

LES  
PROGRÈS RÉCENTS  
DE LA GÉOLOGIE

PAR

M. Ch. VELAIN

---

EXTRAIT DE LA REVUE PÉDAGOGIQUE DU 15 AVRIL 1891



PARIS  
LIBRAIRIE CH. DELAGRAVE  
15, RUE SOUFFLOT, 15  
—  
1891

H-2221.

LABORATOIRE DE GÉOLOGIE  
DE LA SORBONNE  
PARIS

m61-19

LES  
PROGRÈS RÉCENTS  
DE LA GÉOLOGIE

---

En présence du nombre et de l'importance des publications dont la géologie s'est enrichie dans ces dernières années, on ne peut méconnaître qu'une activité féconde anime les géologues de tous pays. Dans le domaine des faits surtout le progrès accompli est immense; partout l'œuvre des cartes géologiques est entreprise sur une vaste échelle; les descriptions régionales, si profitables, se multiplient, et jusque dans les contrées du globe les plus reculées s'étendent des explorations suivies. Aussi les innombrables richesses paléontologiques que de telles recherches ont mises à jour sont venues apporter, sur le développement de la vie organique aux diverses époques de l'histoire terrestre, des documents d'une importance sans égale et dont la précision va, chaque jour, en s'accroissant. En même temps les roches les plus compactes, d'apparence amorphe comme les basaltes ou les porphyres, soumises à l'analyse microscopique, ont livré, avec le secret de leur composition, tous les détails de leur structure la plus intime. Cette application récente du microscope polarisant à l'étude des roches, a été en effet le point de départ de brillantes découvertes; jamais clarté subite n'a illuminé, avec autant d'éclat, d'aussi profondes ténèbres. Quiconque examine pour la première fois, à l'aide de cet instrument, une lamelle mince transparente, taillée dans une roche d'apparence homogène, demeure émerveillé devant la multitude et la variété des éléments cristallisés qui frappent son regard. La pâte des porphyres, par exemple, jadis considérée comme une substance amorphe, apparaît le plus souvent comme une mosaïque brillamment colorée. La matière noire qui forme le fond des roches volcaniques devient, à son

\*

tour, un riche tissu de minéraux variés, bien spécifiés, désignés maintenant sous le nom de *microlithes*, en raison de leurs formes réduites.

De plus, dans les roches vitreuses, l'emploi des forts grossissements a révélé la présence d'une catégorie bien spéciale de formes élémentaires, très intéressantes, qui établissent une sorte de transition entre l'état amorphe et l'état cristallin. Ici, au sein d'un verre noir fondu, se sont d'abord séparés des globules d'une petitesse extrême (*globulites*); là ce sont des corpuscules cylindriques (*longulites*) qui ont pris naissance; ailleurs d'autres, avec une apparence filiforme, s'entremêlent comme un paquet de cheveux (*trichites*), tandis que des figures plus compliquées, en se ramifiant, prennent des formes *dendritiques* simulant des feuilles finement découpées. Tous ces essais de cristaux, réunis maintenant sous le nom de *cristallites*, apparaissent pressés les uns contre les autres, ou le plus souvent disposés en longues traînées fluidales dans la masse vitreuse où leur présence, avant l'intervention du microscope, était complètement inconnue. Or leur découverte peut être considérée comme une des conquêtes les plus précieuses de la pétrographie moderne, le développement de la cristallinité au sein d'une masse amorphe étant un des problèmes qui depuis longtemps préoccupait le plus les minéralogistes. Dans les roches franchement cristallines, telles que le granite, l'emploi de ce même instrument révèle toujours la fréquence, on peut même dire la diffusion, au sein des minéraux largement cristallisés, d'éléments très petits, demeurés jusqu'alors inaperçus et dont la détermination devient très importante. Ces minéraux d'ordre microscopique, qui rachètent par le nombre leur petite taille et se font tous remarquer par la proportion de substances chimiquement actives qu'ils contiennent, viennent, en effet, nous fournir des données précieuses sur la nature des dissolvants qui sont entrés en jeu pour provoquer la cristallisation d'éléments aussi réfractaires que le quartz, le feldspath et le mica des granites. Depuis longtemps la chimie nous a appris à connaître l'énergie développée dans les réactions, et le rôle pris, comme principes minéralisateurs, par les acides titanique, phosphorique, borique, le chlore et le fluor. Or la preuve que ces dissolvants ont joué un grand rôle dans la cristallisation des granites est

fournie par ce fait qu'on y rencontre toutes ces substances fixées dans ces minéraux accessoires : de ce nombre sont des *micas fluorés* (lépidolithe), la *tourmaline*, silicate d'alumine avec fluor et acide borique, la *topaze*, silicate d'alumine avec fluorure de silicium, le *rutile*, qui représente la forme cristalline de l'acide titanique, l'*apatite*, où l'acide phosphorique, avec le fluor et le chlore, vient s'associer à la chaux.

De plus, un examen attentif a permis de reconnaître que les minéraux bien définis, loin d'être un milieu homogène, contenaient dans leur intérieur des espaces remplis de parcelles de matières étrangères. Or ces *inclusions*, qui peuvent être *cristallines-vitreuses*, *liquides* ou *gazeuses*, viennent, à leur tour, nous apporter des notions précises, fort intéressantes, sur la nature des milieux où la cristallisation s'est opérée. Quand un minéral renferme, par exemple, des inclusions vitreuses, on peut être assuré qu'il a cristallisé dans un magma fondu. Des conclusions encore plus remarquables peuvent ensuite se déduire d'observations faites sur les inclusions liquides, dont le plein développement se fait, cette fois, dans le quartz des granites, où elles apparaissent nombreuses, disposées par files rectilignes entrecroisées. On en compte parfois plus de cent vingt par centième de millimètre carré; Sorby, qui le premier a mis ce fait en évidence, a calculé qu'un centimètre cube de quartz pouvait en contenir plus de 60 millions; dans ces conditions le cristal troublé prend une apparence laiteuse. Les plus grandes peuvent atteindre 0<sup>mm</sup>,06; toutes, avec des formes irrégulières ou polyédriques (*cristal négatif*), sont caractérisées par la présence d'une petite bulle de gaz mobile (*libelle*), à bords fortement ombrés. Tantôt le mouvement de cette bulle est spontané : l'agitation est alors très rapide et tout à fait semblable à ces mouvements de trépidation dits *browniens*; tantôt le déplacement ne se fait que sous l'influence d'une élévation de température. Assurément ces observations sont toujours très délicates, elles exigent un grossissement de 1500 à 1800 diamètres, mais leur importance est bien grande, car elles peuvent conduire à déterminer la nature du liquide contenu dans ces inclusions. A l'aide d'ingénieux appareils imaginés par Vogelsand, pour étudier l'action de la chaleur sur ces liquides, on a pu constater que les uns possédaient la transparence et la dilatibilité de l'eau. D'autres

sont des dissolutions salines aqueuses qui, parfois, trahissent leur nature, quand elles sont sursaturées, par la présence de petits cristaux bien spécifiés, tels que des cubes de chlorure de sodium; enfin il en est où le liquide disparaît complètement à une température de 31°. Or on sait que l'acide carbonique liquéfié est le seul qui puisse redevenir gazeux à une température aussi basse. Une analyse spectrale a permis du reste de vérifier cette détermination, et désormais on peut considérer la présence de l'acide carbonique condensé, dans le quartz des granites, comme un fait acquis. Cette découverte a clos immédiatement les discussions qui, depuis si longtemps, divisaient les géologues sur le mode de formation des roches granitiques. A l'hypothèse d'une origine ignée il faut substituer une cristallisation lente, opérée en profondeur, dans un milieu oxydant, sous des influences purement hydrothermales, et sous une pression qui, admettant l'acide carbonique condensé, ne pouvait être moindre de 280 atmosphères. Si maintenant j'ajoute qu'on doit, à cette nouvelle méthode d'examen, d'avoir fourni des notions très exactes sur le mode d'agencement des minéraux dans les roches, puis montré que leurs associations, loin d'être arbitraires, donnent naissance à des types particuliers et constants de texture qui permettent d'établir désormais la classification des roches sur une base précise, on verra que les services rendus justifient amplement l'importance qu'on attribue aujourd'hui à ce genre de recherches. Pour répondre aux besoins qu'elle a créés, les savants et les constructeurs se sont mis à l'œuvre et l'un des instruments les plus utiles et les plus ingénieux de la physique, le microscope, a été transformé. Celui qui sort actuellement des ateliers de M. Nacet, grâce aux perfectionnements apportés par M. Michel Lévy, peut être considéré comme un chef-d'œuvre. Nulle science n'est maintenant plus florissante; étant donnés ses moyens d'action si perfectionnés, le nombre et la valeur de ses adeptes, groupés, en France, autour de M. Fouqué, devenu le chef incontesté de la pétrographie française, il est impossible de prévoir l'étendue de ses conquêtes prochaines, tant est vaste le champ d'exploration qui s'ouvre devant elle.

Les résultats généraux de ces données nouvelles qui sont venues jeter un si grand jour sur l'histoire complexe des formations éruptives, alors que les études de géologie stratigraphique s'éten-

daient au monde entier, peuvent être résumés d'un trait en déclarant que, désormais, notre globe peut être considéré comme presque tout entier connu dans ses traits principaux. Aussi le moment était venu pour que les théories géogéniques, jusque-là basées sur des hypothèses, pussent s'appuyer sur un ensemble, bien solide, de faits précis. L'explication rationnelle des faits observés devient, en effet, le but final vers lequel doivent tendre tous les efforts des géologues, leurs patientes observations n'ayant de raison d'être que si elles doivent conduire à la recherche des causes qui ont présidé aux transformations successives du relief terrestre.

Dans ce sens une place d'honneur doit être attribuée à l'*Anltitz der Erde (La face de la terre)* de M. Ed. Suess. Cet ouvrage récent, dans lequel l'éminent professeur de l'Université de Vienne s'est appliqué à dépeindre les grands traits de la surface terrestre et à en retracer l'évolution, est de ceux qui marquent une date dans l'histoire d'une science. Assurément il serait téméraire d'essayer de donner, en quelques lignes, une idée de la hauteur et de l'étendue des aperçus nouveaux développés dans ce remarquable essai de synthèse, où M. Suess, fort de l'érudition que lui prêtait un demi-siècle de travaux poursuivis sans relâche par une légion d'observateurs, dans les deux hémisphères, a mis en œuvre une masse énorme de matériaux empruntés à toutes les parties du monde; je me bornerai à signaler, parmi les plus importantes de ces conceptions nouvelles, celles qui ont trait aux phénomènes orogéniques. Déjà dès 1875, dans un ouvrage très remarqué sur la *formation des Alpes*, M. Suess, réunissant une foule d'observations faites par ses devanciers dans les autres districts montagneux, avait mis en pleine évidence ce fait que, dans les pays de montagnes, les roches éruptives, localisées dans les massifs centraux, n'ont joué qu'un rôle passif, et qu'en aucun cas on ne peut associer leur sortie avec l'idée d'une poussée souterraine provoquant le soulèvement de la montagne. Ce ne sont certes pas là des vérités nouvelles: depuis longtemps des géologues éminents, tels que MM. Lory, de Lapparent et beaucoup d'autres, s'étaient appliqués à les faire connaître, en montrant que les granites et les porphyres dans nos grandes chaînes de montagnes, loin d'être la cause du plissement des roches sédimentaires encaissantes, ont subi des déformations mécaniques semblables qui devaient être

attribuées à une même cause plus générale, mais sans pouvoir faire admettre ces vérités par tous sans réserves. On sait ensuite que c'est à Elie de Beaumont qu'on doit d'avoir établi, avec une grande netteté, la vraie nature de cette cause profonde qui préside à la formation des inégalités de la surface terrestre, en montrant qu'elles doivent toutes être rapportées à des efforts latéraux de compression dus à la contraction progressive des parties centrales du globe. Etant donné ce fait aujourd'hui démontré, que ce noyau interne, reste de l'état primitif de fluidité ignée de notre planète, n'est autre qu'une masse métallique ellipsoïdale liquide, vraisemblablement constituée à l'état de fer fondu et soumise à un lent refroidissement, par suite à une contraction, l'écorce terrestre, comme une étoffe mal soutenue sur un support qui diminue de volume, est obligée de racheter, par un ou plusieurs plis, son excès momentané d'ampleur; plis qui, dans leur forme la plus simple, sont constitués par la juxtaposition de deux rides : l'une *rentrante*, déterminant une dépression où viennent se condenser les eaux marines, l'autre *saillante* dont la crête, en dépassant sensiblement le niveau primitif qu'avait l'écorce avant de céder, donne naissance à une chaîne montagneuse. Telle est dans toute sa simplicité la formule du phénomène orogénique si bien défini par Elie de Beaumont.

L'idée première de *soulèvement en masse*, c'est-à-dire d'une impulsion directe de bas en haut, ne subsistait qu'en apparence, simplement à titre de *composante verticale* d'un système de mouvements, dont la cause doit être cherchée dans l'état de compression latérale d'une écorce trop large pour le volume qu'elle doit continuer à embrasser. Mais, emporté loin du domaine des faits par des conceptions théoriques purement géométriques, Elie de Beaumont a cru voir, dans l'orientation des grandes chaînes de plissements terrestres dont il venait de définir si clairement le mode de formation, des alignements rectilignes réglés par des lois fixes de symétrie. Or on sait qu'il n'en est rien, et des *quatre-vingt-quinze systèmes* que ce savant géologue, dans sa Notice célèbre sur les systèmes de montagnes, avait cru pouvoir distinguer sur la surface du globe, il ne reste plus trace. C'est, au milieu de beaucoup d'autres, un des grands mérites de M. Suess d'avoir montré, jusqu'à l'évidence, que les grandes chaînes

montagneuses, loin d'obéir à des lois simples de symétrie et de direction rectiligne, affectaient, dans leur orientation, un tracé des plus sinueux, tracé qui même semble très capricieux quand on range, comme il convient, sous ce nom de chaîne de montagne, une zone de plissement d'âge déterminé. On lui doit, par exemple, d'avoir établi que, dans l'Europe méridionale, les Alpes, le Jura et les Carpathes appartiennent à une même zone de plissement d'âge tertiaire embrassant toutes les grandes chaînes méditerranéennes, les Apennins, les montagnes de la Sicile, l'Atlas algérien et la Cordillère bétique dans le sud de l'Espagne. Toutes ces chaînes entourent complètement le bassin occidental de la Méditerranée, en dessinant une courbe extrêmement sinueuse, presque entièrement fermée au nord, si on ajoute à cette grande zone plissée, conformément aux récentes observations de M. Marcel Bertrand, les Pyrénées et la Provence.

Toutes ces chaînes sont caractérisées par une structure analogue, roches éruptives localisées dans les massifs centraux, couches sédimentaires, subissant dans ces parties centrales d'extraordinaires phénomènes de compression, amenant leur étirement, et leur disposition fréquente en *plis couchés*, plissements de plus en plus atténués vers l'extérieur où ils viennent buter contre des massifs d'ancienne consolidation faisant office de piliers stables (*horst*). De plus, au delà des Carpathes, après la percée inférieure du Danube, où la chaîne subit une déviation des plus marquées, symétrique du tournant de l'Atlas algérien et de la Cordillère bétique, lui-même interrompu par le détroit de Gibraltar, la zone de plissement reparaît dans les Balkans, puis, après s'être prolongée dans la grande arête montagneuse de la Crimée, dans le Caucase, elle comprend les reliefs les plus importants de l'Asie en fournissant le gigantesque arc montagneux de l'Himalaya. En ce point les analogies de cette grande chaîne avec celle des Alpes deviennent complètes. C'est ainsi que, des rives de l'Atlantique jusqu'à l'Océan Pacifique, on voit s'étendre, dans le sud, une grande zone de plissements tertiaires qui domine l'orographie actuelle de l'ancien continent (*Eurasie*). Un fait digne de remarque, c'est que cette continuité, si nettement établie au point de vue géologique par M. Suess, entre ces diverses chaînes montagneuses, n'est pas moins évidente quand on examine avec

soin leur allure sur des cartes géographiques bien faites comme celles de l'atlas de Stieler ou de ceux récemment publiés par les librairies Hachette et Delagrave.

En examinant ensuite la structure des massifs anciens qui, dans le nord de cette zone de plissements alpins, subdivisent le sol de l'Europe en régions naturelles distinctes, on peut suivre la trace de chaînes anciennes aujourd'hui disparues, rasées par des érosions postérieures, mais dont l'emplacement et la continuité restent encore bien marquées par des couches plissées en profondeur. Une *vieille Europe*, l'Europe de la fin des temps primaires, apparaît de la sorte à demi masquée par des sédiments plus modernes, et dans ses débris morcelés, faillés, aujourd'hui représentés par les monts Scandinaves, les Highlands d'Écosse, le pays de Galles, la Bretagne, la Galice, le Plateau central, les Ardennes et la Bohême, on peut aisément reconnaître que les plissements s'y répartissent suivant plusieurs zones distinctes par leur âge et leur position; zones qui ont dû jouer successivement, aux époques anciennes, un rôle comparable à celui qui revient aux Alpes dans l'économie actuelle de l'Europe. Telles sont, par ordre de date : dans le nord, en avant d'un continent établi dans les régions arctiques, après la consolidation des gneiss de la primitive écorce, une chaîne très ancienne, dite *huronienne*, qui délimite, au début de l'ère primaire, les rivages de la mer où sont venues se déposer nos phyllades archéennes de Saint-Lô. En Bretagne, dans le Cotentin et dans le Pays de Galles en Angleterre, ces phyllades, toujours fortement redressées et recouvertes en discordance par les *conglomérats pourprés cambriens*, portent la trace d'un second mouvement qui, reportant plus au sud les rivages de la mer *silurienne*, a contribué à l'accroissement du continent dans cette direction. La fin du silurien a été marquée ensuite par la formation d'une troisième ride (*chaîne calédonienne*) qui trace, cette fois, la limite septentrionale de la mer dévonienne et présente sa bordure jalonnée par la puissante formation des dépôts côtiers du vieux grès rouge écossais (*old red sandstone*). Plus tard, à l'époque carbonifère, des refoulements d'une rare puissance, et maintes fois renouvelés, se sont résolus, à la fin des temps primaires, par l'établissement d'une grande chaîne (*chaîne hercynienne*), tout à fait comparable comme

structure à celle des Alpes, et qui se trouve bordée au nord, depuis le sud-ouest de l'Irlande jusqu'en Silésie, par la grande ligne des bassins houillers.

Quant aux mouvements, plus localisés, qui se sont produits pendant les temps secondaires, aucun n'a eu l'importance suffisante pour prendre, comme les précédents, un caractère franchement orogénique, en provoquant l'émersion de grandes masses continentales. Seuls ceux survenus, aux époques tertiaires, après cette longue interruption dans les manifestations de l'activité interne du globe, ont amené un pareil résultat. A cette date, en effet, des efforts de dislocations d'une grande amplitude et plusieurs fois renouvelées, ont fait naître dès la fin de l'éocène, les Pyrénées et les Apennins, puis plus tardivement, les Alpes, le Jura et les Carpathes, quand allait s'ouvrir la période pliocène. Dès lors le développement progressif de l'Europe apparaît avec une grande clarté. La formation de notre continent résulte d'une série de mouvements remarquablement réguliers et relativement très simples, qui ont fait naître en avant du continent primitif arctique, cinq zones successives de plissement, disposées chacune en retrait de la précédente, et dressées progressivement sur le bord des mers anciennes primaires et tertiaires, en s'avancant toujours du nord vers le sud. Parmi ces grandes lignes anciennes de relief, seules subsistent les chaînes tertiaires, qui jouent dans l'économie de l'Europe le rôle que l'on connaît ; les érosions postérieures des temps secondaires et tertiaires n'ayant rien laissé subsister de celles dues aux mouvements primaires.

Un examen attentif des relations qui existent entre les contours des océans et de la disposition des chaînes de montagnes, a permis également, au savant géologue viennois, de montrer que les rivages des océans actuels se rapportaient à deux types de structure bien différents : dans l'Atlantique et l'Océan Indien, dont la portion la plus étendue de nos continents est aujourd'hui tributaire, le littoral est complètement indépendant de l'allure des couches et des plissements qu'elles ont eu à subir à une époque très reculée, tandis que dans le Pacifique une disposition inverse se produit, ce grand océan étant limité, de tous côtés, par des chaînes insulaires ou côtières, toutes parallèles aux rivages. Or ces différences sont intimement liées à une histoire géologique

distincte pour chacune de ces grandes dépressions océaniques. Il suffit, pour s'en rendre compte, d'examiner la distribution des terrains secondaires sur leur bordure. Dans le Pacifique, ce sont les couches les plus anciennes de cette série, des schistes à fossiles marins triasiques, qui apparaissent au voisinage de la mer, aussi bien sur la côte occidentale que sur le versant américain opposé; dans l'Océan Indien, des calcaires du jurassique moyen remplissent le même rôle sur la côte; enfin, sur les bords septentrionaux de l'Atlantique, on remarque une lisière à peu près continue de dépôts appartenant au créacé supérieur. Dans ces conditions on doit admettre, avec M. Suess, que le Pacifique représente le plus ancien des bassins maritimes actuels, tandis que l'Océan Indien et l'Atlantique boréal ne se sont formés que plus tard, par voie d'affaissement, aux dépens de masses continentales parmi lesquelles vient naturellement se placer l'*Atlantide* de Platon. De tous ces faits, fort intéressants, il résulte qu'une grande partie de nos bassins maritimes actuels proviennent de l'affaissement de terres émergées occupant, à l'origine, l'espace correspondant, tandis que dans l'intérieur des continents des surfaces considérables, après avoir servi de lits aux mers secondaires et même tertiaires, sont devenues le théâtre de plissements énergiques qui, portant à une grande hauteur les sédiments déposés, ont donné naissance à de grandes zones montagneuses.

Indépendamment de ces résultats généraux d'une haute portée, déduits d'une étude attentive des *dislocations* de l'écorce terrestre, on doit encore à M. Suess des conclusions très importantes tirées, cette fois, de l'examen d'une autre catégorie de phénomènes, dont l'intérêt était à peine pressenti il y a dix ans: les *transgressions*, c'est-à-dire les mouvements généraux de la mer en rapport avec le déplacement des rivages.

L'instabilité des continents qui tantôt s'élèvent, tantôt s'abaissent lentement sous nos yeux suivant les points du rivage considérés, était, depuis les travaux de Lyell, considérée comme un fait acquis; mais des causes multiples, toutes superficielles, peuvent intervenir pour déterminer le recul ou l'avancement des rivages, sans qu'aucun mouvement du sol intervienne pour le provoquer. On sait par exemple que le niveau de la mer, loin d'être ce point de repère fixe auquel on peut rapporter tous les

nivellements, est soumis à des dénivellations considérables introduites, soit par des modifications dans le degré de salure qui introduisent des variations sensibles dans la densité de la masse océanique, soit et surtout par l'attraction locale des masses continentales<sup>1</sup>. Ce serait en particulier à des phénomènes de ce genre que l'on devrait le recul, bien connu, des eaux de la Baltique sur la côte suédoise, exemple célèbre cité par tous les ouvrages classiques comme fournissant la preuve la plus évidente de la mobilité du sol. L'émersion de la Suède septentrionale marchant de pair avec la submersion de la Scanie, on admettait que la péninsule Scandinave subissait une sorte de mouvement de bascule, autour d'un axe passant à peu près par Kalmar: le sol se relevant au nord de cette ligne, tandis qu'il fléchissait au sud. Cette explication, une fois acceptée pour ainsi dire sans réserve, a été complaisamment étendue à tous les faits connus de déplacements de rivage. Or, en examinant simplement tous les phénomènes de cet ordre qui se passent sous nos yeux, M. Suess arrive à formuler cette conclusion assurément inattendue, *qu'on ne possède aucune preuve réelle de déplacements relatifs de l'écorce terrestre pendant toute la durée des temps historiques*. Seuls quelques points isolés, tels que le célèbre temple de Pouzzoles où le phénomène, très localisé, se montre en relation étroite avec un foyer volcanique situé dans le voisinage, et n'a rien de commun avec un mouvement d'ensemble de l'écorce, échapperaient à cette règle. Passant ensuite à l'examen des mouvements généraux de la surface de la mer dans le passé,

---

1. L'observation montre, par exemple, que le poids d'un litre d'eau de mer, suivant la quantité de sels dissous, peut varier depuis un minimum de 1014 grammes (mer Noire) jusqu'à un maximum de 1029 grammes (Méditerranée). Entre cette dernière mer et l'Atlantique la moyenne de différence de poids, quoique moins forte, est encore suffisante pour amener la mer à un mètre plus haut à Brest qu'à Marseille. M. Bouquet de la Grye a montré qu'on pouvait, par cette seule démonstration de la salure des mers, tracer sur une carte marine des courbes d'égale densité, bien propres à mettre en lumière les dénivellations subies de la sorte par la surface des mers, dénivellations qui peuvent se chiffrer par plusieurs mètres, ce qui est toujours supérieur aux erreurs d'observation admissibles. D'autre part, c'est à l'attraction des continents, qui a pour effet de relever la mer sur les côtes d'un *millier de mètres* en moyenne, qu'on doit ce fait, maintenant établi sur des observations précises, que la surface marine se montre nettement déprimée dans le centre des océans.

mouvements qu'il désigne sous le nom d'*eustatiques*, il met en pleine lumière les faits nombreux qui témoignent de déplacements d'ensemble des eaux marines, se traduisant soit par de vastes extensions de dépôts marins sur des espaces émergés, soit par des *lacunes* synchroniques. Lumineuses sont alors les considérations qui l'amènent à conclure que, dans beaucoup de cas, la répartition très inégale des terrains sédimentaires, dans le temps et dans l'espace, provient non pas d'oscillations du sol, mais de l'abaissement ou du relèvement purement passif du niveau des mers provoqués soit par le brusque effondrement d'une partie limitée de leur lit, soit par le comblement des dépressions océaniques par des dépôts successifs.

Il est évident, par exemple, que l'affaissement brusque de l'Océan Indien vers le milieu des temps jurassiques, n'a pu manquer d'abaisser le niveau marin d'une façon notable sur toute la surface du globe; et qu'inversement l'entassement des dépouilles arrachées aux continents par les vagues et les eaux courantes, entassement dont l'épaisseur peut se chiffrer par des milliers de mètres, a dû provoquer un envahissement lent et progressif des eaux marines sur les parties basses des terres émergées.

Telles sont, pour n'en citer que les principales, les généralisations hardies qu'on peut rencontrer dans un ouvrage qui a fait dans le monde des géologues une sensation bien motivée par la profondeur et l'originalité des aperçus. M. Suess a d'ailleurs rencontré dans son gendre et collègue M. Neumayr un vulgarisateur aussi précieux qu'autorisé. Pour exposer clairement les idées nouvelles qui se pressent dans l'*Antlitz*, il fallait un géologue consommé doublé d'un érudit; nul ne pouvait mieux remplir cette tâche que l'habile paléontologiste viennois; aussi on les trouvera résumées, avec une clarté exceptionnelle, dans un livre qui, sous le titre de *Erdgeschichte*, devient un ouvrage de vulgarisation par excellence. Cette histoire, très instructive, de la terre, dont l'attrait est encore singulièrement accru par une illustration des plus soignées, n'est pas seulement destinée au public lettré des pays de langue allemande; on ne saurait trop en recommander la lecture aux esprits cultivés de tous pays.

En France, M. Marcel Bertrand est de beaucoup celui qui le mieux a su interpréter les nouvelles méthodes d'observation intro-

duites dans la science par M. Suess. En les appliquant à la Provence, on lui doit notamment, dans le remarquable travail auquel nous faisons allusion plus haut, d'avoir montré que cette région, en apparence tranquille et considérée jusqu'alors comme très simple dans sa structure, était *plissée*, et cela en suivant pas à pas la trace de plis couchés horizontalement, semblables à ceux des Alpes suisses, depuis le Jura jusque dans les environs immédiats de Toulon; tels sont en particulier ceux si remarquables de la Sainte-Baume et du Beausset, dont il a le premier défini l'allure et le caractère. Dans de pareilles conditions il a pu reconnaître, dans le massif cristallin des Maures, le prolongement des Pyrénées, et par suite un trait d'union entre cette grande chaîne et celle des Alpes. Ainsi s'est trouvée éclairée d'un jour nouveau la géologie des régions méditerranéennes, dont personne avant M. Marcel Bertrand n'avait compris la véritable structure.

Cette analyse des publications géologiques récentes serait incomplète, si nous ne jetions pas maintenant, avant de terminer, un coup d'œil rapide sur celles qui, en France, ont spécialement porté sur la géologie descriptive. Dans ce sens, les progrès réalisés sont pour la plus grande part dus à l'initiative privée des principaux membres de la *Société géologique* de France, ainsi qu'en font foises publications périodiques, *Bulletin* et *Mémoires*, nourries d'abondantes communications sur les questions les plus diverses; et surtout au *Service de la Carte géologique* de France, qui dépend de notre administration des mines et peut compter, sous la direction éclairée de son nouveau chef, M. Michel Lévy, comme un centre géologique des plus actifs. On ne saurait passer sous silence, par exemple, que les publications du *Service* se sont enrichies, en 1888, d'une *Carte géologique de France* au millionième, offrant cet intérêt particulier de présenter, avec un grand degré de précision, l'état actuel de nos connaissances sur le développement progressif du sol de notre pays<sup>1</sup>; et cela sous une forme rendue très claire par un choix harmonieux de couleurs qui

---

1. Cette carte, d'une lecture facile et dont les applications sont multiples, établie dans des conditions de modicité de prix sans précédent dans les annales de l'impression chromo-lithographique (Baudry et C<sup>o</sup>, édit., 9 fr. 50 c.), devrait figurer dans le matériel scolaire, et en particulier être placée dans toutes les écoles normales d'enseignement primaire.

mettent bien en saillie les massifs anciens, spécialement formés de gneiss, de granites et de terrains primaires (Bretagne, Plateau Central, Ardennes, Vosges), autour desquels viennent se grouper les trois grands bassins de sédimentation (Bassin de Paris, de l'Aquitaine et du Rhône) où viennent se condenser les terrains stratifiés plus récents. Aux *monographies régionales*, si bien commencées par le *Pays de Bray* de M. de Lapparent, est venue s'adjoindre une *description de l'Ardenne* par M. Gosselet; œuvre considérable, dans laquelle le zélé professeur de la Faculté des sciences de Lille, résumant plus de trente années de longues et patientes recherches, a complètement élucidé la structure compliquée d'une région qui peut désormais compter, non seulement comme la mieux connue parmi les grandes subdivisions naturelles de notre sol français, mais comme le district paléozoïque le plus complètement étudié de l'Europe.

En même temps, alors que le levé des cartes régulières au 80,000<sup>e</sup> s'étendait aux parties les plus diverses de notre territoire, un *Bulletin* spécial, dans lequel les étapes successives de ce mouvement remarquable sont dorénavant enregistrées avec tous les développements qu'elles méritent, devenait l'organe régulier du service. Enumérer, même d'une façon très abrégée, les mémoires nombreux qui, tous consignant les résultats acquis par les collaborateurs au cours de leurs explorations, ont successivement passé dans ce Bulletin depuis sa naissance, c'est-à-dire depuis 1888, nous entrainerait trop loin; toutefois, nous excepterons de ce silence forcé l'étude si importante dans laquelle M. Michel Lévy a dévoilé la structure complexe du Mont-Blanc et de la chaîne des Aiguilles-Rouges avoisinante, et le mémoire dans lequel M. Barrois, en définissant l'allure et le caractère des éruptions diabasiques dans le Menez-Hom, a pu établir, sur des faits précis, que la Bretagne, à l'époque silurienne, avait été le théâtre de phénomènes volcaniques d'une intensité remarquable.

Parmi les travaux dus tout entiers ensuite à l'initiative privée, la belle carte géologique générale de la France, dressée au 500,000<sup>e</sup>, par MM. Carez et Vasseur, devient sans conteste le plus important. Commencée en 1883, cette œuvre magistrale, qui ne comprend pas moins de 48 feuilles, dont les dernières ont

paru en 1889, correspond à une somme d'efforts considérables, poursuivis sans relâche, pendant six années consécutives, avec une énergie et une persévérance sans égale. Aucune œuvre de ce genre n'avait été tentée, depuis l'époque (1841) où parut la grande carte de Dufrenoy et d'Élie de Beaumont, dressée également à la même échelle, mais qui, devenue très insuffisante, par suite de l'importance et de la multiplicité des travaux entrepris dans les diverses parties de la France depuis cinquante ans, n'était plus guère aujourd'hui qu'un document historique rappelant quel était l'état de nos connaissances géologiques au milieu de ce siècle.

Réunir graphiquement les innombrables documents publiés depuis cette époque sur l'excellente carte chorographique que le colonel Prudent venait de publier pour le Dépôt des fortifications, telle est la lourde tâche que se sont imposés MM. Carez et Vasseur, et, maintenant que le but est pleinement réalisé dans des conditions d'exécution et de précision parfaites, on ne saurait trop remercier ces deux auteurs d'avoir consenti à laisser de côté pendant plusieurs années leurs études personnelles, pour édifier une œuvre qui place maintenant la cartographie géologique française au premier rang.

C'est un pareil sentiment de reconnaissance qu'on doit à M. de Lapparent pour les services qu'il a rendus à tous ceux qui, de près ou de loin, s'intéressent à l'étude du globe terrestre, en créant de toutes pièces un matériel d'enseignement géologique qui jusque-là nous faisait complètement défaut : c'est d'abord un remarquable *Traité de Géologie* qui, depuis son apparition, a largement contribué à répandre parmi nous, avec un nombre immense de faits accumulés dans des mémoires spéciaux, toutes les idées nouvelles qui en dérivent et qu'on était obligé d'aller chercher, au dehors, dans les ouvrages de cette nature dont le nombre, à l'étranger, s'accroissait annuellement. Ce traité, dont deux éditions successives n'ont pas épuisé le succès, a bientôt été suivi d'un *Abrégé* dans lequel tous peuvent acquérir sans effort les notions essentielles de la science du globe, l'auteur excellant à rendre attrayantes des études qui, sous la plume d'un autre, resteraient arides et peu profitables. Ces qualités précieuses sont surtout déployées dans un ouvrage qui, sous ce titre piquant : *La Géologie en chemin de fer*, comprend une description géolo-

gique particulièrement instructive du bassin de Paris. Nul exemple ne pouvait être mieux choisi pour mettre en pleine lumière la part prépondérante, pour ainsi dire exclusive, prise par la constitution du sol dans la formation de ces *régions naturelles*, qui divisent la France en un si grand nombre de *pays* ayant chacun avec une physionomie propre, une population distincte. Nulle autre région ne pouvait aussi présenter un tableau plus complet des phases successives que notre sol français a traversées avant de conquérir, avec les principaux traits de son relief, son aspect actuel : notre bassin parisien, dont l'origine remonte aux époques les plus reculées des temps géologiques, formant un des chapitres les plus riches de l'histoire de son développement progressif. Enfin, si j'ajoute qu'on peut trouver dans les articles de vulgarisation du même auteur des exposés lumineux sur les *tremblements de terre*, sur la *formation de la houille*, sur la *formation de l'écorce terrestre*, l'*origine des inégalités de sa surface*, la *nature des mouvements qui en dérangent l'équilibre*, le *rôle du temps dans la nature*, on verra qu'avec raison cette belle série de publications de M. de Lapparent méritait une place à part à la fin de cette causerie.

Ch. VELAIN.

