales civiles et militaires d'une grande nation se sont déroulés sur une période de cent ans et non pas de

deux millénaires. Cette portion de l'histoire prend alors tout de suite un petit air romanesque. Les événements semblent dépourvus de vraisemblance, incompatibles avec le cours actuel des affaires humaines. Une foule d'incidents se succèdent les uns aux autres en cortège serré. Les armées et les flottes paraissent n'avoir été rassemblées que pour se faire détruire, et les villes édifiées que pour tomber en ruine. Les transitions les plus violentes nous font passer de guerres étrangères ou intestines à des périodes de paix profonde, et les œuvres accomplies durant les années de désordre ou de tranquillité semblent indistinctement d'une grandeur surhumaine. (I, 78-79.)

Pour se faire convaincant, Lyell soigne aussi son tour de plume. Considérons divers fragments extraits de la partie la plus véhémence de son ouvrage – le premier chapitre du volume III –, dans laquelle il résume à nouveau toute sa doctrine sous le titre « Les méthodes du raisonnement géologique ». Là encore, il revient à la charge pour opposer les vains spéculateurs, qui proclament le passé différent du présent, aux empiristes persévérants, pour qui tout dans le changement géologique – ses modes, ses rythmes, son intensité – s'accomplit de façon uniforme. On notera le coup de patte qu'il réserve aux détracteurs de sa théorie (III, 2-3) : « C'était à qui accorderait le plus de licence à son imagination pour deviner ce qui pourrait être au lieu de chercher à savoir ce qui est » ; « ils s'employaient à conjecturer ce que pouvait bien avoir été le cours de la nature à une époque reculée », et préféraient « spéculer sur les possibilités du passé plutôt que d'explorer patiemment les réalités du présent ». Ils « inventaient des théories », et « jamais dogme n'avait été plus propre à nourrir l'indolence, à émousser le fil de la curiosité, que ce présupposé voulant qu'il existât une discordance entre les causes anciennes et les causes présentes du changement ». Aux étudiants, on « enseignait le découragement dès le départ ». La géologie n'avait « jamais pu s'élever au rang de science exacte », elle n'était qu'« un champ sans limites ouvert à la spéculation ». Ce réquisitoire, Lyell le conclut en formulant la plus célèbre de ses métaphores : « Nous voyons ressusciter le vieil esprit de la spéculation, et se manifester le désir de trancher le nœud gordien plutôt que de le défaire patiemment » (III, 6).

Par contraste, considérons les descriptions flatteuses qu'il donne des combattants de la foi uniformitariste, ceux qui inlassablement « s'enquière[n]t de ce qui est », « interrogent [...] le cours de la nature tel qu'il va en leur temps », s'efforcent de « scruter patiemment les réalités du présent » en « recueillant avec candeur la preuve de ces mutations infimes et pourtant incessantes... » dans « l'espoir d'interpréter les énigmes ». Ceux qui « entreprennent de laborieuses enquêtes » sur « les effets compliqués des causes présentement à l'œuvre de l'igné et de l'aqueux ». À eux est attribué un « ardent et persévérant effort » (III, 2-3).

En illustrant par des exemples trois artifices de la rhétorique de Lyell – le rappel de l'histoire, l'usage de la métaphore et l'opposition des qualificatifs –, j'ai voulu mettre au jour sa manœuvre pour placer la géologie de son choix du côté juste (et du côté des justes) d'une stricte dichotomie entre la vaine spéculation et la vérité empirique, définies, respectivement, comme la croyance que les causes agissaient différemment sur une Terre ancienne et, à l'inverse, comme la conviction que notre planète est restée dans un état dynamique constant à travers le temps.

La réalité de l'histoire est beaucoup plus complexe et intéressante. Par son ironie, ce fut Lyell qui l'emporta. Ses enseignements, dévotement dispensés par les manuels jusqu'à nos jours, ont pris valeur d'évangile de la géologie. Bien entendu, les historiens de la Terre en savent davantage, mais il est bien rare que leur message ait atteint les praticiens de la géologie, qui semblent en redemander quand on leur sert des légendes héroïques aussi niaises.

L'IMAGERIE MODERNE

Si Lyell s'est chargé de mouler lui-même son interprétation de l'histoire dans du carton-pâte, les échos plus tardifs rapportant le grand clivage de la pensée géologique se sont faits plus simplistes encore. Tout d'abord, les deux camps ont reçu des appellations – catastrophisme pour les vaincus, uniformitarisme pour les vainqueurs –, une manière expéditive d'en finir avec les subtilités. En plus, l'option catastrophiste a été présentée dans des récits cent fois rabâchés sous

des attributs de plus en plus farfelus et caricaturaux. En particulier, Lyell avait noté que l'échelle de temps de cinq mille ans accordée par la Genèse avait perdu en respectabilité depuis le début de son siècle et que ses savants collègues ne pouvaient être accusés (au pire) que de ne pas avoir alloué assez de millions d'années à leurs estimations réévaluées (ce revirement d'opinion provoqua la transition métaphorique de Lyell des momies égyptiennes à l'accélération des siècles). Mais plus tard, les manuels passeront sous silence cette distinction et laisseront imaginer que du temps de Lyell, les catastrophistes se ralliaient toujours à la chronologie mosaïque. Cette erreur ridicule n'en prépara pas moins l'étape finale : la sacralisation de Lyell, l'homme qui aura métamorphosé la géologie en science authentique en faisant table rase de tout ce qui relève explicitement du miracle (l'unique moyen de faire tenir les complexités de l'histoire, telle qu'on la débrouillait en 1830, dans une durée n'excédant pas cinq mille ans). Bref, il n'en a pas fallu davantage pour faire du même coup des « catastrophistes » des colporteurs de prodiges ne jurant que par les Écritures et luttant pied à pied pour empêcher la géologie de s'ériger en une discipline scientifique digne de ce nom. Plus avant dans ce chapitre, je montrerai que ces contemporains de Lyell étaient de distingués scientifiques, et qu'ils acceptaient tout autant le concept de la très grande ancienneté de la Terre que les propositions méthodologiques de l'uniformité. L'idée voulant que le catastrophisme soit indissociable de la foi en la chronologie biblique est en soi une inconséquence syllogistique, car les deux prolongements de la proposition maîtresse ne sont pas symétriques.

Croire que la Terre n'a que cinq mille ans d'âge implique que seul un cataclysme global et paroxystique a pu la faire changer d'état, mais croire en la réalité d'une apocalypse planétaire n'implique pas que la Terre soit nécessairement jeune. La Terre pourrait très bien avoir des milliards d'années d'existence et ne continuer à se modifier qu'à la faveur d'épisodes paroxystiques.

Loren Eiseley, par exemple, dans une étude récente qui fait autorité, met dans le même sac ceux qui, interprétant au pied de la lettre la chronologie biblique, faisaient depuis longtemps figure de passéistes en 1830, et les authentiques détracteurs de Lyell parmi ceux qui se

réclamaient du catastrophisme, pour le dépeindre sous les traits du blanc chevalier de la Vérité : « Il fit son entrée dans le domaine de la géologie à une époque où celui-ci n'était qu'un mystérieux et obscur paysage fait de convulsions gigantesques, de flots diluviens, de créations et d'extinctions surnaturelles de la vie. Des hommes éminents avaient pesé de tout le poids de leur autorité pour accréditer ces élucubrations théologiques » (1959, 5).

Il faut aux tournois de la dichotomie des porte-étendards dans les deux camps. Pour l'imagerie de carton-pâte de nos manuels, l'ennemi désigné de Lyell, le héraut du catastrophisme, c'est Georges Cuvier : il se rallie à la chronologie biblique (ou pour le moins à la brièveté d'existence de la Terre) ; il affirme que toute vie est anéantie (et recréée miraculeusement plus tard) chaque fois que se produit un cataclysme ; il œuvre – probablement en toute connaissance de cause – pour l'Église et contre la science. Quel grossier travestissement de la vérité ! Cuvier, peut-être la plus fine intelligence de la science du XIX^e siècle, était un enfant des Lumières, qui tenait la dogmatique religieuse pour une abomination dans la science. Il se recommandait d'un rigoureux empirisme et croyait en l'interprétation littérale des phénomènes géologiques. La Terre telle qu'il la concevait, bien qu'elle fût soumise à des cataclysmes intermittents, était aussi ancienne que celle de Lyell. Il soutenait que bon nombre de changements survenus dans le règne animal à la suite de catastrophes naturelles résultent de la migration d'espèces préexistantes provenant de régions éloignées. Le réel débat entre Lyell et Cuvier, ou entre l'uniformitarisme et le catastrophisme, portait sur une importante démonstration de fond, et son principal sujet était celui du temps sagittal et du temps cyclique. Examinons toutefois la mouture que nous servent plusieurs livres à fort tirage publiés au cours des quarante dernières années.

À propos de Cuvier, Gilluly, Waters et Woodford (1959, 103) n'hésitent pas à écrire : « Ces catastrophes, croyait-il, avaient détruit toute vie existante, et après chacune d'entre elles une nouvelle faune avait été créée en totalité : cette doctrine, connue sous le nom de catastrophisme, s'inspirait sans doute en partie de l'histoire du Déluge telle que la rapporte la Bible. » Dans la troisième édition de leur ouvrage, publiée en 1969, les auteurs seront encore plus sûrs d'eux-

mêmes puisqu'ils substitueront à l'expression « sans doute en partie » l'adverbe « incontestablement ».

Longwell et Flint (1969, 18) : « Tout en admettant que la Terre avait changé, une chapelle de géologues supposait que tous ces changements s'étaient accomplis dans la durée mentionnée par la chronologie biblique. Autrement dit, que ces changements avaient été nécessairement catastrophiques. »

Spencer maintenant (1965, 423) : « Ceux qui étudiaient la Terre se ralliaient pour la plupart à l'idée que celle-ci n'avait pas plus de quelques milliers d'années d'ancienneté et que son histoire avait été marquée par une ou plusieurs catastrophes ayant entraîné la disparition de tous les êtres vivants et la création consécutive de nouvelles espèces. »

Quant à Stokes (1973, 37), il écrit dans son introduction à l'histoire de la géologie : « Cuvier croyait que les eaux du Déluge avaient submergé toute la Terre, préparant celle-ci à recevoir les habitants qui aujourd'hui l'occupent. L'Église ne pouvait que se réjouir de la caution que lui apportait un savant aussi éminent, et il ne fait aucun doute que la grande notoriété de Cuvier a retardé l'acceptation des idées plus justes qui devaient finir par s'imposer. »

Et, enfin, ce jugement expéditif prononcé dans un ouvrage très récent, signé d'un des meilleurs écrivains américains de vulgarisation scientifique : « Jusqu'à ce que Lyell publie son livre, la plupart des gens instruits acceptaient l'idée que la Terre était jeune et que même ses traits les plus accusés – les montagnes et les vallées, les îles et les continents – résultaient d'événements soudains et cataclysmiques, qui pour certains incluaient l'intervention surnaturelle de Dieu » (Rensberger, 1986, 236).

Dans tous ces textes, l'observation directe est présentée comme l'étincelle qui va embraser le flambeau uniformitariste. « Les idées de Hutton ne purent cependant s'imposer avant que Lyell ne les réaffirme en les étayant par de massives démonstrations tirées de ses études sur le terrain » (Rensberger, 1986, 236). « L'idée que le catastrophisme se fourvoyait représente sans doute une réaction contre le dogmatisme religieux, mais la plupart des esprits voyaient là une

conséquence de l'observation directe de la nature » (Stokes, 1973, 37). « Plus la connaissance géologique se répandait, plus il devenait vain de vouloir expliquer rationnellement comment des événements dont la liste s'allongeait avaient pu s'accomplir dans un laps de temps aussi court et inextensible » (Longwell, Flint et Sanders, 1969, 18).

Mais quelle importance, à vrai dire ? Pourquoi faire toute une histoire de ces appoggiatures élégiaques à la gloire d'un passé illusoire, si en fin de compte elles nous donnent des raisons de nous féliciter des progrès de la science ? À cela je répondrai que nous dénaturons l'histoire à nos risques et périls de chercheurs scientifiques *en exercice*. Car si par commodité nous assimilons l'uniformitarisme à la vérité scientifique, et si nous assimilons les revendications empiristes du catastrophisme à un inavouable chuchotis de confessionnal, alors nous ne faisons que sacraliser une conception étriquée des processus géologiques, nous l'érigions en un a priori, et nous nous privons de la possibilité de soupeser sans parti pris d'autres hypothèses plausibles. Si nous gobons toute crue l'idée que c'est l'observation directe qui a fait triompher l'uniformitarisme, alors nous ne comprendrons jamais comment le factuel et le théorique s'imbriquent dans le contexte social, et nous ne prendrons jamais conscience non plus des préventions qui nous paralysent l'esprit (nous contentant de considérer que nos convictions les mieux entretenues sont forcément vraies, puisque dictées par la nature).

J'ai de plus une raison bien particulière de fulminer, dans le cadre de ce livre, contre cette histoire en papier mâché. En effet, dès lors que nous restituerons leur véritable portée aux attaques formulées par Lyell contre le catastrophisme (mais le catastrophisme intelligible et intelligent), nous comprendrons que le vrai débat ne se résumait pas à une querelle opposant le dogme aveugle à l'observation éclairée, mais à l'antagonisme de deux conceptions rivales de l'empirisme, qui l'une comme l'autre sont au cœur même de ce livre, à un conflit de métaphores opposant temps cyclique et temps sagittal. Lyell n'était pas le blanc chevalier de la Vérité et de l'enquête sur le terrain, mais l'homme qui nous aura pourvus d'une théorie passionnante et originale enracinée dans l'immanence de la temporalité cyclique. Il a usé de son talent de rhéteur pour assimiler cette théorie, totalement co-

hérente, au rationalisme, à la rectitude du jugement, et il a largement triomphé. Il nous serait impossible de saisir toute l'importance de la durée, cyclique et sagittale, si nous n'abattions pas ce décor en trompe-l'œil qui détourne nos regards de la scène. Ce ne devrait pas être trop difficile : le carton-pâte est une chose assez mince.

La rhétorique de l'amalgame

L'ÉNIGME DES ANNOTATIONS D'AGASSIZ

Louis Agassiz, le grand savant suisse qui vint s'établir à Harvard et a bâti le musée où je suis installé aujourd'hui, était ce qu'on pourrait appeler une variété cultivée de catastrophiste. Il avait élaboré la théorie de la glaciation des continents, mais soutenait aussi que le refroidissement général de la planète ayant éteint toute vie, Dieu avait recréé par la suite la faune et la flore terrestres. Face à la dichotomie construite par Lyell, Agassiz ne pouvait se comporter qu'en implacable adversaire. J'ai découvert voilà une dizaine d'années, sur les rayons de consultation de la bibliothèque de notre musée, l'exemplaire d'Agassiz des *Principles* de Lyell. Les annotations captivantes consignées dans ce livre par son propriétaire seraient incompréhensibles si cette fameuse dichotomie de Lyell représentait fidèlement les luttes géologiques de son temps. Dans les marges de la préface à la troisième édition de l'ouvrage, publiée à Londres en 1834 (sur laquelle l'auteur a écrit de sa main « Au docteur Agassiz à Neuchâtel », car en dépit de leurs désaccords professionnels, les deux hommes étaient des amis très proches), Agassiz a crayonné trois commentaires en français.

Les deux premières annotations expriment ce à quoi on peut s'attendre de la part d'un opposant catastrophiste. Tout d'abord, Agassiz discute le degré de variation des causes présentement à l'œuvre, faisant valoir par voie de conséquence que Lyell s'égare en attribuant à l'accumulation d'infimes changements progressifs certains événements géologiques à vaste échelle survenus dans le passé. Soutenant que bon nombre de causes aujourd'hui opérantes sont massives et

brutales, il raille la thèse de Lyell, pour qui les phénomènes orogéniques contemporains forment un tout unitaire : « Ces causes sont aussi identiques [les unes aux autres] que la cause produisant le beau temps est identique à la cause produisant la tempête. Mais il ne viendrait à l'esprit de personne de les classer dans la même catégorie. Il a toujours existé différentes catégories de causes. »

Le second commentaire applique ce même argument au passé et s'attaque à la prémisse majeure de l'uniformité, posant que les phénomènes de grande ampleur procèdent de la somme de petites transformations : « Mais étant donné qu'ils n'ont pas toujours la même intensité de nos jours, ces changements ne peuvent pas avoir opéré de cette façon dans le passé. En tout temps, ils ont donc été différents des changements considérables qui jamais ne résultent de l'addition de changements mineurs. »

Jusque-là, tout va bien. Mais ensuite, nous tombons sur ce jugement de synthèse, qu'il a rédigé au crayon sur toute la largeur de la page laissée en blanc à la gauche du début des conclusions de Lyell (*figure 4.3*) : « Les principes de Géologie de M. Lyell sont certainement l'ouvrage le plus important qui ait paru sur l'ensemble de cette science, depuis qu'elle mérite ce nom. » Ces lignes, incontestablement tracées de la main d'Agassiz, expriment son propre point de vue et non pas celui de quelque autre critique recopié là pour la circonstance (voir Gould, 1979). Comment expliquer alors qu'un catastrophiste en vint à décerner pareilles louanges à celui dont la rhétorique était si peu complaisante pour ses détracteurs ? Il y a là quelque chose qui ne colle pas. Ou bien Agassiz n'était pas un catastrophiste authentique (mais on ne saurait en trouver un meilleur), ou bien il tentait de se dédouaner (mais tout de même pas dans des notes privées), ou bien il était illogique ou encore sarcastique (alors qu'il ne présentait aucun de ces traits). Je suggère une autre solution : le fameux clivage provoqué par la théorie de Lyell, que par la suite nos vertueux manuels se chargeront d'amplifier, a été inventé de toutes pièces. Aux alentours de 1830, la géologie n'était pas cette guerre des anciens et des modernes, des uniformitaristes et de la vieille garde catastrophiste avec son programme théologique caché.

Du temps de ma première année d'études géologiques à Antioch College, notre professeur nous emmena voir un jour une colline de travertin (calcaire déposé par une source) et nous apprit que cette roche, conformément à un principe appelé uniformitarisme, était âgée de quinze mille ans. Un de ses collègues s'était livré à des calculs précis pour mesurer la vitesse actuelle de l'accumulation sédimentaire. Ledit principe nous permettait de supposer que cette vitesse était restée constante : un millimètre par an (ou à peu près) qui, extrapolé jusqu'au bas de l'entassement, donnait un âge de quinze mille ans. Faute d'accepter la constance des lois naturelles dans l'espace et dans le temps, ajouta notre professeur, une science quelconque ne pourrait s'appliquer qu'au présent immédiat.

Je n'avais pas vingt ans, et il m'arrivait rarement de contester les dires d'un enseignant, mais cette façon de raisonner me semblait fausse. Je concevais fort bien que les lois naturelles étaient immuables, mais à mes yeux la constance de sédimentation d'un monticule de travertin dans le sud-ouest de l'Ohio était un fait, pas un principe. Pourquoi ce travertin ne se serait-il pas déposé deux fois plus vite il y a dix mille ans, ou bien pas du tout pendant de longues périodes, entre les phases de sédimentation ? Je m'en reportai donc à Lyell et aux sources classiques de l'uniformitarisme.

Jamais, bien entendu, Lyell n'avait opéré de confusion aussi grossière entre principes et cas d'espèce, mais je ne tardai guère à découvrir que sous le parapluie de l'uniformité il avait regroupé des notions passablement disparates, et qu'en particulier il avait procédé, bien qu'avec beaucoup plus de finesse, à ce même amalgame de principes méthodologiques et de déductions concrètes qui avait conduit notre professeur à formuler un jugement erroné sur le dépôt de travertin. Je publiai alors le tout premier de mes papiers (Gould, 1965), consacré aux multiples sens de l'uniformitarisme et à la confusion qui régnait dans la littérature géologique, du fait que chacun y tirait la couverture à soi, les uns se prévalant de telle ou telle acception à l'appui de leur démonstration, les autres s'empressant de prendre le contre-pied en brandissant une autre interprétation.

Toute existence compte ses instants d'orgueil, à côté de tant d'autres qu'il vaut mieux oublier. L'une de mes plus grandes satisfactions demeure toujours d'avoir mis le doigt, alors que je n'étais qu'un tout jeune apprenti géologue perdu dans une petite université de l'Ohio, sur ce fatras qui encombrait la géologie, et cela au moment même où chez les historiens de cette discipline on s'activait à faire le grand ménage dans l'imagerie de carton-pâte édifiée autour de Lyell. Nombreux seront les artisans de cette révision, et je citerai tout particulièrement ici Hooykaas (1963), Rudwick (1972) et Porter (1976). [Au milieu de cette marée, mes propres travaux ne faisaient figure que d'un ressac tardif, insignifiant, et cela d'autant plus que dans mon article sur Lyell je passais totalement à côté du dessein et du sens historiques de son œuvre.] Malheureusement, ce message est bien loin d'avoir été entendu par tous les praticiens de la géologie, et nos manuels continuent de colporter leur galimatias comme si de rien n'était.

Les révisionnistes s'accordent tous sur un point d'importance majeure : sous la commune rubrique « Uniformité », Lyell regroupait deux acceptions, un ensemble d'énoncés méthodologiques portant sur la démarche scientifique elle-même, et un autre ensemble d'idées bien arrêtées sur le mode de fonctionnement du monde physique. Ses principes méthodologiques furent universellement acclamés par les savants de son époque, et chaleureusement épousés par tous les géologues. En revanche, ses idées sur les mécanismes de l'orogénie, même si elles rallièrent quelques adeptes, faisaient l'objet de vives controverses.

C'est alors que Lyell monte sa combine, ou plutôt exécute le tour de passe-passe rhétorique le plus réussi, à en juger par le succès qu'il était appelé à connaître, de toute l'histoire de la science. Par un habile escamotage, il pratique l'amalgame des deux acceptions, désormais confondues sous l'appellation unique d'« uniformité », faisant valoir que si les principes méthodologiques qu'il avait formulés faisaient l'unanimité des savants, c'était bien là une preuve que sa conception des mécanismes physiques était la bonne. Comme le rusé Ulysse cramponné sous un mouton, les significations substantielles les plus suspectes de l'uniformitarisme se sont faufilées, au nez et à la barbe

d'un Cyclope aveuglé par la rhétorique de Lyell, dans l'orthodoxie de la géologie, solidement agrippées aux principes méthodologiques acceptés par tous les savants.

Nous ne saurons sans doute jamais si Lyell a recouru à ce subterfuge en toute conscience. J'en doute, car l'intensité de son engagement a dû faire naître en lui l'intime conviction que chacune des significations impliquées devait être exacte *a priori*. En tout cas, cet exploit rhétorique compte assurément parmi les événements les plus importants qui auront marqué la géologie au siècle dernier, car il a « institutionnalisé » une histoire qui consacre, comme étant la seule et unique interprétation possible des mouvements orogéniques, une conception restrictive de la nature du changement. Si par aventure un scientifique vous affirme qu'avant Lyell la géologie n'était qu'un bric-à-brac d'idées reçues, un ramassis de vieilles erreurs, rappelez-lui ce coup d'éclat et le rôle qu'il a joué en orientant la recherche pour plus d'un siècle.

Mettant en œuvre mes deux catégories – méthodologique et fonctionnelle – de revendications, Rudwick (1972) a montré que dans les *Principles* de Lyell la notion d'uniformité revêt quatre significations distinctes.

1. Uniformité des lois. Les lois naturelles sont constantes dans l'espace et dans le temps. Depuis longtemps, divers philosophes, et en particulier J.S. Mill (1881), ont bien vu que ce postulat – celui de l'immuabilité des lois naturelles – était l'indispensable prémisse sur laquelle peut se fonder le raisonnement inductif pour appliquer ses développements aux phénomènes d'un passé échappant à notre observation. (Comme le faisait remarquer C.S. Peirce, si dans un présent observable l'induction peut être considérée comme un processus d'autocorrection, nous ne voyons rien des processus mis à l'œuvre dans le passé, et les séquences répétitives que nous observons aujourd'hui, si abondantes soient-elles, ne nous prouvent en rien que les causes actuelles ont opéré de la même façon à une époque très reculée. Nous en sommes donc réduits à poser pour postulat l'invariance des lois de la nature.) Or, ainsi que l'écrivait Hutton sans faire de périphrases, « si par exemple les pierres qui tombent aujourd'hui [quand on les lance] se remettaient en mouvement demain pour

s'élever dans les airs, ce serait la fin de la philosophie naturelle, nos principes s'écrouleraient, et nous ne pourrions plus partir de nos observations pour essayer de comprendre les lois de la nature » (1795, I, 297).

2. Uniformité des modes opératoires. Dès lors qu'on peut considérer que tel ou tel phénomène du passé résulte d'un processus physique toujours observable de nos jours, inutile de chercher à l'expliquer en fabriquant une causalité devenue caduque ou purement inconnue. Efforçons-nous au contraire de rendre compte du passé par des causes « actuelles ». Nelson Goodman (1967) a montré qu'avec l'« actualisme » la géologie n'a fait qu'exprimer à sa façon une règle méthodologique universellement appliquée par les sciences et connue sous le nom de principe de simplicité : ne pas inventer de causes superflues, inconnues ou abracadabrantes, si plausibles seraient-elles du point de vue de la logique, là où les phénomènes directement observables parlent d'eux-mêmes.

Ces deux premières acceptions de l'uniformité sont des formulations de méthodologie, non pas des allégations à propos de la Terre que l'on peut mettre à l'épreuve. Pour vérifier la constance des lois naturelles ou l'inanité de processus tectoniques inconnus, on ne commence pas par se rendre sur le site d'un affleurement. On procède exactement à l'inverse : pour faire œuvre authentiquement scientifique, on pose pour principe que les lois naturelles sont immuables et on entreprend d'épuiser toute la gamme des causes répertoriées avant d'invoquer des mécanismes inconnus. Ensuite seulement on va voir de près ledit affleurement. Ces deux premières acceptions de l'uniformité ne représentent que l'application à la géologie de principes fondamentaux – d'induction et de simplicité – dont se recommande tout chercheur scientifique, aujourd'hui comme du temps de Lyell.

D'une tout autre nature sont les autres sens donnés par Lyell au concept d'uniformité, car alors on a affaire à des théories vérifiables de la Terre, à des propositions que l'on peut juger vraies ou fausses à la lumière de l'observation empirique.

3. Uniformité du rythme, ou gradualisme. Le changement géologique s'opère d'ordinaire selon un rythme lent, régulier, progressif.

Les phénomènes à vaste échelle – des chaînes de montagnes aux grands canyons – s’accomplissent graduellement, sous l’effet d’innombrables transformations s’ajoutant les unes aux autres durant de très longues périodes (*figure 4.4*). Cela n’exclut pas bien entendu l’existence de phénomènes brutaux et spectaculaires (inondations, séismes, éruptions volcaniques), mais ces cataclysmes sont géographiquement très localisés. Jamais ils ne se sont produits par le passé, jamais non plus ils ne se reproduiront dans l’avenir avec une fréquence et une intensité supérieures à celles que nous leur connaissons aujourd’hui. En particulier, jamais la Terre entière n’a été bouleversée d’un seul coup, comme le soutiennent certains théoriciens. Des inondations, Lyell écrit par exemple :

Il n’est pas interdit de les inclure dans les spéculations géologiques portant sur le passé, pour autant qu’on n’aille pas leur prêter une fréquence et une amplitude supérieures à celles que nous attendons d’elles dans les temps à venir. (I, 89.)

Lyell justifie cette troisième uniformité par les tours de langage qui le caractérisent. Croire encore à la réalité de séismes planétaires, affirme-t-il en mobilisant ses visions progressistes à la whig du déterminisme historique, c’est tout bonnement cautionner une croyance héritée d’un lointain passé, du temps où l’homme se terrait d’effroi quand tonnait la foudre.

Les superstitions d’une tribu de sauvages se transmettent à travers toutes les étapes évolutives de la société, et elles exercent une influence profonde jusque sur l’esprit du philosophe, lequel peut trouver dans les traces monumentales laissées à la surface de la Terre par les changements survenus jadis la confirmation de croyances léguées de génération en génération, depuis l’époque lointaine où le primitif chasseur, dont l’imagination terrorisée se donnait une fausse image de ces épouvantables châtiments que représentaient dans son esprit les inondations et les tremblements de terre, pensait par là même que toute la Terre connue de lui était du même coup dévastée. (1,9.)

La véritable essence du progrès consiste à balayer ces visions de cataclysmes pour leur substituer celle d’un changement graduel :

L'esprit s'est détourné lentement et insensiblement de ces représentations fictives de catastrophes et de chaos, semblables à celles qui hantaient l'imagination des premiers cosmogonistes. On a trouvé de nombreuses preuves que la matière sédimentaire s'est déposée paisiblement et que la vie organique s'est développée selon une lente progression. (I, 72.)

(On notera que Lyell choisit soigneusement ses adverbes – « lentement et insensiblement » – pour établir un parallèle entre le progrès de l'esprit humain et celui de la nature.)

Le catastrophisme est, par constitution, opposé à la démarche empirique :

Plutôt que de confesser toute l'étendue de leur ignorance et de s'efforcer d'y remédier en mettant de nouveaux faits en lumière, ils se consacrent indolemment à échafauder des théories imaginaires où il n'est question que de catastrophes et de gigantesques révolutions survenues dans le système de l'univers. (I, 84.)

Ôtons-nous donc de l'esprit l'idée, par principe inintelligible, qu'une catastrophe a pu un jour ravager la planète, ou même une aire géographique de quelque importance, car il serait

contraire à l'analogie de supposer que la nature, à quelque époque du passé que ce fût, a été chiche de son temps ou prodigue de violence – d'imaginer que telle zone n'était pas en reste tant qu'une autre était prise de convulsions – ou que les forces perturbatrices, n'étant point tenues en soumission, ont un jour semé ruine et désolation sur toute la Terre, voire seulement sur une vaste région. (I, 88-89.)

Ces cinq citations donnent le ton de l'argumentation de Lyell. Après avoir établi que certains aspects de l'uniformité – lois constantes, processus identiques – sont les postulats indispensables à toute méthode scientifique, il tente, en assenant le même argument de la nécessité logique, de « faire passer » dans la foulée ses idées, controversables et controversées, sur les mécanismes empiriques de la Terre.

4. *Uniformité de l'état physique.* Non seulement le changement s'accomplit avec une lenteur majestueuse à travers tout l'espace et le temps, mais de plus l'histoire de la Terre ne suit aucun vecteur de progrès, aucune direction inexorable. En tout temps notre planète a eu le même aspect, s'est comportée de la même façon qu'aujourd'hui³⁰. Le changement est un phénomène continu, mais qui n'aboutit nulle part. La Terre est en état d'équilibre, ou de dynamique progressive. Il s'ensuit que son ordre actuel (et pas seulement celui de ses lois et de ses rythmes de changement) nous aide à reconstituer par induction son passé. Les masses continentales et océaniques, par exemple, intervertissent leurs positions en un ballet sans fin, mais, en gros, conservent toujours leurs proportions respectives. Inondations, éruptions volcaniques et secousses sismiques ont apporté la dévastation à peu près selon la même fréquence et la même force. La Terre n'a pas connu de périodes antérieures de plus grand bouleversement.

Lyell étend également le principe d'uniformité à la vie organisée. Les espèces sont des entités bien réelles avec des points d'origine dans l'espace et le temps, avec une durée d'existence et des moments d'extinction bien définis. Leur apparition et leur disparition ne se produisent pas par brefs épisodes de mort massive ou d'élimination, mais sont réparties de façon régulière sur la surface de la Terre et à travers les âges. Conformément à une dynamique bien réglée, introductions et effacements de nouvelles espèces s'équilibrent. En outre, la succession des apparitions n'affiche aucun progrès dans l'organisation, la complexité, ou le long de la chaîne de l'existence. Lyell soutient que les apparences de progrès que nous suggère la stratigraphie (la chronologie poissons-reptiles-mammifères-humains dans l'histoire des vertébrés, par exemple) sont illusoire. Il est persuadé que des mammifères vivaient au paléozoïque inférieur, et que dans l'avenir on trouvera leurs fossiles dans les roches datant de cette ère géologique.

Son extension à la vie du quatrième principe d'uniformité apparaît à beaucoup tout à fait inexplicable, car si l'on se laisse aisément convaincre par la force de son argumentation quand il plaide l'uniformité de l'état physique du monde, nous savons que la vie, elle, n'a pu évoluer que de manière progressive. Pourtant, ce lien entre la vie or-

ganisée et l'univers physique est direct et indispensable pour Lyell. Il affirme que les espèces sont venues au monde (soit par la main de Dieu, soit par une cause secondaire inconnue) en parfaite harmonie avec le milieu naturel, en sorte que toute évolution progressive de la vie organique ne pourrait que refléter une modification correspondante de l'environnement physique. Étant donné que l'uniformité de l'état physique retentit sur le climat et sur la géographie, la vie doit donc obligatoirement entrer dans cette ronde dépourvue de direction.

Lyell a défendu l'uniformité de l'état physique à l'aide des mêmes artifices de rhétorique dont il avait usé en faveur du gradualisme, c'est-à-dire en essayant là encore de « faire passer », sous couvert de canons méthodologiques unanimement acceptés par les hommes de science, une théorie (contestable, et qui restait à vérifier) sur la nature du monde physique, et donc d'ériger en postulat le temps cyclique, comme s'il s'agissait là d'une composante logique irrécusable.

Prenons deux exemples : Lyell conteste à maintes reprises les théories de la directivité, non pas à l'aide de preuves *a contrario*, mais en considérant que le principe d'une Terre jadis différente de la nôtre ne repose sur rien que nous puissions vérifier ou même concevoir ; principe au nom duquel il réfute le neptunisme – qui attribuait la formation des roches sédimentaires à l'action d'un océan universel –, non pas en avançant des preuves stratigraphiques, mais pour la raison que cette vieille théorie soutenait, elle aussi, une différence physique de la Terre ancienne :

Si, à certaines périodes du passé, les roches et les formations minérales particulières avaient été simultanément précipitées sur le plancher d'un « océan universel » pour se répandre tout autour de la Terre en une succession d'enveloppes concentriques, alors il eût été tout simple de déterminer les dates relatives de l'histoire géologique. Quant à expliquer ce phénomène, c'eût été bien sûr difficile, voire impossible, car ces apparences eussent fait présupposer un état antérieur du globe sans analogie aucune avec celui qui est maintenant partout répandu. (III, 37-38.)

Dans la plus saisissante de toutes ses tirades, Lyell esquisse une série de tactiques propres à sauver le principe d'uniformité en dépit

de toutes les preuves possibles et imaginables d'un changement directionnel survenu dans l'histoire de la Terre :

Quand nous sommes incapables d'expliquer les traces géologiques laissées par les changements survenus dans le passé, il est toujours plus vraisemblable que nos difficultés proviennent de notre ignorance de tous les agents impliqués, de tous leurs effets éventuels dans un laps de temps indéterminé, plutôt que de la disparition d'une cause qui fut autrefois active. Et si dans quelque partie du globe l'énergie d'une cause semble avoir décliné, il est toujours probable que la diminution d'intensité de son action soit simplement locale, et que sa force soit restée intacte à l'échelle de toute la planète. Mais à supposer que nous puissions établir par des preuves irréfutables que certains agents, à des époques particulières du passé, ont été sur toute la surface terrestre des instruments de changement plus puissants qu'ils ne le sont à présent, il sera plus conforme à la prudence philosophique de présumer qu'après un intervalle de repos ces agents retrouveront leur vigueur d'antan, que de les tenir pour épuisés. (I, 164-165.)

J'ai beau avoir cité ce passage durant des années, il ne laisse pas de m'étonner. La démonstration s'ouvre sur l'énoncé parfaitement acceptable du second principe d'uniformité, puis enchaîne sur une réaffirmation de l'uniformité d'état. Et finalement, Lyell affirme qu'en fait nous devons rejeter le changement directionnel, même si on nous fournit des « preuves irréfutables [...] sur toute la surface terrestre », parce que nous sommes en droit de présumer que tout agent causal apparemment « épuisé » retrouvera un jour son intensité de naguère.

RECHERCHE VRAI CATASTROPHISME DÉSESPÉRÉMENT

Cette exégèse peut aider à résoudre le paradoxe des réactions personnelles d'Agassiz au dossier Lyell. Pour Agassiz, le milieu de la géologie des années 1830 n'évoquait pas une lice dans laquelle s'affrontaient champions de l'empirisme et apologistes de la doctrine biblique. En homme de science, Agassiz admettait fort bien les deux premiers principes méthodologiques (d'uniformité des lois et des modes opératoires). En catastrophiste qui lisait dans l'histoire des

vertébrés un récit du progrès, il rejetait les deux autres concepts soutenus par Lyell (le gradualisme et l'uniformité d'état physique). Les louanges qu'il adressait au talentueux et vigoureux plaidoyer de Lyell en faveur d'une méthodologie scientifique digne de ce nom pesaient plus lourd dans la balance que leurs vieilles discordes à propos du comportement de la Terre, tant il est vrai que les hommes de science, à cette époque tout comme à la nôtre, reconnaissent que leur profession se définit par un certain mode d'interrogation qui lui est propre et non par les différences de conception quant à la vérité empirique.

De la même façon que nous avons nos von Daniken, nos créationnistes « scientifiques » et nos guérisseurs par la foi, la science du temps de Lyell était assiégée par toute une armée de charlatans et de réactionnaires dont l'impact sur l'opinion publique était souvent considérable. En sorte qu'Agassiz ne pouvait que saluer chaudement la magistrale défense de la méthode scientifique soutenue par Lyell : « ... assurément l'ouvrage le plus important [...] depuis que [la géologie] mérite ce nom [de science] ». Dès lors que l'on renonce aux doctrines toutes mâchées opposant les lumières scientifiques de Lyell à l'obscurantisme théologique d'Agassiz, et que l'on saisit les bases communes qu'ils se reconnaissaient, l'éloge global d'Agassiz venant après ses critiques de détails n'étonne plus. La dichotomie de Lyell, qui sera bien exagérée par les manuels de carton-pâte, établit une taxinomie qui n'aurait pas été acceptée, ni même aperçue, par la plupart de ses contemporains. Dans la classification d'Agassiz, tout partage initial entre adeptes et détracteurs des avancées de la science l'aurait placé dans le même camp que Lyell.

Pour preuve du soutien apporté par les catastrophistes aux uniformités méthodologiques des lois et des processus, examinons le cas des deux principaux « traîtres », ceux que l'imagerie de nos manuels présente comme les ennemis jurés de la science moderne. J'ai déjà montré au chapitre II qu'en se recommandant strictement de l'uniformité des lois naturelles Burnet s'était non seulement doté d'une méthodologie pour appréhender l'histoire de la Terre, mais aussi, et c'est bien là l'ironie, qu'il avait par là même directement inspiré les conjectures fantaisistes qui lui ont valu dans nos manuels une si fâcheuse réputation. Burnet tenait pour littéralement vrai le récit bi-

blique. S'il s'était contenté d'inclure les miracles parmi les agents qui ont modelé la surface terrestre primitive, somme toute ses explications n'auraient pas été plus étranges que celles de la Genèse. Mais Burnet s'est efforcé de s'en tenir au principe d'uniformité des lois naturelles et de prêter aux récits bibliques, même les plus tarabiscotés, des causes conformes à la physique newtonienne, ce qui n'allait pas sans exiger des hypothèses bigrement invraisemblables et chimériques pour expliquer la provenance des eaux terrestres et la formation de la topographie. Pourtant, Burnet, toujours pour ne pas déroger aux règles de la méthodologie, s'est refusé à considérer que le déluge procédait d'une création divine. Et pour défendre le principe de l'uniformité des lois naturelles il a même usé de la métaphore rencontrée dans le plus célèbre passage de Lyell (voir page 162) : « Ils disent en bref que le Dieu Tout-Puissant a créé les eaux à dessein de provoquer le déluge. [...] Voilà en peu de mots tout ce qu'ils trouvent à dire. C'est trancher le nœud faute de pouvoir le dénouer » (Burnet, 33).

Parmi les hommes de science contemporains de Lyell, Alcide Des-salines d'Orbigny s'est taillé dans la littérature géologique la réputation d'un catastrophiste excentrique pour avoir dressé la liste de vingt-huit épisodes cataclysmiques massifs – éruptions volcaniques, raz de marée, émanations de gaz délétères – ayant abouti à l'anéantissement de la vie. Il n'empêche que d'Orbigny se ralliait aux principes des causes « actuelles » et de l'uniformité orogénique, et que pour lui toute recherche géologique devait commencer par l'étude de processus observables de nos jours : « Les causes naturelles aujourd'hui à l'œuvre ont toujours existé. [...] Pour avoir une explication satisfaisante des phénomènes du passé, l'étude des phénomènes du présent est indispensable » (1848-1852, 71). Ajoutons qu'il partageait l'admiration d'Agassiz pour Lyell (bien qu'il réservât ses commentaires les plus flatteurs à l'un de ses compatriotes) : « L'heureuse idée que nous puissions expliquer les strates terrestres par des causes agissant de nos jours revient tout entière à M. Louis-Constant Prévost, qui le premier l'a établie dans son système géologique. La science reste grandement redevable à M. Lyell d'avoir développé ce système en s'appuyant sur d'abondantes recherches aussi sagaces qu'ingénieuses » (1849-1852, 71).

D'Orbigny et Agassiz n'avaient aucune dent contre Lyell à propos de la méthode, considérant eux aussi que toute étude géologique doit commencer par l'examen de phénomènes contemporains, et qu'il convient d'épuiser l'inventaire systématique des causes actuelles avant d'en invoquer d'autres qui soient abolies ou fantaisistes. Ils divergeaient dans leur appréciation de la réponse du milieu naturel à cette méthode commune. Lyell soutenait que les causes actuelles suffisaient à expliquer totalement le passé. Agassiz et d'Orbigny voyaient en l'« actualisme » un procédé par élimination permettant de discerner le substrat immuable des causes « modernes », et par là même de mettre en lumière les phénomènes qui demandent à être expliqués en dehors des registres ordinaires.

D'Orbigny n'en reconnaissait pas moins que les causes à l'œuvre dans le présent pouvaient aider grandement à la compréhension des catastrophes survenues dans le passé, car ces phénomènes paroxysmiques pouvaient avoir été provoqués par des forces identiques mais de bien plus grande amplitude. D'Orbigny soutenait par exemple que toute modification de la topographie par un séisme « est pour nous, à petite échelle, et avec des effets beaucoup moins accusés, un phénomène identique à l'une de ces grandes et massives perturbations auxquelles nous attribuons la fin de chacune des ères géologiques » (1849-1852, II, 833-834).

Tous s'accordaient donc pour considérer qu'une liste systématique des causes actuelles (leur diversité, leur champ d'action, leur rythme, leur étendue) constituerait le meilleur des instruments de compréhension du passé. Or, le catalogue dressé par Lyell était de loin le plus précis, et je crois que c'était avant tout ce travail de classification extrêmement détaillé qui lui avait valu les louanges généreusement prodiguées par Agassiz et d'autres catastrophistes.

Le vrai débat entre Lyell et les catastrophistes était une intense discussion de fond entre des hommes qui s'entendaient sur les méthodes de recherche. Les deux principes de gradualisme et d'uniformité de l'état physique se combinent pour nous proposer la puissante vision d'une Terre dynamique, constamment en mouvement, mais conservant perpétuellement un même aspect physique d'ensemble et une même complexité structurale, d'une Terre qui à tout instant s'ac-

quitte d'une modeste fraction de ses fonctions sans jamais précipiter les choses pour instituer un changement brutal et global, ni faire alterner des périodes de tumulte et de surrection avec des épisodes de calme et d'érosion.

L'attitude de Lyell envers James Hutton illustre le mélange de ses processus uniformisants. Il ne tarissait pas d'éloges sur la machine terrestre de Hutton, majestueuse mécanique tellurique tournant indéfiniment sur elle-même, sans direction aucune, en une succession de cycles – soulèvement, érosion, sédimentation, consolidation, soulèvement, etc. –, et qui s'accordait magnifiquement à son quatrième principe, celui de l'uniformité de l'état physique. Mais il reprochait à Hutton d'avoir luit des phases de son mouvement cyclique un enchaînement global, et plus spécialement d'avoir attribué aux périodes de surrection un caractère catastrophique, en violation flagrante du troisième principe d'uniformité, le gradualisme. « L'un des principaux défauts » de la théorie huttonienne, écrit-il, tient au « présupposé qu'il existe un synchronisme dans l'action des grandes forces antagonistes [...] tout d'abord l'introduction de périodes d'érosion progressive des continents, ensuite celle d'autres périodes d'érection de nouvelles terres par de violentes convulsions » (II, 196). Lyell s'arrêtait à l'idée d'un déroulement insensible et qui n'allait nulle part.

Aucune corrélation logique n'unit l'uniformité du rythme, ou gradualisme, à l'uniformité de l'état physique. À l'exemple de Hutton, on peut très bien accréditer la non-directivité tout en soutenant que des périodes de surrection cataclysmiques ont bouleversé la Terre. Mais pour Lyell l'une n'allait pas sans l'autre. Je reviendrai plus loin sur cet amalgame qui était au cœur même de sa vision du monde régi par un imposant temps cyclique.

De la même manière, étant donné que les « catastrophistes », ne serait-ce que par leur nom, réfutent la troisième uniformité (du rythme), les prétendants à ce titre auraient pu épouser l'idée de paroxysme sans la directivité. Mais du temps de Lyell, tous les catastrophistes bon teint mettaient dans le même sac les uniformités de rythme et d'état – en niant l'une et l'autre. De Cuvier, d'Orbigny et Élie de Beaumont en France, en passant par Agassiz en Suisse (et plus tard en Amérique), jusqu'à Buckland et Sedgwick en Angleterre,

tous s'accordaient pour penser qu'à une époque très ancienne des phénomènes paroxystiques occasionnels avaient représenté le mode de changement géologique le plus répandu sur terre. Tous considéraient que ces catastrophes étaient la conséquence directe d'une directivité primaire et intrinsèque, laquelle avait également provoqué, par un refroidissement progressif du globe terrestre, une organisation de plus en plus complexe de la vie. Ce lien unissant catastrophes naturelles et directivité était d'ailleurs si étroit que Martin Rudwick et d'autres historiens ont forgé l'expression de « synthèse directionnelle » pour qualifier cette interprétation théorique des phénomènes géologiques.

Comme les catastrophistes du temps de Lyell étaient de distingués scientifiques et non point les vestiges d'une foire aux miracles que Lyell décrit avec son éloquence, le lien caractéristique qu'ils établissaient entre cataclysme et directivité reposait sur des théories physiques et cosmologiques solidement établies : dans sa forme élémentaire, la Terre avait d'abord été une masse de chaleur (à l'état de fusion ou de mélange gazeux), selon l'hypothèse de la nébuleuse avancée par Kant et Laplace, la théorie alors dominante pour expliquer l'origine de notre système solaire. Comme le veut la physique des corps d'une certaine importance, cette Terre s'était ensuite refroidie au fil du temps. En se refroidissant, elle se contracte. Sa croûte externe se solidifie, mais son noyau central, toujours en fusion, continue de rapetisser et de « se dissocier » de l'écorce rigide. Cette contraction engendre un état d'instabilité de plus en plus marqué, lequel finit par provoquer le craquèlement et l'effondrement de la croûte sur le noyau ratatiné. Les mouvements paroxystiques intermittents dont notre planète est le siège correspondent à ces épisodes géologiques de brutal réajustement, et ils expliquent une foule de phénomènes empiriques, en particulier l'orientation linéaire des chaînes montagneuses, sous la forme d'une zone de rupture, d'effondrement ou de dislocation. La vie organisée étant douée d'une grande faculté adaptative, les mondes moins hospitaliers de notre Terre en voie de refroidissement ont engendré des créatures plus complexes et mieux à même d'y faire face.

Comment Lyell s'en sort-il devant cette puissante théorie de la Terre et de la vie organisée ? Tout d'abord, il réagit comme l'exige la défense d'un noble idéal scientifique : en plaidant fougueusement sa cause et en produisant les preuves et arguments théoriques propres à la faire prévaloir (ainsi que nous le verrons plus loin dans ce chapitre). Mais il ne manque pas, là encore, de contre-attaquer en recourant à cette éloquence du barreau qui lui a valu une place de choix dans l'hagiographie de la géologie, c'est-à-dire en opérant un savant amalgame de phénomènes et de procédures, faisant valoir que les arguments avancés par les catastrophistes pour expliquer les mécanismes de l'orogénie sont inintelligibles de par leur principe même, pour l'excellente raison que les hommes de science sont unanimes à se rallier aux deux principes méthodologiques d'uniformité des lois naturelles et d'uniformité des modes opératoires.

Lyell engage la lutte avec la physique catastrophiste d'Élie de Beaumont dans l'introduction marquante à son chapitre « Sur les causes et les vicissitudes du climat » (I, ch. VII). Il qualifie sa bête noire – une ancienne Terre soumise à des causes différentes – de pire des moyens pour comprendre les changements géologiques liés au climat. Il traite de renégat « le cosmogoniste » qui « s'en est prévalu, comme à chaque fois qu'il s'agit de résoudre un obscur problème géologique, pour confirmer ses vues sur une période où le monde animé et inanimé était régi par des lois totalement distinctes de celles qui sont aujourd'hui établies » (I, 104). À l'appui de sa démonstration, Lyell choisit la plus incongrue des vieilles idées tombées en discrédit, le changement d'inclinaison de l'axe terrestre que Burnet voulait consécutif au déluge biblique. Après quoi, il se détourne de cette extravagance passée de mode et s'empresse de produire la respectable notion de « refroidissement directionnel » à partir d'un état originel de fusion, mais il s'arrange pour mettre cette hypothèse de base du catastrophisme dans le même panier que la théorie des collisions avec des comètes, assimilant ainsi à de la creuse spéculation le meilleur de la physique de son temps. Il rejette alors le refroidissement directionnel a priori, pour des raisons méthodologiques :

Après que les progrès de la science astronomique eurent fait justice de cette théorie [celle du changement d'orientation de l'axe ter-

restre, énoncée par Burnet], on a supposé que la Terre, lors de sa création, était dans un état de fluidité, qu'elle était chauffée au rouge, et que-depuis cette époque elle se refroidit, contractant ses dimensions et se dotant d'une croûte solide, hypothèse tout aussi arbitraire, mais mieux faite pour durer, puisqu'en renvoyant directement l'esprit au commencement des choses, celui-ci n'a plus besoin de s'appuyer ni sur l'observation ni non plus sur des hypothèses ultérieures. Ceux que cette solution satisfait sont libérés de la nécessité d'interroger les lois actuelles qui règlent la diffusion de la chaleur à la surface [de la Terre], car quelle que soit la précision des mesures [thermiques] effectuées, il reste impossible d'élucider pleinement et exactement les changements internes d'un monde embryonnaire. (I, 104-105.)

Après quoi, Lyell expose la démarche qu'il préconise :

Mais si, plutôt que de nous perdre en vagues conjectures sur ce qu'a bien pu être l'état de la planète à l'époque de sa création, nous fixons assidûment notre esprit sur la relation qui existe à présent entre le climat et la distribution des continents et des mers [...] alors peut-être serons-nous à même de cerner de plus près une véritable théorie. Si un doute subsiste, c'est à notre ignorance des lois de Nature qu'il faudra l'attribuer, non point à des révolutions dans son économie [à des bouleversements survenus dans son écosystème]. Voilà qui devrait nous pousser à entreprendre encore d'autres recherches et non point nous incliner à donner libre cours à nos fantaisies en inventant d'imaginaires systèmes pour expliquer comment étaient gouvernés des mondes encore dans l'enfance. (I, 105.)

Plus loin (III, ch. XXIV), Lyell revient à la charge Contre Élie de Beaumont, dont « les révolutions successives [...] ne peuvent s'appliquer aux forces volcaniques ordinaires, mais reposent sans doute sur la réfrigération, au fil des siècles, de l'intérieur de notre planète » (III, 118-339). Lyell réaffirme sa préférence pour des foyers mouvants de l'effervescence volcanique interne, d'une force constante à travers le temps, mais se déplaçant à la surface de la Terre. Cette idée lui semble beaucoup plus conforme à la vérité, car, écrit-il, « le retour réitéré de convulsions mineures » est davantage acceptable que « la violence paroxystique » (III, 339). Là encore, Lyell n'oppose rien de concret à Élie de Beaumont qui puisse fonder son propre principe

d'uniformité de l'état physique. Il se contente d'affirmer que la notion de directivité est antiscientifique, ou plus exactement « mystérieuse à l'extrême » :

Les spéculations de M. de Beaumont sur la « réfrigération séculaire » du noyau interne du globe, dans laquelle il voit une cause de soulèvement instantané des chaînes montagneuses, nous semblent mystérieuses à l'extrême et nullement fondées sur une induction à partir de faits concrets. Au contraire, l'action intermittente de la chaleur volcanique sous-marine, on le sait, est une cause capable d'élever et d'affaïsser la croûte terrestre sans interrompre la tranquillité générale de la surface habitable. (I, 339.)

Mais où était l'avantage de vouloir démontrer à tout prix que des causes sont à l'œuvre pour préserver la tranquillité générale de la surface terrestre ?

Lyell et les catastrophistes étaient prisonniers d'un passionnant débat de fond sur la marche de notre monde, ce qui était bien plus qu'une simple chmaille à propos des aspects méthodologiques de l'uniformité. Pour les uns, l'histoire, ponctuée de cataclysmes occasionnels, suivait un cours directionnel et s'acheminait, comme le long d'un vecteur, vers des climats plus rudes, une vie plus complexe, alors que pour Lyell le monde était constamment en mouvement, mais immuable dans sa structure et son devenir, ne se modifiant que par la répétition indéfinie d'altérations infimes, emporté dans une valse lente n'aboutissant nulle part. Là résidait le vrai débat, que malheureusement nous a escamoté le triomphe rhétorique remporté par Lyell à l'issue de cette bataille, la plus grande qui ait jamais opposé la vision du temps sagittal à celle du temps cyclique.

L'avocat du temps cyclique

LA PREUVE EN DÉPIT DES APPARENCES

L'œuvre de Lyell a beau exploiter toutes les ficelles de la rhétorique, il n'en reste pas moins, comme Agassiz l'a relevé avec justesse,

qu'elle constitue un véritable tour de force³¹ intellectuel, étoffé d'arguments substantiels du plus grand intérêt.

Le différend qui opposait Lyell aux catastrophistes n'était pas seulement affaire d'interprétation du passé géologique. Il procédait aussi de deux conceptions fondamentales de la « lecture » des roches. Or, si l'on examine d'un peu plus près les anathèmes proférés par Lyell contre ses détracteurs – tous des antiempiristes confinés dans leurs oiseuses spéculations –, il apparaît que leurs conceptions respectives du déchiffrement des sols comptent paradoxalement parmi les grands malentendus de l'histoire des sciences.

Aujourd'hui comme hier, la « lecture » au premier degré des traces du passé géologique ne nous révèle qu'une succession discontinue de brutales transitions, à tout le moins dans les aires géographiques limitées. Là où les sédiments montrent, par exemple, que le milieu naturel se modifie pour passer de l'état de sol terrestre à celui de plancher marin, nous ne découvrons d'ordinaire aucune série continue de strates graduellement et insensiblement superposées les unes aux autres, et qui nous indiquent par la taille des granulations et les restes d'animaux fossilisés que des lacs et des cours d'eau ont fait place à des océans de plus en plus profonds. La plupart du temps, les strates marines bien caractérisées gisent directement au-dessus de couches terrestres, et nous ne trouvons aucun signe d'une transition graduelle entre les unes et les autres. Le monde des dinosaures ne s'efface pas petit à petit devant l'environnement des mammifères. Au contraire, les dinosaures disparaissent sans plus laisser de traces fossiles, de concert, semble-t-il, avec une bonne moitié des espèces d'organismes marins, au cours de l'une des cinq grandes extinctions massives survenues dans l'histoire de la vie. Chez les animaux, les transitions entre niveaux d'organisation sont presque toujours aussi brutales, quand on les interprète au pied de la lettre, à la fois d'espèce à espèce³² et de biote à biote.

Promulguée principalement par Cuvier, la méthode caractéristique des catastrophistes était strictement empirique – attitude qui se situait aux antipodes de l'inéquitable portrait de spéculateurs méprisant les preuves d'observation que nous trace Lyell. Les catastrophistes étaient enclins à tenir pour vrai ce qu'ils constataient : île

brusques transitions, dans les dépôts sédimentaires comme chez les espèces fossiles, laissant à penser que de rapides changements s'étaient opérés dans le climat et dans la faune. La démarche du catastrophisme reposait tout entière sur la « lecture » directe (ou une « interprétation » minimale) des indices fournis par la géologie.

Lyell ne contestait pas cette preuve manifeste de brutalité des transitions. Plus exactement, il se gardait bien de produire des exemples concrets de transitions graduelles quand il défendait son principe de gradualisme. Il eût été bien incapable de le faire, d'ailleurs, étant donné que l'observation rigoureuse des dépôts fournit des témoignages par trop aveuglants en faveur d'une discontinuité de la sédimentation. Il préférerait recourir à un très ingénieux argument pour soutenir le gradualisme : regardons derrière les apparences concrètes, et essayons d'y découvrir les signes indubitables du gradualisme, car le paysage géologique est partout si criblé d'imperfections que les transitions insensiblement accomplies ont été dégradées, émiettées, jusqu'à nous donner l'impression d'une discontinuité.

Je ne prends aucun plaisir à démontrer à tout prix par cette analyse que Lyell était moins authentiquement empiriste, ou « homme de terrain », que ses détracteurs catastrophistes. Je ne trouve aucune vertu particulière au fait de prendre les données à la lettre près, et d'une façon générale, je penche pour la démarche de Lyell, un équilibre du factuel et du théorique dans un monde complexe et imparfait. Je me délecte simplement de l'ironie délicate avec laquelle l'histoire de carton-pâte nous refile la victoire de Lyell comme un triomphe de l'observation sur le terrain, alors que les catastrophistes étaient les vrais champions de la lecture du dossier géologique dès qu'ils l'avaient, en nature, sous les yeux. Lyell, en revanche, préconisait que la théorie – les uniformités substantielles de rythme et d'état – devait prendre le pas sur le strict procès-verbal pour interpoler, à l'intérieur de son cadre, ce à quoi elle s'attendait mais que les données imparfaites ne lui fournissaient pas.

Dans les premières pages de son premier volume, Lyell admet cependant que tout, dans les apparences immédiates, plaide en faveur de bouleversements cataclysmiques :

Sur la surface de notre planète, les marques d'anciennes convulsions sont partout manifestes et saisissantes. [...] Si un jour les faits viennent confirmer ces apparences, il semble naturel que l'esprit en vienne à conclure qu'à travers les âges sont survenus non seulement des changements considérables, mais aussi des périodes alternées de repos et de désordre, de repos quand les animaux fossiles ont vécu, ont crû et se sont multipliés, de désordre quand les strates qui les ont ensevelis ont été transférées de la mer à l'intérieur des continents et enfouies dans de hautes chaînes montagneuses. (I, 7.)

Pour garder toute sa consistance au troisième principe d'uniformité (le gradualisme) à présent qu'il a fait cet aveu, Lyell use de deux arguments, l'un et l'autre fondés sur l'observation « derrière les apparences ». Tout d'abord, il déclare qu'on ne peut étendre à de vastes régions ou à la Terre entière les conclusions que l'on tire de l'étude d'un phénomène géologique localisé. Par exemple, une transition brutale observée dans un site particulier a certainement été compensée ailleurs, et simultanément, par des phénomènes contraires, pour que le monde conserve son état d'équilibre. « Il ne fait aucun doute que des périodes de perturbation et de repos se sont suivies les unes les autres dans chaque région du globe, mais il est probablement tout aussi vrai que l'énergie des mouvements souterrains a toujours été uniforme si on considère la Terre entière » (I, 64).

Ensuite, recourant à la métaphore du livre (reprise par Darwin pour illustrer la transformation graduelle des formes dans les séquences de fossiles), Lyell démontre qu'un changement lent et continu aboutit à une dégradation qui semble être l'effet d'un soudain bouleversement. Car avec le temps, de moins en moins de phases intermédiaires sont préservées dans leur intégrité... comme un livre intact à l'origine, mais dont seules quelques pages ont été préservées, et de ces pages quelques lignes, de ces lignes quelques mots, et de ces mots quelques lettres. Darwin écrira plus tard :

Reprenant pour ma part la métaphore de Lyell, je vois le passé géologique comme une histoire imparfaitement conservée du monde, et consignée dans un idiome changeant ; de cette histoire nous ne possédons que le dernier volume, [lequel] se rapporte à deux ou trois pays seulement. De ce volume, seul un bref chapitre a

été préservé çà et là, et de chaque page seules quelques lignes par-ci par-là. (1859,310-311.)

Ce thème de l'imperfection du legs géologique, Lyell le développe par une double métaphore (III, ch. III). Comparons l'origine et l'extinction continues des espèces à la naissance et à la mort chez les populations humaines. Imaginons que les traces qu'il nous en reste dans les strates géologiques correspondent aux archives des agents recenseurs. Ce qui va nous donner l'impression vraie de la continuité démographique, ou au contraire l'impression illusoire d'une catastrophe, c'est la plus ou moins grande constance des renseignements consignés. Si une nation est composée de soixante provinces et que chaque année on recense soigneusement les habitants de chacune de ces provinces, alors les registres nous fourniront des données précises sur le changement lent et continu qui s'accomplit dans la population. Mais supposons qu'un gouvernement appauvri ou négligent n'emploie qu'une équipe de recenseurs et que ces gens, dans le meilleur des cas, ne puissent dénombrer chaque année que les habitants d'une seule province. Dans ce cas, l'examen des archives de chacune des provinces – dans lesquelles ne seront consignés que des bilans démographiques séparés par des intervalles de soixante années – nous inclinera à croire que la population s'est presque totalement renouvelée d'un recensement à l'autre... Et c'est à cette illusion de catastrophe que nous concluons quand l'échantillonnage dont nous disposons est trop parcimonieux pour nous renseigner sur la continuité d'un phénomène. Car bien entendu, les archives géologiques sont encore plus sommaires et erratiques. Là, le « recensement » n'est même pas effectué à intervalles réguliers, et certaines régions ne sont même pas « visitées » pendant de très longues périodes. De plus, les « registres », pourtant bien tenus, risquent d'avoir été détruits par l'érosion ultérieure. Et Lyell en conclut que les registres géologiques – dont la lecture directe nous donne l'impression que la faune n'a cessé de se renouveler après avoir été anéantie par des catastrophes naturelles – témoignent au contraire d'un changement continu de la vie organisée, réglé par les lois ordinaires d'une sédimentation dispersée : « Si l'on admet cette progression du raisonnement, écrit-il, la fréquente disparité des restes fossilisés [qu'on trouve] dans des for-

mations contiguës apparaîtra comme une nécessaire conséquence des lois qui régissent la déposition sédimentaire, et aussi l'enchaînement graduel de la naissance et de la mort des espèces » (III, 32-33).

Lyell intervertit alors les métaphores pour illustrer l'important corollaire spécifiant que les signes de perturbation observés dans les transitions n'ont pas de liens directs avec les causes réelles du changement. Supposons qu'une éruption récente du Vésuve ait anéanti une cité italienne bâtie au-dessus d'Herculanum. Le brutal changement survenu dans la langue et l'architecture, tel que nous le livrerait l'archéologie, serait non seulement illusoire, mais sans aucun rapport avec l'éruption cataclysmique du volcan.

En même temps qu'il plaide la cause du gradualisme en fouillant derrière l'immédiate apparence des catastrophes, Lyell use de la même tactique – la reconnaissance des faits suivie d'une réinterprétation appropriée – pour établir son principe de l'uniformité de l'état physique. Il concède encore qu'en « première lecture », plusieurs vecteurs de changement directionnel traversent l'épaisseur des « archives » géologiques – roches anciennes manifestement plus denses, plus dures et davantage modifiées par la chaleur et la pression que les roches jeunes ; refroidissement du climat (dans l'hémisphère Nord, pour le moins) attesté par les sédiments et les fossiles retrouvés ; complexité croissante (en tout cas chez les vertébrés) de la vie elle-même. Mais Lyell affirme que chacun de ces supposés vecteurs n'est qu'une illusion provoquée par le côté directionnel de l'accumulation qui occulte l'uniformité d'un monde en état d'équilibre constant.

De nouveau, Lyell fait appel à la métaphore pour assener cet argument passablement inhabituel (à l'époque), mais décisif. Supposons qu'un collectionneur d'insectes expédie d'un pays tropical tout un lot de spécimens en Angleterre. L'acheminement du colis exige au minimum deux mois de mer. Supposons maintenant que les organismes qu'il expédie ne vivent qu'un petit peu plus de deux mois (et ne se reproduisent pas en captivité). Les Anglais ne verront alors rien d'autre que des individus d'âge adulte. De la même façon, les roches anciennes sont souvent déformées, altérées par le métamorphisme, alors que les jeunes roches sont moins denses et disposées plus régulièrement. Bien des géologues interprètent ce changement qui sur-

vient dans l'orientation des strates comme le signe d'une déperdition d'intensité des forces géologiques, voire comme une indication du refroidissement de la Terre. Pourtant, proclame Lyell en poursuivant sa comparaison entomologique, les facteurs de surrection et de consolidation demeurent invariables à travers les âges, comme le veut le principe d'uniformité de l'état physique. Plus anciennes sont les roches, plus longtemps elles ont été exposées aux forces qui les modifient, et plus elles sont déformées et altérées par la cuisson. Il s'ensuit que seules les roches anciennes accusent pleinement ces diverses altérations, exactement comme les insectes expédiés en Angleterre arrivent tous à destination à l'âge adulte. Tout comme dans leur territoire d'origine, les scarabées passent de l'état de larves à celui de coléoptères bien développés, les roches se transforment continuellement dans les entrailles de la Terre, mais ne sont marquées de l'empreinte de la déformation et du métamorphisme que lorsqu'elles remontent au fil du temps vers la surface terrestre : « Si le pouvoir perturbateur des causes souterraines s'exerce avec une égale intensité au cours de toutes les périodes qui se succèdent, le degré de convulsion accusé par les différents groupes de strates croîtra d'une façon générale à proportion de leur ancienneté » (III, 335). Autrement dit, la notion de directivité est une ineptie. Simplement, les plus vieilles roches ont été l'objet de plus d'« attentions » de la part des forces permanentes du temps cyclique.

LE CAS INDÉFENDABLE D'HOMO SAPIENS

La plupart des grandes visions sont un jour mises à l'épreuve ou finissent par avouer leurs imperfections. Les témoignages de la paléontologie ont joué le double rôle d'aiguillon et d'épouvantail tout au long de la carrière de Lyell, tandis qu'il tentait de prouver la justesse de son idée d'un imposant cycle temporel. Le problème est simple : aucun des autres aspects de la géologie ne nous donne plus clairement le sentiment qu'un progrès, au sens le plus habituel du terme, s'est accompli, sentiment accru par l'intérêt immodéré que nous nous portons, la suffisance de notre croyance en la supériorité humaine, et la restriction des fossiles de notre espèce à l'ultime microseconde du temps géologique.

Le dossier des invertébrés pouvait aisément se lire à la lumière du temps cyclique, puisque c'est à peu près à la même époque qu'apparaissent la plupart de leurs structures anatomiques dans les strates fossilifères les plus anciennes connues du temps de Lyell. Mais comment nier toute apparence de progrès – du moins dans le sens auto-complaisant d'un rapprochement taxinomique de plus en plus accusé avec *Homo sapiens* – quand on examine les collections fossiles de vertébrés ? D'abord sont apparus les poissons, puis les reptiles, ensuite les mammifères et enfin, tout au sommet de l'empilement stratigraphique, les produits de l'artisanat humain. Les paléontologistes avaient cherché assidûment des restes de vertébrés. Pouvait-on expliquer aussi ces apparences littérales par les lacunes des collections de fossiles ? Lyell cite sir Humphrey Davy, dont les conclusions contreviennent formellement à son double principe de gradualisme et d'uniformité de l'état physique : « Tout se passerait [selon Davy] comme s'il y avait eu une progression graduelle vers le présent système établi, une succession de destructions et de créations préparatoires à l'existence de l'homme » (I, 145).

À cette offensive particulièrement menaçante, Lyell oppose une argumentation qu'il développe au chapitre IX (intitulé « Réfutation totale des preuves avancées pour établir la théorie du développement progressif de la vie organique ») du premier volume des *Principles of Geology*. Pour lui, l'attaque menée contre l'uniformité revêt deux aspects distincts, auxquels il convient d'opposer des arguments contradictoires différents. On soutient « d'abord, écrit-il, que dans les groupes successifs de strates, des plus anciennes aux plus récentes, il y a un développement progressif de la vie organique, des formes les plus simples aux plus compliquées ; ensuite, que l'homme est d'origine comparativement récente » (I, 145). La première proposition, argumente-t-il, « ne repose en réalité sur aucun fondement ». Quant à la seconde, pour « incontestable » qu'elle puisse paraître, elle n'est pas « incompatible avec le présupposé que le système du monde naturel a été uniforme [...] depuis l'ère où se sont formées les roches les plus anciennes découvertes jusqu'à ce jour » (I, 145).

Pour réfuter le premier point – selon lequel les vertébrés gravissent l'échelle de la vie organisée par ordre stratigraphique –, Lyell

développe deux arguments distincts qui, sans se contredire formellement, n'en illustrent pas moins sa volonté d'exploiter sur les deux fronts les faiblesses de l'adversaire.

Premier argument. Des vertébrés très évolués sont également présents dans les strates les plus primitives, mais nous n'avons pas encore découvert leurs fossiles. Ici, Lyell dévoile ses batteries ordinaires : ce qui nous donne une apparence de progrès, ce ne sont pas des tendances concrètement vérifiées dans l'histoire, mais le fait que certains fossiles se sont relativement bien conservés et d'autres pas. Et tout d'abord, cette fameuse apparence de progrès n'est pas si marquée qu'on pourrait le croire, ni non plus si massive. À preuve : on trouve les poissons, organismes déjà très complexes, dans les strates les plus anciennes, suivis peu après par les reptiles, toujours dans ces roches primitives qu'on appelle aujourd'hui le paléozoïque. La preuve du progrès est entièrement négative – il ne manque que les oiseaux et les mammifères dans les roches du paléozoïque. Il est très rare que les squelettes d'oiseaux se fossilisent, et on ne les rencontre guère que dans les strates les plus récentes, mais leur absence ne prouve en rien qu'ils n'étaient pas aussi abondants sur la Terre au paléozoïque que plus tard.

La démonstration serait bien sûr moins convaincante avec les mammifères, dont le squelette compact et massif se fossilise plus aisément. Aussi Lyell change-t-il son fusil d'épaule pour démontrer qu'au paléozoïque ces animaux abondaient eux aussi, même si on n'a pas encore découvert leurs restes dans les formations de cette époque. Rien d'étonnant à cela, d'ailleurs, puisque jusqu'ici nous avons quasiment limité nos fouilles à l'Europe et à l'Amérique du Nord, c'est-à-dire à une faible étendue de la surface terrestre. À une région qui précisément était située au centre d'un océan à l'époque paléozoïque, c'est-à-dire à bonne distance de tout continent susceptible de rejeter vers le large une carcasse d'animal dérivant entre deux eaux. À vrai dire, nous pourrions tout aussi bien aller draguer aujourd'hui le fond du Pacifique, sur une étendue identique, sans découvrir la trace d'une vie mammalienne :

Il doit être naturellement bien rare que les quadrupèdes terrestres soient emportés vers la mer par les rivières et les torrents, et plus

rare encore qu'un cadavre flottant ne soit pas dévoré par les requins. [...] Mais à supposer qu'une carcasse intacte ait sombré pour se déposer là où les sédiments étaient en voie d'accumulation, à supposer encore que les multiples causes ultérieures de désintégration n'aient point du tout effacé les traces du corps enfoui pendant des durées incommensurables dans la roche solidifiée, n'est-il pas contraire à tout calcul des chances que nous tombions exactement sur le bon endroit, sur ce minuscule point du lit de l'ancien océan, là où la précieuse relique a été ensevelie ? (I, 149.)

Mais Lyell détenait une autre carte maîtresse, et cette fois il ne s'agissait pas d'un argument verbal, mais d'une découverte empirique. Une trentaine d'années auparavant, les fossiles des mammifères fournissaient des présomptions de progrès encore plus accrues, puisqu'on les avait trouvés exclusivement dans les roches les plus récemment formées, celles du tertiaire. Jamais encore on n'en avait découvert dans les formations intermédiaires du secondaire, l'ère connue de nos jours sous l'appellation de mésozoïque, et plus prosaïquement d'âge des dinosaures. Or, aux alentours de 1830, on venait d'exhumer plusieurs squelettes de petits mammifères enfouis dans les strates du mésozoïque. Alors, si le mésozoïque avait fini par livrer ses secrets, pourquoi l'exploration assidue ne révélerait-elle pas aussi ceux du vieux paléozoïque ?

Second argument. Admettons que les vertébrés supérieurs n'aient pas vraiment vécu à l'âge primaire, celui des poissons et des reptiles primitifs. Mais leur absence n'est que la conséquence occasionnelle et momentanée d'un changement climatique. Elle ne témoigne pas formellement d'un inexorable vecteur de progrès.

Se conformant à l'adage selon lequel mieux vaut prévenir que guérir, Lyell fourbit ses arguments pour voler au secours du temps cyclique, même si on ne trouve jamais trace de mammifère au paléozoïque et que la réalité d'un vecteur de progrès se confirme. Si on tient pour vraie la douteuse prémisse qu'il a énoncée (les espèces surgissent parfaitement adaptées à leur environnement), alors la notion de progrès vectoriel peut revêtir deux acceptions, l'une fatale au concept de temps cyclique, l'autre compatible avec lui. Progrès dans la vie des vertébrés, cela peut vouloir dire, comme le soutenaient les

catastrophistes, que notre planète s'est refroidie de façon continue et que des formes de vie plus complexes sont apparues pour résister aux rigueurs d'un climat de plus en plus rude. Mais Lyell écarte cette interprétation avec ses habituelles fleurs de rhétorique : « Dans notre ignorance de l'origine et de la nature du feu volcanique, il semble plus conforme à la prudence philosophique de croire qu'il n'y a point d'instabilité dans cette partie du système terrestre. » (Mais pourquoi la prudence commanderait-elle d'écarter tout concept de directivité si les vecteurs du refroidissement s'accordent avec les principes de la physique et de la cosmologie qui du temps de Lyell faisaient autorité ?)

Ou bien encore l'absence de mammifères au paléozoïque signifie que le refroidissement de l'hémisphère Nord depuis cette époque géologique traduit un phénomène, contingent et réversible, d'augmentation des terres émergées et de réduction des masses océaniques (nous reviendrons sur les liens établis par Lyell entre le climat d'une part, et de l'autre les positions et superficies relatives des mers et des terres émergées) :

Nous avons déjà montré qu'à l'époque où le climat était le plus chaud, l'hémisphère Nord était en grande partie occupé par l'océan, et il nous reste à faire observer que la réfrigération n'est pas devenue considérable avant qu'une vaste portion de cet océan ne fut convertie en terre, ni même avant que celle-ci fut remplacée en certains endroits par de hautes chaînes de montagnes. (I, 134.)

Les écarts climatiques provoqués par cet incessant ballet de la terre et de la mer (et non pas par quelque inexorable refroidissement de l'intérieur des planètes) sont temporaires et réversibles. L'uniformité de l'état physique suggère que dans une région donnée, toute tendance à l'accroissement de la superficie continentale (et, par voie de conséquence, au refroidissement) se renversera par la suite, puisque la terre et la mer changent continuellement de positions, bien que leurs proportions relatives demeurent toujours les mêmes à l'échelle du globe. L'hémisphère Nord est à présent « dans l'hiver de la "grande année", ou cycle géologique » ; mais l'avenir nous rapportera « les conditions requises pour produire le maximum de chaleur, c'est-à-dire l'été de la même année » (I, 116).

La vie, répétons-le une fois de plus, épouse le climat. Si le passage de l'été à l'hiver de la grande année a bien fait progresser la vie des vertébrés dans l'hémisphère Nord, alors le retour de l'été suivant nous en prépare de belles. Et c'est précisément là que nous tombons sur le passage le plus stupéfiant de tous les *Principles*, les deux lignes qui prouvent bien que Lyell n'était pas toujours l'empiriste rigoureux et scrupuleux que nous dépeint la légende, puisqu'il s'est laissé aller à formuler la conjecture outrée³³, même aux yeux de ses contemporains, résumée par La Beche dans une caricature que Frank Auckland, faute d'avoir saisi les tenants et aboutissants d'un si curieux contexte, a interprétée comme une innocente facétie dont son père faisait les frais, et non pas comme un cuisant coup de patte dirigé contre Lyell, sujet du frontispice de ce chapitre. Reprenons donc (avec sentiment) : « Alors pourraient réapparaître ces genres d'animaux dont les roches anciennes de nos continents ont conservé la mémoire. L'énorme iguanodon pourrait revenir dans les forêts, l'ichtyosaure dans la mer, et le ptérodactyle voler de nouveau dans l'ombre des bocages de cyathacées » (I, 123).

Mais aussi empressé iut-il à scruter l'horizon géologique « derrière les apparences » pour faire cadrer avec son principe d'uniformité de l'état physique la progression manifeste des vertébrés, Lyell ne put (ou bien n'osa pas) étendre son argumentation à notre propre espèce. Les humains sont particuliers, les humains sont différents. Le monde intellectuel est encombré de systèmes de pensée parfaitement cohérents, dont la logique s'étend jusqu'au bout de la Terre, aux confins du rationnel, et qui pourtant se dérobent quand il s'agit d'englober l'homme, l'unicité de l'homme. Lyell a lui aussi fait une exception pour son semblable et entouré d'un enclos *Homo sapiens*.

Il relève à point nommé que nous sommes volontiers infatués de nous-mêmes, que nos corps sont malingres, imparfaits, et que notre apparition tardive ne témoigne d'aucun signe de progression : « Si l'organisme de l'homme était tel qu'il lui conférerait une prééminence avérée, même s'il était privé de son pouvoir de raison [...] on pourrait alors supposer qu'il représente un maillon dans une chaîne de progrès » (I, 155).

De plus, ce pouvoir de raison laisse l'homme tout autant désarmé devant la puissance de la nature :

Nous forçons le bœuf et le cheval à travailler pour notre avantage, et nous dépossédons l'abeille des fruits de son labeur. Mais d'un autre côté les riches moissons que nous faisons pousser à la sueur de notre front, nous les voyons dévorées par des myriades d'insectes, dont nous sommes souvent aussi incapables d'arrêter les déprédations que de soutenir le choc d'un tremblement de terre, ou de lutter contre une coulée de lave en fusion. (I, 162.)

Lyell reconnaît cependant qu'avec cet argument la démonstration s'arrête là. L'apparition tardive de nos corps ne fait pas violence aux lois de l'uniformité. Mais ce n'est pas en simples singes nus que les humains défient le temps cyclique. « La supériorité de l'homme ne repose pas sur les facultés et attributs qu'il a en commun avec les animaux inférieurs, mais sur sa raison, par laquelle il se distingue d'eux » (I, 155).

Bien que la raison humaine constitue une violation du temps cyclique, elle est si grandiose, si incomparable, si divine, qu'on ne peut l'inclure dans une argumentation portant sur l'histoire physique et organique. On serait même tenté de dire que Dieu l'a créée à la fin des temps à l'effet de magnifier, par l'adjonction d'un principe conscient, la grande et majestueuse uniformité du temps cyclique : « Aucune des lois établies et constantes qui régissent le monde animé ou inanimé n'a été subvertie par l'engeance humaine [...] les modifications produites procédaient de circonstances neuves et extraordinaires, et elles n'étaient point de nature physique, mais morale » (I, 164).

Charles Lyell se débattait, sans crier victoire, avec son cas le plus difficile.

L'IMPOSANT TEMPS CYCLIQUE CLÉ DE TOUTE LA PENSÉE DE LYELL

Entre 1830 et 1872, Lyell publiera onze éditions de ses *Principles of Geology*. Considérant que son œuvre magistrale serait pour lui une source de revenus jusqu'à la fin de ses jours, il ne cessa de la rema-

nier, de la peaufiner, d'intervertir sections et chapitres, de faire modifier par l'imprimeur le format des volumes, à peu près comme aujourd'hui l'auteur d'un texte connaissant un certain succès de librairie s'empresse d'en produire de nouvelles éditions, trop fréquemment, peut-être, pour des raisons plus commerciales qu'intellectuelles. Cette attitude de Lyell est à l'origine du contresens général faisant de son magistral ouvrage un manuel au sens habituel et didactique. J'ai déjà montré que ce n'est pas le cas. Les *Principles of Geology* sont l'exposé d'une vision du monde – l'imposant temps cyclique en tant qu'incarnation de la rationalité. Toutes les œuvres authentiquement fécondes de notre tradition intellectuelle, j'en suis convaincu, sont l'expression cohérente d'une grande vision. Les *Principles* comptent parmi les fleurons de toute l'histoire de l'érudition et de la pensée spéculative. Et pourtant, comme je viens de le rappeler, on a généralement lu ce livre monumental comme s'il s'agissait d'une œuvre relevant d'un genre on ne peut plus différent : celui des manuels, avec tout ce que ces recueils comportent de pseudo-objectivité, de raccourcis commodes et d'idées reçues.

Il faut des clés pour dégager la cohérence des visions grandioses. Nous perdons souvent ces clés quand de nouveaux contextes historiques enterrent la pensée des visionnaires avec des préoccupations qui ne sont plus les nôtres. Les *Principles* de Lyell ont subi ce sort. La clé de la cohérence de Lyell, c'est sa représentation d'un « imposant » temps cyclique, associant les deux principes de gradualisme et d'uniformité de l'état physique. Et si aujourd'hui son dossier a pris des allures de manuel, c'est parce que nous ne percevons plus son fil conducteur. Le véritable Lyell a été sacrifié, en partie par l'effet de sa propre rhétorique, au profit du champion de carton-pâte incarnant le triomphe de la vérité empirique. Du grand penseur, du savant visionnaire, de l'homme qui aura tant lutté pour inscrire l'univers empirique dans l'orbe d'un vaste dessein temporel, il ne nous reste rien de plus qu'un scribe de talent.

Tentons au moins de lui rendre justice et d'appréhender sa vision en prenant ses *Principles* pour une démonstration, et non pour un précis, dont la règle imposante du temps cyclique sous-tend la cohérence, car les *Principles* de Lyell sont un discours de la méthode des-

tiné à défendre cette vision devant un dossier géologique qui exige une interprétation minutieuse, et non une lecture littérale, pour nous livrer le secret de ses mécanismes.

Ma théorie personnelle est que, paradoxalement, les débuts un peu bizarres d'une grande œuvre nous en dévoilent le sens. Dans *L'Origine des espèces*, Darwin n'annonce pas d'entrée de jeu une révolution de la pensée, mais examine tout d'abord les variations chez diverses races de pigeons (tout comme Burnet commence par s'interroger sur le déluge et Hutton par dissenter sur la formation paradoxale des sols). C'est ensuite – quand nous comprenons que la thèse de la sélection naturelle que soutient Darwin consiste en une transposition analogique d'événements modestes que nous sommes à même d'observer ou de provoquer (la sélection artificielle que pratiquent les cultivateurs et les éleveurs) à d'autres événements s'accomplissant dans la nature à plus vaste échelle – que le début passablement déroutant du livre commence à nous apparaître sous un autre éclairage. Ernst Mayr (1963) commence lui aussi son livre – le plus important des ouvrages modernes sur les espèces et leur origine – par une énumération empirique des espèces homomorphes¹⁹ et non par l'énoncé de théories globales ou de cadres généraux d'interprétation. Dès que nous saisissons le dessein de Mayr (substituer une conception dynamique des espèces en tant que populations naturelles définies par l'entrecroisement et le rôle écologique aux notions vieillottes des taxinomistes qui les répartissent à la manière des choses sans vie que l'on trouve dans les tiroirs d'un musée), nous comprenons que l'entrée en matière qu'il a choisie résume tout le programme de son livre, car les espèces homomorphes sont le fait témoin de sa thèse : des espèces à part entière selon les nouveaux critères de différenciation, et que les anciens ne pouvaient distinguer.

Après avoir ouvert son livre par cinq chapitres historiques récapitulant les avantages, concrets et moraux, de la non-directivité en géologie, Lyell entame sa démonstration sur le fond, qu'il développe en trois chapitres traitant de la climatologie de l'hémisphère Nord, et un autre dans lequel il discute l'hypothèse d'une progression dans l'histoire de la vie organisée. Le chapitre VI du volume I a pour titre « Preuves que le climat de l'hémisphère septentrional était autrefois

plus chaud ». Et ainsi – relevons la bizarrerie –, le premier chapitre de fond d'un dossier de trois volumes consacré à la défense du temps cyclique prend pour thème central la donnée la plus avantageuse que les détracteurs de Lyell, avocats du refroidissement directionnel de la Terre, auraient jamais pu trouver.

Le chapitre VII – « Sur les causes des vicissitudes du climat » – énonce ensuite que les variations enregistrées dans la distribution des étendues de terre et de mer constituent la cause la plus évidente et la plus vérifiable du changement climatique. (À latitude égale, un vaste océan où n'apparaissent que de rares îlots engendre un climat plus doux et plus uniforme qu'une imposante masse continentale entourée d'eau.) Le titre du chapitre vin est notablement plus long que les précédents : « Preuves géologiques que les traits géographiques de l'hémisphère septentrional, à la période de déposition des strates carbonifères, étaient tels qu'ils ont donné naissance, conformément à la théorie précédemment expliquée, à un climat extrêmement chaud. » Maintenant nous comprenons ce curieux point et tout le programme.

Les roches carbonifères sont fort anciennes. Elles datent d'une époque où les marécages abondaient sur la surface terrestre, alors couverte d'une végétation exubérante de type tropical, et leurs restes fossilisés constituent aujourd'hui le gros de nos réserves de charbon. Au premier abord, ces roches viennent solidement étayer l'hypothèse « directionnelle » d'un refroidissement spontané de la Terre.

Lyell ne nie pas ce phénomène. Il admet que les gisements de charbon de l'hémisphère Nord témoignent de l'existence d'un climat plus chaud à l'époque du carbonifère (I, ch. VI). Si la Terre, en se refroidissant par elle-même au fil des siècles, a provoqué ce changement ultérieur, le concept d'uniformité de l'état physique s'effondre. Mais Lyell propose une autre explication, appuyée sur l'observation de phénomènes « actuels » (I, ch. VII). Étant donné que les terres et les océans changent de position, le climat se modifie dans un sens prévisible.

Si, depuis le carbonifère, l'hémisphère Nord a été progressivement envahi par des masses continentales, son climat n'a pu que se refroidir en raison de cet accroissement des surfaces émergées, et non pas à cause d'un refroidissement inexorable du noyau terrestre. Lyell,

cela posé, s'applique à démontrer (I, ch. VIII) que le refroidissement du climat dans l'hémisphère Nord s'est accompagné d'une augmentation des masses continentales après le carbonifère.

Cette interprétation de rechange préserve le principe fondamental de l'uniformité de l'état physique. L'intérieur se refroidissant à partir d'une boule de feu originelle est un signe irréversible du temps sagittal. Au contraire, un refroidissement de surface lié à la surrection de nouveaux continents n'impliquait aucune directivité temporelle, ni non plus la prolongation dans l'avenir de l'abaissement thermique. Les continents procèdent de soulèvements et sont voués à disparaître sous l'effet de l'érosion. Ce phénomène, qui s'accomplit progressivement, sans heurts, et en l'absence de tout déterminisme vectoriel, directionnel, est donc pleinement conforme aux deux principes de gradualisme et d'uniformité de l'état physique : « Les causes rénovatrices aussi bien que les destructrices sont perpétuellement à l'œuvre, la reconstitution de la terre étant aussi permanente que sa dégradation, et le creusement des mers allant du même pas que la formation des hauts-fonds » (I, 473). De la même façon qu'ils ont émergé depuis le carbonifère, les continents sont appelés à retourner dans l'avenir aux océans – le phénomène de refroidissement n'est que le simple segment d'un cycle réversible. Lyell parle de la « grande année », et considère que les chutes de température survenues dans l'hémisphère Nord depuis le carbonifère témoignent de la venue de l'automne de ce « cycle géologique », dont le mouvement se perpétue, immuable, et qui un jour ramènera un nouvel été.

Ces trois premiers chapitres de fond ne sont donc qu'une longue application de la méthode de Lyell à un apparent (mais central) cas de contradiction. Il fouille derrière les apparences pour traduire une indéniable période de refroidissement, s'étendant sur presque toute la durée géologique et intéressant une bonne partie de la surface terrestre, en rien de plus qu'un petit arc sur un grand cercle.

Au chapitre IX, Lyell applique cette même dialectique à la résolution du grand problème sur lequel achoppait quiconque se ralliait au concept de temporalité cyclique : l'apparent accroissement en complexité de la vie organisée au fil du temps. Là encore, Lyell ne conteste pas les apparences, mais nous venons de voir comment il ré-

fute l'idée que ce phénomène soit conforme à une directivité intrinsèque. Les nouvelles espèces naissent toujours parfaitement adaptées au climat dominant. Si le climat se refroidit, de nouvelles espèces disposeront d'un niveau d'organisation plus perfectionné pour survivre dans des conditions écologiques plus rudes. Les tendances directionnelles de la vie dénotent seulement des changements climatiques en arrière-fond. Si une apparente « flèche » climatique est en réalité le segment d'un cercle qui tourne sans destination, alors la vie suivra aussi le futur arc de retour... pour ramener un jour sur terre le professeur Ichthyosaurus.

Après avoir battu le rappel de l'histoire pour la mettre au service de sa cause (ch. I à V) et fait pièce à deux arguments particulièrement menaçants (l'apparente directivité du climat et de la vie, ch. VI à IX), Lyell consacre le reste de son premier volume (ch. X à XXVI) à dresser l'inventaire des causes « actuelles », présenté comme un guide complet, indispensable à la compréhension du passé. Il donne à ses chapitres (ostensiblement axés sur son second principe méthodologique, celui de l'uniformité des modes opératoires) le tour d'une habile et subtile défense de ses deux derniers principes de fond (le gradualisme et l'uniformité de l'état physique). Il discute les causes « aqueuses » (*figure 4.5*) de destruction des reliefs topographiques (rivières, torrents, sources, courants et marées), puis les causes « ignées » (*figure 4.6*) qui au contraire régénèrent (volcans et tremblements de terre), prenant bien soin de préciser à tout instant que les unes et les autres agissent conformément à un certain équilibre, n'étendent jamais leur action à la Terre entière, et n'impriment jamais aucune direction particulière à la structuration des roches, des reliefs ou de la vie.

J'examinerai bientôt le contenu des volumes II et III (où Lyell expose l'essentiel de son système), mais auparavant j'aimerais rappeler brièvement comment ils poursuivent et achèvent le dessein d'une œuvre forte et cohérente tout entière consacrée à la vie et à sa nature. Le seul souvenir que nous laisse communément le deuxième volume, c'est celui de la réfutation par Lyell de l'évolutionnisme, et en particulier de la théorie de Lamarck (qu'il aura cependant fait connaître en Angleterre, mais pour la rejeter). Pourtant, les dix-huit chapitres de

ce volume sont conçus et ordonnés afin d'exposer une puissante vision de l'histoire des organismes vivants, et de préparer le lecteur à ce qui demeure le chef-d'œuvre de Lyell : son troisième volume, dans lequel il propose une nouvelle méthode de la datation des strates, fondée sur une conception totalement originale de la vie, telle qu'il l'interprète à la lumière de ses deux principes de gradualisme et d'uniformité de l'état physique.

L'essentiel de son argumentation – et la raison pour laquelle il corrige d'importance l'évolution, entendue dans le sens d'une insensible transition d'une espèce à une autre – repose sur une conception des espèces, qui représentent des entités et non des tendances, des objets et non des segments arbitraires d'un flux. Les espèces surgissent à des époques particulières, dans des lieux particuliers. Ce sont, si l'on veut, des particules naissant en un point d'origine bien précis, dotées de caractères qui ne changent pas tout au long de leur durée d'existence géologique, et s'éteignant à un moment bien déterminé. Plus important encore : ces particules appartiennent à un monde régi par l'imposante règle du temps cyclique. Leur origine, leur extinction ne résultent pas de phénomènes épisodiques et massifs, de catastrophes ou d'explosions anéantissantes, mais sont distribuées à peu près uniformément à travers le temps, les naissances compensant les disparitions pour maintenir une approximative constance dans la diversité de la vie. La succession dans l'apparition des espèces ne démontre pas l'existence d'un vecteur de progrès. Et cela pour une raison avant tout théorique et pas seulement empirique, comme nous l'avons vu précédemment : Lyell affirme que toute espèce survient parfaitement adaptée à son environnement et reflète fidèlement son milieu naturel. Donc, toute directivité dans l'histoire de la vie ne ferait que traduire l'existence d'un vecteur correspondant à l'intérieur du monde physique. Mais étant donné que l'état du monde physique est resté rigoureusement le même dans l'immensité du temps (volume I), la vie a elle aussi gardé une complexité et une diversité inchangées. Les espèces sont en perpétuelle rotation ; aucune de celles qui sont en vie aujourd'hui n'embellissait les paysages marécageux du carbonifère. Mais les conformations anatomiques ne se sont ni enrichies ni perfectionnées.

Le volume III, en vingt-six chapitres, fait l'exposé descriptif de l'histoire actualiste de la terre, ordonné, comme on peut s'y attendre de la part d'un homme qui s'attache aux processus modernes, dans une série contraire à nos conventions – partant des époques les plus récentes (où l'action de ces processus modernes peut plus aisément être établie), pour remonter vers la période de formation des roches les plus anciennes. Bien des lecteurs jugent ce troisième volume fastidieux, passé de mode, mais il contient l'exposé de toute la tactique de défense déployée par Lyell, l'argumentation la plus solide pour accréditer l'imposant temps cyclique, car une vision scientifique ne vaut que ce que valent ses applications et *son utilité*.

Le volume III des *Principles* sert deux fins de grande importance si on le considère comme l'ultime mise à l'épreuve du temps cyclique. D'abord, la méthode que préconise Lyell (voir derrière les apparences) fournit un moyen d'interprétation des vecteurs directionnels que la « lecture » directe des roches semble imposer à l'histoire géologique. Encore et toujours nous apprenons (par exemple) que les phénomènes apparents d'extinction de masse correspondent à des périodes d'interruption de la sédimentation, et que si les roches les plus anciennes semblent avoir subi des déformations plus accusées, cela prouve non pas que la Terre primitive était secouée de convulsions plus violentes, mais qu'il a fallu très longtemps pour que les forces constantes du métamorphisme modifient peu à peu leurs structures.

Ensuite, Lyell, en grand savant, comprend le principe cardinal de notre profession, que l'utilité active est l'ultime critère de la valeur d'une idée. La plupart des arguments qu'il avait produits jusque-là pour la défense du temps cyclique étaient des arguments rhétoriques, dialectiques ou antithétiques (destinés à prouver que les apparences de directivité que nous fournit l'interprétation directe des roches n'infirment pas l'hypothèse d'une constance de l'état physique). Mais pour couronner son plaidoyer et emporter la conviction, Lyell avait maintenant besoin de fonder sa démonstration sur des arguments irréfutables, d'apporter la preuve concrète que c'est le temps cyclique qui démêle l'histoire terrestre. En ce sens, le volume III consiste essentiellement en une longue illustration de la nouvelle méthode que

propose Lyell pour la datation des roches du cénozoïque (les soixante-cinq millions d'années, qui se sont écoulés depuis l'extinction des dinosaures) à partir de l'étude statistique des pourcentages d'espèces de mollusques encore vivantes. Je montrerai dans les pages suivantes que cette méthode, remarquable par son originalité, car elle se détourne résolument des sentiers battus de la paléontologie classique, découle directement de l'idée très particulière que se faisait Lyell du temps cyclique appliqué à l'histoire de la vie.

Bien que Lyell ne soit point l'idole de mon panthéon intellectuel (ce que j'écris depuis le début de ce chapitre en témoigne d'évidence), je dirai cependant que la lecture de l'édition originale des *Principles* a été pour moi tout à la fois une vive émotion, une grâce et une aventure. Des frissons me parcouraient l'échine tandis que m'apparaissait dans toute sa cohérence la géniale vision d'un temps cyclique immuable. Pourtant, la plupart des lecteurs ont été privés de ce frémissement. Il est difficile de se procurer la première édition de l'ouvrage, et de multiples facteurs se sont conjugués pour dégrader la cohérence de son œuvre au fil des éditions suivantes, celles que lisent d'ordinaire les géologues. D'une part, Lyell a retranché de son texte la quasi-totalité du troisième volume pour faire figurer son exposé de l'histoire de la Terre « actuelle » dans un autre livre, les *Elements of Geology* (titre qui sera commué en *Manual of Elementary Geology* dans les éditions ultérieures), détournant ainsi son propos de sa vocation première, qui était de plaider la cause de la temporalité cyclique. Et d'autre part, Lyell prendra un recul considérable par rapport à ce concept de temps cyclique lorsque plus tard, vers la fin de sa vie, il finira par reconnaître – non sans une lutte intérieure, mais avec une superbe honnêteté intellectuelle, comme nous le verrons plus loin (aux pages 240-249) – le caractère progressif de l'histoire de la vie. Enfin, il déplacera et remaniera tant de chapitres que la cohérence première de son argumentation s'étiole, et les dernières éditions de son œuvre s'apparentent fort, eh oui... à un manuel.

L'historien du temps cyclique

L'EXPLICATION DE L'HISTOIRE

Dans nos livres de cours, Hutton et Lyell ne vont pas l'un sans l'autre, et on nous les présente sous les traits de deux héros – le prophète ignoré et le scribe triomphant – qui auront donné à la géologie moderne ses titres de noblesse. Gilluly, Waters et Woodford (1968, 18), par exemple, écrivent : « Le principe d'uniformité proposé en 1785 par James Hutton [...] a été vulgarisé en 1830 dans un manuel par le grand géologue écossais Charles Lyell. » Les notions méthodologiques de l'uniformité, nous l'avons vu, étaient la propriété commune de tous les savants de l'époque. Hutton et Lyell s'en recommandaient, mais il semble tout de même abusif de leur en attribuer la paternité. (À vrai dire, on ne peut même pas qualifier Hutton de champion de l'« actualisme », puisqu'il soutenait que les forces souterraines jadis mises en jeu dans les phénomènes de consolidation nous étaient désormais invisibles et qu'on ne pouvait les déduire qu'à partir des caractéristiques des anciennes roches amenées en surface par la surrection.) Ce que Hutton et Lyell avaient en commun, c'était avant tout la vision d'un grand principe organisateur, le temps cyclique, facteur premier de l'uniformité de l'état physique. Mais là encore, on ne peut parler d'une absolue identité de vues, car Hutton concevait l'histoire géologique sous la forme d'une succession d'épisodes contrastés et soutenait que les périodes de soulèvement tectonique avaient été universelles et catastrophiques, alors que pour Lyell toutes les phases du cycle sont à l'œuvre localement et simultanément, donnant à la Terre sa stabilité dans une durée immobile au milieu de toute cette agitation dynamique. Tel visiteur venu observer la planète de Hutton aurait très bien pu ne voir là que le spectacle paisible de la sédimentation sous-marine, alors qu'un autre voyageur, un million d'années plus tard, aurait retrouvé une planète convulsée par la surrection. Rien de tel avec le globe de Lyell, en perpétuel remaniement lui aussi, mais où tous les processus sont constamment à l'œuvre, ici ou là, avec la même intensité et se compensent les uns les autres.

Je ne vois pas, néanmoins, la combinaison de rythme et d'état chez Lyell (l'imposant temps cyclique) et la notion plus catastrophiste des soulèvements chez Hutton comme deux de leurs positions les plus contradictoires. Il nous faut bien comprendre la dichotomie d'alors – temps sagittal contre temps cyclique – pour saisir ce qui distinguait si profondément l'une de l'autre leurs interprétations du temps cyclique.

Hutton avait mené à si bonne fin la transposition rigoureuse du programme newtonien que son idée de la planète est devenue totalement originale, au point d'en arriver à nier ce qui avait toujours constitué l'objet même de la démarche géologique : l'histoire elle-même, définie comme une suite d'événements particuliers s'échelonnant dans le temps. Dans le monde huttonien, les distinctions temporelles étaient dépourvues de sens, et jamais il n'use d'un langage propre à suggérer une quelconque continuité historique quand il décrit la Terre. Les événements correspondant à chaque cycle sont si semblables les uns aux autres que c'est à peine si nous savons (ou si nous nous soucions de savoir) où nous situer dans une séquence qui ne montre « pas le moindre vestige d'un commencement, pas la moindre perspective d'une fin ». (J'ai également relevé plus haut qu'en expliquant les théories de Hutton, John Playfair avait au contraire usé du langage habituel de la continuité narra-live, en sorte que cette caractéristique pourtant fondamentale du système huttonien est passée totalement inaperçue des scientifiques qui, pour la plupart, ne connaissent Hutton qu'à travers l'œuvre de son historiographe et vulgarisateur.)

Lyell se ralliait au concept de temporalité cyclique de Hutton, mais pas à sa vision antihistorique, pour des raisons qui tenaient à sa propre attitude d'esprit, mais aussi à son époque. Le demi-siècle séparant les deux hommes avait été témoin d'un changement de pratiques chez les géologues britanniques. Hutton couronnait toute une école de pensée que préoccupait la construction de systèmes généraux, de « théories de la Terre ». La génération suivante avait répudié cette démarche, qu'elle qualifiait de spéculation nocive, et qui revenait à mettre la charrue avant les bœufs. La jeune science géologique exigeait des faits, des données brutes recueillies sur le terrain. Elle

n'avait que faire de sottes théories prétendant tout embrasser. Pour aussi illusoire que fut pareille ambition, c'était de ce souci d'écarter l'« interprétation » et de restreindre la discussion aux faits et aux faits seuls que s'inspirait l'esprit de la Geological Society de Londres. Fondée depuis 1807, celle-ci s'était donné pour règle fondamentale de collecter *in situ* des preuves concrètes de la stratification, et en peu de temps elle avait enregistré une pléthore de passionnants résultats. Désormais, la géologie se donnait pour tâche de reconstituer dans le temps l'enchaînement des événements concrètement vérifiables, en usant de cette clé de l'histoire dont Cuvier et William Smith venaient de démontrer la portée générale : l'étagement différentiel des fossiles à travers le temps.

Lyell fut le fils serviable de cette révolution. Il procédait en historien, et le matériel de base de l'histoire consiste en la description de séries d'événements, chacun considéré comme unique (car si rien ne les distinguait, ils perdraient du même coup leur caractère d'indicateurs spécifiques d'un moment particulier). Il eût donc été difficile à Lyell d'épouser la conception antihistorique de Hutton. Mais comment un historien convaincu pouvait-il défendre et *mettre en pratique* le temps cyclique ? Et en quoi le concept de non-directivité pouvait-il servir d'outil à la recherche stratigraphique, l'aider à dévider l'écheveau, directionnel, de la continuité historique ?

La toute première phrase des *Principles* marque d'emblée la distance que prend Lyell par rapport à la vision antihistorique de Hutton : « La géologie est la science qui examine les changements successifs qui sont survenus dans les domaines organique et inorganique de la nature » (I, 1). Déclaration de principe bien anodine, mais on aura beau fouiller en long et en large le texte de Hutton, on n'y trouvera nulle part rien de semblable. Les grands bouleversements de la pensée échappent souvent à notre regard parce que leur succès les rend plus tard trop évidents.

Les premiers mots du livre témoignent d'une intelligence profonde du sens de l'histoire et de la joie qu'elle procure. Lyell constate le caractère distinctif de la recherche historique : les phénomènes du présent sont les aboutissants fortuits d'un passé qui aurait pu être différent, et non pas les produits prévisibles de lois naturelles. Les

amorces des phénomènes historiques peuvent bien n'avoir été qu'un minime déclic passé inaperçu, leurs effets s'amplifient pour prendre une résonance qui souvent nous fait oublier la modicité de leurs origines.

Quand nous nous reportons aux chroniques des nations, nous sommes parfois surpris de constater que la fortune d'une bataille a influencé les destinées de millions de nos contemporains, alors que depuis longtemps la masse de la population en a oublié jusqu'au souvenir. Nous découvrons parfois que cet événement lointain nous relie irrévocablement aux frontières géographiques d'un grand État, à la langue que parlent aujourd'hui ses habitants, à leurs mœurs, lois et opinions religieuses particulières. Plus étonnants et inattendus encore sont les liens mis en lumière quand nous interrogeons l'histoire de la nature. (I, 2.)

L'analyse statique d'un phénomène isolé peut nous éclairer quelque peu, mais qu'est-ce à dire en comparaison des lumières que nous dispense le contexte historique ?

L'anatomie comparée peut tirer quelque enseignement du simple examen des restes d'un quadrupède appartenant à une espèce éteinte, mais ces restes projettent une plus grande lumière sur la science de l'anatomiste quand celui-ci connaît l'époque à laquelle le quadrupède a appartenu, les plantes et animaux qui étaient ses contemporains, le degré de latitude où jadis il a vécu, et d'autres détails historiques. (I, 3.)

Conscient de l'importance de la taxinomie, Lyell souhaitait classer congrûment la géologie parmi les autres sciences, refusant de suivre plusieurs de ses prédécesseurs qui avaient rattaché cette discipline aux sciences physiques, fondées sur des lois naturelles qui n'accordent aucun caractère historique distinctif aux phénomènes du présent. Werner, par exemple, voyait en la géologie « une division subordonnée à la minéralogie » (I, 4), et Desmarest une branche de la géographie physique. Mais les minéraux doivent leurs propriétés à leur composition chimique, et les reliefs à des agents physiques de soulèvement et d'érosion. Ni la minéralogie ni la géographie physique ne tiennent compte du caractère irréductiblement historique des phé-

nomènes géologiques. Lyell rejette tout autant l'idée d'un rattachement de sa discipline à la cosmogonie, car puisque la géologie réclame une place parmi les sciences historiques, elle doit procéder à l'étude empirique des traces du passé, et non pas se joindre aux excursions de l'esprit vers l'origine des choses.

En tant qu'étude directe de l'histoire, la géologie doit son extraordinaire succès à un grand changement instrumental survenu tout juste une génération avant Lyell – le programme de recherche stratigraphique utilisant la datation différentielle des sédiments par les fossiles : « Notre rapide progrès dans les temps récents, nous pouvons principalement l'attribuer à la détermination minutieuse de l'ordre de succession et de superposition régulière des masses minérales, par les moyens de leurs différents contenus organiques » (I, 30).

Dans un vigoureux passage, Lyell nous expose la méthode particulière de l'histoire – nul besoin pour nous de singer les méthodes quantitatives de la science physique. Nous devons glorifier l'efficacité de ce que des esprits moins clairvoyants peuvent tenir pour une occupation fastidieuse : la mise en ordre des événements dans le temps.

Grâce au géomètre ont été mesurées les régions de l'espace et les distances relatives des corps célestes ; grâce au géologue a été dénombrée, non point par la computation arithmétique, mais par un enchaînement d'événements physiques, une succession de phénomènes dans le monde animé et inanimé ; signes qui apportent à nos esprits, mieux que ne le feraient les chiffres, des idées plus précises sur l'immensité du temps.

La physique a usé de ses outils pour repousser les limites de l'espace, nous avons usé des nôtres pour repousser celles du temps. Deux grandes victoires remportées par des méthodes différentes, mais dont les conséquences sont quasiment sans précédent dans l'histoire de la pensée.

Lyell affirme que l'histoire consiste essentiellement en une « succession de phénomènes », et que si les moments historiques se répétaient cycliquement, avec la précision et la régularité d'un mouvement d'horlogerie, leur caractère distinctif serait effacé. Il tourne en

ridicule les anciennes théories cycliques des Égyptiens et des Grecs, la croyance en l'éternel retour, l'*ewige Wiederkehr*, mais son ironie pourrait tout aussi bien prendre pour cible la vision antihistorique de Hutton :

Car ils comparaient le cours des événements de notre globe à des cycles astronomiques [...]. Ils proclamaient que tant sur notre Terre que dans les cieux les mêmes et identiques phénomènes revenaient indéfiniment, en une perpétuelle succession. Le même individu était voué à renaître pour accomplir les mêmes actions que par le passé. Les mêmes arts seraient réinventés, les mêmes cités reconstruites et de nouveau détruites. La flotte des Argonautes appareillerait de nouveau, avec les mêmes héros. Achille et ses Myrmidons livreraient une fois de plus bataille devant les murs de Troie. (I, 156-157.)

En définitive, ne nous privons jamais de la joie pure et simple de découvrir un passé disparu de notre horizon : « Tandis que nous goûtons les charmes de nos premières découvertes et explorons ce magnifique champ ouvert à notre curiosité, gardons continuellement à l'esprit cette phrase d'un grand historien de notre temps [Niebuhr, l'auteur de *L'Histoire de Rome*] : "Qui rappelle à la vie ce qui s'est éteint en ressent un bonheur indicible, en tout point comparable à celui de créer" » (I, 74).

LA DATATION DU TERTIAIRE PAR L'IMPOSANT TEMPS CYCLIQUE

Comme la préservation des traces du passé géologique s'améliore aux dates récentes, on pourrait présupposer que les formations rocheuses les plus jeunes sont celles qui se prêtent le mieux à l'étude stratigraphique. Au contraire, celles qui datent du paléozoïque sont souvent gauchies, altérées par le métamorphisme, et leurs fossiles déformés, réduits en poussière ou totalement éliminés par lessivage. Les géologues ont eu fort à faire pour reconstituer cette ère du lointain passé mais ils y sont parvenus, et c'est là un des plus beaux titres de gloire remportés par l'étude stratigraphique, qui par la même occasion a fait la preuve de sa maturité (voir le remarquable exposé de Rudwick sur la controverse du dévonien, 1985). Les strates tertiaires datant de l'« âge des mammifères » (les toutes dernières minutes de

ces soixante-cinq millions d'années, selon l'estimation actuelle) auraient dû les premières servir de fait témoin au nouvel outillage de la géologie et livrer leurs mystères. Paradoxalement, par un fâcheux hasard lié à l'histoire très particulière de l'époque tertiaire en Europe, ces roches les plus récentes ont pendant longtemps soulevé plus d'énigmes qu'elles n'ont apporté d'éclaircissements. Ce sont les strates du secondaire (ce que nous appelons de nos jours le mésozoïque et la partie terminale du paléozoïque) qui ont d'abord cédé aux nouvelles méthodes. À travers toute l'Europe occidentale, ces roches sont en effet disposées selon des configurations absolument idéales, comme en rêvent les manuels, c'est-à-dire en vastes formations composées de couches très peu déformées, horizontales ou mollement onduleuses, et qu'il est tout simple de localiser sur des surfaces considérables. Très caractéristique, la « craie » (couche supérieure du secondaire qui recouvre toute cette région et constitue les falaises de Douvres, par exemple) s'est formée sans hétérogénéité et n'a pas subi de déformation ultérieure – difficile de la rater, comme on dit.

En revanche, les plus jeunes strates du tertiaire se sont déposées en un ensemble irrégulier de cuvettes lenticulaires indépendantes les unes des autres (*figure 4.7*), véritable casse-tête stratigraphique pour le géologue, qui en est réduit à procéder par « superposition » et « corrélation », termes de fantaisie désignant les méthodes qui permettent d'établir indiscutablement que telle ou telle couche s'est déposée au-dessus de telle ou telle autre, puis de mettre en évidence, de proche en proche, ce même ordre de déroulement dans d'autres zones géographiques. Mais si les strates sont plutôt composées de masses compactes que de couches, il devient alors impossible de rétablir leur étagement chronologique par superposition. (Bon nombre de strates tertiaires, par exemple, sont représentées par des coulées intermittentes au lieu des minces couches alluvionnaires d'origine océanique, si fréquentes dans les formations du mésozoïque.) Enfin, si les strates sont confinées dans des bassins isolés de peu d'importance, on ne peut établir aisément une corrélation d'une localisation à une autre.

Or, en Europe, où le tertiaire a été marqué par la formation continue d'importantes masses continentales, les sédiments marins se sont déposés sous la forme d'enclaves dispersées, souvent remodelées, et non pas de nappes uniformément réparties sur de vastes surfaces. Ainsi donc, les strates du tertiaire constituaient un défi pour le programme stratigraphique, au lieu de lui servir de premier exemple comme l'aurait voulu la logique (sans les aléas de l'histoire). Il y avait tout de même là quelque chose d'embarrassant, puisqu'il aurait suffi d'une bonne technique pour faire aisément moisson de résultats. Aussi Lyell décida-t-il de mettre le tertiaire en coupe réglée, usant pour cela d'une méthode originale, fondée sur sa conception particulière du temps cyclique.

En présence d'une sédimentation qu'il était si malaisé d'interpréter, c'étaient les fossiles qui pouvaient livrer la clé de la séquence tertiaire. La recherche stratigraphique avait marqué le pas, hésitant à fonder la datation des roches sur le critère paléontologique. La mise en ordre chronologique de l'histoire doit satisfaire à une exigence rigoureuse, et à une seule : le constat matériel d'un changement vérifiable et irréversible survenu au cours de la durée, conférant à chaque moment historique un caractère distinctif. Depuis longtemps les géologues s'accordaient sur la valeur de ce principe dans l'absolu, sans trouver un critère pratique qui le vérifie. Werner et les neptuniens avaient bien tenté de recourir aux roches elles-mêmes, avançant que les formations distinctes, de compositions et de structures différentes, s'étaient déposées en série, selon un certain ordre, au fond d'un océan universel. Idée judicieuse et logique, mais qu'on ne pouvait mettre à l'épreuve des faits, car durant l'une des grandes ères de sédimentation, les strates terrestres ne se sont pas étagées par ordre de densité. De plus, les roches sont des objets physiques simples procédant de lois chimiques, et qui en tant que tels ne portent pas la signature d'une époque particulière. Le quartz reste le quartz – un tétraèdre apparié contenant au centre un ion silice et entouré de quatre ions oxygène qu'il partage avec un autre tétraèdre. Ainsi en était-il au commencement des temps, ainsi en est-il aujourd'hui, ainsi en sera-t-il à tout jamais tant que les lois de la nature prévaudront. Le quartz du cambrien ne se distingue en rien de celui du pléistocène.

Tandis que la vie, elle, est suffisamment complexe pour se transformer par une succession d'états qui jamais ne se répètent. Aujourd'hui, nous attribuons cet enchaînement irréversible à l'œuvre de l'évolution, mais le fait de l'unicité peut être établi avant d'en appeler à une théorie quelconque pour l'expliquer. Le critère des formes fossiles est devenu aujourd'hui la pierre de Rosette de la recherche en stratigraphie, mais rares étaient ses premiers usagers qui acceptaient l'idée d'évolution en arrière-plan des étapes temporelles distinctes dont rendaient compte les fossiles. À l'époque de Lyell, ces différences apparaissaient comme une donnée inexplicable mais de première importance. Professant une prudence d'agnostique, Lyell s'avouait lui-même incapable de fournir une raison plausible à ces transformations, se bornant à déclarer qu'il n'aurait su dire combien de nouvelles espèces procédaient du dessein de Dieu, et combien avaient été créées par l'opération de causes secondaires, bien qu'à ses yeux les unes comme les autres eussent toujours été parfaitement adaptées à leurs milieux naturels.

Au temps de Lyell, cette question toujours en suspens de la stratigraphie tertiaire tournait autour de l'utilisation des fossiles pour « zoner » les strates et reconstituer pour toute la Terre la succession des étapes de cette longue ère géologique jusque-là considérée comme un segment indivis de l'histoire terrestre. En 1830, les adeptes de la stratigraphie croyaient que la vie s'était perfectionnée progressivement tout au long du tertiaire, et qu'on pouvait se fier, à tout le moins dans les grandes lignes, au degré de développement observé dans les fossiles de cette époque pour juger de l'âge relatif des strates. Mais de leur côté, tous les paléontologistes soupçonnaient la progression de ne pas s'être accomplie de façon suffisamment linéaire et uniforme pour qu'on pût faire d'elle une échelle de mesure effective. Dans la pratique, les adeptes de l'évolution se fiaient plus volontiers à la similitude des formes vivantes qu'à une jauge dont les graduations, arbitraires et approximatives, étaient censées mesurer la perfection relative des structures biomécaniques. De plus, pour zoner le tertiaire, ils auraient préféré se doter d'une série de fossiles composée de spécimens aisément identifiables, ayant vécu exclusivement durant une période géologique brève et bien différenciée. Il leur semblait plus commode de tabler sur le caractère spécifique de ces fossiles et sur la

brève existence de leurs espèces que sur leurs degrés présumés de complexité. Pourtant, en dépit de la distance séparant la pratique de la théorie, la notion de « progressionnisme » marquait des points et orientait l'étude stratigraphique de terrain vers la recherche de séries de fossiles de plus en plus perfectionnés et bien datés chronologiquement.

La conception du monde de Lyell lui interdisait d'user des méthodes communément appliquées par ses collègues. La vie participait pleinement de l'état dynamique immuable du temps cyclique. Les fossiles ne mettaient en évidence aucun vecteur de progression, et il n'existait pas de critère qui permît de montrer un perfectionnement dans les séries d'espèces. Dit de la manière la plus abrupte, la vie (comme totalité) a toujours été à peu près la même – avec un équilibre maintenu dans le nombre des espèces comme dans la proportion relative des différentes familles. Cela étant, quel critère paléontologique un lyellien aurait-il bien pu adopter pour dater les roches ? Et, à défaut de critère, comment pouvait-il s'efforcer de résoudre la grande question qui préoccupait sa profession et engageait son avenir ?

Si Lyell avait compté parmi les huttoniens de stricte obédience, il lui eût été impossible de trouver un exutoire à ce dilemme. Il serait resté prisonnier d'un concept antihistorique, selon lequel tout événement est à tel point similaire à celui auquel il correspond dans le cycle précédent, qu'on ne peut établir aucun critère de différenciation historique. Mais Lyell, qui en son temps faisait figure de chef de file de la géologie pratique, était, nous l'avons dit, un historien engagé. Il reconnaissait un caractère unique aux événements telluriques, et c'est sur ce principe qu'il se fonda pour faire témoigner le temps cyclique en faveur de l'histoire.

Pour emprunter à Lyell sa technique favorite de l'illustration métaphorique, représentons-nous l'ensemble des espèces vivant à un moment donné sur la Terre par un nombre défini de fèves contenues dans un sac (car Lyell assimilait les espèces à des particules). Puis procédons à une expérimentation qui va durer cinq jours. Le sac doit contenir mille fèves, jamais davantage. Mais continuons cependant d'introduire dans le sac de nouvelles fèves, au rythme constant d'une

fève toutes les deux minutes, par exemple. Sachant que le sac ne peut en contenir que mille, chaque fois que vient s'en ajouter une nouvelle, l'expérimentateur en élimine une autre, qu'il tire au hasard.

Il nous manque le plus important pour rendre parfaite l'analogie avec la vie selon Lyell : les fèves ne sont pas identiques ; chacune d'elles représente un objet historique. Pour mieux dire, chacune porte à son bout inférieur une marque distinctive qui lui est propre (pour autant qu'on puisse concevoir des fèves pourvues de cette caractéristique). Nous sommes ainsi en mesure d'identifier individuellement les fèves, de savoir sans équivoque possible laquelle est laquelle. Mais ces marques distinctives, et c'est bien là le hic, ne nous donnent pas *la moindre indication de temporalité*. Les fèves ne sont ni teintées conformément à un code couleurs qui nous renseigne sur le jour de leur introduction dans le sac, ni reconnaissables à une géométrie particulière à leur époque d'origine. En d'autres termes, nous pouvons toutes les identifier en tant qu'objets distincts, mais rien, dans leur morphologie ou leur couleur, ne nous indique ni leur âge ni le moment où on les a mises dans le sac.

Ce schéma correspond point par point à l'idée que Lyell se faisait des fossiles dans un monde souverainement régi par l'imposant temps cyclique. Les cinq journées de l'expérimentation représentent les ères immenses du temps géologique (peu nombreuses), et les marques signent le caractère unique et distinctif de chacune des étapes de la continuité historique. Mais ces marques ne traduisent (on le remarquera) aucun progrès, car si chaque fève est différente des autres, toutes sont égales en mérite. L'introduction dans le sac d'une fève toutes les deux minutes illustre l'uniformité du rythme, ou gradualisme. L'élimination par tirage au sort d'une fève ancienne chaque fois qu'on en introduit une nouvelle perpétue l'état immuable de la diversité.

Le grand manipulateur de légumineuses soumet à présent un petit problème à notre sagacité. Le dernier jour de l'expérimentation, il a pris toutes les six heures un cliché du sac aux rayons X, mais il a oublié de mentionner l'heure de la radiographie sur ses clichés. Ce qu'il nous demande, c'est de disposer les quatre documents dans le bon ordre chronologique (minuit, six heures, douze heures et dix-huit

heures). De plus, il veut bien nous remettre le sac tel qu'il se présente à la fin de la dernière journée. Comment nous y prendre ?

Lyell et son élève Simplicio considèrent le problème. Cherchons, dit Simplicio, toujours partisan du moindre effort, une fève qui nous le dise. Lyell rétorque qu'un tel objet n'existe pas. Perversement, le caractère unique de chaque fève ne nous renseigne absolument pas sur son âge. Lyell fustige Simplicio pour sa paresse et déclare que le problème ne peut se résoudre que par la statistique.

Par bonheur, l'astucieux manipulateur a songé à nous pourvoir d'un critère qui va nous permettre de résoudre ce problème de datation dans la durée cyclique. Il nous a remis le sac de fèves tel qu'il est maintenant. Voyons comment notre homme s'y est pris le dernier jour, propose Lyell. Toutes les deux minutes, soit 720 fois en vingt-quatre heures, il a mis une fève dans le sac et en a éliminé une autre au hasard. À présent, ouvrons le sac. Le gros de son contenu est représenté par les fèves introduites au cours de la dernière journée. Mais toutes ne sont pas là, bien entendu, puisque sur les 720 plusieurs ont été éliminées aussi par (re)tirage au sort. Soit, admet Simplicio, qui commence à suivre le raisonnement de son maître, mais quel avantage, puisque les marques ne nous donnent aucune indication de date, et donc ne nous permettent pas de départager des autres les fèves mises dans le sac le dernier jour ?

Lyell expose alors son critère statistique. Nous sommes incapables de dire quand telle ou telle fève a été mise dans le sac, certes. Mais nous pouvons dresser la liste de toutes les marques du lot de fèves tel qu'il est maintenant constitué, et ensuite examiner les quatre clichés et disposer en tableaux les mille marques comprises dans chacun. Plus une fève a séjourné longtemps dans le sac, plus grande aura été la probabilité qu'on l'en retire (étant donné que les fèves ont été éliminées de façon aléatoire au fur et à mesure qu'on en introduisait de nouvelles). Donc, plus une fève a été récemment introduite dans le sac, plus elle a de chances de s'y trouver encore. Et Lyell s'écrie, triomphant : Il ne suffit plus maintenant que de déterminer grâce aux tableaux, pour chacun des clichés, le pourcentage des fèves encore présentes dans le sac à la fin de la journée. Plus ce pourcentage est élevé, plus le cliché est récent.

De quel autre critère pourrions-nous user ? Aucune fève n'avoue son âge, mais nous possédons le sac, et nous pouvons lire les heures grâce à une approche graduelle et continue de sa composition actuelle. Le sac présent n'est ni plus ni moins caractéristique qu'un autre ; simplement, il a pour vertu de pouvoir être localisé précisément dans le temps, et de se prêter à des comparaisons analogiques avec d'autres sacs.

C'est ainsi que Lyell a daté le tertiaire (le dernier « jour » d'un tout petit nombre) avec exactitude : en proposant une mesure statistique portant sur le pourcentage relatif des espèces de mollusques fossiles par rapport à celles qui vivent de nos jours. (Pourquoi les mollusques ? Parce qu'ils sont nombreux et bien différenciés dans les strates du tertiaire, et aussi parce que Lyell avait les moyens de rétribuer son collègue français Deshayes pour qu'il mît à sa disposition ses vastes connaissances en matière de taxinomie et dressât l'inventaire systématique de toutes les espèces connues dans les principales formations du tertiaire européen.) Ce critère d'évaluation statistique ne peut établir de distinctions extrêmement précises, étant donné que divers facteurs aléatoires interviennent (pas seulement dans l'élimination, comme dans notre expérience de fèves, mais aussi, car la réalité est plus complexe, dans le fait que les espèces n'apparaissent pas à intervalles fixes, et leur nombre total n'est pas véritablement constant). Lyell a donc subdivisé le tertiaire en quatre périodes (de la même façon que l'expérimentateur avait pris quatre clichés), qu'il a baptisées respectivement éocène, miocène, pliocène ancien et pliocène (*figures 4.8 et 4.9*), chacune étant définie par un pourcentage (environ trois pour cent des espèces actuelles de mollusques vivaient à l'éocène, vingt pour cent au miocène, plus du tiers et souvent plus de la moitié au pliocène ancien, et à peu près quatre-vingt-dix pour cent au pliocène). [Ceux de mes lecteurs qui ont dû apprendre par cœur l'échelle des ères géologiques remarqueront que notre système de classification moderne a conservé la terminologie lyellienne, à laquelle sont venues s'ajouter quelques appellations formées sur le même modèle – paléocène, oligocène, pléistocène – pour désigner les subdivisions mises en évidence par l'accroissement de nos connaissances.] Usant d'une métaphore tout à fait comparable à celle du sac de fèves, Lyell écrit :

Cette augmentation des espèces existantes et l'atténuation graduelle du phénomène d'extinction au fur et à mesure que nous suivons les séries de formations des plus anciennes vers les nouvelles est strictement analogue, comme nous l'avons observé précédemment, aux fluctuations d'une population, à supposer que ces fluctuations aient été consignées à des périodes successives, à partir de l'époque où sont nés les plus âgés des individus encore en vie aujourd'hui, jusqu'au moment présent.

La seule description de la méthode de Lyell est impuissante à restituer pleinement le brio et le caractère radical de son concept. Considérons simplement les trois points suivants :

Premièrement, Lyell a proposé cette méthode sur la loi des grands nombres à une époque où la pensée statistique était encore dans l'enfance. Depuis un siècle que ce mode de raisonnement a fait ses preuves, la plupart d'entre nous doivent aujourd'hui encore recourir à une métaphore pour bien le saisir.

Deuxièmement, cette méthode choquait singulièrement toutes les conventions admises par la paléontologie de l'époque. Dans leur grande majorité, les géologues stratigraphes avaient rejeté en bloc les deux notions de gradualisme et d'uniformité de l'état physique, et proposé d'autres procédés de datation, dont Lyell contestait la validité. J'ai déjà dit plus haut que le « progressionnisme » (concept diamétralement opposé à celui d'uniformité de l'état) avait amené la plupart des géologues de terrain à s'appuyer sur des fossiles bien particuliers, dont la complexité anatomique pouvait marquer chronologiquement les strates – tout à l'opposé de la démarche statistique, laquelle englobait la totalité des espèces.

Une autre raison encore poussait les détracteurs de Lyell à rejeter son principe de gradualisme : l'histoire des fossiles était entrecoupée d'extinctions de masse suivies tout aussitôt par l'expansion de nouvelles espèces. Cette conception de l'histoire de la vie avait abouti à une méthode de datation fort différente : la recherche d'ensembles distinctifs d'espèces servant à marquer chacune des ères de la durée géologique. Pareille façon de procéder n'a aucun sens dans le monde de Lyell, où les espèces, particules indépendantes uniformément distribuées dans le temps, n'envahissent ni ne quittent de concert la

scène géologique. Ce sont les lacunes de nos collections de fossiles qui nous donnent cette impression illusoire d'époques distinctives. En procédant à des mesures statistiques, nous ne saisissons que les moments d'un continuum harmonieux et régulier :

Il est à craindre qu'en géologie les périodes zoologiques, à l'exemple des divisions artificielles [introduites] dans les autres branches de l'histoire naturelle, ne prennent trop d'importance du fait que nous les supposons fondées sur de grandes interruptions survenues dans la succession régulière des événements du monde organique, alors que nous devrions considérer que comme les genres et ordres de la zoologie, ces divisions ont été inventées pour la convenance d'un arrangement systématique, et toujours nous attendre à découvrir des gradations intermédiaires entre les frontières que nous avons tout d'abord tracées. (III, 57.)

Troisièmement – et il est plus difficile de trouver les mots –, la méthode de Lyell est tortueuse et lumineuse. Elle vous force à penser. Elle prend le contre-pied de toutes les traditions du terrain, de son époque à nos jours. Les paléontologues se consacrent aux détails. Les professionnels deviennent des spécialistes de groupes particuliers à des époques particulières ; nous recevons une formation avancée par apprentissage auprès d'autorités, et nous passons des années à étudier les détails taxinomiques de familles que nous avons choisies. Nous nous fondons sur cette spécialisation très poussée pour résoudre les problèmes de la stratigraphie et cerner tel intervalle de temps géologique parce que c'est ici que vit Jojo le brachiopode, et tel autre intervalle parce que c'est là, dans ces strates, qu'habite Jimmy le bryzoaire.

« Le rêve lyellien d'une paléontologie statistique » (c'est le titre donné avec pertinence par Rudwick en 1978 à une analyse critique tout à fait remarquable) va à l'encontre même de cette tradition de spécialisation. Il applique à l'univers capricieux de l'histoire la généralité d'un processus abstrait se déroulant avec la régularité d'un tic-tac d'horloge (à part quelques fluctuations dues au hasard). De tels mariages entre partenaires dissemblables (des méthodes propres à un domaine avec des inconnues typiques d'un autre) comptent souvent parmi les plus fécondes unions intellectuelles.

Comprendre cette ingénieuse méthode de datation du tertiaire conçue par Lyell, c'est aussi bien voir la démonstration rationnelle et le principe organisateur développés à l'arrière-plan des deux derniers volumes de *Principles of Geology*, car l'une comme l'autre ont pour premier objet de faire du temps cyclique un cadre méthodologique d'interprétation de l'histoire. En simplifiant légèrement, on peut considérer le volume II comme une longue justification des « espèces en tant que particules » dans un monde soumis à l'étiquette du temps cyclique, relançant, si l'on veut, la métaphore du sac de fèves. Munis de cette clé, le véritable dessein nous devient intelligible, et Lyell ne nous apparaît plus sous les traits d'une vieille baderne fustigeant l'évolution avant même que Darwin n'en eût vulgarisé l'idée.

Les chapitres I à IV de ce second volume, dans lesquels Lyell conteste Lamarck et tout le concept d'évolution, s'appliquent à démontrer que les espèces sont des particules, et non des tendances ou des segments arbitraires d'un flux continu. Les espèces sont les fèves dans le sac de la nature. Pour reprendre les mots qui achèvent le chapitre IV : « Il apparaît que dans la nature les espèces ont une existence véritable, et que chacune d'entre elles, à l'époque de sa création, a été dotée des attributs et de l'organisation par lesquels nous les distinguons aujourd'hui » (II, 65).

Les chapitres V à VIII, portant sur la distribution géographique, établissent que les espèces se sont développées dans des aires particulières, à partir de foyers d'origine. Là encore, nous n'avons pas affaire à des tendances générales, mais à des objets spécifiques – les fèves introduites dans le sac à des moments définissables. « À l'origine ne sont créés que de simples ensembles de chacune des espèces animales et végétales, écrit Lyell, et les individus appartenant à ces nouvelles espèces ne surgissent pas dans plusieurs lieux différents à la fois » (II, 80).

Ensuite, les chapitres IX et X abordent le principe de la parfaite adaptation des espèces à leur environnement naturel, chaque fève étant ainsi marquée d'une empreinte distinctive³⁴ :

« Les fluctuations de la création animée et inanimée devaient être en parfaite harmonie les unes avec les autres » (II, 159). Enfin, le chapitre XI énonce que l'introduction de nouvelles espèces vient com-

penser la disparition graduelle des formes anciennes. Ainsi le sac de fèves demeure-t-il constamment en état d'équilibre dynamique, c'est-à-dire toujours plein, mais variant constamment dans sa composition, conformément à « l'hypothèse d'une extinction graduelle de certains animaux et de certaines plantes, et de l'introduction continuelle de nouvelles espèces » (III, 30).

Le volume III nous propose une excursion à travers la durée géologique, illustrée par l'application à l'histoire de la Terre de la méthodologie de Lyell. Mais sur les vingt-six chapitres de ce volume, dix-neuf retracent la chronologie du tertiaire, et la plupart des autres accordent une large place à la discussion des problèmes que pose cette ère géologique. Le volume se termine par un appendice de soixante pages reproduisant *in extenso* les tableaux synoptiques dressés par Deshayes pour schématiser la durée d'existence des mollusques du tertiaire et le pourcentage des espèces vivantes dans chacune des unités stratigraphiques. On n'a aucun mal à voir ce qui intéresse le plus Lyell : ce texte n'est pas impartial, sinon il l'aurait découpé en proportion du temps et des strates conservées.

Les géologues praticiens savent quasiment tous que c'est Lyell qui a établi la nomenclature des époques du tertiaire. Ils ne voient là le plus souvent qu'un trait anecdotique prouvant que l'apôtre de l'uniformitarisme n'a pas dédaigné de travailler un peu sur le terrain. Mais pour peu que nous sachions saisir la relation intime – et bien sûr nécessaire – unissant le succès durable de cette nomenclature à sa vision du temps cyclique, alors nous comprenons mieux la richesse du système qu'il a formulé. Lyell a rompu avec le concept de Hutton, stérile parce que antihistorique, et montré que celui d'une temporalité cyclique immuable pouvait servir d'instrument de recherche pour la démarche fondamentale de la géologie, qui est d'ordonner les événements dans le temps. Le système de Lyell fonctionne parce que nous habitons un monde d'histoire – d'après le critère primordial de l'unicité de chaque phénomène dans un contexte temporel. Charles Lyell aura été *l'historien* du temps cyclique.

Un reniement partiel

LYELL SE RALLIE À L'ÉVOLUTIONNISME

Au fil du temps, les montagnes s'élèvent et l'érosion les aplanit – « les mers montent et les mers se retirent », selon la devise des géologues d'autrefois. Le principe d'uniformité de l'état peut très bien rendre compte de l'histoire physique. Mais l'extension du temps cyclique à l'histoire de la vie est toujours apparue invraisemblable à une majorité de géologues – surtout considérée sous l'angle de l'apparition de l'homme au plus haut sommet de la montagne du temps. Lyell a bien tenté de démontrer rationnellement, nous l'avons vu, qu'aucune progression n'a marqué l'histoire de la vie, mais ses arguments manquaient de consistance théorique et n'étaient étayés par aucune preuve empirique. Aussi, sur la fin de ses jours, renonça-t-il à son intransigeant concept de temps cyclique pour admettre, non sans de sérieuses réticences, que l'apparente progression observée dans l'histoire de la vie était bel et bien une réalité.

Mais il avait tenu bon pendant plus de vingt ans (de la première édition de ses *Principles* en 1830 à son dernier plaidoyer pour le non-progressionnisme, exprimé en 1851 sous la forme d'une allocution pour l'anniversaire de la Geological Society de Londres, dont il était le président). Vingt ans durant lesquels l'exploration géologique n'avait point trouvé trace du moindre mammifère dans le paléozoïque, si bien que le vieil argument de Lyell (voulant que rien ne nous autorisât à attendre quoi que ce soit tant que notre connaissance du paléozoïque resterait appuyée sur les rares sédiments océaniques, géographiquement limités en superficie, que jusque-là les géologues avaient localisés) devenait de moins en moins défendable au fur et à mesure que l'étude de cette période géologique s'étendait à l'Europe orientale comme à l'Amérique du Nord et venait démentir ses prédictions. Lyell commença à lâcher pied et, en définitive, au terme d'un rude débat qui se prolongea tout au long des années 1850, il capitula.

Tant qu'il ne fut pas persuadé qu'on trouverait des restes humains, ou même des artefacts attestant la présence de l'homme, dans

l'héritage géologique, Lyell put faire d'*Homo sapiens* un additif divin de dernière minute. Mais au fur et à mesure qu'on exhumait des strates les plus jeunes un nombre croissant d'artefacts, sur la nature desquels on ne pouvait se tromper, il lui devenait de plus en plus difficile de ne pas accepter l'idée que l'origine de l'homme avait été un événement survenu dans le cours normal de la nature. Mais comment, après cela, nier dans le progrès un principe directeur ? Aussi fut-il amené par la force des choses à regrouper en un seul volume ses connaissances sur l'histoire de l'homme (*On the Geological Evidences of the Antiquity of Man*, 1862) dans lequel il admet que le progrès évolutif était « une hypothèse indispensable [...] que rien ne pourra jamais infirmer ».

Quant aux *Principles*, il en avait publié la neuvième édition – la dernière dans laquelle il défend avec intransigeance son concept de temps cyclique – en 1853, et treize ans s'écouleront ensuite, bien plus qu'il ne lui en avait fallu jusque-là pour remanier chacune des précédentes éditions, avant que ne paraisse la dixième (en 1866), celle où pour la première fois il annonce sa rétractation. Il ne fait aucun doute pour moi que ce long intervalle témoigne de son trouble et de ses doutes grandissants, et prouve qu'il était peu disposé à mettre son ouvrage sous presse avant d'avoir tranché ce dilemme capital. Publiée en 1872, la onzième édition – la dernière à paraître du vivant de Lyell – ne comporte que des remaniements de détail par rapport à la capitulation inconditionnelle de 1866.

Le chapitre IX de cette dernière édition traite du même sujet (la « théorie du développement progressif de la vie organique »), mais cette fois Lyell donne son assentiment. Dans le paragraphe récapitulatif concluant ce chapitre, il dissout enfin l'amalgame des uniformités de méthode et de fond qui avait alimenté pendant quarante ans sa rhétorique. L'homme de science, affirme-t-il, peut accepter l'idée que l'histoire de la vie s'est accomplie selon une évolution progressive, et cela sans renier pour autant les deux principes d'uniformité des lois et des modes opératoires :

Mais rien ne doit ébranler sa foi en l'absolue constance des lois de nature [uniformité des lois], ni non plus, s'agissant des changements du système terrestre [uniformité des modes opératoires], le faire

douter de sa faculté de raisonner à partir du présent pour remonter dans le passé, tant dans le monde organique que dans le monde inorganique, à la condition qu'il ne rejette point, dans le monde organique au moins, la possibilité d'une loi d'évolution et de progrès. (1872, I, 171.)

Lyell n'en tente pas moins d'atténuer la portée de sa conversion, qu'il ramène à un simple réajustement théorique imposé par le poids des évidences. Si par le passé il a refusé d'accréditer l'idée d'une évolution progressive, c'était tout bonnement par scepticisme, eu égard à l'insuffisance des données. Réduction peu convaincante, puisqu'en admettant qu'une progression s'était accomplie dans l'histoire de la vie, Lyell abdiquait et sa vision du devenir géologique et tout ce qui découlait de cette vision, en particulier le rêve de fonder une paléontologie statistique.

Les dates de l'apparition successive de certaines classes, certains ordres, certains genres, ceux-là mêmes dont le niveau d'organisation supérieur a toujours caractérisé les roches les plus récentes dans les séries géologiques, ont souvent été fixées de façon arbitraire, et la mise en évidence d'erreurs chronologiques a fait naître bien des doutes quant au bien-fondé de la théorie de la progression. Des doutes que j'ai amplement partagés moi-même dans les précédentes éditions de cet ouvrage. Mais depuis que nombre de corrections ont été apportées à la datation des premiers signes de vie sur le globe, et des périodes où sont entrés sur la scène des êtres, animaux ou végétaux, pourvus d'un plus haut degré d'organisation, la théorie originale [il s'agit du transformisme, pas de l'uniformité de l'état physique] est défendable sous une forme quelque peu modifiée. (1872, I, 145.)

La retraite et la reddition de Lyell me semblent faire communément l'objet d'une interprétation formulée *a posteriori*, et je vois là encore une conséquence fâcheuse de cette anachronique tendance qui est la nôtre à trancher des débats antérieurs à Darwin à la lumière de sa théorie de la sélection naturelle, comme si à nos yeux il allait de soi que ces débats s'inscrivaient dans une vaste dichotomie opposant l'évolutionnisme au créationnisme. Selon cette façon de juger les choses, ce serait l'évolutionnisme qui aurait amené Lyell à reconsidé-

rer sa position, et le lien qui dans son esprit unissait transformation et progrès³⁵ l'aurait contraint à réviser sa position après que Darwin l'eut convaincu de se rallier au concept d'évolution. Lyell comptait bien sûr parmi les confidents et amis proches du théoricien du transformisme, pour qui il avait pris fait et cause quand Wallace, sans avoir eu connaissance des travaux de Darwin, avait formulé lui aussi la théorie de la sélection naturelle. Un « délicat compromis » avait alors établi l'antériorité des idées darwiniennes, exprimées dans un manuscrit encore inédit lorsque Wallace avait communiqué ses observations à la Société linnéenne de Londres. Charles Darwin semble donc avoir été pour beaucoup dans le ralliement de Lyell à la cause évolutionniste, et dans le revirement qui a poussé Lyell à remanier l'édition 1866 de ses *Principles*.

Mais une remarquable série de documents (sept cahiers personnels « sur la question des espèces », consignés par Lyell entre 1855 et 1861, publiés pour la première fois en 1970 par L.G. Wilson) nous oblige à prendre le contre-pied de cette idée reçue et à considérer les choses sous un autre angle, plus accordé à la vraisemblance psychologique.

Darwin, ces carnets de notes en témoignent, a pour la première fois révélé sa théorie à Lyell lors d'une visite qu'il lui rendit à Down en avril 1856. (Lyell savait bien entendu que Darwin s'était préoccupé du « problème des espèces » et qu'il faisait sienne l'hérésie évolutionniste si répandue, mais jusque-là ce dernier n'avait pas encore exposé à Lyell le mécanisme de la sélection naturelle tel qu'il le concevait.) Ces notes montrent aussi que Lyell ôtait déjà pleinement conscient du verrouillage que représentait pour l'histoire de la vie organisée son concept de non-progression, lequel lui semblait d'autant plus douteux que tout – et en particulier la découverte dans les sédiments les plus récents d'objets fabriqués par l'homme – venait le démentir. Avant même que Darwin ne lui fit part de ses conceptions du transformisme, Lyell en était d'ores et déjà venu à la conclusion la plus douloureuse de sa carrière : il devrait probablement se résigner à renoncer à ce concept sur lequel était ancrée sa vision de l'histoire.

Que faire en pareille déconfiture ? Limiter les dégâts et opérer un repli stratégique ? Ce fut l'évolutionnisme, précisément, qui lui offrit

l'occasion d'une retraite honorable. Car Lyell ne s'est pas rallié à ce nouveau concept parce que Darwin lui en a démontré la justesse ou parce que la théorie de la sélection naturelle lui semblait lumineuse, mais bien parce que le transformisme lui fournissait le moyen de préserver tous les autres aspects de l'uniformité maintenant qu'il avait fait, bien à contrecœur, la part du feu, et accepté l'idée que l'histoire de la vie s'était accomplie conformément à une progression.

Si Lyell fut ébranlé par la démonstration que lui fit Darwin de la sélection naturelle, ses notes n'en laissent rien percer. Au contraire, les réflexions personnelles qu'il consigne dans ses carnets témoignent de son désintérêt total pour les mécanismes du changement évolutif, attitude d'esprit décidément bien étrange chez un homme qui est censé avoir renoncé à ses propres convictions parce que Darwin lui en aurait démontré l'inanité. Dans certains passages, Lyell formule même diverses critiques prouvant que jamais il ne s'est rallié, au grand dépit de Darwin, à la théorie de la sélection naturelle. J'aime particulièrement sa métaphore hindouiste exprimant si bien l'argument classique contre la sélection naturelle qui, si elle extermine les moins aptes à survivre, est incapable à elle seule de créer des espèces adaptées : « Si nous prenons les trois attributs de la divine trinité de la religion hindoue, Brahma le créateur, Vishnou le conservateur et Çiva le destructeur, la sélection naturelle nous apparaît comme une alliance des deux seuls derniers. Mais en l'absence du premier, le pouvoir créateur, on conçoit mal quelle fonction pourraient bien avoir les deux autres » (*in* Wilson, 1970, 369).

Au contraire, Lyell exprime dans son Journal, avec une insistance quasi obsessionnelle, combien il se défend d'accepter l'idée que l'histoire de la vie organisée résulte d'une progression, et combien surtout il répugne à inscrire l'origine de l'homme dans le cours normal des événements naturels. Mais quand enfin il cède et qu'il finit par admettre et la réalité du progrès et l'intégration de l'homme dans le continuum zoologique, quelle attitude peut-il bien adopter pour justifier sa reddition ? Alternative toute simple : ou bien il se reconvertissait sans restriction au « progressionnisme » dont il embrassait en totalité le credo, ce qui revenait pour lui à cautionner des lois de progrès extrinsèques du phénomène vital, et peut-être aussi à approuver l'idée (in-

acceptable entre toutes) qu'il a existé des périodes d'extinction de masse suivies d'une nouvelle création d'espèces, pourvues de niveaux d'organisation plus complexes ; ou bien il rendait compte de ce même phénomène de progrès en faisant de lui une conséquence de l'évolution. Un passage particulièrement significatif nous révèle que ce qui embarrassait le plus Lyell, c'était cette notion de progrès, et qu'à ses yeux l'évolutionnisme fournissait une explication plus acceptable du perfectionnement de la vie organisée que le progressionnisme – bien-tôt vieux d'un demi-siècle – pris au pied de la lettre.

Il n'est qu'une différence minime entre le progressionnisme à tous crins et Lamarck, puisque dans l'un des cas on invoque l'intervention d'un *modus operandi* de nature inconnue, baptisé création et gouverné par une loi qui est cause du développement progressif, et que dans l'autre, à la place de ce principe inconnu baptisé Création, [on affirme] que le pouvoir de faire varier [les espèces] est augmenté ou multiplié par le Temps. C'est la théorie d'une série régulière d'êtres progressivement perfectionnés, dont l'Homme fait lui aussi partie intégrante, qui nous fournit une conclusion proprement stupéfiante, destinée, si elle s'imposait, à démolir et subvertir, en même temps que la Transmutation [le mutationnisme], les dogmes théologiques et les rêveries philosophiques dont nous avons hérité. [...] Il semble bien qu'entre les deux hypothèses rivales [l'évolutionnisme et le progressionnisme], il existe moins de possibilités de choix qu'on ne l'a cru généralement. (*In* Wilson, 1970, 222-223.)

Je vois en cette dernière déclaration (réitérée à de multiples reprises, et sans grands changements, tout au long des pages du Journal) la clé de la conversion de Lyell. Il n'accepte pas l'évolutionnisme parce que les laits plaident en sa faveur, car à vrai dire il voit assez mal ce qui distingue l'évolutionnisme du progressionnisme, et en quoi l'une des deux théories rendrait mieux compte que l'autre du phénomène de perfectionnement des espèces, qu'avec bien des réticences il a fini par admettre. Alors, pourquoi préférer l'évolutionnisme ?

La réponse formulée par Lyell dans son Journal semble claire : une fois admis le concept de progression dans le cours de la vie organisée, l'évolutionnisme était la seule position de repli qui préservât ce

qui pouvait encore être sauvé de l'uniformitarisme. Un ralliement au progressionnisme l'eût au contraire obligé à renoncer aussi au principe de gradualisme (étant donné que cette théorie expliquait le progrès des espèces par des phénomènes d'extinction de masse). Pis encore, le principe d'uniformité des lois aurait été lui aussi mis en péril, si un mystérieux processus de création doit être admis pour rendre compte de l'origine des espèces (Lyell, on s'en souvient, a toujours professé sur ce point un agnosticisme résolu, et n'a jamais été créationniste). Et qu'en eût-il été de son second principe méthodologique, celui de l'uniformité des modes opératoires ? Si un pouvoir créateur opère par intermittence, que l'on n'a jamais vu à l'œuvre sur notre planète, comment peut-on l'étudier à partir de l'observation des causes actuelles ?

Alors qu'avec l'évolutionnisme Lyell pouvait à tout le moins protéger ses arrières, c'est-à-dire faire la part des choses en ne renonçant qu'à un seul de ses principes d'uniformité, cher entre tous, certes, puisqu'il s'agissait du temps cyclique. Mais mieux vaut condamner une salle que de voir s'écrouler tout l'édifice. Se rallier à l'évolutionnisme, c'était en effet la garantie de conserver intact son concept de gradualisme, et de s'y raccrocher d'autant plus fermement que Darwin, tout comme lui, croyait inconditionnellement que *natura non facit saltum* (la nature ne fait pas de sauts). Lyell pouvait de la même façon continuer à faire prévaloir et son principe d'uniformité des lois – car l'évolution « a l'avantage de se réclamer d'une Loi générale bien connue et non pas de l'intervention perpétuelle d'une Cause Première » (*in* Wilson, 1970, 106) – et son principe des « causes actuelles », puisque Darwin affirmait vigoureusement que toute modification apportée par les éleveurs dans les organismes animaux ou végétaux n'était que la reproduction à petite échelle des changements évolutifs survenus au cours de l'histoire.

Bref, Lyell a admis l'évolution pour préserver trois sur quatre de ses principes d'uniformité, et par là même sauver du désastre le plus possible de ses conceptions quand, face à un accablant témoignage apporté par les fossiles, il lui était désormais impossible de ne pas reconnaître, même à contrecœur, que l'histoire de la vie organisée s'était accomplie selon une évidente progression. Bien que j'inter-

prête ce ralliement à l'évolutionnisme comme une option intellectuelle « conservatrice » par rapport aux autres possibilités offertes à Lyell, il ne faut pas pour autant minimiser l'importance de la blessure et de la confusion d'esprit qui en ont résulté. Qu'on en juge par ce remarquable passage, superbe témoignage de l'intelligence d'un homme et de sa probité intellectuelle devant la complexité du monde :

Les espèces sont des abstractions et non des réalités. Et ainsi des genres. Seuls les individus sont des réalités. La nature ne produit pas davantage les moules qu'elle ne les brise. Tout est plastique, mouvant, transitoire, progressif ou rétrograde. Il n'est qu'un seul grand recours sur lequel nous fonder, l'assurance que tout est pour le mieux, la foi en Dieu, la certitude que la vérité est le but suprême, que si elle détruit des idoles mieux vaut que celles-ci disparaissent, que si le maître omniscient de l'univers nous a accordé tant d'importance, c'est pour nous un insigne privilège, et qu'en le comprenant nous nous élevons l'esprit. (In Wilson, 1970, 121.)

LE GRADUALISME

Lyell ayant abandonné le temps cyclique au profit d'une histoire de la vie, nous avons perdu de vue ce qui constituait la clé de voûte primitive de son système de pensée. Rares sont les géologues de terrain qui savent encore que Lyell s'est fait un jour l'avocat convaincu de l'uniformité de l'état physique, et ils ne comprennent pas la théorie formulée par le père fondateur de leur discipline, parce qu'ils ignorent le principe fondamental qui l'inspirait.

Mais le gradualisme, ou uniformité du rythme géologique, a connu une fortune différente. Lyell a plutôt consolidé l'uniformité de substance qui lui restait en acceptant l'évolution dans la version gradualiste de Darwin. L'uniformité de rythme a donc survécu jusqu'à nos jours, et si tous les géologues ne sont pas unanimes à la tenir pour vraie, on n'en continue pas moins de considérer qu'elle fait partie intégrante de la pensée de Lyell. Malheureusement, l'amalgame opéré par la rhétorique lyellienne entre méthode et substance est aussi passé tel quel à la postérité, et depuis plus d'un siècle bon nombre

de géologues en sont restés à cette idée – laquelle a fâcheusement orienté et restreint le champ de leurs hypothèses – que toute méthodologie doit obligatoirement se fonder sur l'a priori du changement graduel et tenter d'expliquer dans toute la mesure du possible les phénomènes à vaste échelle par l'enchaînement d'innombrables changements ténus.

Les tentatives menées par Lyell pour fonder toute la recherche géologique sur le gradualisme ont échoué dès lors que sa méthode statistique pour zoner les formations tertiaires fut minée par les critères incompatibles avancés par les paléontologues pour le classement des espèces fossiles (Rudwick, 1978), et plus particulièrement encore à partir du moment où Lyell s'est révélé incapable d'appliquer cette méthode aux formations antérieures au tertiaire et d'énoncer une méthodologie générale fondée sur la majesté du temps cyclique. Mais pour que Lyell pût étendre sa méthode à l'abîme du temps, il eût fallu que le gradualisme puisse rendre compte de l'apparition des espèces : autrement dit que l'expérimentateur introduise dans le sac et en retire ces unités fondamentales de la vie à un rythme stochastiquement constant. Mais on ne rencontre que de bien rares espèces encore vivantes dans les roches de l'éocène (trois pour cent, c'était là le critère retenu par Lyell pour définir cette époque géologique), et il n'en existe aucune dans les formations sédimentaires antérieures. En principe, rien n'empêchait bien entendu d'établir de nouveaux critères de comparaison pour appliquer la méthode de Lyell à des époques plus reculées dans le passé, de répertorier par exemple les espèces de l'éocène et de zoner ensuite les strates du secondaire grâce aux pourcentages respectifs des espèces vivant encore à l'éocène.

Lyell avait d'ailleurs envisagé de recourir à cette méthode et avec courage il avait conçu un moyen, aventureux et pratiquement voué à infirmer sa théorie, de mettre à l'épreuve sa vision d'une paléontologie statistique fondée sur la majesté du temps cyclique. Mais il dut constater que toute velléité de dater les strates du secondaire par le pourcentage différentiel des espèces vivant encore à l'époque éocène (la première subdivision du tertiaire) se heurtait à un obstacle proprement infranchissable. Ayant étudié les formations de Maastricht (couches supérieures du secondaire), il nota qu'elles ne recelaient ab-

solument aucune des espèces rencontrées dans les strates de l'éocène. Comment expliquer pareille discontinuité, puisque les roches de l'éocène se sont déposées immédiatement au-dessus des couches de Maastricht ? Dans le cadre d'interprétation gradualiste de Lyell, ce phénomène particulier ne pouvait appeler qu'une seule interprétation : une immense période, durant laquelle la sédimentation s'était interrompue, plus longue que la totalité du tertiaire, avait dû s'écouler entre le dépôt des couches de Maastricht et celui des premières couches de l'éocène. Le cycle de l'expérimentateur au sac de fèves avait accompli une révolution complète sans laisser la moindre trace :

Il apparaît alors qu'entre les vestiges organiques des couches de l'éocène et de celles de Maastricht il existe un gouffre plus profond qu'entre l'éocène et les strates récentes ; car dans les formations de l'éocène on trouve des coquillages vivants [qui vivent encore aujourd'hui], alors qu'il n'y a point de fossiles de l'éocène dans le groupe le plus récent du secondaire. Il n'est pas impossible que cette dissemblance plus prononcée qu'on observe dans les restes fossiles ne témoigne d'un intervalle de temps plus prolongé. [...] Peut-être découvrirons-nous à l'avenir une série équivalente, voire plus importante entre les couches de Maastricht et celles de l'éocène [plus importante qu'entre l'éocène et les strates les plus récentes], (III, 328.)

Ambitieuse prédiction qu'appelait l'imposant temps cyclique mais qui, nous le savons aujourd'hui, ne s'est point accomplie. Les catastrophistes qui s'inscrivaient en faux contre les thèses de Lyell proposaient une alternative plus évidente : entre les couches de Maastricht et celles de l'éocène, rien qui ressemble à un vaste intervalle de temps, mais un bouleversement cataclysmique ayant entraîné l'extinction massive des espèces et marqué la fin de l'époque secondaire. C'est ce brutal anéantissement de toute vie, et non pas quelque immense intermède temporel, présumé par interpolation mais dont rien ne démontrait la réalité, qui explique la discontinuité observée dans la faune. Nous savons à présent que les catastrophistes étaient dans le vrai. La transition crétacé-tertiaire (ainsi que nous la qualifions désormais) compte en effet parmi les cinq grands épisodes d'extinction de masse qui ont jalonné l'histoire de la vie. Ainsi ont fini les dino-

saures et les grands reptiles du secondaire, et avec eux une moitié peut-être de toutes les espèces marines.

Le gradualisme lyellien aura joué le rôle de conduite forcée, et canalisé le flot des hypothèses dans une direction bien déterminée, parmi un large éventail de choix possibles. Ses effets restrictifs ont été particulièrement prononcés là où les géologues, circonvenus par la démonstration rhétoricienne de Lyell, croient de bonne loi que le concept de changement graduel est préférable (ou s'impose) *a priori*, du fait que les différentes acceptions de l'uniformité sont de nécessaires postulats méthodologiques. Après Lyell, on ne cessera de voir se succéder dans l'histoire de la géologie des hypothèses aussi plausibles les unes que les autres sur les bouleversements catastrophiques, toutes condamnées sans jugement et taxées d'antiscientifiques dans leur principe. C'est ainsi que l'hypothèse correcte de J. Harlen Bretz pour expliquer par une inondation catastrophique la formation des ravinements croûteux de Washington a pendant fort longtemps été rejetée par les tenants de l'uniformitarisme, car plutôt que de surmonter la répugnance que leur inspirait l'éventualité d'un événement catastrophique, ces derniers estimaient arbitrairement que le phénomène en question était l'œuvre de multiples petits cours d'eau ayant charrié leurs alluvions sur une très longue durée (en 1927, lors du célèbre débat ouvert sur cette question à l'U.S. Geological Survey, bon nombre des détracteurs de Bretz reconnaîtront ne jamais s'être rendus sur les lieux, mais ils n'en estimeront pas moins qu'il était de loin préférable d'expliquer *a priori* la formation de ces ravinements par un phénomène graduel. À ce propos, voir Baker et Nummedal, 1978, ainsi que Gould, 1980). Quant au *New York Times*, il proclamait récemment – et dans un éditorial, pas moins – que la science n'avait que faire d'une hypothèse expliquant l'anéantissement catastrophique des espèces au moment de la transition crétacé-tertiaire par une collision de la Terre avec un corps céleste : « Les causes les plus immédiates et les plus plausibles des extinctions de masse tiennent à des événements terrestres tels que l'activité volcanique, les changements climatiques ou les variations de niveau des mers. Les astronomes seraient bien avisés de laisser aux astrologues le soin de rechercher dans les étoiles les causes des événements terrestres » (2 avril 1985).

Pourtant, l'hypothèse d'Alvarez – celle de l'impact d'un astéroïde ou d'une comète – n'a rien d'une élucubration concoctée par un anti-lyellien en fauteuil. Il s'agit au contraire d'une idée solide, dont la vraisemblance est encore accrue par la mise en évidence inopinée d'une couche d'iridium interposée tout autour du globe terrestre entre les formations du crétacé et du tertiaire. La probité consisterait à vérifier concrètement cette hypothèse, non pas à en contester d'emblée le bien-fondé. Dans cette veine, et pour produire un dernier exemple d'étouffement de la recherche légitime par la rhétorique totalitaire de Lyell, je rappellerai que ce dernier avait condamné sans appel William Whiston, un homme de science du XVII^e siècle, coupable à ses yeux d'avoir osé prétendre que les agents terrestres n'étaient peut-être pas seuls en cause, et que des comètes avaient pu jouer elles aussi un rôle dans les changements géologiques (selon l'hypothèse d'Alvarez, je le rappelle, ce sont précisément les comètes qui rendent le mieux compte des phénomènes d'extinction de masse) : « Il [Whiston] a retardé le progrès de la vérité en détournant les hommes de l'étude des lois de la nature sublunaire et en les amenant à perdre leur temps en spéculations sur le pouvoir qu'auraient les comètes de drainer l'eau des océans pour les répandre sur la Terre [...] sur la condensation des vapeurs de leurs queues dans les eaux, et autres matières tout aussi édifiantes » (I, 39).

La plupart des géologues, surtout s'ils accréditent l'imagerie de carton-pâte qu'on leur a inculquée durant leurs études, voient en Lyell le fondateur de la méthodologie pratique aujourd'hui en usage dans notre profession. Je ne conteste nullement que *Principles of Geology* soit le plus important, le plus influent, et assurément le plus admirablement façonné des ouvrages de géologie publiés au XIX^e siècle. Cependant, quand on se pose la question de savoir jusqu'à quel point la vision de Lyell » influencé la géologie moderne, on doit admettre la distribution à peu près égale des cartes données par lui ou par les catastrophistes dans notre jeu d'idées. Nous avons pleinement adopté les deux principes méthodologiques d'uniformité définis par Lyell, et nous les tenons pour le fondement même de la véritable pratique scientifique. Nous continuons d'attribuer à Lyell tout le mérite d'avoir défendu ces principes par un ingénieux et vigoureux plaidoyer. Mais l'uniformité des lois tout comme l'uniformité des

modes opératoires étaient la propriété commune de Lyell *et* de ses adversaires catastrophistes. Que nous nous soyons uniment ralliés à ces deux premiers principes ne consacre pas le triomphe personnel de Lyell.

Quant aux deux derniers principes – le gradualisme et l'uniformité de l'état physique –, on pourrait dire que notre monde complexe, varié à l'infini, ménage la chèvre et le chou. Lyell lui-même a renoncé au gradualisme et opté pour l'historicité de la vie, et aujourd'hui la recherche déploie une première offensive d'envergure dirigée sur le précambrien (l'aurore de notre histoire terrestre, dont il représente les cinq sixièmes !) pour essayer de comprendre en quoi la Terre primitive différait – par des processus sédimentaires s'accomplissant dans une atmosphère dépourvue d'oxygène, par exemple de l'ordre actuel de la nature. « Dangereuse doctrine », a dit un jour de l'uniformitarisme le grand géologue Paul Krynine (il faisait exclusivement allusion à l'uniformité de l'état physique), car elle nous conduit à nier ou minimiser ces traits spécifiques de la terre primitive (Krynine, 1956). Même l'uniformité du rythme, pièce maîtresse et apparemment indéboulonnable de la démonstration lyellienne, fait l'objet d'attaques croissantes en tant que théorie générale depuis que de nouveaux cadres d'interprétation ont été bâtis pour expliquer, à tous les étages – de l'origine des espèces (équilibre ponctué) au renouvellement total de la faune (hypothèses d'une extinction massive consécutive à un cataclysme) –, certains phénomènes survenus dans l'histoire de la vie.

Par la puissance de son intellect et la force de sa vision, Lyell mérite sa place de plus grand géologue de tous les temps. Mais notre vérité n'est plus la sienne, ni dans sa nudité ni même dans sa suprématie, elle est plutôt un mélange égal et indissociable d'uniformitarisme et de catastrophisme. Lyell a remporté une bataille dialectique et exilé ses adversaires dans les limbes de l'antiscience, mais nous avons été mis en demeure d'équilibrer les excès de sa dichotomie, car le temps sagittal et le temps cyclique gouvernent l'un comme l'autre des aspects fondamentaux de la réalité.

Épilogue

Il est notoire que les spécialistes des sciences appliquées ne manifestent aucune curiosité pour l'histoire, ce qui explique sans doute que dans bien des domaines on retire des rayonnages les périodiques âgés de plus de dix ans pour les réduire en microfiches ou les reléguer dans quelque grenier sans chauffage, quand on ne les jette pas tout bonnement à la poubelle.

Au cours de l'été 1972, je suis allé retrouver à Woods Hole trois jeunes turcs comptant parmi les plus éminents écologistes et paléontologistes de notre temps – Dave Raup, Tom Schopf et Dan Simberloff –, car nous avons décidé de nous réunir pour tenter de définir, assurément sans modestie (et sans grand succès non plus, il faut bien le dire), un nouveau mode d'étude de l'histoire de la vie. Nous entendions rompre avec une tradition paléontologique que nous jugions abrutissante – un dressage qui nous transforme en spécialistes de tel groupe ayant vécu à telle période et dans tels sites, et qui semblait ruiner toute velléité de développer des théories générales se prêtant à la vérification et à la quantification. Nous avons décidé d'opérer sur des modèles aléatoires rendant compte de l'origine et de l'extinction des espèces, en traitant ces dernières comme des particules sans propriétés particulières qui soient liées à leurs attributs taxinomiques ou à leur époque de prospérité. En cours de route, nous nous sommes aperçus que les modèles que nous concevions s'apparentaient singulièrement à la méthode de datation du tertiaire élaborée par Lyell, et il nous fallut bien reconnaître que sa vision d'une temporalité cyclique omniprésente avait guidé notre démarche. Voilà comment quatre jeunes scientifiques, partis pour changer le monde, passèrent des heures autour d'une table à parler de Charles Lyell...

Distingué disciple de Louis Agassiz, mon collègue Ed Lurie m'a confié un jour que durant des années il avait tenté d'échapper à l'emprise de son maître à penser pour se consacrer à l'étude d'autres aspects de la biologie américaine du siècle dernier. Mais en vain, car Agassiz avait une telle stature que son ombre s'étendait à tout. Pas un secteur de la biologie américaine qui n'ait subi, en partie au moins, son influence.

Charles Lyell m'inspire un sentiment comparable. Je n'ai rien fait pour vraiment l'éviter, rien pour rechercher sa compagnie, et pourtant je ne puis me défaire de lui. Pour peu que je m'avise de l'influence maléfique de sa rhétorique et tente de formuler les choses autrement, je me retrouve aussitôt dans une autre dimension de sa vision. Ainsi, quand Eldredge et moi avons développé la théorie de l'équilibre ponctué, nous avons voulu nous garder, par-dessus tout, de l'inclination de Lyell au gradualisme, et de son obstination à chercher derrière les apparences confirmation de l'uniformité du rythme en dépit de toutes les données immédiates – parce que l'équilibre ponctué, dans son principe fondamental, se fie à l'interprétation littérale du témoignage géologique et soutient que la plupart des espèces sont apparues brusquement avant de se perpétuer « en plateau », et que ce n'est pas là l'expression d'un authentique gradualisme masqué par les lacunes de nos collections de fossiles. Nous n'étions donc pas peu fiers d'avoir fait sauter ce que nous considérions comme un verrou conceptuel placé sur la science paléontologique par la vision lyellienne. Mais alors, examiné sous un autre angle, en quoi consiste donc l'équilibre ponctué, si ce n'est en une interprétation non gradualiste de la théorie évolutionniste appliquée à la représentation – bel et bien lyellienne *d'origine* – des espèces sous la forme d'infimes particules se développant dans l'espace et dans le temps à certains moments géologiques, et se perpétuant sans changement jusqu'à leur extinction ? Pour préserver ses principes d'uniformité, Lyell avait mitigé cette vision en se ralliant à une interprétation gradualiste de l'évolution, mais nous avons été ramenés, comme malgré nous, à sa formulation originale. Nous n'avions, semble-t-il, répudié Lyell que pour mieux le retrouver.

Je pourrais vous englober sous les mots – sans doute l'ai-je déjà fait – en m'étendant bien davantage sur la puissance et l'importance de la vision lyellienne. Mais tout scientifique vous affirmera que le seul vrai critère de réussite d'un système de pensée se mesure à son utilité pratique. En attestant qu'il domine de toute sa stature de colosse mon univers professionnel, je ne saurais rendre plus bel hommage à Charles Lyell.