

JOURNAL
DES MINES.

RECUEIL DE MÉMOIRES
sur l'exploitation des Mines, et sur les
Sciences et les Arts qui s'y rapportent.

Publié par le Conseil des Mines de
France, sous le patronage de
S. M. le Roi, et de S. M. le Roi des Français.

VINGT-HUITIÈME VOLUME.

SECOND SEMESTRE, 1810.

PARIS.

De l'Imprimerie de BASSANO et MASSON,
rue de Tournon, N.º 6.

JOURNAL DES MINES.

Nº. 163. JUILLET 1810.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE GÉOLOGIE.

Par J. A. DE LUC (1).

Extrait par J. J. OMALIUS D'HALLQY.

L'AUTEUR de cet ouvrage a cru que pour déterminer les phénomènes géologiques avec plus d'évidence, et montrer plus clairement leurs rapports avec l'histoire du globe, il convenait d'exposer les diverses opinions des géologues; mais il a pensé, en même tems, qu'au lieu d'aller chercher ces opinions dans différens systèmes, dont la plupart sont abandonnés à cause de quelques idées dont l'erreur est généralement reconnue, il était préférable de se fixer à celui d'entre les systèmes modernes, où un plus grand nombre d'anciennes erreurs ont été évitées, et qui, inventé et défendu par deux hommes de génie, a été suivi avec beaucoup de détails et de méthode. En conséquence, M. de Luc introduit, comme texte de ses discussions, l'ouvrage que M. John Playfair, membre de la

Introduc-
tion.

(1) Vol. in-8º. Paris, chez COURCIER, quai des Grands-Augustins, nº. 57.

société royale d'Edimbourg, et professeur de mathématiques à cette université, a publié en 1802, sous le titre d'*Illustrations of the huttonian theory of the earth*.

Quoique les expériences de sir James Hall aient attiré, dans ces derniers tems, l'attention sur la théorie de Hutton, l'ensemble de ce système et l'ouvrage de M. Playfair, étant encore très-peu connus en France, nous croyons que nos lecteurs ne seront pas fâchés qu'il se présente une occasion de leur en donner une idée.

Système de
MM. Hut-
ton et Play-
fair.

Suivant ces géologues, notre globe est tellement constitué, que tandis que des continens existans se détruisent par les actions de l'air, de la gravité et des eaux courantes, leurs matériaux transportés sur les côtes par ces eaux, sont répandus sur toute l'étendue du fond de la mer, une grande chaleur interne endurecit ces matériaux et les transforme en une masse semblable à celles des couches minérales qui composent nos continens. Quand les continens existans sont ainsi détruits par leur dégradation, la même chaleur qui a endureci les couches nouvelles sur le fond de la mer les soulève; ce qui repousse la mer sur les continens rasés, et en produit de nouveaux livrés aux mêmes causes de destructions que les premiers, et dont les matériaux sont également répandus sur le fond de la mer, où la chaleur prépare les couches d'autres continens, qui seront soulevés à l'époque convenable.

On suppose que ces alternatives de continens détruits, pour fournir des matériaux à ceux qui doivent les remplacer, ont déjà été répétées

plusieurs fois, et l'on n'est point arrêté par les milliers d'années que peut exiger chacun de ces changemens, parce que, dit-on, le passé n'a point de bornes, et qu'on regarde comme impossible de remonter à un état primitif de la terre, où rien de ce qu'on observe comme effet des causes physiques n'avait encore été opéré.

MM. Hutton et Playfair prétendent que nos continens ont déjà subi une très-grande diminution par les causes extérieures qui agissent sur eux, et que les matériaux qu'ils ont perdus ont été répandus sur le fond de la mer. Ils supposent en conséquence que les vallées et les vallons ont été creusés par les eaux courantes qui ont déjà beaucoup diminué la hauteur des montagnes et des collines, et que la mer elle-même attaque et démolit les continens par leurs bords.

On voit que cette théorie fait naître des questions très-importantes, et que pour juger jusqu'à quel point elle est fondée, il faut examiner si les eaux seules ont pu former les grandes cavités des vallées et des vallons, et les faces abruptes que présentent les côtes? Si les matériaux qu'elles charriaient sont répandus sur le fond de la mer ou repoussés vers la terre? Si en supposant cette destruction des continens et cette expansion des débris, il en résulterait quelque chose d'analogue à nos couches minérales, ou ce qui revient au même, si on peut attribuer l'origine de ces couches à la simple consolidation de ces amas irréguliers de débris? Il faut enfin rechercher comment ces couches, qui ont été formées au fond de la

mer, se trouvent maintenant au-dessus de son niveau, et si nos continens sont en effet d'une antiquité incalculable.

Système de
M. de Luc.

Avant de passer à un examen détaillé de ces diverses questions, M. de Luc expose, d'une manière rapide, sa propre théorie, qu'il a déjà établie dans ses premiers ouvrages géologiques, et notamment dans ses *Lettres physiques et morales sur l'histoire de la terre et de l'homme*, publiées à La Haye en 1780, et dans ses *Lettres au professeur Blumenbach*, imprimées à Paris en 1798.

Tout en convenant, que la formation des granites est la première opération des causes physiques sur notre globe, à laquelle nous puissions remonter par les monumens géologiques; l'auteur regardant comme démontré, surtout depuis les belles observations de Saussure, que l'origine de ces roches est due à des précipitations chimiques, opérées dans un liquide, détermine, d'après des considérations théoriques, les circonstances qui ont précédé et amené cette précipitation. On conçoit aisément que ses opinions à cet égard n'étant plus fondées sur l'observation, rentrent dans la classe des systèmes ordinaires de cosmogonie, qui laissent tous plus ou moins de prise à la critique; nous nous bornerons à observer que cette partie du système de M. de Luc, dont l'exposition n'occupe qu'une couple de pages dans l'ouvrage que nous examinons, est absolument indépendante du reste de sa théorie, qui n'entre véritablement dans le domaine des sciences physiques, que lorsqu'elle commence à être appuyée sur des faits, et ce n'est qu'à partir de cette

époque que nous allons essayer de la faire connaître.

La précipitation du granite a été suivie d'autres précipitations chimiques analogues, qui ont donné naissance à des substances successivement différentes, étendues aussi par couches à peu près horizontales. Mais ces couches, pendant le tems même de leur formation, ont subi de grandes catastrophes; elles ont été plusieurs fois rompues et disloquées, ce qui a produit dans leur masse ces différences de niveau relatif, qui forment aujourd'hui nos montagnes et nos collines; enfin, ce théâtre d'opérations ayant été mis à sec est devenu nos continens.

Cette diminution, ou plutôt cette retraite soudaine de la mer, combinée avec l'aspect des vastes ruines qui caractérisent nos continens, conduit à la nécessité d'admettre que pendant l'accumulation des couches minérales, il se trouvait ou se formait sous leur masse d'immenses cavernes, qui occasionnaient des fractures dans lesquelles une grande partie de ces couches s'enfonçaient, tandis que d'autres inclinées en divers sens demeuraient plus élevées, phénomène qui a dû arriver plusieurs fois, et qui préparait, comme on vient de le dire, les montagnes et les collines. En même tems, de grandes parties du liquide s'engouffraient dans ces cavernes par les intervalles des couches rompues. De cette diminution dans la quantité du liquide à l'extérieur naquit des presqu'îles et des îles, qui se peuplèrent de végétaux et d'animaux provenant d'autres continens alors existans. Pendant la durée de ces catastrophes, plusieurs de ces îles ou presqu'îles s'affaissèrent

en tout ou partie sous le niveau de la mer, qui les recouvrit d'autres couches minérales, qui elles-mêmes subirent de nouvelles catastrophes, ce qui explique l'existence de débris de végétaux et d'animaux terrestres qu'on trouve sous des corps marins. Un grand nombre de ces îles subsistaient encore à la naissance des continens actuels, de sorte que par la retraite de la mer, elles devinrent les sommets de nos montagnes, et furent la source la plus générale de nos végétaux et animaux terrestres.

La retraite de la mer par laquelle nos continens se trouvèrent formés de la partie du globe qui avait été son lit, fut produite par l'affaissement des anciens continens d'où étaient procédés les végétaux et les animaux qui avaient peuplé les presqu'îles et les îles. La mer se porta alors sur ces continens, et laissa les nôtres à sec. Depuis cette dernière révolution, le niveau de la mer n'a point changé. Enfin, ce grand événement terrestre n'est pas éloigné de nous d'un grand nombre de siècles.

Les volcans ne sont point placés dans cette série, quoique leurs effets tiennent aussi à la composition primitive du globe, et qu'ils aient mêlé leurs monumens à ceux des précipitations et des catastrophes des couches minérales; mais on n'a point encore reconnu positivement qu'ils aient contribué à ces grands phénomènes.

On voit que les deux théories que nous venons d'exposer sont totalement différentes, que tandis que Hutton attribue la consolidation des couches minérales à la chaleur, M. de Luc fait dépendre ce phénomène d'une précipitation

dans un liquide; que quand le physicien anglais croit que les montagnes ont été soulevées au-dessus des plaines par une force expansive, le géologue de Genève est d'avis que les plaines se sont affaissées au-dessous des montagnes; et qu'enfin, lorsque ce dernier regarde l'origine de nos continens comme appartenant à une époque très-rapprochée de nous, l'autre la considère comme tellement reculée, qu'il nous est absolument impossible de remonter jusqu'à un ordre de chose différent de celui qui existe actuellement.

Voyons maintenant de quelle manière notre auteur va prouver la supériorité de son système. Il faut convenir à cet égard, que ses voyages géologiques dans presque toute l'Europe, lui donneront de grands avantages sur ses adversaires, qui semblent n'avoir presque pas fait d'observations hors de la Grande-Bretagne.

Il commence par montrer, que le sol meuble de la surface de nos continens ne provient pas uniquement de la décomposition des couches dures, puisque ce sol si généralement répandu, est rarement analogue aux couches solides qu'il recouvre, qu'il est lui-même disposé en couches d'espèces différentes souvent alternatives, telles que des graviers, des sables, des argiles, etc.; qu'il est quelquefois si épais, qu'on ne trouve pas de couches dures sous lui à quelque profondeur qu'on ait pu parvenir; il pense enfin, que quelle que soit l'origine de ce sol, il n'y a nul doute qu'il ne soit sorti de la mer en même tems que nos continens, et dans l'état où il est actuellement.

M. de Luc passant ensuite à l'hypothèse qui

Origine
des terrains
meubles.

Action des
eaux sur les
montagnes.

suppose que les hauteurs de nos continens tendent à être nivelées par les eaux courantes, qui doivent avoir déjà creusé toutes les vallées, et transporté leurs débris au fond de la mer, commence par rechercher ce qui se passe dans les hautes montagnes telles que les Alpes.

Il convient que les eaux des pluies ont dû, dès la naissance de nos continens, commencer à dégrader les escarpemens qui entrecoupaient ces montagnes; mais cet effet se réduit à former des *talus* ou pentes inclinées au pied des escarpemens, et lorsque ces talus ont acquis une inclinaison convenable, la végétation s'y établissant, fixe, pour ainsi dire, les débris qui les composent, et les dégradations cessent presque entièrement; ce qui a déjà lieu dans quelques parties des Alpes. Quelquefois aussi les eaux en attaquant les talus qui sont trop avancés dans les vallées, enlèvent une portion de ces débris, mais elles ne les conduisent pas loin, elles les déposent, soit dans les premières cavités qu'elles rencontrent, soit dans des parties plus basses de la vallée, où une plus grande largeur leur permettant de s'étendre, diminue la force du torrent. En général, l'action des eaux courantes sur le sol meuble des vallées se borne à redresser le cours des rivières, à former quelques dépôts horizontaux, et à combler les cavités qu'elles rencontrent. Il arrive même un terme où ces diverses opérations cessent en grande partie. C'est alors que la végétation étend paisiblement son domaine dans toute la vallée, et qu'il s'établit un état d'équilibre analogue à celui que M. Ramond a dé-

crit si élégamment à l'occasion de la vallée de Campan, où « l'Adour, dit ce naturaliste, » coule en respectant un brin d'herbe au milieu » de ses bords dessinés par le gazon ».

L'auteur entre encore dans beaucoup d'autres détails, pour démontrer l'impossibilité que les eaux des pluies aient pu creuser les vallées et les autres espaces vides qui existent dans les hautes montagnes, et pour prouver que ces montagnes présentaient déjà de grandes coupures terminées par des faces abruptes, dès le moment où elles se sont trouvées au-dessus du niveau de la mer. Ayant ainsi constaté l'état originel de nos continens, le genre d'altérations qu'ils éprouvent, la manière dont ces altérations s'opèrent, et les résultats qu'elles ont déjà produits, il en conclut qu'on a des moyens de déterminer depuis combien de tems ces dégradations ont commencé, ou ce qui revient au même, l'époque de l'origine de nos continens.

Ces déterminations, sont notamment très-faciles auprès de certains escarpemens trop élevés pour qu'ils aient pu éprouver l'action d'aucuns courans d'eau depuis que les continens existent, et dont on voit les débris à leurs pieds qui souvent reposent sur un sol meuble de nature différente. Ce sont là de véritables *chronomètres naturels*, qui conduisent tous à la conclusion générale que nos continens ne sont pas très-anciens.

L'examen de ce qui se passe dans les glaciers, où des blocs de pierre qui tombent continuellement des rochers environnans viennent ensuite se réunir au pied du glacier, attestent également la nouveauté de nos continens, par

Nouveauté
des conti-
nens prou-
vée par les
dégradations
des
montagnes.

le peu d'étendue qu'ont encore acquis ces anas de débris, qu'on appelle *moraines* dans les Alpes.

Action des
eaux sur les
plaines.

L'action des rivières sur les plaines présente le même défaut d'aptitude à creuser des vallées et à transporter des matières solides à une grande distance. Il est facile de reconnaître au contraire que chaque inondation déposant de nouveaux sédiments sur les parties les plus basses de la plaine, en élève le sol au lieu de l'enfoncer; cet effet est surtout remarquable dans les lieux où, pour prévenir les ravages des inondations sur la culture, on a, comme sur les bords du Pô, enfermé le fleuve avec des digues, qui, empêchant la déposition des sédiments dans la plaine, n'ont pas permis à cette dernière de hausser en même tems que le lit de la rivière, qui est actuellement plus élevée que la plaine environnante.

Le gravier que les rivières charrient dans les plaines, est toujours semblable à celui qui est contenu dans les terres meubles adjacentes, et n'a souvent aucune ressemblance avec les couches pierreuses que ces terres recouvrent; ce qui annonce, que ce gravier ne provient pas d'une destruction des montagnes, mais simplement des couches meubles; que ces dernières couches n'ont point été apportées par les rivières, mais se trouvaient déjà à la surface des continens lorsqu'ils furent mis à sec; qu'enfin, le gravier de l'intérieur des continens n'est pas porté à la mer par les rivières, puisqu'elles le laissent à peu près dans les lieux où elles l'ont trouvé. Si on suit ces observations jusqu'aux

bords de la mer, on verra que les rivières n'y apportent que de simples *poudres*, ou qu'au moins le gravier et le sable même qu'on trouve à leurs embouchures, provient des terrains environnans.

Ce premier examen suffit déjà pour démontrer qu'on ne peut attribuer aux eaux courantes les moyens d'amasser des matériaux pour de nouveaux continens; mais en outre, les matériaux que les rivières apportent au bord de la mer, ne sont pas transportés jusqu'aux profondeurs de l'océan, ils demeurent au contraire le long des côtes, où le mouvement des vagues, bien loin de porter des débris des côtes à la mer, tend à pousser vers la terre une portion du sable, qui probablement couvre la majeure partie du fond de la mer. Ce dernier effet a lieu jusqu'à l'établissement d'une espèce de *talus*, dont l'inclinaison soit telle, qu'elle détermine une compensation entre la force d'impulsion des vagues plus grande à leur arrivée qu'à leur retour. C'est de cette manière que la branche autrefois principale du Rhin, qui traversait la Hollande, a été obstruée, que l'entrée d'un grand nombre de ports se fermerait également si on ne veillait à leur entretien; c'est encore à ce refoulement opéré par les vagues de la mer qu'est due l'origine des collines de sable appelées *dunes*: phénomène qui a lieu quand le sable apporté par la mer, étant en quantité trop considérable pour pouvoir être lié par le limon ou les sédiments des rivières, se dessèche et devient le jouet des vents, dont les effets combinés avec ceux de certaines plantes qui aiment ce sol, déterminent la formation de ces monticules.

Action de
la mer sur
les conti-
nens.

Augmen-
tation et di-
minution
des conti-
nens.

Ces observations conduisent à la solution d'une autre question très-importante ; celle de l'augmentation et de la diminution des continens, et prouvent, que le premier cas a lieu auprès des embouchures des rivières, le long des falaises escarpées susceptibles de se dégrader, dans les anses, et en général, dans les parties où la déclivité originelle de la côte sous l'eau était telle, que les vagues en poussant le sable du fond de la plage, ne le ramenaient pas en entier à leur retour.

La diminution au contraire n'existe pas, car les seules pertes véritablement sensibles qu'on ait observées dans certaines contrées, ne sont que des diminutions d'acquisitions, qui ont eu lieu dans de nouveaux terrains par suite de circonstances artificielles.

Descrip-
tion et his-
toire des at-
térismens
de la Hol-
lande.

Pour donner une preuve de ces diverses propositions, l'auteur prend l'exemple de la Hollande, et donne sur ce pays singulier des détails que nous croyons faits pour présenter un double intérêt, dans le moment actuel où cette contrée vient d'être réunie à la France.

L'action combinée de la mer et des rivières a déterminé le long de cette portion des côtes de la mer du Nord, la naissance de *nouvelles terres* qui forment les provinces de Zélande, de Hollande et de Frise. Ces nouvelles terres, produites par les eaux, étant horizontales comme elles, et formées de couches alternatives de sédimens récents des rivières et de sable fin de la mer, sont absolument différentes des *terres originelles* ou *continentales*, qui s'élèvent irrégulièrement au-dessus du niveau des premières,

nières, et sont composées de couches de sable, et de gravier de diverses espèces, entremêlées d'autres couches meubles et de fragmens de silex, de quartz, de granite, etc. Les confins de ce dernier sol retracent aujourd'hui la *côte originelle* de la mer, qui passe vers le fond du Zuyderzée, Utrecht, Moerdyck, etc.

Ces attérismens furent d'abord amenés par l'action des vagues au-dessus du niveau ordinaire des eaux, ensuite chaque inondation ou élévation extraordinaire des eaux des rivières et de la mer, y ajouta de nouveaux sédimens qui haussèrent successivement leur sol, de manière qu'il fallut des inondations plus fortes, et par conséquent, plus rares pour les recouvrir. Comme ces nouvelles terres sont très-fertiles, on s'empressa de les cultiver, et on construisit des digues pour prévenir les inondations extraordinaires qui auraient détruit la culture, ordre de choses qui existait déjà lors de l'arrivée des Romains dans la Belgique ; mais ces nouveaux sols tendant à se consolider, s'affaissèrent, et on dut hausser les digues qui, par la raison même qu'elles arrêtaient les inondations, empêchaient le terrain de recevoir de nouveaux sédimens. Cet affaissement ayant encore continué quelque tems, le sol des attérismens redevint moins élevé que le niveau des marées basses, et on fut obligé de pomper l'eau des pluies qui auparavant s'écoulaient par les écluses. Il résulte de cette situation, que des irruptions extraordinaires de la mer ou des rivières, qui parviennent à rompre les digues, doivent avoir des résultats effrayans, et c'est effectivement ce qui arriva dans quelques circonstances.

notamment lorsque la mer envahit le golfe du Zuyderzée en 1222.

Ces observations expliquent des faits qui, mal connus, firent croire que la mer gagnait sur les côtes. Ces événemens sont, pour ainsi dire, le résultat de l'imprévoyance de l'homme, qui a enfermé ces terres de digues à une époque trop rapprochée de leur formation, et comme cette formation a commencé à l'origine de nos continens, nous avons une nouvelle preuve de leur peu d'ancienneté. Cette manière de voir est encore confirmée par ce qui se passe en Frise, où la conduite de l'homme mieux entendue qu'en Hollande, nous donne un moyen d'estimer le tems nécessaire pour que le sol n'éprouve plus d'affaissement. Quoiqu'on eût commencé dans cette province à cultiver les nouvelles terres depuis des tems très-reculés, ce ne fut que dans le seizième siècle qu'on commença à les enfermer de digues ; depuis cette époque, elles n'ont point éprouvé d'affaissement. On eut, en outre, l'attention de laisser en dehors des digues, une grande étendue de terre où les inondations étaient plus communes, et qui par-là continua de s'élever et de s'affermir, de manière qu'au bout d'un siècle on put aussi l'enfermer par de nouvelles digues, en dehors desquelles on laissa de même une autre bande de nouvelle terre. Ces progrès n'ont pas encore cessé, parce qu'un cordon d'îles, placé à quelques distances en mer, empêche le transport vers la côte d'une quantité de sable assez considérable pour déterminer, comme le long des côtes de Hollande, l'élévation d'une chaîne de dunes, qui finissent par prendre

du côté de la mer, une inclinaison telle que l'accumulation des sables cesse.

Les attérissemens que les rivières forment dans l'intérieur des continens, donnent aussi bien que ceux des côtes, des moyens de déterminer l'époque où ces effets ont commencé, et prouvent également le peu d'ancienneté de nos continens. On a même quelquefois des moyens positifs de connaître les résultats de ces opérations des rivières dans un tems donné : c'est ainsi, par exemple, que dans une fouille faite à Coblentz en 1778, on a constaté, par la présence d'anciens travaux des Romains, que le sol de la vallée avait haussé de deux à trois mètres depuis cette époque historique. On ne peut rejeter le témoignage de ces chronomètres, par la supposition que les opérations des rivières aient éprouvé des changemens considérables depuis l'origine de nos continens, car il est contraire aux lois de l'hydrostatique, qu'un courant puisse remonter des pentes, pour changer la direction principale où il a commencé à couler.

Après ces observations qui embrassent l'ensemble de la théorie de Hutton, l'auteur reprend l'examen particulier de différentes propositions contenues dans l'ouvrage de M. Playfair. Ce qui le ramène encore à la grande question de l'origine des vallées, c'est, dit le géologue anglais, la touche répétée d'un même instrument qui a creusé ces cavités ; il compare même cette action des eaux à celle d'une scie de tailleur de pierre. Mais comment se fait-il que ce courant qui a dû s'abaisser à mesure que l'opération s'avancait, ait pu donner à la vallée sa forme

Nouveauté des continens prouvée par les attérissemens.

Nouvelles preuves que les eaux n'ont pas creusé les vallées.

évasée? Une scie peut-elle élargir son chemin dans la masse qu'elle divise? Si l'on examine la plupart de ces coupures, on remarquera que souvent les côtés opposés ne se ressemblent pas, que le niveau et l'inclinaison des couches ne se rapportent pas, que quelquefois même les deux côtés présentent des couches également inclinées vers la vallée: tout enfin rappellera l'idée de violentes convulsions plutôt que d'une lente érosion. Si on examine les sommets les plus élevés, tels que les environs du Mont-Blanc, du Saint-Gothard, etc. on y verra à chaque instant des vallées qui, dirigées en sens contraires, ne sont séparées l'une de l'autre que par une crête étroite, qui ne peut avoir rassemblé assez d'eau pour permettre de supposer, que les courans aient pu jouir à aucune époque, d'une grande force dans la partie supérieure de la vallée, et cependant ces vallées présentent, dès leurs commencemens, des escarpemens excessivement profonds.

Cette théorie du creusement des vallées par l'opération des pluies et des torrens, est naturellement fondée sur la possibilité du transport jusqu'à la mer des matières enlevées aux montagnes. On a déjà fait voir que les eaux qui déposent presque toutes les matières dont elles sont chargées dès que leur cours peut se ralentir, n'étaient pas capables d'avoir opéré ce transport. La présence des lacs qui se trouvent sur le cours de la plupart des rivières qui sortent des montagnes, et notamment des Alpes, suffit pour démontrer l'impossibilité de ce transport, car ces lacs devraient être comblés depuis long-tems, puisqu'on sait que les eaux s'y dépouillent

de tous les sédimens qu'elles transportaient, et qu'après y être entrées troubles, elles en sortent aussi limpides que la pluie dont elles sont formées. M. Playfair a bien senti cette objection, du moins par rapport au lac de Genève, qu'il connaissait mieux que d'autres, et qu'il regarde, par cette raison, comme une exception, tandis qu'il rentre dans la règle générale. Il a en conséquence cherché des moyens d'expliquer cette prétendue anomalie, en convenant cependant qu'il ne lève la difficulté que jusqu'à un certain point.

Il établit d'abord qu'on ne peut tirer de l'état présent de ce lac aucune conclusion sur sa dimension originelle, il suppose ensuite qu'il avait anciennement une étendue beaucoup plus considérable, et fait de cette vaste enceinte une espèce de réceptacle temporaire, qui aura été comblé par les débris amenés par les eaux, et que ces mêmes eaux auront creusé de nouveau. Enfin, comme ces suppositions ne peuvent expliquer comment il existe encore une profondeur semblable à celle du lac, M. Playfair propose, comme un moyen de concevoir ce phénomène, l'existence d'un vaste amas de matière soluble, tel que du sel marin, par exemple, qui placé au-dessous d'autres couches, aura été mis à découvert par l'action érosive des eaux sur ces dernières couches, et ensuite dissous par ces mêmes eaux. D'après ce système, l'origine du lac ne serait qu'un événement moderne en comparaison des autres révolutions qui ont agi sur le globe; d'où il résulterait que les attérissemens qu'on remarque à l'entrée du Rhône dans le lac, ne pourraient donner au-

cune indication sur le peu d'ancienneté de nos continens.

De semblables hypothèses donnent beaucoup d'avantage à M. de Luc pour soutenir son système, et l'entraînent dans une très-longue discussion, qu'il commence par une description détaillée de tous les environs des lacs des Alpes et du Jura. Nous ne le suivrons pas dans cette description, d'autant plus que, pour la rendre moins suspecte, il l'emprunte en grande partie du célèbre Saussure, dont les ouvrages sont dans les mains de toutes les personnes qui aiment les sciences naturelles. Nous observerons seulement que notre auteur voit dans toutes ces descriptions des monumens de grandes catastrophes et des traces visibles d'affaissemens.

Origine des vallées et des plaines par l'affaissement.

Il ne doute pas que les plaines entre le Jura et les Alpes ne soient dues à de grands affaissemens opérés dans les couches après les fractures qui ont formé les faces escarpées de ces montagnes, et que les bassins des lacs ne soient les parties où l'affaissement a été le plus grand. Les couches plongeantes, comme les poteaux mis au coin des chemins, montrent la route qu'a prise la masse de couches qui manque entre ces montagnes.

Dans le cours de ces descriptions, l'auteur discute une trace de courant, que Saussure croyait avoir observé sur le mont Salève à 400 mètres au-dessus du niveau du lac Léman, et qu'il attribue à un phénomène qu'on rencontre souvent dans les faces abruptes des montagnes calcaires. Ce phénomène provient de ce qu'au moment de l'affaissement, il y a des couches qui se sont rompues plus avant que d'autres, et

qui ont laissé des vides ou des espèces de galeries qu'on a considérées comme des sillons de débâcles.

L'auteur observe, à l'occasion de la vallée de Brezon, qui présente des angles saillans et rentrans, que ces angles étant le caractère des fractures, beaucoup plus que des *serpentages* des eaux (comme Bourguet l'avait imaginé le premier) se remarquent fréquemment dans les vallées étroites, qui ne sont pour l'ordinaire que de simples fractures de couches avec écartement d'un ou de deux côtés, sans affaissement d'aucune masse intermédiaire. Dans les grandes vallées, au contraire, on ne voit qu'une suite d'élargissemens et de rétrécissemens, parce qu'il s'y est fait deux fractures, avec affaissement de pièces intermédiaires au-dessous du niveau du fond de la vallée, suivies de beaucoup de catastrophes dans les côtés, telles que les fractures qui forment les vallées étroites et tortueuses, etc. (1).

(1) J'ai consigné dans ce Journal (*tom. XXIV, p. 303*), une observation qui paraîtrait assez favorable à cette partie du système de M. de Luc, c'est que la Sambre, entre Landrecie (Nord) et Namur (Sambre-et-Meuse), coule en grande partie contre la pente générale du sol, et qu'elle est pour ainsi dire détournée de sa direction primitive par une arête très-basse, composée de terrain meuble, qui semble l'avoir obligée à traverser des plateaux beaucoup plus élevés formés de couches solides très-dures. Cette disposition paraît annoncer, en effet, que certaines rivières ont établi leur cours dans des fentes opérées au milieu des rochers, et que ces fentes n'ont pu se former dans les terrains meubles susceptibles d'éboulemens. Car si les eaux avaient creusé elles-mêmes leurs lits, outre qu'elles auraient suivi la pente

Impossibi-
lité du sou-
lèvement
des monta-
gnes.

Ces observations conduisent à examiner un des points principaux des deux théories rivales, celui du soulèvement ou de l'affaissement, car les opinions sur le peu d'antiquité de nos continens et sur leur destruction par les eaux courantes, peuvent aussi bien convenir à la théorie des soulèvements qu'à celle des affaissemens. M. Playfair croit que ces mouvemens angulaires, cette espèce de *pirouetterment* qui a fait mouvoir des masses rompues de manière à former des chaînes de montagnes, et à donner une position inclinée, verticale, contournée, etc.

générale du sol, elles auraient trouvé moins d'obstacles dans les couches meubles que dans les rochers.

Le Rhône offre un exemple semblable entre Genève et Lyon; car ce fleuve, qui jusqu'à Saint-Genis (Mont-Blanc), coule du Nord au Sud au milieu de rochers calcaires, rencontre vis-à-vis de ce bourg des collines sablonneuses qui forment le commencement des plaines du Dauphiné, et qui semblent également l'obliger de rebrousser chemin et de rentrer dans de hautes montagnes calcaires qu'il traverse en faisant un angle aigu avec sa première direction.

Ce même Rhône, considéré comme une dépendance de la Saône, dont il prend la direction générale, après avoir réuni ses eaux à celles de cette rivière, présente un autre phénomène qui doit, peut-être, son origine à la même cause, c'est que ces deux fleuves ne coulent pas au milieu des vastes plaines qui séparent le Jura et les Alpes des montagnes de la Bourgogne et des Cévennes, mais longent continuellement ces dernières montagnes, et paraissent dans plusieurs circonstances s'être frayé un chemin au travers de quelques-unes de leurs parties qui s'avançaient plus à l'Est que la masse générale, et qui forment encore de petites collines sur la rive orientale, composées des mêmes roches que les montagnes opposées. Tel est le cas des granites de la Chartreuse de Lyon, de Vienne (Isère), de Tain (Drôme), etc.
J. J. O. d'H.

à des couches qui étaient primitivement horizontales, n'a pu se faire que par un violent effort, agissant de bas en haut, tandis que M. de Luc croit que ces faits même prouvent l'impossibilité des soulèvements.

Pour trouver une cause à des soulèvements, M. Playfair a recours à la chaleur, non pas à une chaleur analogue aux opérations volcaniques, mais à une chaleur interne, constante, « qui après avoir consolidé les couches minérales, a agi sur ces mêmes couches avec une » énergie incroyable, comme pouvoir d'expansion dans la direction du centre à la circonférence ». Cette hypothèse, loin d'être fondée sur de véritables faits, n'est qu'une conclusion tirée de propositions qui ne sont rien moins que prouvées; car voici la marche des démonstrations de l'auteur anglais. Nos couches minérales sont produites par des matériaux provenant d'anciens continens, qui pour se consolider ont eu besoin d'être fondus par une chaleur considérable; donc cette chaleur existe; et comme on connaît la force expansive d'un tel pouvoir, on doit aussi, lui attribuer le soulèvement de ces mêmes couches minérales qu'il avait d'abord consolidées.

Une objection qui se présente naturellement à ce soulèvement des couches par l'action d'un fluide expansible, c'est que ce fluide doit s'échapper par les ouvertures que forment les couches en se rompant, et qu'alors ces dernières ne pouvant plus se soutenir, doivent retomber en pièces dans le creux qui s'est formé sous elles, ce qui oblige M. Playfair à admettre l'existence de matériaux d'espèces particulières

qui n'ont aucun vestige de stratification, et qui se trouvaient dans des positions très-différentes. Les uns situés entre les fluides expansibles et les véritables couches minérales, formaient une masse extrêmement épaisse, qui était tenue à l'état de liquidité par l'action même de la chaleur : ce sont les granites. Les autres, placés à la surface, sont venus fermer toutes les fentes et crevasses qui se formaient dans les couches : ce sont les matières des filons.

M. de Luc examinant d'abord ces dernières, démontre, d'après les observations et les opinions du célèbre Werner, que les filons ont aussi une stratification particulière, différente, à la vérité, de celles des couches minérales ; mais qui prouve que ces fentes ont été remplies lentement et après les catastrophes qui les ont formées. Ces faits montrent que ces matières n'ont pu fermer le passage aux fluides élastiques, d'autant plus qu'un grand nombre de fentes sont demeurées vides, et que les catastrophes qui ont suivi la formation des premiers filons, ont ouvert un grand nombre d'autres passages, soit par de nouvelles fentes, soit par des cavernes qui sont si abondantes dans certaines contrées.

L'auteur passant aux granites, rapporte toutes les belles observations de Saussure, qui ne laissent plus de doute sur la disposition de ces roches en couches analogues à celles des autres masses minérales. Il entre ensuite dans des discussions très-étendues, pour démontrer qu'il est impossible que l'action de la chaleur, consolidant des amas confus de sédiments apportés des continens préexistans, pût séparer ces sédiments, de manière à donner naissance à

Impossible
de la
consolida-
tion des cou-
ches par la
chaleur.

des couches successivement différentes dans leur espèce. Il établit enfin, avec nos deux plus célèbres géologues, Saussure et Dolomieu, que le seul moyen de rendre raison de ce phénomène, c'est de l'attribuer à des précipitations chimiques dans le liquide de l'ancienne mer.

Eloignant même toute idée de menstrue et de dissolution, M. de Luc pense que ce liquide primordial contenait dès son origine les élémens de toutes les matières, qui ont formé depuis les couches minérales, l'atmosphère, l'eau de la mer et l'eau commune ; il établit comme le dilemme le plus formel, que les substances qui ont produit la masse des couches sur le fond de l'ancienne mer, ont été séparées de ce liquide même, ou transportées des continens environnans, ne faisant point attention qu'il est des géologues qui regardent l'idée intermédiaire des dissolvans, comme aussi plausible que les deux autres hypothèses.

L'auteur s'attache aussi à prouver par un grand nombre de motifs, qu'en accordant même la non stratification du granite, on ne pourrait pas encore soutenir l'opinion du soulèvement des continens par la force expansive du fluide igné. Il examine les effets de cette force dans les volcans, où elle produit des élévations partielles, des cônes, de nouvelles îles, etc., phénomènes analogues au travail des taupes, qui rejettent la terre en dehors par une ouverture, mais qui n'ont aucun rapport avec le soulèvement de masses suffisantes pour former nos chaînes de montagnes. Il fait sentir que cette hypothèse obligeant, comme celle des affaissemens, d'admettre l'existence de grandes cavernes,

il est bien plus naturel de croire que ces cavernes ont précédé et occasionné les affaissemens, que de les supposer formées par des soulèvemens, puisque dans le premier cas les masses affaissées s'étant appuyées sur le fond des cavernes, doivent demeurer stables, tandis que dans l'hypothèse contraire, ces continens tout brisés demeurent suspendus au-dessus de vastes cavernes.

M. Playfair n'a pas cherché à répondre à cette difficulté, il a seulement tâché de prévenir l'objection tirée de ce que la masse de granite étant fluide, aurait dû s'écouler des lieux élevés, où, comme au Mont-Blanc, elle se trouve à découvert, et pour cet effet, il suppose qu'elle était enveloppée de couches solides de schiste micacé, qui auront été emportées depuis par l'action des eaux; ce qui le conduit à admettre que la région occupée aujourd'hui par les Alpes était entièrement recouverte à la naissance de nos continens, par une seule masse continue, plus élevée que ne l'est actuellement le Mont-Blanc. Cette proposition ramène encore au creusement des vallées par les eaux courantes que l'auteur examine de nouveau, en se proposant cependant, pour but principal, le phénomène des blocs de pierre épars à la surface des plaines.

L'hypothèse du soulèvement ne donnant pas d'autres moyens d'expliquer l'origine de ces blocs, que par leur transport des montagnes aux moyen des eaux courantes, M. Playfair dit, que malgré la quantité et la grandeur des fragmens, ce transport ne doit paraître incroyable qu'à ceux qui n'ont pas réfléchi sur l'effet que peut

Origine des blocs et des cailloux épars à la surface des plaines.

produire une cause accidentelle, que la longueur du tems transforme en cause durable. Il croit en conséquence que les eaux ont pu amener des blocs de granite du Mont-Blanc sur le Jura, et répandre les débris des monts Carpacks sur les bords de la Baltique. Mais pour éviter l'objection des vallées ou des montagnes intermédiaires, ce géologue a été obligé de supposer que ces vallées n'existaient pas encore à cette époque, et qu'il y avait alors un plan uniforme du Mont-Blanc au Jura, supposition qui est d'abord en contradiction avec le système du soulèvement, qui par le mouvement angulaire qu'il a imprimé aux couches, a dû aussi bien que l'affaissement, déterminer l'existence des vallées dès l'origine même des continens.

Le frottement des blocs de pierre pendant leur transport, devant diminuer leur grosseur, M. Playfair apporte, comme preuve de l'existence de ce transport, que ces blocs sont toujours moins gros à mesure qu'on s'éloigne des montagnes, fait qui n'est pas d'accord avec l'observation, car les plus gros blocs que M. de Luc ait vu, sont dans le Holstein, c'est-à-dire, les plus éloignés des montagnes granitiques. Il faudrait aussi, pour appuyer l'hypothèse, qu'on pût en quelque manière suivre les traces de leur route par leur présence dans les lieux intermédiaires, ce qui n'est point encore d'accord avec l'observation. On n'a considéré aussi que d'une manière trop générale, la nature des pierres qui composent ces blocs, on s'est contenté de les reconnaître pour des roches primordiales, sans remarquer la grande

variété d'espèces qu'ils contiennent, variété telle, que les côtes de la Basse-Saxe, par exemple, présentent des roches absolument inconnues dans les montagnes de l'Allemagne.

Une autre objection très-forte, que l'observation des blocs épars fait naître contre le système de Hutton, c'est que dans cette hypothèse, comme dans celle de M. de Luc, on doit attribuer l'origine de ces blocs aux catastrophes qui se sont prolongées jusqu'au dernier séjour de la mer sur nos continens. Or, il y a de ces débris qui donnent des preuves irrécusables du peu d'ancienneté de cette époque : on en trouve notamment en Lombardie et en Piémont, qui sont entremêlés avec des coquilles si fraîches, qu'elles présentent leurs vernis et leurs couleurs naturelles comme si elles venaient de sortir de la mer. L'auteur a même trouvé une de ces coquilles qui contenait encore son animal dans l'état de mollesse.

M. de Luc, après avoir démontré l'impossibilité de rendre raison des blocs et graviers épars à la surface des terres par la théorie de MM. Hutton et Playfair, propose la sienne qui n'est peut-être pas non plus exempte de difficultés.

Les cavernes qui ont causé les catastrophes de nos couches minérales étaient nécessairement remplies d'un fluide expansible quelconque, qui éprouvant une énorme pression lors de l'affaissement de masses semblables à nos montagnes, aura fait pour s'échapper des efforts prodigieux, dont les phénomènes des volcans ne nous donnent qu'une bien faible idée, et qui auront rejeté en dehors, comme des bombes, les frag-

mens produits par la collision des parties inférieures des couches. Cette force expansive, qui a aussi contribué aux mouvemens angulaires des masses qui s'affaissaient, s'exerçant principalement sur les couches inférieures composées de granites, explique pourquoi les blocs épars présentent une si grande variété de ces roches. Comme ces explosions se faisaient dans l'eau, les efforts de ce liquide qui tendait par son propre poids à entrer dans les cavernes, en même tems que les fluides expansibles cherchaient à s'échapper, auront élevé une espèce de conflit entre ces deux pouvoirs, d'où seront résultés des engouffremens, des dégorgemens, des triturations de fragmens, etc. Ces terribles effets, combinés avec l'énorme agitation qu'ils occasionnaient sur tout le fond de la mer, auront transformé la plus grande partie des fragmens, lancés au-dehors en gravier, en cailloux roulés, etc. et les auront répandus à la surface de nos continens.

Avant de terminer ce Mémoire, M. de Luc dit quelques mots de l'ouvrage de M. Kirwan et des expériences de sir James Hall. Il ne croit pas que ces dernières peuvent appuyer la théorie de Hutton, puisque la pression qu'elles supposent pour la fusion de la pierre calcaire, ne peut être exercée par la mer, car on sait que les liquides se laissant traverser facilement, n'opposent aucun obstacle au passage des fluides expansibles. Il observe ensuite que ces expériences suffiraient, au contraire, pour renverser la théorie, puisqu'elles prouvent qu'une pression suffisante opérée par un corps solide, empêche le développement des fluides

Expériences de sir J. Hall.

expansibles. Comment donc de semblables fluides auront-ils pu se former sous la masse des couches et soulever cet énorme poids ?

Système
de M. Kir-
wan.

Le système de M. Kirwan a quelques rapports avec celui de M. de Luc, mais il s'en éloigne dans beaucoup de circonstances. Ce géologue croit qu'il n'est pas impossible que les couches aient été formées dans une position verticale ou inclinée, ce qui l'oblige à chercher une cause extraordinaire pour expliquer la forme des montagnes ; il suppose, en conséquence, qu'une partie du liquide qui s'était retirée dans l'intérieur du globe, en est sortie par l'effet d'une cause surnaturelle pour faire une irruption sur nos continens qu'elle a parcourus avec impétuosité en allant d'abord du Sud au Nord, et en retournant ensuite du Nord au Sud, pour rentrer dans l'intérieur du globe.

Les principales observations qu'on apporte à l'appui de ce système, sont l'aspect de quelques escarpemens, qu'on a regardé comme produits par une attaque violente de la mer, et l'existence des animaux du Midi qui se trouvent épars dans les terrains du Nord. Il est inutile de suivre M. de Luc dans l'examen qu'il fait de ces deux propositions : on sent, d'après ce qui a été dit ci-dessus, que la première s'explique plus facilement par les affaissemens, et que la seconde n'a plus besoin de commentaires, depuis qu'un savant célèbre a, dans ces derniers tems, tiré les plus belles conséquences de l'examen de ces débris, en créant pour ainsi dire, au milieu de nous, l'histoire des animaux de l'ancien monde.

Conclusion.

L'auteur annonce qu'il ne considère ce Mémoire

moire que comme une introduction aux nombreux voyages qu'il se propose de publier bientôt, et qui feront la dernière partie de son travail ; il a seulement voulu présenter auparavant l'ensemble des propositions qui constituent son système, en n'exposant que les conclusions, à l'appui desquelles viendront se ranger comme preuves, tous les faits géologiques qu'il a observés.

On trouvera peut-être que l'ouvrage dont nous venons d'essayer de tracer l'analyse, est plutôt un commentaire critique sur la Théorie de Hutton, qu'un véritable *Traité élémentaire de Géologie* ; qu'il laisse aussi quelque chose à désirer sous le rapport du style, et qu'il pourrait enfin présenter un ordre plus sévère dans la distribution des matières. Mais l'auteur dit lui-même que la crainte de n'être pas lu par ceux qui ne font qu'effleurer les sciences, ne doit point empêcher de reprendre tous les faits généraux dont on peut faire usage. Au surplus, nous sommes persuadés que les personnes qui se détermineront à lire et à étudier ce volume, y trouveront une foule d'observations intéressantes, et prendront des idées plus justes que celles qu'on a communément sur un grand nombre de phénomènes de la nature. Ce n'est pas cependant, que nous partagions toutes les opinions de l'auteur, mais nous n'avons ni les moyens, ni la volonté d'entrer dans une telle discussion, nous nous bornerons seulement à remarquer, que de même qu'on a reproché à l'illustre auteur des époques de la nature, d'avoir fait son système comme si toutes les couches minérales eussent été horizontales, on

Volume 28.

C

pourrait observer que M. de Luc semble ne considérer que les couches inclinées et les terrains meubles, et que nous ne voyons pas qu'il s'occupe de ces larges vallées des terrains horizontaux où l'on n'aperçoit aucune trace de ces changemens de niveau dans les couches, et de ces mouvemens angulaires qui doivent accompagner les affaissemens.

FIN DES OBSERVATIONS
MINÉRALOGIQUES ET GÉOLOGIQUES

Sur les principales Substances des départemens
du Morbihan, du Finistère et des Côtes-du-
Nord.

Par M. P. M. S. BIGOT DE MOROGUES, Membre de
plusieurs Sociétés savantes.

§. VII.

Des roches schisteuses.

Si l'on doit dire des roches qui ont fait le sujet des paragraphes précédens, qu'elles ne présentent aucunes espèces circonscrites par des caractères qui les isolent des autres substances; avec bien plus de raison encore, nous appliquerons ici cette importante vérité à la détermination des caractères communs aux roches schisteuses.

Origine et composition des roches schisteuses.

Ces roches, dues à la consolidation d'un dépôt boueux, ne présentent aucune forme cristalline; les cassures régulières qui y rencontrent quelquefois n'ont jamais une forme constante, et doivent être attribuées au retrait que la matière schisteuse a éprouvée en se consolidant.

Les roches schisteuses, quoique formées par une dissolution boueuse, renferment souvent