

Bulletin
DE LA
SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

Come Premier. Deuxième série.

1843 A 1844.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 26.

1844.

Mémoire à l'appui d'un essai de Carte géologique du globe terrestre, présenté, le 22 septembre 1843, à la réunion des naturalistes d'Allemagne à Gratz (1).

Depuis que la géologie est devenue l'étude obligée de tout voyageur curieux de s'instruire, les notions de géographie physique et géologique se sont tellement accumulées, qu'il paraît aussi désirable de les réunir que d'établir la corrélation des faits isolés. Si de vastes portions des continents et la plus grande partie du fond des mers restent encore inconnues au géologue, et même au géographe, la presque totalité des îles et des presqu'îles, ainsi qu'une étendue de côtes très considérable ont été examinées au marteau comme à la boussole, leurs chaînes et leurs rivières décrites, et leur géognosie plus ou moins ébauchée.

Malheureusement ces documents géographiques et géologiques

(1) Cette carte, format grand-aigle, se publie par les soins de M. Andriveau - Goujon, éditeur-géographe, rue du Bac, n° 17, à Paris. Les membres de la Société seuls pourront la recevoir franc de port en envoyant à l'éditeur un bon affranchi de 4 francs sur la poste.

ont donné lieu, bien moins à des ouvrages spéciaux ou à de bonnes relations de voyages qu'à des Mémoires isolés ou à de simples notices insérées dans les recueils des Académies et des Sociétés savantes; une plus grande masse encore reste enfouie dans une multitude de journaux périodiques en diverses langues, dont le titre même ne ferait pas toujours soupçonner la nature des matières qu'ils renferment. Qui chercherait par exemple des cartes géologiques dans le journal d'agriculture de la Hesse-Électorale, dans le journal de l'industrie de la Bavière, dans le journal Asiatique, etc. ?

Depuis vingt-huit ans, ayant l'habitude de prendre note de tout ce qui nous paraissait intéressant, et nous occupant depuis quinze ans d'un *Relevé bibliographique général et méthodique des sciences physiques naturelles, géographiques et géologiques*, nous avons dû être amené, avant d'autres peut-être, à reconnaître l'abondance suffisante des renseignements, tant de géographie que de géologie, pour nous aventurer à tracer dès aujourd'hui le croquis grossier d'une carte géologique générale du globe. Néanmoins nous aurions tardé encore à la produire sans les encouragements et l'assistance persévérante du savant géographe viennois, le colonel de Hauslab, notre excellent ami.

D'un autre côté, nous ne pouvons trop regretter qu'on ne cesse de nous enrichir de notes géologiques sans y joindre des esquisses de cartes; cette manière d'agir ôte aux renseignements une grande partie de leur valeur, puisque très souvent il est de toute impossibilité de suivre de tels détails sur aucune carte. En effet, la topographie de tout le globe dût-elle nous être aussi familière que celle de notre Europe, ce qui certes n'est point, les découvertes géologiques marchant de front avec les progrès de la géographie, on ne saurait demander à nos cartes les détails qu'elles ne peuvent contenir encore. On ne peut d'ailleurs raisonnablement s'attendre à ce que tous les géologues possèdent des cartes aussi détaillées sur les autres parties du monde que sur le pays qu'ils habitent.

Si donc nous avons dû reconnaître de prime abord qu'il n'y avait pas moyen de poursuivre déjà sur une bonne partie de la terre tout le détail des terrains admis aujourd'hui par les géologues, nous avons pu toutefois nous assurer de la possibilité de la tentative que nous risquons, en restreignant nos distinctions aux six classes de dépôts qui suivent, savoir : le *sol schisteux cristallin*, y compris les roches granitoïdes; le *sol primaire* ou intermédiaire,

y compris le *terrain houiller ancien*; le *sol secondaire*; le *sol tertiaire*; le *sol alluvial*, et les *dépôts volcaniques et ignés*.

Sur des cartes d'une plus grande échelle, il serait encore possible d'indiquer par des nuances de couleurs, ou simplement par des signes, les localités houillères anciennes, ainsi que les volcans brûlants, de même qu'un certain nombre de points où abondent séparément les granites ou les siénites, le porphyre ou le trapp, ou bien les trachytes. Au surplus, on comprendra, nous espérons, les raisons qui nous ont déterminé à réunir plutôt le terrain houiller ancien au sol primaire qu'au sol secondaire : outre que les liaisons paléontologiques et géologiques le commandent impérieusement, cet arrangement tend à faire mieux entrevoir l'étendue probable du sol primaire sur le globe.

On a déjà bien de la peine à construire une carte géologique passable de l'Europe; comment osez-vous, dira-t-on, risquer une telle caricature de la vérité? Pour notre continent, les difficultés ne paraissent déjà plus consister dans la distinction des grands groupes des terrains, mais bien dans la distribution réelle de leurs détails particuliers. Notre essai est donc sur une échelle bien inférieure pour la perfection et le mérite.

Certainement notre œuvre n'excitera que des risées, si on ne peut ou si on ne veut entrer dans nos vues, ou, en d'autres termes, si l'esprit de cette ébauche n'est pas saisi. Or, en géologie comme en géographie physique, il est essentiel de ne point confondre les données de détail avec celles d'ensemble, les minuties avec les généralisations. Ainsi, pour choisir un exemple extrême, un géographe figurant un pays de cent milles géographiques carrés aura pu pourtant donner une idée exacte d'une pareille surface, quoiqu'il ait omis au milieu d'une plaine telle ou telle petite chaîne de quelques lieues. De même, le géologue qui colorie un grand espace de terrain comme sol primaire ou de schistes cristallins, peut indiquer en gros la nature d'une province géologique, tout en n'ayant peut-être aucune notion sur les petits districts secondaires ou tertiaires qu'elle renferme. — D'ailleurs, sans être initié à tous les détails de la géographie géologique du globe, n'est-il pas possible que le géologue découvre, au moyen des faits déjà connus, au moins certaines lois qui ont présidé aussi bien à la distribution des terres et des mers qu'à leur diversité géologique? Si le mathématicien a pu arriver souvent à des formules importantes sans connaître la valeur précise de certains quotients ou de certaines puissances mises en jeu, pourquoi donc une voie

analogue ne s'ouvrirait-elle pas au géologue? Mais plus les découvertes s'étendront, plus seront définis et nombreux les faits sur lesquels doit s'exercer sa sagacité, et plus ses généralisations approcheront de la vérité absolue. Certes, si les animaux et les végétaux ont leurs lois de distribution bien arrêtées, ce qu'on appelle communément, quoique improprement, la nature inanimée, n'y est pas moins soumise, si elle ne l'est même plus, comme tendant à le prouver les phénomènes du magnétisme terrestre et les variations du pendule.

Enfin, quoique nos cartes géologiques de l'Europe centrale, comme celles de tout ce continent, aient commencé par des caricatures, ceux qui les ont produites au jour ont bien mérité de la science, et n'ont encouru le blâme que de ces esprits frondeurs qui oublient que la critique est incomparablement plus facile que la mise en œuvre, et que celle-ci est souvent aussi utile que l'autre est fréquemment vaine et impuissante. Toute chose commence par une ébauche, toute invention se perfectionne par degrés, pourquoi donc voudrait-on que les progrès de la géographie physique et géologique suivissent une marche différente? pourquoi remettre à des temps éloignés le commencement d'une œuvre aujourd'hui déjà assez avancée pour faire entrevoir *d'avance* les résultats probables auxquels seront amenés ceux qui l'amèneront et l'achèveront plus tard, en faisant peut-être oublier celui qui en prit l'initiative. Toutes les conquêtes de l'esprit humain ont ainsi leur premier mobile, comme elles ont aussi leurs développements plus ou moins prompts et leur complément définitif.

Nous vous accordons tout cela, me répondra-t-on; mais à l'heure qu'il est comment osez-vous seulement parler d'une carte géologique du globe, avec tous les blancs qui restent encore en géographie et par conséquent *à fortiori* en géologie? Vous ne pouvez prétendre à autre chose qu'à figurer sur votre carte les connaissances aujourd'hui acquises, mais leur liaison vous restera le plus souvent impraticable, car aller au-delà ce serait ne faire que de l'idéal, quitte à surpasser le ridicule de ces gens qui colorient des cartes du fond de leur chaise de poste.

Dans notre manière de voir, ces objections, justes en apparence, n'en sont pas au fond moins banales; à le prendre ainsi, auraient dû se taire, tous les esprits supérieurs qui ont osé publier leurs prévisions à une époque où l'état des sciences ne leur permettait pas de les prouver mathématiquement. Ne voyons-nous pas les recherches géogéniques aboutir aussi bien à constater les imperfections de la chimie actuelle qu'à faire pressentir les décou-

vertes physiques qui restent à faire? Or, de telles déductions *a priori* sont si bien permises au géologue, que déjà plusieurs ont été vérifiées par l'expérience. C'est même un des attributs les plus éminents de notre science, que ces généralisations *a priori* sur des points qui intéressent des sciences si diverses; et sourient à cette prétention de devin, ceux-là seuls qui méconnaissent la portée des inductions géologiques, ou qui, étrangers à ses développements journaliers, la croient déjà fixe et stéréotypée. Si aucune étude n'a enfanté autant de rêves, aucune autre non plus n'a autant devancé les découvertes des diverses branches de la science, et n'a demandé autant d'efforts d'imagination; or, celle-ci dût-elle s'égarer souvent, en tant que solidaire de la faiblesse humaine, elle n'en doit pas moins çà et là frapper au but, et devancer quelquefois l'investigation rigoureuse des faits.

Comme exemples de conceptions *a priori* confirmées plus ou moins par l'expérience, il nous suffira de citer ce que des géologues ont osé avancer à diverses époques sur la chaleur intérieure du globe, sur l'origine diverse des tremblements de terre, sur le mode de formation d'une foule de minéraux et de roches, sur l'identité de l'électricité et du magnétisme, sur la commune origine de la lumière et de la chaleur, sur les rapports intimes de ces derniers principes avec ceux de l'électricité et du magnétisme, sur les découvertes chimiques à faire sur les métaux, sur la réduction probablement considérable du nombre des substances élémentaires des chimistes, etc., etc. (*Voyez Études progressives d'un naturaliste*, par M. Geoffroy Saint-Hilaire, 1833. Part. 4.)

D'une autre part, nous croyons même pouvoir prendre la défense de ces voyageurs qui font de la géologie avec la lunette d'approche, car ils ne font en cela qu'imiter leurs confrères les géographes. Si plusieurs peuvent s'être trompés gravement, d'autres plus heureux ou plus habiles auront pu déduire quelques faits vrais de ce mode aventureux d'exploration. Nous avons acquis ainsi sur tel ou tel pays des notions désirables bien plus tôt que nous ne les eussions obtenues sans ce qu'on se plaît à caractériser comme des observations faites en l'air. En effet, beaucoup de terrains se distinguent les uns des autres par la forme de leurs montagnes, le genre de leurs escarpements, l'aspect de leurs roches, la position de leurs couches, etc.; certaines roches prises isolément ont même une configuration à elles ou des accidents tout particuliers, de telle sorte que l'œil exercé ne s'y trompe guère. Telle est l'importance et l'utilité de l'étude des rapports des roches et des terrains avec les variations de la configuration du

relief terrestre; mais tous les géologues ne reconnaissent pas cette importance ou ne s'en doutent même pas : tout comme on voit de très savants cristallographes qui, en plein champ, ne savent pas reconnaître une pierre d'avec une autre (1).

Enfin, si Cuvier et ses continuateurs ont pu déterminer le genre et même l'espèce des animaux éteints par des ossements souvent tronqués et isolés, nous sommes intimement convaincu que la géographie physique et géologique a des moyens presque aussi certains, des *inductions d'analogie* tout aussi probantes pour arriver à la solution de bon nombre de ses problèmes les plus ardues, tout comme pour établir quelque chose d'assez voisin de la vérité. Nous oserons même demander si les zoologistes ne peuvent pas se tromper plus souvent que le géologue, vu les exemples assez fréquents d'erreurs commises par les premiers, et les controverses sur le genre, ou même l'ordre, auquel appartiennent certains ossements fossiles. Le géologue n'a-t-il pas des caractères, des indications, des analogies bien plus saillantes, bien moins capables de tromper l'œil? Nous le croirions presque. Or, notre conviction n'est plus, comme il y a quelques années, une simple conviction morale, depuis que divers voyages ont confirmé de tous points ce que nous avons osé conjecturer, nous et d'autres, sur la constitution géologique probable de certaines contrées alors inconnues.

Parmi les exemples les plus probants en ce genre, nous citerons notre description du bassin de l'Euphrate, vérifiée par M. Ainsworth (voyez notre *Guide du géologue voyageur*, v. II, p. 361), et notre prédiction que le pied de l'Himalaya devait être bordé de molasse comme la chaîne des Alpes. Appelé, en 1829, à analyser des notes géologiques assez peu complètes sur ces montagnes de l'Indoustan, certains indices nous indiquèrent que nous pouvions réellement suppléer à l'insuffisance des connaissances du voyageur

(1) Je ne puis m'empêcher de citer ici une anecdote qui m'est particulière, quoiqu'elle ne soit peut-être pas tout-à-fait à sa place : Un cristallographe éminent me demanda un jour un morceau de dolérite d'Écosse, qu'il désirait, disait-il, étudier; cependant il en avait déjà un modeste échantillon de 5 kilog. sous les yeux, dans lequel il s'était plu à déterminer, *très à loisir*, les cristaux d'une belle druse de chaux carbonatée. Or ce cristallographe n'était rien moins que le célèbre Haüy, cet esprit supérieur, à qui seul, quoi qu'on écrive ici, nous devons l'épuration rationnelle de la cohue des espèces de Werner, et dont les savants ouvrages servent encore de modèles à tous ceux qui s'occupent de simplifier ou de préciser l'étude des cristaux.

dont nous examinions l'ouvrage, en avançant de nous-même ce fait intéressant. (Voyez *Bulletin universel de Férussac*, Mém. de Herbert et Cautley, 1830, W. I, V. 20, p. 58 et 59. *Sciences nat. et géolog.*)

Or, pendant que nous idéalisions ainsi de la géologie indoustane, un autre géologue parcourait cette contrée, et fut un jour bien étonné, en recevant son bulletin, d'y lire en toutes lettres, et datée de Paris, une découverte qu'il croyait avoir faite le premier tout récemment. (Voyez *Gleanings in science*, Calcutta.)

La principale base de telles présomptions ou déductions géologiques est, avant tout, la connaissance exacte de la géographie physique d'un pays; au contraire, le manque de ces notions préliminaires est la plus grande pierre d'achoppement pour tirer l'horoscope géologique d'une contrée non examinée au marteau. Lorsqu'on connaît les chaînes, les bassins, les grands cours d'eau d'un pays, et qu'on a sous les yeux le tableau exact de leurs différences de configuration et de niveau, on peut déjà s'aventurer à quelques probabilités géologiques, en allant du connu à l'inconnu.

Ainsi, sachant en gros la composition géologique des chaînes du Pérou et du Mexique, on peut, d'après les notions de géographie physique sur les Montagnes Rocheuses, y soupçonner aussi une bande centrale de schistes cristallins. Une présomption semblable s'établit sur ce que la géographie nous a appris jusqu'ici touchant les chaînes formant de l'O. à l'E. le bord méridional des grands déserts asiatiques, depuis le Turkestan indépendant jusqu'en Corée.

En comparant l'ossature centrale de l'Asie, depuis le Taurus et le Caucase jusqu'à la mer Pacifique, avec les Alpes et leurs ramifications, on ne peut s'empêcher d'y reconnaître deux pendants d'un même ensemble. D'abord, dans les deux continents se présente, entre deux énormes cavités occupées par des mers, une grande crête centrale de schistes cristallins et de roches granitoïdes, qui se bifurque à ses extrémités et y offre des dépôts primaires (intermédiaires) et secondaires, roches qui se trouvent aussi au N. Si l'Asie-Mineure représente en quelque sorte les Pyrénées ainsi que l'îlot ancien et en partie igné de la France centrale, les bassins hongrois et styrien entre les bifurcations des Alpes sont en petit ceux de la Chine, comme celui du Bas-Danube a son analogue dans celui du Tonkin, tandis que certains bassins de la Turquie d'Europe seraient représentés par ceux de la presqu'île au-delà du Gange.

Ensuite, on retrouve dans les épaulements de l'arête centrale asiatique les mêmes chaînes secondaires que dans les Alpes; il suffit de citer le Taurus, le Caucase, l'Elbrous, l'Indou-Koutch, l'Himalaya, les montagnes du Nepaul, du Boutan et du Thibet, avec la protubérance continentale de la Tartarie.

De plus, des dépôts tertiaires forment dans les deux continents des bassins isolés dans les chaînes, comme de basses hauteurs entre la zone secondaire et la plaine tertiaire et alluviale. De cette manière encore, les déserts du Tuikestan et de la Mongolie ne seraient autre chose que la grande vallée tertiaire et alluviale au N. des Alpes, de même que les larges vallées du Gange et de l'Indus inférieur rappellent celles du Piémont et du royaume Lombardo-Vénitien; tandis que les bassins de l'Euphrate supérieur, de Caboul, de Cashmire, de Ladak, de Lassa, etc., trouvent leurs contreparties dans les cavités tertiaires isolées de Bellune, de la Carinthie, de la Mur supérieure, de l'Inn supérieur, etc.

Mais la similitude ne s'arrête pas là; car si les alpes calcaires d'Asie renferment des bassins tertiaires isolés comme celles de l'Europe, d'autre part, la place des passages ouverts par la nature dans ces chaînes, celle des artères du commerce et de la stratégie, ainsi que celle des grands centres de civilisation et de puissance se retrouvent précisément dans les mêmes lieux. Ainsi les bassins circonscrits de la Perse, du Thibet, de Cashmire, etc., sont des faits bien connus; les cols de l'Indou-Koutch sont le pendant des cols si fréquentés des Alpes suisses et savoisiennes; Delhi est Milan, Calcutta est Venise tout comme Bombay est Gènes. Dans les deux continents, le sort des plaines a dépendu souvent des peuples campés sur les montagnes qui les dominent.

Au N. de l'énorme protubérance asiatique, nous retrouvons, dans l'Altai, en-deçà de la cavité du désert, un massif schisteux cristallin et primaire (intermédiaire), comme il s'en présente un en Europe au N. de la dépression tertiaire bordant les Alpes. En Asie comme en Europe, des dépôts secondaires et alluviens séparent ces derniers des grands massifs plus anciens qui forment le N. de ces continents. Puis au S. nous pouvons opposer avec tout autant de raison l'Espagne à l'Arabie, la Corse, la Sardaigne et l'Italie à la presqu'île de ce côté du Gange, et la péninsule turco-grecque à la presqu'île au-delà du Gange. Un coup d'œil sur notre carte fait voir les analogies géologique et de position de ces pays; des accidents particuliers et locaux la défigurent seuls, en découpant différemment ces continents et en distribuant de deux manières ces terres et ces eaux.

Pour les mêmes raisons de position et de composition géologique, les Alpes occidentales et maritimes peuvent se comparer à l'embranchement de montagnes à l'O. de l'Indus, ramification nommée par M. Elphinstone chaîne de Soliman, et qui paraît n'être que le prolongement de la chaîne de Bolor. Or, cette arête N.-S. lie d'une manière remarquable le système E.-O. des rides asiatiques avec les massifs au N. des grands déserts centraux. Ne pourrait-on pas de même en Europe relier en quelque sorte aux Alpes occidentales et à la bande ancienne du Rhône et de la Saône les terrains anciens de la Forêt-Noire, de l'Odenwald et des Vosges ?

En dehors de ces immenses bosselures de l'Europe et de l'Asie se trouvent, environ dans les mêmes places, d'énormes enfoncements, tels que la mer Baltique et la Méditerranée, les environs de la mer Caspienne et de la mer d'Aral, ou bien de grandes étendues de pays bas, comme dans le N.-O. de l'Europe et la Sibérie.

Il en est de même des dépôts qui sont le résultat des anciennes éruptions ignées, ayant accompagné ou suivi les soulèvements des chaînes de ces deux continents, événements qui ont porté à leurs cimes des bancs coquillers secondaires. Si le grand district trapéen-basaltique de l'Indoustan est la matière souterraine en fusion qui a pu s'échapper de dessous les masses soulevées, comme par une soupape de sûreté, il représente les grandes éjaculations de serpentine et de trachyte de l'Italie et de la Turquie, et occupe leur place. D'un autre côté, les volcans et les dépôts volcaniques de la Méditerranée et de l'Archipel, ainsi que ceux de la Hongrie et de l'Asie-Mineure, ont leurs pendants dans ceux du pays de Cutch, des îles de la Sonde, des archipels de la mer Malaise, du Japon et du Kamtchatka.

Au N. des Alpes, il n'est sorti au milieu du sol tertiaire que des buttes ignées très isolées; le même accident paraît s'être répété en Asie, où les lacs à borate de soude, particulièrement celui de Tinkal dans le Thibet, ainsi que des dépôts lacustres, seraient dans quelques rapports éloignés avec les fumaroles, ou vapeurs chaudes d'acide borique de l'Italie centrale, comme avec la formation des travertins de cette péninsule. — Plus loin des Alpes, nous voyons surgir sur des sols anciens les régions volcaniques de l'Eifel, des bords du Rhin, du N.-O. de l'Allemagne et de la Bohême septentrionale; tandis qu'en Asie nous trouvons les groupes élevés semblables de l'Ararat, du Caucase, du Demavend, les trachytes entre la mer Caspienne et la mer d'Aral, enfin une zone volcanique aux environs du lac Baikal.

Si on veut même reconnaître en Asie les places des éruptions porphyriques plus anciennes qui caractérisent le Palatinat du Rhin, le Thuringerwald et l'Erzgebirge, il faut les chercher dans les steppes des Kirghiz et dans l'Altaï.

Enfin, les richesses métallifères de nos deux continents ne sont point accumulées dans leurs arêtes principales, mais bien au contraire dans leurs branches secondaires, et surtout dans celles du N.; les montagnes de Kuznek, l'Altaï et les montagnes de la Daourie représentant les montagnes des bords du Rhin, le Harz, l'Erzgebirge et les Carpathes. Or, la liaison des dépôts métalliques et de ceux qui proviennent de la sortie des roches ignées une fois admise, cette particularité citée démontrerait que primitivement il y a eu de grandes éruptions au N. de nos rides centrales, mais que plus tard leurs lieux d'éjaculation se sont déplacés, pour échanger enfin tout-à-fait le versant N. contre le revers méridional.

Nous pouvons donc conclure avec assurance que si les peuples d'Europe et d'Asie, de même que leurs langues, dérivent d'une seule souche, la géographie physique et géologique de ces continents constitue un ensemble d'une conformité surprenante; tandis qu'il diffère du tout au tout de la géographie physique et géologique de l'Afrique et de l'Amérique, dont les populations originaires ne sont nullement venues d'Asie, quoiqu'elles aient pu profiter avec le temps des connaissances asiatiques.

Un axiome ancien de la géologie est que *la nature géologique d'une chaîne ou même d'un continent étant connue, celle de leur prolongement l'est aussi*. Ainsi la connaissance des terrains créacés de la Croatie, de la Dalmatie et de l'Albanie entraînait nécessairement celle du sol de l'Herzégovine, du Montenegro, de la Croatie turque, et d'une partie au moins de la Bosnie, car les mêmes chaînes parallèles constituent ces divers pays. De même, quelques coupes transversales de l'Albanie ont pu décider la géologie de toute cette province, formée de rides dirigées presque dans le sens de sa plus grande longueur. D'un autre côté, la presque totalité des détroits des mers n'étant, comme les lits des fleuves, que des fentes ou concavités d'érosion au milieu d'une même série de couches, il s'ensuit qu'on doit retrouver sur leurs deux bords une identité de dépôts: ainsi, si nous revoyons dans le N.-O. de l'Irlande et dans les Orcades le sol de la Haute-Ecosse, si la pointe N.-E. de la Sicile forme un tout avec la Calabre méridionale, si les terrains de la Corse se prolongent en Sardaigne, si les mêmes roches bordent les rivages de la Manche comme ceux de la mer Rouge, ou rétrécissent le détroit de Gibraltar, les formations de la Turquie

d'Europe passent dans l'Asie-Mineure, celles de la Crimée dans le Caucase, celles de la Perse orientale dans le Beloutschistan, celles de l'île de Cuba dans la Jamaïque, etc. C'est encore ainsi que nous voyons le détroit de Behring séparer des chaînes ou des couches anciennes semblables, tout comme le détroit de Bab-el-Mandel établit une simple rupture volcanique N. O., S. E. entre la chaîne principale de l'Afrique centrale et l'ancienne crête de l'Arabie méridionale.

La plupart des grandes îles sont liées de la même manière aux continents. Ainsi, si le terrain primaire et schisteux de la Norvège se prolonge sous la mer au Spitzberg par les îles Cherry, les formations de l'Oural se continuent dans les îles de la Nouvelle-Zemble; le sol primaire de la Russie baltique forme aussi les îles de Dagoe et d'Oesel, et les roches secondaires récentes de l'Espagne orientale se revoient dans les îles Baléares. Les mêmes rapports s'établissent entre la chaîne ancienne de l'Olympe et du Pélion, et une partie des îles de l'archipel Grec; entre le système secondaire du Péloponèse et l'île de Candie; entre les côtes de l'Asie-Mineure, Chypre, Rhodes et ses autres îles littorales. — L'île de Socotora, n'étant que le prolongement de la pointe voisine africaine, partage probablement sa nature géologique, comme l'île de Ceylan celle de la pointe voisine de l'Indoustan, comme la Terre-de-Feu celle de l'extrémité de l'Amérique méridionale, et comme la Terre-de-Van-Diemen celle du continent voisin de la Nouvelle-Hollande.

De même se trouvent en liaison physique et géologique l'île de la Trinité avec la chaîne côtière de Cumana, les îles du golfe de Saint-Laurent avec la terre ferme voisine, les nombreuses îles des mers arctiques avec le continent américain du Nord et le Groënland, la Nouvelle-Hollande septentrionale avec la Nouvelle-Guinée, les chaînes de la Cochinchine et de Siam avec celles de Bornéo, les montagnes et les dépôts du Kamtschatka avec les îles japonaises, les couches secondaires de la Léna avec celles des îles de la Nouvelle-Sibérie.

Si plus d'un savant a présenté comme des parties de zones ignées continues les îles Aleutes, Formose, les Philippines, les Molucques et les îles de la Sonde, un prolongement semblable d'autres terrains anciens et modernes paraîtrait lier à la Nouvelle-Guinée les archipels suivants, savoir : ceux de la Nouvelle-Bretagne, de la Nouvelle-Irlande, des îles de Bougainville et de Salomon.

On voit par ces aperçus quelles lumières se répandent ainsi sur

la configuration de parties considérables du *fond des mers*, ainsi que sur leur nature géologique; or, cette étude est tout aussi intéressante et tout aussi importante pour la géodésie du globe que le relevé soigné des continents; mais elle n'est encore qu'entrevue et demeure réservée surtout à l'ingénieuse persévérance de nos descendants. En effet, jusqu'ici nous ne faisons que soupçonner que le fond des mers présente à peu près en creux une configuration semblable en général au relief des continents; puis nous croyons savoir par des sondages, à la vérité encore peu nombreux et faits pour la plupart non loin des côtes, que les plus grandes profondeurs des mers ne dépassent pas l'altitude de nos plus hautes montagnes, que certaines mers sont plus profondes que d'autres, que les grandes le sont en général plus que les petites, et, enfin, nous possédons déjà des cartes imparfaites du fond des mers d'Europe, de quelques autres points de la surface aqueuse du globe, et en particulier de plusieurs rivages importants pour la navigation.

Mais combien de données nous manquent encore pour être sûrs de la réalité de nos déductions générales! combien de questions importantes restent irrésolues ou même seulement entrevues! combien d'observations et de temps seront nécessaires pour arriver à leur solution! Ainsi où en seraient déjà la géodésie et la géologie, comme leurs systèmes, si on pouvait se prononcer sur les sujets suivants, savoir: l'utilité ou l'emploi probablement multiple de la mer pour le globe; l'identité complète ou la simple approximation des formes entre le relief des continents et celui du fond des mers; la direction, les embranchements, la distribution et la configuration peut-être particulière des chaînes et des hauteurs sous-marines; la probabilité de la non-existence de nos vallées dans les grandes profondeurs des mers; la présence dans ces lieux de grands bassins cratériformes; le genre de défilés, de pentes et d'escarpements, ainsi que les localités des vallées véritables sous-marines ou des lits de courants; la connaissance des parties du fond des mers qui peut-être n'ont point été recouvertes de dépôts; l'appréciation des terrains géologiques qui ne peuvent pas s'y trouver; la connaissance de ceux qui y existent, leur distribution et leurs fossiles; la distinction des terrains qui probablement n'ont jamais été émergés, d'avec ceux qui ont dépassé la surface des eaux pour être plus tard engloutis; les dépôts divers qui ont pu se former et se forment encore à différentes profondeurs, comme sur les rivages; la diversité de ces derniers sous les zones et les climats différents du globe, etc. Comme les eaux couvrent la majeure partie de la

terre et que les continents n'en forment qu'une petite portion, ces derniers fussent-ils tous étudiés, ce qui n'est pas, nous voyons à quelle distance énorme nous nous trouvons encore de la connaissance entière de notre planète. Il est même douteux que l'humanité y arrive un jour, malgré la cloche des plongeurs, la sonde, les instruments encore à inventer, et les encouragements des sociétés savantes ou des gouvernements.

Revenant maintenant aux continents, si nous appliquons à l'intérieur de ceux qui sont peu connus ou inconnus notre principe du prolongement des chaînes et des mêmes terrains, le peu que nous savons sur la géographie et la géologie de l'Amérique et de l'Afrique nous permettrait cependant déjà de penser que des formations primaires (intermédiaires) flanquent de deux côtés une grande partie des Montagnes-Rocheuses, comme aussi une portion considérable des grandes Andes de l'Amérique méridionale, tandis qu'en Afrique les mêmes terrains bordent probablement, sauf quelques interruptions, toute la côte occidentale depuis Sierra-Leone jusqu'au cap de Bonne-Espérance. On aurait donc ainsi, dans ces continents, une composition géologique des chaînes aussi différente de celle des Alpes et de la chaîne centrale de l'Asie que le sont leurs directions.

Dans l'Asie occidentale, la connaissance des terrains de la Syrie et de quelques parties de la Perse devait amener à reconnaître l'étendue énorme des dépôts secondaires récents dans cette portion du globe, en même temps que la géologie de l'Arabie pouvait presque être faite avec ces données, jointes aux relevés géologiques de l'Arabie-Pétrée, de l'Égypte, de la Nubie et de l'Abyssinie.

De même, l'existence bien constatée des formations houillères anciennes et secondaires en Chine tendrait à rendre probable que de semblables dépôts forment, plus ou moins parfaitement, le pourtour des grands bassins tertiaires et alluviens des trois fleuves principaux de cet empire, en séparant les plaines des chaînes primaires et des schistes cristallins.

L'identité de direction des chaînes, comme leur parallélisme, permettent de rapprocher jusqu'à un certain point leur constitution géologique; tel est l'énoncé d'une proposition jusqu'ici inaperçue, qui ne serait qu'un corollaire nouveau de la théorie formant les montagnes par soulèvement; tandis qu'elle se démontre tout aussi aisément sans ce système comme avec tout autre, si du moins on accorde que les chaînes n'ont pu être formées toutes ensemble, ce qui du reste est évident par la position relative des diverses formations. Si cette idée est fondée, on voit que nos déductions devien-

nent des clefs commodes pour reconnaître *a priori* la géologie d'un pays à la simple inspection d'une carte géographique exacte. De plus, cette manière d'anticiper les découvertes pénibles des voyageurs devra conduire d'autant plus sûrement à la vérité, que les terrains composant les rides seront plus anciens et moins recouverts. En effet, plus les formations des montagnes ou les soulèvements remontent à des temps reculés, moins ces créations ou ces mouvements du sol ont pu embrasser de dépôts divers, et *vice versa*. — Mais si des couches récentes ont encroûté des chaînes de terrains anciens en entier, en partie ou sur les côtés, ou si ces chaînes ont subi des dislocations postérieurement à leur formation, de bonnes cartes géographiques permettront même le plus souvent d'apercevoir ces additions postérieures au relief principal du sol, sur la géologie probable desquelles pourra ensuite s'exercer, d'après les analogies, la sagacité des observateurs.

Supposant même un moment que la théorie du soulèvement des montagnes ne fût pas vraie, il n'en resterait pas moins le fait certain que *souvent une même nature géologique est propre aux chaînes parallèles voisines, séparées par des bras ou des détroits, des vallées, des dépôts ignés ou des bassins secondaires ou tertiaires.*

Comme exemples du premier genre, on peut citer les Hébrides extérieures et le N. de l'Écosse, le Cornouailles, la Bretagne et le N.-O. de l'Espagne, la Suède et la Finlande, les péninsules italique et greco-slave, le Maroc et le S. de l'Espagne, les deux bords de la mer Rouge et du golfe Persique; le Groënland occidental et le continent américain voisin avec ses îles, la Californie et l'Amérique adjacente, la presqu'île de Malacca et Sumatra, la Nouvelle-Guinée et le N.-E. de la Nouvelle-Hollande, le S.-E. de ce continent, la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande, Madagascar et le continent africain voisin.

Pour les autres genres de séparation de chaînes parallèles, on peut présenter comme un même tout, coupé par des vallées, le Jura français et suisse, les Carpathes secondaires, les chaînes de la Servie occidentale et de la Bosnie, celle des Alpes secondaires, etc. Puis on peut opposer les chaînes des bords du Rhin entre Bâle et Francfort avec le mont igné du Kaiserstuhl, et des roches tertiaires entre elles, les montagnes de la Guyane et du Brésil, séparées par le bassin récent de l'Amazonc, l'Himalaya et les chaînes dirigées environ O. E. au S. du Gange coulant sur un sol tertiaire et alluvial, etc.

Si donc notre proposition est exacte pour des pays examinés géologiquement, nous pouvons nous y fier aussi pour des contrées

inconnues et croire aveuglément ce que la théorie nous prédit d'avance ; mais pour des chaînes peu connues, nous nous exposons à tirer des conclusions fausses, au cas que leur direction ne soit pas bien fixée.

Passant maintenant à l'identité de direction et de constitution géologique de chaînes non parallèles, nous en trouvons d'abord un remarquable exemple dans les chaînes centrales courant presque O. E., en Europe (Alpes principales, chaîne du S. de la Transylvanie, Balkan) et en Asie (Taurus, Paropamisus, Indou-Kousch, Kuentun, Himalaya, les monts du Ciel, l'Inschan et la chaîne chinoise S.). L'Afrique médiane offrirait un cas presque analogue, puisque le peu que nous en savons y rend probable aussi l'existence d'une chaîne schisto-granitoïde, qui traverserait tout ce continent de l'O. à l'E., et qui serait flanquée, si ce n'est partout, du moins çà et là, de dépôts secondaires récents et de terrains tertiaires.

Dans l'Amérique méridionale nous pouvons y annexer encore la Parime, la chaîne côtière de la Nouvelle-Grenade, et même la chaîne sous-marine qui forme la base des îles volcaniques et madréporiques de l'Océanie.

Pour la direction environ N.-S. on pourrait rapprocher les chaînes suivantes : certaines crêtes du N. de l'Angleterre, une partie des chaînes de la Norvège, des bords du Rhin moyen, de la France centrale et de la Corse, l'Oural, la chaîne de Kuznek ou l'Altaï occidental, la chaîne de Soliman à l'O. de l'Indus (par analogie), certaines chaînes à l'E. du Jenisei et de la Léna en Sibérie, certaines cordilières du Nouveau-Mexique, de Bolivia et du Chili, quelques chaînes du côté occidental de l'Afrique méridionale et de la presqu'île au-delà du Gange. En effet, toutes ces chaînes offrent, outre la même direction, une identité de terrains anciens et primaires, de dépôts ignés, de gîtes métallifères, ainsi que, dans beaucoup d'entre elles, certaines formations secondaires adossées.

Pour les chaînes ayant une direction environ N.-E, S.-O., on trouve des ressemblances géologiques frappantes entre l'Irlande, l'Écosse, une partie de la Scandinavie, la Finlande, certaines chaînes des bords du Rhin inférieur, de la Saxe, de la Bohême et du S. de l'Espagne, les montagnes au N. et au S. de Kokan, l'Ala-Dagh et l'Ak-Dagh, l'Altaï et ses dépendances orientales, les chaînes de la Chine septentrionale, la chaîne orientale de l'Indoustan anglais, quelques chaînes entre Hérat et Candahar, la chaîne principale des Alleghanys, les monts Ozark, certaines

chaînes de la Colombie et du Brésil, les chaînes du S.-E. de la Nouvelle-Hollande, ainsi que leurs rides parallèles dans la Nouvelle-Zélande, enfin, par simple analogie, l'île de Madagascar et les montagnes de la côte voisine de l'Afrique. — Ce groupe nombreux de chaînes offre les mêmes roches schisteuses anciennes, les mêmes terrains primaires, les mêmes dépôts porphyriques ou dioritiques et les mêmes genres de formations métalliques.

Quant à la *direction environ N.-O., S.-E.*, on peut associer, à cause de leurs terrains tertiaires, secondaires supérieurs, leurs dépôts tertiaires particuliers, leurs roches ignées *sui generis* (serpentine, diorite, euphotide) et leur métamorphisme particulier (*verrucano*, marbre, gypse, etc.), les chaînes suivantes, savoir : certaines parties du N.-O. de l'Allemagne et des Apennins, des portions inférieures des Pyrénées espagnoles, les chaînes occidentales de la péninsule greco-slave, les Carpathes orientales, les chaînes de la Crimée et du Caucase, certaines arêtes des États barbaresques, les chaînes bordant la fente de la mer Rouge, ou plutôt ses rives granitoïdes et schisteuses, une partie des montagnes de la Syrie, la chaîne dite des Échelles entre la Mésopotamie et la Perse, certaines chaînes à l'O. de Hérat, d'autres chaînes du Turkestan, de l'Himalaya occidental, le Karagorum et le Katschi, les montagnes du pays de Cutch, certaines rides du Mexique, du Guatemala et de Cuba.

Un cinquième groupe de chaînes composées de schistes cristallins et de roches massives cristallines offre une *direction environ O.-N.-O., E.-S.-E.*, et comprendrait le Riesengebirge, le Rhodope, les Pyrénées centrales, les Ballons des Vosges, certaines montagnes de la Bretagne et des Alleghanys occidentaux, des arêtes du Canada au N. des Grands Lacs, etc.

Un sixième groupe, dont la *direction est environ E.-N.-E., O.-S.-O.*, est formé par des montagnes dont la composition offre autant de roches primaires que de schistes cristallins. Telles se présentent la chaîne de Vindhya dans le N. de l'Indoustan anglais, certaines chaînes de la pointe méridionale de l'Afrique, certaines rides de l'Espagne, ainsi que le Hundsruok.

Un septième groupe plus nombreux avec une *direction environ N.-N.-E., S.-S.-O.*, est constitué par une partie des montagnes de la Norvège septentrionale, par les Alpes occidentales, les Carpathes occidentales, la chaîne entre la Transylvanie et la Hongrie, certaines chaînes de l'Espagne, l'arête de la Calabre méridionale et du N.-E. de la Sicile, le Haut-Atlas du Maroc, certaines chaînes des Andes de la Nouvelle-Grenade, certaines chaînes côtières du

Brésil, quelques chaînes de la Daourie chinoise et de la Mantchourie. En effet, toutes ces chaînes montrent le terrain crétacé soulevé sur des schistes cristallins ou des roches granitoïdes, ou à côté de pareils dépôts, et çà et là le sol tertiaire est même bouleversé. Les chaînes où ces accidents ne se trouvent pas réunis sont des arêtes maritimes, pour lesquelles on est en droit de supposer que leurs flancs ont souffert de grandes destructions.

Enfin, un huitième groupe ayant une *direction environ N.-N.-O., S.-S.-E.* et des roches surtout très anciennes, contient les deux grandes chaînes de l'Amérique arctique et leurs dépendances parallèles, une partie des Andes et des Cordilières du Brésil occidental, les Gates occidentales de l'Indoustan, certaines chaînes de la presqu'île au-delà du Gange, la chaîne de Bolor, entre Samarcande et Yarkend, etc.

Pour faire de la géologie *a priori*, la connaissance de l'*hydrographie* d'un pays est une autre source de renseignements tout aussi essentielle que l'*orographie*. En effet, d'abord la potamographie de terrains très différents présente des contrastes frappants, et il s'établit même des rapports très divers entre la quantité relative des vallées sur une étendue égale choisie dans le domaine de diverses formations (1). Ainsi les cours d'eau du sol schisteux cristallins se caractérisent par leur quantité, le nombre de leurs bifurcations et de leurs ondulations, comme on le voit dans les Alpes centrales, en Bretagne, au Brésil, dans les chaînes entre la Chine, le Tonkin et la Cochinchine. Dans les terrains calcaires, les cours d'eau sont bien plus rares et moins ondulés, beaucoup de vallées sont sèches ou ont des eaux qui se perdent dans le sol, et il y a des rivières encaissées entre des escarpements. Ainsi la potamographie seule de l'Arabie occidentale y dénote la présence de cette sorte de terrain. L'hydrographie des bassins tertiaires diffère encore beaucoup de celle de la craie, des terrains jurassiques ou des grès secondaires.

Ensuite plus les rivières sont grandes, plus leurs bassins et souvent même les montagnes d'où elles sortent sont considérables : donc, plus on y peut espérer de terrains divers. Remarquons, en outre, que tous les grands fleuves ont des *deltas* d'alluvion plus ou moins étendus, et que les plus considérables de ces derniers sont traversés ordinairement par plusieurs branches de rivières.

(1) Voyez le Mémoire de M. Bennigsen-Forder, sur le nombre relatif des vallées dans les formations du N. de la France. (*J. de la Soc. de géogr. de Berlin*, 1859, vol. VI, p. 163.)

En général, il n'y a que de petits cours d'eau qui se jettent à la mer par une ouverture étroite de montagnes; or, dans ce cas, leurs alluvions s'accablent sous les eaux salées et dans de petits bassins derrière la digue maritime.

Ainsi donc, connaissant la nature des deltas des grands fleuves en Europe, ainsi que plusieurs de ceux qui coulent sur d'autres continents. savoir : ceux du Nil, du Sénégal, du Quorra ou Niger, de l'Euphrate, de l'Indus, du Gange, du Wolga, de la Léna, du Jenisei, de l'Obi, du Mackenzie, du Mississipi, de l'Oyapock et de la Plata, nous pouvons en conclure avec toute assurance que des dépôts semblables d'alluvion (c'est-à-dire des limons, des sables, des cailloux, surtout du genre siliceux, et des restes de végétaux et d'animaux) constituent de même en Asie les deltas de l'Amour, du Sir, du Kistna, du Godavery, des cinq grands fleuves de la presqu'île en deçà du Gange, des fleuves Bleu et Jaune en Chine, et des rivières de la Sibérie. Il en sera de même pour les deltas du Zaïre, de l'Orange et du Zambeze, en Afrique, comme pour ceux de la rivière des Amazones, de l'Orénoque, du Rio-del-Norte, etc., en Amérique.

Si le Pô et l'Arno nous offrent le contraste entre une rivière arrivant à la mer avec un delta, et un autre débouchant assez brusquement avec ses alluvions dans la mer et derrière une muraille maritime, de même nous voyons en Amérique quelque chose de semblable dans les caractères opposés du Mississipi, du Saint-Laurent, et en général entre les débouchés des rivières américaines du côté de l'Atlantique et ceux des autres rivières de ce continent qui coulent dans l'océan Pacifique. Le Simpson, la Columbia ou l'Orégon et le Saint-François seraient des exemples de ces dernières, puisqu'on sait que des roches anciennes constituent leurs embouchures, et que les rivages escarpés caractérisent toute la mer du Sud, aussi bien que les pentes douces des rivages sont le propre de l'Atlantique.

En Asie, certaines rivières de l'Asie-Mineure se jetant dans la mer Noire, ainsi que l'Amour en Chine, paraissent être dans le cas de beaucoup d'affluents de la mer Pacifique, tandis que le contraire n'aurait pas toujours lieu pour les rivières de la Sibérie. Dans la Nouvelle-Hollande, la rivière de Murray semblerait aussi avoir plutôt ses alluvions hors de la zone maritime, et la côte orientale de l'Afrique serait encore favorable à ce genre de débouché des eaux continentales.

Comme nous voyons que des dépôts tertiaires accompagnent le cours de toutes les grandes rivières toutes les fois qu'il se trouve

derrière leurs deltas ou leurs digues maritimes des plaines considérables ou des vallées fort étendues, nous pouvons en soupçonner aussi le long des grands cours d'eau dans des pays qui jusqu'à ce jour n'ont été relevés que par les géographes. Ainsi, nous n'avons nulle peine à reconnaître le sol tertiaire, et même sa place, en Afrique, sur le Sénégal, la Gambie, l'Orange, le Zambèze, etc.; en Asie, sur le Kizil-Irmak, le Kour, l'Euphrate, l'Amou, le Sir, l'Indus, le Gange, le Brahmapoutra, l'Irawaddi, le Menam, le Cambodja, le Songkoi, les fleuves Bleu et Jaune en Chine, et au au moins sur l'Obi en Sibérie. En Amérique, il en est de même pour les rivières du Mexique oriental, celles du N.-E. du Brésil, les fleuves de la Magdalena, de l'Orénoque, des Amazones et de la Plata, ainsi que pour les rivières des Pampas de la Patagonie. Or, il est bien connu que déjà ce fait est mis hors de doute pour les bords de plusieurs des rivières ci-dessus nommées.

L'analogie nous permet d'aller encore plus loin dans nos présomptions. Ainsi, les grandes plaines alluviales et tertiaires du Bas-Danube, des Pampas et du Mississipi inférieur trouvent leur pendant complet sur les bords de l'Amazone, du Gange inférieur et du pays bas entre Pékin et le fleuve Jaune; car la nature de ces dépôts dans les premières contrées, leur détermination exacte par leurs fossiles, et par suite leur mode de formation, conduisent à admettre les mêmes données pour les terrains en question des autres pays bien moins connus.

De plus, il paraîtra, *a priori*, plus probable que les bassins tertiaires maritimes, surtout ceux qui sont sans digue maritime, renferment des formations marines ou de lagunes d'eau saumâtre, plutôt que des terrains purement d'eau douce, tandis que le contraire est présumable pour des bassins du même genre dans l'intérieur des terres. Or, cette proposition semble tellement fondée, que nous pouvons prédire d'avance où l'on reconnaîtra des dépôts marins ou d'eau saumâtre, et où seront trouvés des délaissés d'anciennes mers intérieures ou de grands lacs. Ainsi, en *Afrique*, on reconnaîtra quelque jour que le Sahara, avec ses dépôts de sel (Teleg, N. de Tombouctou, Dongola, etc.), est le fond d'une ancienne méditerranée, et que les autres dépôts tertiaires cités sur le littoral de ce continent sont marins. On constatera de même qu'une partie des déserts de l'*Arabie*, des bords de l'Indus, de l'Amou et du Sir ne sont que des dépôts sableux, calcaréo-argileux et salins de bassins tertiaires marins ou au moins d'eau saumâtre; tandis que les déserts au N. de la chaîne du Kuenlun et celui de Kobi sont probablement, en tout ou en grande partie,

des terrains d'eau douce. L'Amour inférieur, le pays bas de la Chine le long des quatre grands fleuves, les rivières de la presqu'île en deçà du Gange renferment probablement des terrains tertiaires marins, analogues surtout à ceux de notre zone méditerranéenne de l'Europe.

En *Amérique*, il en est de même pour les petits bassins tertiaires du Brésil; mais les énormes cavités entre ce pays et les Andes se montreront comblés, moins de dépôts marins que de couches d'eau douce ou de leurs mélanges, vu leur mode naturel de remplissage. Or, tout ce que nous savons de ces terrains vient confirmer ces présomptions. Au contraire, en Australie, domineront les bassins tertiaires purement marins, au moins sur le littoral.

D'autre part, les bassins ou les *plaines élevées* assez loin de la mer ou très avant dans les terres sont pour la plupart des cavités contenant des dépôts tertiaires d'eau douce. Ce que nous en voyons en Auvergne et dans le centre de l'Espagne, sur le Tage et l'Èbre, nous dit que ce genre de terrain abonde aussi en Perse, comme dans l'Asie-Mineure et l'Indoustan. Les vallées du Thibet dont les eaux aboutissent simplement à des lacs sans issue en offriront aussi, comme cela se voit dans notre Europe; tandis que dans le N. de l'Amérique on devra peut-être y rattacher en partie la superficie des vastes plaines ou prairies qui bordent le cours tortueux du Missouri dans sa portion moyenne, ainsi que ses affluents, le Platte, le Salomon, etc. Le système crétacé y sera au moins couvert de *loess* ou d'argile calcaireuse à ossements de grands animaux, comme la plaine orientale de la Hongrie.

Cependant, comme il y a des *bassins tertiaires marins maintenant éloignés des mers et à des niveaux soit assez bas, soit élevés*, pour ne pas les confondre avec ceux d'eau douce, il faut surtout avoir de bonnes cartes devant soi, et savoir se représenter l'étendue des mers et des lagunes tertiaires, ainsi que la formation probable de leurs dépôts. Or, cette dernière formation a dû s'effectuer à peu près comme cela se passe encore aujourd'hui. Ainsi, pour décider *a priori* si le bassin hongrois-viennois a été une fois marin ou s'il a toujours été d'eau douce, une bonne carte peut faire entrevoir que lors du remplissage de ce bassin, la mer Noire venait probablement battre contre le pied de la chaîne valaco-serbe, et était en communication avec la mer intérieure de la Hongrie par un large canal occupant les vallées du Timok et du Moratscha en Servie. Si la cavité hongroise avait un niveau élevé, on pourrait y soupçonner des dépôts d'eau douce sans couches marines; mais, vu son niveau bas, il deviendrait probable que

des fossiles marins sont empâtés dans les alluvions accumulées derrière la digue maritime du bassin hongrois, tout aussi bien que dans celles au pied des falaises valaques. On pourrait faire un raisonnement semblable sur le bassin tertiaire de l'Euphrate et du Tigre, ou sur celui des bords du Rhin, où des eaux saumâtres n'étaient séparées de la mer du Nord que par une seule digue. D'un autre côté, si on possède des cartes exactes de bassins tertiaires marins ou d'eau saumâtre à un niveau élevé et au pied de hautes chaînes, les bouleversements qu'ils auront éprouvés, vu les modifications récentes dans le relief des montagnes, caractériseront la configuration de leur surface d'une manière toute particulière, comme c'est le cas en Suisse et en Bavière.

Avant d'aller plus loin, il faut reconnaître aussi que *la donnée d'un vaste bassin à fond même peu exhaussé peut conduire fausement à l'idée d'un sol tertiaire ou secondaire*; car un terrain bien plus ancien horizontal, ou des dépôts très différents, peuvent se former ou donner lieu à de hautes plates-formes au milieu des montagnes. Nous avons des exemples de plateaux constitués même par des couches inclinées de gneiss ou de schistes primaires coupés horizontalement comme au couteau, par exemple dans les landes de la Bretagne, etc. Certaines steppes assez planes sont composées de calcaires secondaires horizontaux, et certaines plaines des bords de l'Orénoque sont, dit-on, formées de grès secondaires, à moins qu'on n'y ait confondu les nagelfluhs tertiaires avec ces anciens dépôts. La Russie d'Europe nous a fourni un exemple frappant de la possibilité de se tromper quand on veut déduire des données géologiques de l'existence de fonds de bassins déprimés; en effet, des étendues énormes de plaines classées jadis dans le sol secondaire ont été reconnues pour de vastes couches horizontales de l'époque primaire (intermédiaire). Néanmoins on peut ajouter que la probabilité dans ce cas ne se balance qu'entre deux ou trois possibilités, de manière que, toutes autres circonstances bien pesées, on devra souvent se décider pour ce qui est réellement le véritable état des choses.

Des différences très notables dans la hauteur des chaînes peuvent faire penser à l'existence de divers terrains; mais si une haute arête est bordée de chaînes parallèles plus basses, ainsi que de plaines, l'analogie avec des chaînes connues peut conduire à y voir un noyau central ancien bordé de formations secondaires et tertiaires. Ainsi, vu la similitude de la structure physique des Alpes et des montagnes de l'Himalaya, du Thibet, de l'Indou-Kousch et de la Tartarie, la géologie des premières chaînes nous permettait

de présumer quelque chose de semblable en Asie, savoir : d'abord des chaînes centrales de schistes cristallins sans sol primaire (intermédiaire), avec des chaînons latéraux de l'époque secondaire récente, ayant çà et là à leur base des schistes cristallins, ou même dans certains points des couches primaires; puis des collines de mollasse ou de roches tertiaires séparant ces schistes d'avec les plaines ou bassins des grands fleuves; enfin les eaux, ayant leurs sources dans ces vides, arrosent en partie des bassins tertiaires isolés, surtout d'eau douce. Or tel s'est trouvé, en effet, l'arrangement géologique de ces chaînes, au grand étonnement de ceux qui ne comprennent rien aux prévisions géologiques ni à l'harmonie majestueuse de la distribution géographique des terrains sur le globe, ainsi que de leurs accidents.

De même, en comparant les chaînes N. S. de l'Oural et des deux Amériques, on peut soupçonner qu'il y a çà et là des lambeaux secondaires et des dépôts tertiaires, au moins sur le versant oriental des Montagnes Rocheuses. Cette chaîne ayant déjà existé lors de l'époque tertiaire, ses eaux ont dû amener beaucoup d'alluvions en dehors de ses vallées, et donner lieu ainsi à des dépôts qui auront pu s'arranger plus tôt sous des eaux douces que sous l'eau de mer, vu l'exhaussement ancien de toute l'Amérique septentrionale et l'étendue énorme de ses anciens lacs : aussi savons-nous déjà positivement que des roches tertiaires, des mollasses, des lignites, se trouvent vers l'embouchure du Mackenzie, comme aussi en corniche sur quelques points du pied oriental des Montagnes Rocheuses. Quant aux terrains secondaires, les rapports des voyageurs ne sont pas encore assez précis pour pouvoir admettre que les grès, les argiles et les calcaires indiqués soient autre chose que des dépôts primaires (intermédiaires).

Un troisième exemple nous est offert par la géographie physique et géologique de la Syrie, de la Mésopotamie, de la Perse et de l'Arabie. Dans ce grand détroit, entre les continents africain et asiatique, nous voyons en Arabie des chaînes à pentes assez fortes vers la mer, et bordées de plus basses montagnes ou de terrasses vers l'intérieur, tandis que la Mésopotamie et la Perse ne nous apparaissent que comme de grandes cavités sur les deux côtés d'une arête latérale partant de l'épine dorsale asiatique. Ces bassins sont tous deux entourés de gradins adossés, non seulement contre cette arête de séparation, mais se continuant encore sur les limites occidentales du bassin mésopotamien comme sur celles au N. et à l'E. de l'ancienne mer persane qui avait de profondes baies.

Connaissant déjà les terrains de la Syrie, il n'était pas difficile de tirer de la configuration des pays sus-nommés la presque certitude que si des roches schisteuses cristallines formaient des chaînes dessinant leurs premiers contours, des dépôts secondaires récents constituaient surtout les chaînons en gradins ou en terrasses, en même temps que des roches tertiaires et alluviales remplissaient les bassins des plaines. Mais le terrain de la Mésopotamie, ouvert à la mer, devait en grande partie avoir formé jadis un golfe marin; tandis que celui de la Perse, vu sa hauteur et sa position continentale, avait dû être rempli par des dépôts mécaniques et chimiques d'eau douce, ou tout au plus çà et là d'eau saumâtre : ce sont ses déserts salins actuels. En effet, il faut prévoir le cas possible que la Perse ait été occupée par deux bassins : l'un dépendant de la mer Caspienne, et l'autre de la mer des Indes. Les voyageurs nous apprendront bientôt par quelles phases de morcellements et d'isolements auront pu passer ces masses aqueuses avant leur entier dessèchement. C'est pendant cette longue époque qu'ont pu se former, comme en Auvergne dans le grand lac de la Limagne, ces accumulations ignées énormes qu'on connaît en Perse dans le Demavend, le Mont-Jaune et ailleurs.

Des changements brusques dans le cours des fleuves sont des indices aussi certains d'une variation dans la nature du sol que des mouvements subis par ce dernier. — Cet axiome se vérifie en petit comme en grand : ainsi, pour un torrent coulant dans une formation primaire (intermédiaire) ou de schistes cristallins, la rencontre d'une assise calcaire dans des granwaches, ou celle d'un quartzite dans le gneiss, le fera dévier le plus souvent, etc. De même nous voyons de grandes rivières décrire d'énormes coudes pour traverser des roches particulières dans tel terrain ou telle montagne, comme pour passer d'une chaîne à travers une autre. Ainsi s'expliquent les courbures et les changements de direction du Rhin à Bâle et Bingen, du Rhône à Lyon, de l'Elbe en Bohême et près de Dresde, du Danube sous Ratisbonne et entre Gran et Pesth, du Dnieper, du Donetz, du Don, de l'Obi à Obdorsk, de l'Euphrate, du Nil, de l'Orénoque, du Saint-François au Brésil, etc. Le Brahmapoutra décrit aussi un coude immense à la fracture des montagnes de Kossia et de Garrow, parce que le sol, jusque là granitique et de schistes cristallins, devient tertiaire plus bas (1). D'après notre proposition, on trouve aussi tout naturel de voir

(1) Voy. le Mém. de Mac-Cleland dans le *Lond. and Edinb. phil. mag.* 1857, vol. XI, p. 390-393.

tant de rivières des Alpes couler dans des vallées longitudinales de l'ossature centrale, ou entre les schistes cristallins et les chaînes secondaires calcaréo-arénacées latérales; tandis que ces dernières sont traversées par d'étroits sillons transversaux servant de lits à ces mêmes eaux, qui dessinent ainsi des angles droits plus ou moins parfaits. Dans la presqu'île de l'Indoustan anglais, les plus grandes rivières traversent les Gates orientales, décrivent, dans leur passage à travers cette chaîne, des coudes plus ou moins considérables, qui sont motivés toujours par des changements de terrains, comme le montre notre carte. En étudiant, sous ce rapport, les pays inconnus au géologue, nous voyons, par exemple, en *Afrique* que le coude énorme décrit par le Niger ou fleuve de Bénin dénote une différence notable de terrains. Son cours O. E. a lieu dans un pays comparativement bas, ou de collines tertiaires et secondaires; tandis que des anfractuosités N. S. le font passer par des chaînes que le prolongement O. E. des parties connues nous indique comme composées surtout de schistes cristallins avec des roches granitoïdes, et peut-être même quelques parties primaires.

Dans la *Haute Asie*, nous trouvons une indication précieuse dans les coudes décrits d'un côté par l'Indus, le Sutledge, la Jumna et le Gange; et de l'autre par la partie supérieure du Brahmapoutra (au-dessus de Ghurgong), l'Irawaddi, les branches-mères des fleuves Bleu et Jaune. En nous rappelant nos Alpes, nous ne pouvons nous empêcher de soupçonner dans ces protubérances asiatiques une différence essentielle de formation entre les bords du cours supérieur de ces fleuves et les rives de leurs coudes inférieurs. Or, nous savons que les molasses des bassins du Gange et de l'Indus, du Brahmapoutra et de l'Irawaddi bordent des montagnes de schistes cristallins, surmontées de roches secondaires; nous devons donc supposer que les fleuves précités ont leurs cours environ O. E. ou E. O., entre des montagnes en grande partie secondaires, tandis qu'ils traversent environ du N. au S. des chaînes de schistes cristallins; ce qui serait précisément le contraire des accidents des rivières des Alpes (V. l'explication plus loin, p. 325). D'un autre côté, les Alpes occidentales nous offriraient un cas tout-à-fait analogue dans la disposition des terrains et leur soulèvement, puisque, comme dans la Haute-Asie, les schistes cristallins y touchent le sol tertiaire sans intermédiaire du côté italien, et que toute la masse secondaire est rejetée sur le versant opposé; cas de soulèvement totalement différent de celui de la chaîne orientale ou principale des Alpes.

Tout le triangle des montagnes du Thibet et de la Tartarie

semblerait devoir être formé par le sol secondaire supérieur, seul ou superposé sur des bases schisteuses; ou bien ce serait, comme dans le Tyrol méridional et le pays de Venise, des montagnes secondaires avec des fonds de vallées à roches très anciennes, tandis que des dépôts d'eau douce composeraient le terrain des plaines. Ces terrains secondaires s'adosseraient aussi bien à l'Himalaya qu'à la branche schisteuse cristalline, qui part vers le N.-E. de l'arête principale, à l'E. du coude de Brahmapoutra, et forme la muraille entre la Chine et la Mongolie. Des déserts tertiaires et d'alluvion, en tout ou en partie, borderaient au nord les montagnes secondaires.

Le cours du fleuve Jaune pourrait induire à penser qu'il court d'abord au N. dans les schistes cristallins, qu'il traverse de l'O. à l'E. des roches semblables et des dépôts primaires (intermédiaires), qu'il redescend au S. le long de ces derniers, ou même entre eux et des roches secondaires, pour couper enfin de l'O. à l'E. une chaîne semblable et un sol tertiaire étendu. Or, ce que nous savons de la géologie de la Chine, et surtout des bords de l'Amour, vient ajouter quelque poids à nos présomptions, vu le parallélisme de son cours et de celui du fleuve Jaune. Il y a cependant cette différence capitale que le fleuve Jaune se vide dans la mer par une vaste échancrure entre l'îlot de roches granitoïdes et schisteuses à l'O. de Tsi-Nan, et les roches semblables et primaires des environs de Nankin; tandis que le bassin inférieur, et probablement tertiaire, de l'Amour est séparé de la mer par une chaîne de couches secondaires, bien stratifiées et peut-être crétacées, comme celles du Kamtschatka occidental.

En Amérique, le coude du Rio del Norte, dans le Nouveau-Mexique, paraîtrait indiquer que le sol schisteux cristallin y est flanqué de dépôts primaires se liant à ceux du Mexique, comme par les monts Ozark à ceux du bassin du Mississipi. Or, cette probabilité était étayée par la donnée géologique, que les grands coudes de toutes les rivières, descendant à l'E. des Montagnes Rocheuses, n'ont pas d'autre origine que cette juxtaposition de terrains différents. Il suffit de mentionner le cours du Missouri moyen et les sources du Mackenzie. D'un autre côté, cela conduirait à penser qu'il se trouve encore des roches primaires entre la chaîne Rocheuse cristalline et la limite indiquée en bleu sur notre carte, pour le sol primaire, surtout calcaire; car à la sortie des montagnes toutes leurs rivières décrivent des angles, et le petit nombre de voyageurs qui ont abordé çà et là cette chaîne y indiquent des roches arénacées difficiles à classer.

Sur le versant opposé des monts Rocheux, les coudes des rivières-mères de Columbia et du Colorado feraient aussi soupçonner dans ces contrées des dépôts primaires se liant à ceux de l'Amérique russe et de la Californie; en un mot, la chaîne Rocheuse serait l'Oural américain.

Dans l'*Amérique méridionale*, toutes les rivières descendant du versant oriental des Andes changent de direction à la sortie des terrains anciens, et à leur entrée dans ceux de l'époque tertiaire. Les deux grands coudes du Parana doivent probablement aussi leur origine autant à la différence des roches formant leurs bords qu'aux accidents qui les ont fracturées.

L'*existence des lacs* dans un pays, leur forme et leurs affluents, sont une autre donnée de géographie physique qui est de quelque poids dans l'horoscope géologique d'un pays.

Si les *petits lacs des hautes montagnes* servent seulement à indiquer de petites cavités accidentelles ou le véritable partage des eaux, quand ils sont sur des cols, les *lacs cratériformes* sont propres à certains terrains. S'ils sont dans des plaines ou des vallées, sans canaux visibles d'écoulement, ni bôurrelet, ils peuvent être le résultat d'écroulement dans des terrains arénacéo-gypseux secondaires ou tertiaires; mais s'ils sont entourés d'un pourtour de hauteurs, ce sont de véritables cratères volcaniques ou ignés qui ont quelquefois un canal d'écoulement, comme le lac Pavin en Auvergne, et même des îles lorsqu'ils ont une certaine étendue. Ainsi, si certains petits lacs des Steppes des Kirghiz sont probablement des pendants des lacs d'écroulement d'Eisleben ou des entonnoirs de Pymont, les lacs trachytiques de Laach, de Bolsène, de Sainte-Anne en Transylvanie, de Gondar en Abyssinie, de Goktcha, de Wan, d'Urmiah en Asie, et de Nicaragua en Amérique, sont évidemment des cavités volcaniques anciennes qui se sont en partie agrandies par des écroulements. Or ce genre d'enfoncement a dû se former dans les éruptions granitiques, siénitiques, porphyriques et serpentineuses, comme dans celles des trachytes; mais leur conservation y a été plus rare ou leur démantèlement plus ou moins complet: ce qui a réduit beaucoup le nombre de ceux qui sont bien reconnaissables. Parmi ces derniers, on peut citer dans le sol granitique certain petit lac entouré d'escarpements dans les monts Cairngorum en Écosse, et peut-être un de ceux du Tatra en Hongrie. Dans le terrain siénitique, le lac de Coruisk dans l'île de Sky; dans la protogine, celui de Castoria en Turquie, rempli en partie de dépôts tertiaires. Dans l'Asie centrale, le lac d'Alakul, à îlot porphyrique, et celui de

Jambro, à île centrale, en seraient peut-être d'autres exemples.

Outre ces trois espèces de lacs, on en distingue encore aisément quatre autres genres, savoir : *ceux du sol schisteux cristallin, ceux des terrains primaires, surtout calcaires, ceux des terrains jurassiques et crétacés et ceux des plaines*. Les premiers sont, en général, de forme allongée, beaucoup plus longs que larges, entourés assez souvent d'étroites baies, de pentes plus ou moins inclinées, et contiennent quelquefois des îles. Ce sont, en un mot, des masses d'eau remplissant des fentes longitudinales ou transversales des schistes cristallins. Ils se voient encore bien dans les trois grands massifs cristallins du nord de l'Europe, savoir : en Écosse, en Scandinavie et en Finlande; tandis que la presque totalité de ceux qui ont existé une fois dans le sol cristallin du reste de ce continent sont dès longtemps écoulés, et ne se laissent deviner que par leurs délaissés d'alluvion, comme, par exemple, ceux du Pinzgau dans le Tyrol et le Salzburg.

Les lacs des terrains primaires sont caractérisés par leur forme oblongue, par leur contour ondulé, par leurs pentes assez souvent douces, par leurs îles, par leur rare isolement au milieu de pays bien plus fréquemment peu élevés, peu montagneux, ou même plats, que dans des contrées hautes et montagneuses, et par leur voisinage des schistes cristallins. Ils sont si abondants sur le globe qu'on peut suivre une chaîne de lacs semblables presque tout autour de l'hémisphère boréal. En effet, en jetant les yeux sur notre carte, on verra que presque tous les lacs qui traversent en biais le nord de l'Amérique sont dans le sol primaire, et qu'une série de lacs très variés dans leurs formes y existe sur deux lignes courant du N.-O. au S.-E., savoir, sur les deux versants de la chaîne schisteuse cristalline qui forme avec les monts Rocheux l'ossature principale de ce continent boréal. En Europe et en Asie, il en est de même pour la zone de lacs qui s'étend d'un côté du S.-O. au N.-E., à travers la Russie septentrionale, et de l'autre dans une direction parallèle depuis la mer d'Aral jusqu'au lac Baïkal, et même en petit jusque dans les contrées entre la Léna et le Kolyma en Asie. Entre ces deux séries de lacs primaires se trouvent les lacs du N.-O. de l'Angleterre, les lacs de Mjosen, de Rands, etc., en Norvège, et certains lacs du sud de la Suède (lacs Wenern, Wetterner et Silijan).

Il devient même probable que la destruction des formations primaires a ébauché les premiers contours, ou du moins certains contours de la Baltique, de la mer Blanche, de la mer Caspienne, de la mer Noire, et même de la mer Méditerranée; car leurs bords

nous offrent des terrains de schistes cristallins, et çà et là des roches primaires. De plus, les formes de ces mers rappellent en partie celles des grands lacs de l'Amérique septentrionale : ainsi la figure de la Baltique se retrouve dans le lac des Esclaves, la baie d'Hudson a quelque rapport avec la mer Noire, etc. Or, s'il est prouvé que les lacs américains doivent en tout ou en partie leur origine à des accidents du sol primaire, n'est-on pas en droit d'en conclure de même pour les mers citées, lors même qu'on y reconnaîtrait aussi l'effet des destructions d'autres terrains ?

Dans le sud de l'Amérique, il est remarquable de retrouver encore le lac de Titicaca dans la même position primaire : ce qui ferait présumer que telles seront aussi les places de certains autres lacs des montagnes de Mendoza, de San-Juan, etc. Je voudrais même soupçonner que certains lacs du triangle africain inconnu seront trouvés entourés de terrains primaires, vu l'abondance de ces derniers vers la pointe méridionale.

Il est donc évident que les roches primaires, surtout calcaires, ont été plus favorables que tous les autres dépôts à la formation de grandes cavités ou dépressions, ce qui a eu lieu par écroulement autant que par destruction aqueuse, ou bien par l'explosion ou l'échappement des gaz. L'horizontalité fréquente de ces masses, le voisinage des schistes cristallins, ainsi que des mouvements ou des actions subies par ces derniers, ont influé probablement sur cet accident si général dans ces terrains.

Les lacs souvent profonds des contrées jurassiques et crétacées ont des caractères tout particuliers. Les uns, occupant le fond de parties écroulées, ressemblent en partie à des cratères, et sont sans issue réelle ou à canal d'écoulement souterrain, comme le lac de Joux et le lac de Prespa dans la Turquie d'Europe. Les Apennins du pays napolitain contiennent certains lacs offrant ces caractères d'une manière si prononcée, que, sans connaître leur pourtour de roches secondaires, on pourrait être tenté de supposer des cratères volcaniques, vu le voisinage des champs phlégréens, du mont Vultur et du mont de Roccamonfina. Dans ce cas, se trouve le lac situé à l'E. de Nusco et celui au S. de Cita Nuova.

D'autres lacs des mêmes terrains ne sont réellement que des cavités où s'engouffrent des cours d'eau, lieux placés surtout au pied d'escarpements, ou même dans des fonds plus ou moins évasés de vallées. Les conduits souterrains ne pouvant recevoir toute l'eau des sources et des pluies, il se forme des lacs plus ou moins grands, suivant les saisons et suivant les canaux d'écoulement. Tels sont le lac Topolias en Grèce, les lacs de la Carniole, de la Dalmatie, etc.

Des îles n'existent que rarement dans ce genre de lacs, lorsqu'ils sont fort grands. Des cours d'eau disparaissant et reparaissant çà et là accompagnent ces lacs, surtout dans le terrain crétacé, où il arrive aussi que ces gouffres et ces dégorgeoirs d'eau souterraine s'ouvrent au milieu d'un lit fluvial aussi parfait que tout autre, quoiqu'il soit en grande partie à sec, ou ne soit occupé par l'eau que dans certains temps de l'année. De beaux exemples de cette espèce se trouvent dans le cours moyen du Kizil-Irmak en Asie-Mineure (au N.-E. du grand lac salé) et sur celui d'un affluent du Narenta entre Gasco et Nevesign, en Herzégovine.

Une troisième espèce de lacs, dans le sol secondaire calcaire récent, est celle des grands lacs remplissant de profondes fentes situées dans les montagnes calcaires des Alpes et d'autres chaînes, comme, par exemple, en Chine, ou à leur rencontre avec le sol des bassins tertiaires, comme en Lombardie. On y voit encore rarement des îles, comme au lac Majeur. Tous ces lacs, formés par fendillement ou écroulement dans les terrains calcaires, se distinguent de ceux produits par écroulement dans le sol secondaire ou tertiaire, arénacéo-gypseux, en ce qu'ils sont plus ou moins entourés d'escarpements élevés ou enclos dans des bassins fermés, tandis que l'autre espèce de lac a sa place dans des plaines ou des pays ondulés, et qu'ils sont sans pourtour ni grandes falaises.

Enfin les lacs des plaines ne sont que des cavités de peu de profondeur, où l'eau est retenue par de petites digues, ou même simplement par des alluvions ou des dunes de sable; dans ce dernier cas ils peuvent devenir des lagunes momentanément ou pour toujours. Ceux qui font exception à cette règle doivent probablement leurs caractères à l'existence de parties affaissées ou de fentes dans le sol sous-jacent.

Si, munis de ces notions sur les lacs et les rivières, nous examinons l'Asie centrale comme le pays géologiquement inconnu le plus riche en lacs et en accidents de rivières, nous en déduirons les observations suivantes, en supposant toutefois que nous puissions nous fier à la carte esquissée d'après M. Ritter, de Berlin. Les lacs entre la chaîne de l'Himalaya et la chaîne du Ciel, ou de Tian-Schan et la Chine proprement dite, paraissent être de plusieurs espèces. Quelques uns, au pied de la chaîne du Ciel, sembleraient aussi dériver du sol primaire : tels sont les lacs de l'Altaï, le lac Saisan, etc., tandis qu'un grand nombre d'autres, plus au S., portent tous les caractères des terrains jurassiques et crétacés, c'est-à-dire des lacssans issue, des réservoirs d'eau qui s'engouffrent, etc. C'est surtout le cas pour ceux situés entre la chaîne du Kuenlun et

la chaîne de Gang-dis-ri, ou de Dzang. Mais, dans le Thibet, nous trouvons encore une troisième sorte de lacs ayant tout-à-fait les formes de ceux qui se voient dans nos Alpes calcaires, ou à leur contact avec le sol tertiaire.

D'un autre côté, revenant sur les coudes décrits par les grands fleuves qui sourdent dans cette partie de l'Asie, nous voyons évidemment qu'il y a là, en allant du S. au N., au moins deux grands changements de formation indiqués par les coudes du Bralnapoutra et de l'Indus dans l'Himalaya, et par celui du Serisoudu ou Irawaddi dans la chaîne de Dzang. Les cours supérieurs des deux fleuves principaux au nord de l'Himalaya ont lieu dans des vallées longitudinales comparables à celles de nos Alpes centrales, et sur un sol qui probablement est composé de schistes cristallins avec quelques bassins remplis d'alluvions, ou même des dépôts tertiaires d'eau douce, au moins dans le Thibet (Hlassa). Si en Carinthie nous voyons une boutonnière énorme de schistes cristallins, bordée de chaînes secondaires calcaires bien plus élevées que les montagnes schisteuses, de même, dans le Thibet et le Ladak, le sol schisteux cristallin aurait été soulevé sous la forme de deux masses elliptiques séparées par un nouveau Saint-Gothard aux sources de nos deux grands fleuves, le Sutledge et le Gange.

Une vallée longitudinale se serait formée sur la ligne anticlinale de ce bombement doublement elliptique, et de très hautes chaînes de calcaires secondaires auraient été rejetées sur ses bords. De cette manière, il se trouverait de vastes étendues de dépôts de ce dernier genre aussi bien dans l'Himalaya qu'au nord du Karagorum, du Gang-dis-ri et du Dzang. Cependant il y aurait là cette différence essentielle, que dans le sud du soulèvement, ce mouvement et les fendillements auraient été si prodigieux, que, dans l'Himalaya, on voit reposer les dépôts secondaires récents sur des bases élevées de schistes cristallins (ou même quelquefois sur des roches primaires, comme à Kunawur); tandis qu'au nord du Thibet ou des autres chaînes nommées, ces mêmes terrains secondaires formeraient plutôt des plates-formes ou terrasses sans vallées, assez profondes pour découvrir les schistes cristallins, si ce n'est seulement peut-être près de quelques chaînes plus élevées, telles que le Ketschi, mais avec des bassins d'alluvion et des lacs, comme dans nos Alpes calcaires. Le Kuenlun serait une de ces chaînes calcaires plus hautes, et borderait le désert tertiaire de Kobi, comme on voit notre molasse alpine surplombée par des pitons plus élevés que les montagnes qu'ils nous cachent. En même

temps, vers la Chine, viendraient s'anastomoser à notre grande chaîne centrale d'Asie une arête de schistes cristallins, qui séparerait nos montagnes de calcaire secondaire d'avec les roches primaires et secondaires de la Chine, ainsi que nous l'avons déjà dit ci-dessus.

Parmi les autres notions de géographie physique utiles pour déchiffrer la géologie d'une contrée, une des indications les plus précieuses pour le géologue est celle des *Déserts*, soit des lieux où l'eau est très rare, et où par conséquent aussi la végétation est très pauvre, si ce n'est nulle, et où les arbres sont inconnus. En effet, quoi qu'on en ait dit, les déserts véritables marquent les points du globe où, à des époques géologiques comparativement récentes, les mers actuelles se sont prolongées en golfes et en détroits, ou bien ceux où ont existé des méditerranées qui ont disparu en totalité ou en partie, ou se sont changées peu à peu en lacs d'eau douce avant des'écouler ou de se dessécher entièrement.

Ajoutons qu'il est de toute impossibilité physique qu'un véritable désert nous offre un terrain fort ancien; car on ne s'expliquerait pas que ce terrain n'eût pas été recouvert tôt ou tard par un dépôt plus moderne et moins impropre à la végétation. Nous n'en connaissons aucun, dans les pays géologiquement explorés, qui nous montre, même sous les tropiques, un sol tout nu, excepté quelques roches granitoïdes, porphyriques et serpentineuses, ou même calcaires. Mais il y a une différence capitale entre la sauvagerie et la nudité d'une surface de masses semblables, et un désert sableux ou salin véritable, bien que les deux genres d'accidents physiques puissent se rencontrer ensemble, quoique sur une échelle fort inégale, comme en Arabie et en Nubie, par suite du voisinage de dépôts très différents, ou du voyage aérien de sables mouvants.

Chacun sait d'ailleurs que nos plages marines sableuses sont les seules formations qui se continuent encore, et qui s'identifient avec les déserts, et qu'il n'y a que le sol tertiaire marin et d'eau douce, et tout au plus le système arénaceo-crétacé qui donnent lieu réellement aussi bien à des mers de sable qu'à des oasis fertiles, au moyen de leurs variétés de sables, de grès, de calcaires et d'argiles, comme cela se voit dans les Landes et au Mans. Ces faits bien constatés suffisent déjà pour démontrer l'origine moderne des déserts en général, et fixent aussi l'âge comparativement récent de tant de grès rouges ou blancs de l'Afrique septentrionale. Ils nous font de plus apercevoir que la formation d'un désert présuppose le voisinage de certains terrains, la présence de

certaines mouvements ou courants marins, et surtout une position entre de grandes chaînes anciennes que les eaux ont pu démanteler, et avec les parties siliceuses desquelles elles ont pu réussir à former, en dehors des montagnes, de vastes étendues d'alluvions ou des grès très faciles à se désagréger. Telle est, du moins jusqu'ici, l'explication la plus fondée de ces grands phénomènes; car les observations actuelles sur les éjaculations sableuses ne suffisent nullement pour nous porter à admettre que de grands déserts aient pu recevoir leurs matériaux par cette voie indirecte.

Passant à l'application de nos idées, nous voyons en Égypte, en Nubie, dans le Dongola, dans le Sud du Sahara, dans la région de Tripoli, dans l'Arabie Pétrée et Heureuse, et en Perse, la formation crétacée inférieure donner lieu à des sables mouvants et à des rochers de grès friables, comme on en voit au Mans et dans la Suisse saxonne; tandis que dans le reste du Sahara et de la Perse, en Égypte, en Mésopotamie, sur les rives inférieures de l'Indus, dans l'Asie centrale et la Nouvelle-Hollande occidentale, les terrains tertiaires ou même les alluvions paraissent jouer le plus grand rôle dans la formation des mers de sables couvertes çà et là d'efflorescences salines.

Naturellement d'autres terrains pointent dans le désert d'autant plus que son sol mouvant est enclin à envahir tout ce qui ne s'oppose pas à sa domination par son élévation ou par ses eaux; et de là seul est résultée la variété de roches attribuée à cet accident du globe. Ainsi, sur les deux bords de la mer Rouge, les roches granitoïdes, comme les schistes cristallins et les calcaires crétacés ou tertiaires, forment une partie constituante du sol des déserts. Il paraîtrait que c'est aussi le cas pour certaines parties du désert de Kobi, et pour quelques déserts du sud de l'Amérique, tel que celui d'Atacama, recouvrant des schistes peut-être primaires ou cristallins. Au pied oriental des Montagnes Rocheuses, des déserts sans eau sont aussi produits, dit-on, par la désaggrégation de grès d'un âge incertain.

Malheureusement on confond assez souvent avec les déserts les *steppes*, qui ne sont qu'en partie tertiaires, et qui comprennent aussi bien des plaines incultes, arénacées et argileuses, avec peu de sources et presque point d'arbres, que des pays faiblement ondulés, secondaires ou même plus anciens. La nature saline du sol tertiaire est propre aux steppes comme aux déserts: aussi l'indication des steppes est-elle peu utile à notre but; car si les mots *hautes steppes* servent à désigner certains plateaux élevés de la Tartarie, le mot *steppe*, en général, ne s'applique qu'à des con-

trées très ouvertes, sèches ou humides, et à un niveau peu élevé comparativement aux chaînes qui les bordent. Il paraîtrait que les déserts immenses de la Perse, de l'Asie centrale et de l'Arabie, comprennent beaucoup de steppes, genre de sol bien plus accessible à la culture que les véritables déserts; car la végétation y est assez forte pour alimenter une foule de hordes nomades; comme nous voyons les *prairies* sans bornes de l'Amérique septentrionale, et les vastes *llanos* et *pampas* de l'Amérique du Sud, servir de domicile aux peuplades qui les animent.

La *stérilité d'un pays* est un caractère nul pour l'horoscope géologique lorsque ce caractère est isolé; mais réuni à d'autres, il peut être une induction de plus. Ainsi un pays stérile et à lacs sans issue ne pourra être qu'un sol calcaire, probablement crétacé ou tout au plus jurassique, qui renfermera des oasis fertiles, à terroir superficiel argileux. Si ce devait être une formation calcaire primaire, les lacs sans issue y manqueraient.

Les *descriptions générales de l'aspect des montagnes* ou de leurs *escarpements*, et surtout des *dessins de ce genre*, peuvent aussi être utiles au géologue spéculatif. Ainsi, comme des buttes coniques à cratère indiquent des volcans, des séries de pics en forme de scie dénotent des dolomies; des cimes rabattues à pitons isolés, des calcaires; des pointes triangulaires, des ardoises ou des schistes quarzifères; des aiguilles, des schistes cristallins; des bosselures bizarres, des serpentines ou des trachytes; des formes pyramidales, des phonolites, etc.; des rochers prismés, des colonnades. Des murailles minces et noires peuvent faire soupçonner l'existence de basaltes, de trachytes ou de trapps, comme cela se constate pour certaines côtes du Groenland, pour quelques îles arctiques et pour le N.-O. de la Nouvelle-Hollande. Des rochers désagrégés en boules ne peuvent être que des granites ou des grès, ou plus rarement des trapps. La description d'une contrée à surface verdoyante, ou à rochers blancs interrompus tout-à-coup par des masses bosselées noires, peut faire croire à l'existence de diorites ou de basaltes dans un terrain calcaire; mais si les rochers isolés sont verdâtres, ce seront plutôt des serpentines. Des murailles de rochers découpés dans le style gothique, comme le grès vert de la Suisse saxonne, peuvent ajouter quelque poids à l'opinion qui voudrait voir dans un tel lieu un système crétacé ou des grès tertiaires. Des séries de vallées parallèles séparées par une chaîne de faîtes arrondis, à surface tantôt stérile et sèche, tantôt coupée par des eaux capricieuses, s'engouffrant et reparaisant çà et là, dénoteront le système jurassique et crétacé; car le rocailleux des roches granitoïdes ou

trachytiques ne se trouve jamais réuni avec les autres particularités mentionnées. La présence de cavernes nombreuses, de puits naturels, etc., décèlera celle de roches calcaires primaires ou secondaires, car ces accidents sont extrêmement rares dans tous les autres dépôts. (Voyez, pour plus de détails sur la configuration extérieure des roches, notre *Guide du géologue voyageur*, v. I, p. 161—169.)

Rarement certaines indications de *géographie botanique et zoologique* peuvent continuer à faire découvrir sur quelques points certains terrains plutôt que d'autres. Nous citerons toutefois parmi les cas favorables la connaissance de quelques plantes ou insectes du sol salin, de quelques végétaux propres au terrain calcaire des hautes montagnes, de quelques animaux habitant exclusivement, les uns les plaines ou pays bas, les autres les contrées élevées, ou même les sommités du globe, etc. Cette étude jette du reste un grand jour sur les liaisons qui ont pu exister autrefois entre des continents ou des îles, ou bien entre des péninsules et des points isolés dans les mers. Ce principe trouve une application avantageuse dans l'explication de la géogénie des îles de la Sonde et de la mer de Malacca.

Néanmoins, les meilleures indications physiques pour décider de la géologie d'un pays restent sans contredit les *notions minéralogiques et paléontologiques*, même les plus générales, dussent-elles se trouver mêlées à la mythologie ou à l'histoire, comme c'est le cas pour les ammonites des sources du Gange, et les fossiles de l'oasis de Jupiter-Ammon. En effet, chaque minéral n'ayant qu'un mode de gisement, ou tout au plus quelques variétés de gîte, et les grands groupes de terrains étant caractérisés chacun par des fossiles particuliers, on acquiert par la connaissance d'un minéral ou d'un fossile, ou encore mieux par la réunion de ces deux moyens, l'indice positif d'un terrain, ou du moins on n'a le choix qu'entre un petit nombre de dépôts, et on se décide pour tel ou tel par d'autres caractères accessoires.

De cette manière j'ai pu utiliser les données vagues, telles que les catalogues de minéraux et de curiosités minérales de pays encore inconnus au géologue, ainsi que les analyses de minéraux, auxquelles on avait ajouté les localités précises. Ainsi une terre verte de Chypre a été analysée, et le résultat de l'analyse aurait pu faire croire à l'existence du basalte; cependant le voisinage des roches trappéennes dans le système crétacé de la Syrie rendait probable que cette terre verte se trouvait, dans l'île de Chypre, dans des masses ignées semblables. Mais, ces dernières admises, il

devenait probable que la formation crétacée y existait aussi à côté des schistes cristallins du reste de l'île. On pourrait donc, par un simple raisonnement, arriver à reconnaître qu'on se trompait en ne voulant voir en Chypre que des roches cristallines anciennes, et de nos jours cette présomption a été confirmée par les géologues.

Un catalogue des minéraux et des métaux de la Chine, dressé soigneusement, tant d'après les voyageurs que d'après les ouvrages chinois, a rendu surtout possible l'indication grossière d'une bonne partie de la distribution des principales formations de cet empire, ainsi que de la Cochinchine et de la presqu'île de Malacca.

La *topographie minéralogique de détail*, unie à l'étude des gîtes des minéraux, perd ainsi tout-à-fait son aridité, et acquiert au contraire une importance dont peu de personnes se sont encore avisées de profiter; tandis que les listes seules des métaux d'un pays, ou de ses produits échangeables nous aident tout de suite à soulever le voile qui couvre encore la géologie des contrées inexplorées. Or, jusqu'ici, cette dernière source de renseignements, qu'aucun voyageur ne doit négliger de grossir, restait sans fruit pour la science, quoique certains métaux soient aussi caractéristiques de certains terrains que certains fossiles. Nous n'avons qu'à citer pour exemple le nombre restreint de gîtes des divers minerais de mercure, de zinc, de tellure, d'antimoine, d'étain, de platine et d'or.

Si les roches d'un pays ne se trouvent pas décrites, les touristes et les géographes spécifient quelquefois la *nature du terroir et des alluvions des grandes rivières*, ce qui est aussi pour nous une indication très sûre pour reconnaître les formations des chaînes voisines.

Il n'y a pas jusqu'aux *blocs erratiques* qui ne puissent nous guider, quoiqu'ils viennent de bien loin. Ainsi tous les voyageurs en ont remarqué dans l'Amérique septentrionale sur une ligne N.-O., S.-E., depuis la rivière Mackenzie jusqu'aux Alléghanys et à l'Hudson. Or, ce seul fait est suffisant pour le géologue pour lui faire présumer, par analogie avec nos connaissances acquises sur les terrains d'Europe, qu'il y existe, dans le voisinage de ces traînées de débris, des hautes chaînes, et qu'à l'est des Montagnes Rocheuses s'étend dans cette direction une vaste échancrure, où ces blocs ont pu être charriés ou flottés. En effet, un détroit bas, dirigé du N.-O. au S.-E., et en grande partie primaire, existe entre les Monts Rocheux et l'autre chaîne schisteuse à l'ouest de la baie d'Hudson; et tous les géologues américains sont d'accord pour

faire arriver les blocs des États-Unis dans cette direction. De plus, la nature de ces pierres une fois connue, on se trouve au fait de la constitution géologique des montagnes boréales, dont elles sont évidemment provenues.

D'autres blocs, dérivés de la décomposition des roches, nous offrent un autre renseignement. Ainsi, si les fers météoriques placés dans un désert de sable, comme à Atacama, ont dû tomber du ciel, les masses de cuivre natif trouvées çà et là près des grands lacs du nord de l'Amérique, y décèlent la présence de roches trappéennes ou serpentineuses en partie détruites, vu que ce minerai a son gisement ailleurs dans ce même continent. Des rocs mobiles se trouvent composés de roches granitoïdes ou de grès; des rocs en forme de pierre druidique proviennent surtout de certains grès verts quarzifères, etc.

Quant aux fossiles, nous pourrions citer aussi plusieurs cas où des indications générales nous ont été très utiles. Nous nous contenterons de rappeler les conclusions géologiques que M. de Buch a pu tirer de l'examen de quelques coquillages fossiles de l'Amérique, et ceux qui nous ont paru ressortir de la présence de crustacés brachyures sur les côtes de Malabar, de Tranquebar, de Coromandel, de Chine, du Japon, de Java, des Philippines, de Bornéo et d'autres îles de la mer malaise. Si le *Cancer macrochelus* de la Chine et le *Portunus leucodon* de Manille paraissent dénoter dans ces pays un calcaire grossier tertiaire récent, tel que celui de Java peut-être, le *Grapsus dubius*, les *Gonoplax incisa* et *emarginata* seront des fossiles d'argiles tertiaires de l'époque subappennine dans l'Indoustan et la mer de Malacca.

Les connaissances acquises sur la structure ordinaire et le remplissage des bassins géologiques est une donnée extrêmement importante pour nous permettre de débrouiller en gros la distribution des terrains d'un pays, une fois qu'on est parvenu à en déterminer plusieurs. L'utilité de cette clef s'accroît même à mesure que les bassins à étudier augmentent en étendue, et que les terrains y sont plus développés. Ainsi, en Chine, où la nature a travaillé en grand comparativement à l'Allemagne, dès que nous avons su, par diverses indications de voyageurs et certains échantillons de minéraux, que les grands bassins chinois réunis du fleuve Bleu et du fleuve Jaune étaient entourés de chaînes de schistes cristallins et de roches granitoïdes, nous avons pu penser que le reste de la série des autres terrains plus récents pourrait bien aussi s'y rencontrer. Mais pour une partie du rivage chinois, une telle supposition était déjà contredite par la donnée positive qu'au sud du fleuve Bleu une

portion considérable du pays maritime est formée par les schistes cristallins ou des roches granitoïdes, ou, en d'autres termes, par une coupe de la chaîne centrale des Alpes de l'Asie, tandis qu'un terrain schisteux ancien forme aussi le promontoire montagneux qui sépare la mer Jaune du golfe de Pe-tsche-li. D'un autre côté, les excellentes houilles employées dans certaines provinces de la Chine nous indiquent de vastes dépôts primaires (intermédiaires), aussi bien dans le N.-O. de cet empire que dans le S.-E. et près de Nankin. Enfin, des terrains secondaires sont aisés à reconnaître par certains minéraux provenant du sud, comme d'autres nous prouvent que les formations tertiaires y abondent dans le pays bas. On aurait donc là, par ce fait, la série supposée des terrains reconnus en Europe. Ces formations toutefois ne paraîtraient pas disposées dans une seule cavité, mais bien dans deux, savoir celle du fleuve Jaune et celle du fleuve Bleu, avec une arête ancienne entre elles.

Avec ces données isolées ne peut-on pas penser qu'à l'instar des terrains de l'Europe, ces bandes de dépôts se contournent autour de ces deux bassins comme autour de leurs îlots cristallins, et que le sol secondaire chinois va joindre au N. celui qui forme le continent asiatique vis-à-vis de l'archipel Japonais, ainsi que la côte occidentale du Kamtschatka? Si c'était là la vérité, ce que nous saurons peut-être bientôt, on serait ainsi arrivé *a priori* au résultat final d'une infinité d'observations de détail, qui, sans changer la position générale de ces terrains, pourront seules en constater tous les accidents.

Quant à la question déjà touchée de savoir si les terrains secondaires récents des cimes du Thibet et de la haute Tartarie sont liés au sol de cette époque en Chine, on ne peut y répondre contradictoirement qu'en s'appuyant sur la bifurcation de la grande chaîne centrale au coude de l'Irawaddi, et sur l'existence de roches primaires flanquées contre le versant oriental de la branche chinoise de cette bifurcation ou de la chaîne de l'Inschan.

On parvient de même à débrouiller la géologie encore peu connue de l'Asie septentrionale; car les données géologiques y ont déjà fait reconnaître deux grands bassins secondaires, savoir: celui de l'Obi et de l'Irtisch, et celui de la Léna. Ces bassins sont séparés par une large arête de schistes cristallins bordée de roches primaires, qui vont former les promontoires les plus septentrionaux de la Sibérie, tandis qu'à l'ouest de l'Obi est la muraille assez basse de l'Oural, et à l'est de la Léna un triangle montagneux de terrains schisteux et primaires. Au sud enfin est une série de

montagnes plus ou moins hautes, qui ne laissent pas de possibilité à l'hypothèse d'une communication parfaite avec un bassin méridional, si ce n'est aux affluents du Tobol ou de l'Ischim. Ces bassins sont remplis de dépôts secondaires, surtout moyens et jurassiques. Des alluvions considérables, et même des couches tertiaires, recouvrent çà et là ces derniers, et ont été principalement reconnues dans le bassin de l'Obi.

Dans l'*Amérique méridionale*, des idées d'analogie du même genre devraient faire penser que si des terrains primaires, recouverts de dépôts tertiaires et d'alluvion, combtent la partie la plus étroite de l'ancien détroit de mer séparant des Andes l'îlot ancien du Brésil, quelques roches secondaires accompagnent au moins çà et là les terrains primaires qui bordent, soit entièrement, soit par intervalles, le sol schisteux cristallin des Andes de la Patagonie, du Chili et du Pérou. Or, jusqu'ici on y a reconnu surtout, et sur plusieurs points, des roches du système crétacé, tandis que celles de l'époque jurassique y manqueraient comme dans le nord de l'Amérique, à moins que M. de Meyen ait raison de voir du calcaire jurassique dans le Chili (1). L'existence en apparence toute locale de roches secondaires anciennes y semble encore fort problématique. Les voyageurs qui explorent actuellement ces contrées nous éclaireront sans doute bientôt sur ce sujet.

Enfin l'*Humanité*, ses œuvres, ses hauts faits et sa civilisation diverse peuvent servir à éclairer des points douteux de la géologie spéculative. Si, par exemple, il s'agit d'un pays de basses collines ou de plaines entourées de chaînes de schistes cristallins, telle qu'est constituée une partie de l'Asie-Mineure, on peut rester dans le doute si ces hauteurs sont secondaires ou tertiaires. Or, ce sera le dernier cas plutôt que l'autre, si ces hauteurs sont coupées par plusieurs grandes voies de communication. C'est de cette manière que M. le colonel de Hauslab a anticipé dès 1832 sur les découvertes récentes touchant l'étendue des formations tertiaires, en partie d'eau douce, dans cette portion de l'Asie. Quelquefois même des canaux s'associent aux routes pour faciliter les communications, indication certaine d'un partage bas des eaux et d'un terrain probablement tertiaire. L'isthme de Suez et les traces de l'ancien canal en seraient un exemple. De semblables raisons viennent fortifier aussi la probabilité qu'un vaste terrain tertiaire et alluvial constitue toute la plaine arrosée par le grand canal de Nankin à Pékin.

(1) Voy. *Nova act. phys. med. nat. cur.*. 1835, vol. XVII, p. 647, pl. 47.

En général, tous les terrains, même sous la forme de hautes crêtes, laissent des passages pour des routes; mais dès qu'une chaîne élevée est composée de schistes cristallins ou de dépôts secondaires, les chemins y sont rares et les grandes communications restreintes à quelques coupures ou cols, tandis que le contraire a lieu pour des terrains primaires et secondaires horizontaux, et surtout pour des collines tertiaires. Il y a plus : le nombre des villes et des villages croissant en progression presque géométrique des formations anciennes aux terrains récents, les communications doivent suivre de même cette échelle progressive : aussi la presque totalité des capitales est-elle établie sur le sol tertiaire ou sur des alluvions continentales ou maritimes. D'un autre côté, nous voyons certaines *civilisations* résulter des produits du sol où elles se déploient. Ainsi celle de l'Erzgebirge et du Hartz dépend éminemment de certains métaux de ces chaînes; celle du Cornouailles, de son étain et de son cuivre; celle de diverses montagnes de l'Angleterre centrale, de leur plomb; celle du pays de Galles et du N.-E. de l'Angleterre, de leurs fers et de leurs houilles; celle d'Almaden et d'Idria, de leur mercure; celle de plusieurs localités de la haute Autriche, de la Transylvanie et de la Gallicie, de leur sel; celle de Volterra, de son gypse tertiaire; celle d'Amberg en Bavière, de ses fers jurassiques; celle d'Amergau, dans le même pays, de ses grès à aiguiser; celle de Vorospatak, de son or, etc. Des recherches analogues sur le degré de civilisation de pays inconnus au géologue peuvent nous conduire également à la découverte des causes de leur civilisation, et par contre-coup à la détermination générale des formations qui y dominent.

Lorsque les *archéologues-voyageurs* nous parlent d'habitations de troglodytes, d'excavations de demeures ou de temples, nous ne pouvons que supposer des cavernes calcaires agrandies par la main de l'homme, ou des ouvrages exécutés dans des grès tendres, surtout tertiaires, ou dans des tufs basaltiques, trachytiques, ponceux ou calcaires, ou bien encore, mais plus rarement, dans des roches granitoïdes, comme pour certaines pagodes des Indes. Quelques détails suffisent souvent pour fixer notre opinion entre ces diverses roches. De cette manière, aussi bien que par l'étude des matériaux, des monuments, des statues et des monnaies, l'*archéologie* peut jeter quelque jour sur la géologie de contrées inconnues.

En étudiant les *divers peuples*, nous trouvons que leur distribution et leur civilisation, comme leurs destinées, dépendent essentiellement de la configuration des continents, cause puissante

dont ils ne peuvent s'affranchir, et qui pourtant est souvent méconnue. D'abord nous voyons des nations formant une masse compacte, unique, peu analogue à d'autres peuplades sur les limites de leur territoire. Dans ce cas sont, premièrement, les peuples insulaires, comme ceux des Iles-Britanniques et du Japon; puis ceux qui sont séparés par des chaînes de montagnes considérables, comme les Écossais le sont des Anglais, les Norvégiens des Suédois, les Espagnols des Français, les Italiens de leurs voisins, les Grecs des Slaves, etc.

Constatons, sous ce rapport, un fait digne de remarque, en disant que *les chaînes qui courent environ O.-E., ou dans la direction des parallèles, établissent une bien plus grande différence entre les nations, de même qu'entre les faunes et les flores, que celles qui s'étendent dans le sens N.-S. ou des méridiens.* Cette séparation, plus nette dans la direction du N. au S. que dans celle de l'O. à l'E., dépend autant de la position des différentes zones qui environnent le globe, que de la plus grande facilité qu'offrent les chaînes N.-S. pour permettre le passage d'une région à une autre, ou même d'une zone à l'autre, ou bien encore pour tourner ces arêtes dans un certain cas. Ainsi, pour les *végétaux*, la France méridionale participe seule à la flore méditerranéenne, tandis que celle du N. de la France passe insensiblement à la flore de l'Europe centrale, par cette raison que, dans le premier cas, des vides O.-E. séparent les points S. et N., tandis que le N. de la France n'a entre lui et l'Allemagne que des rides N.-S. Il en est de même à peu près pour la différence entre les flores de la Turquie d'Europe méridionale et septentrionale. La flore des Etats-Unis atlantiques diffère infiniment moins de celle des républiques qui sont en-deçà des Alléghanys, que la flore de l'Indoustan ne diffère de celle qui règne au nord des grandes chaînes asiatiques, etc.

Quant aux *animaux*, il est évident que si des zones semblables de la terre offrent, même dans les deux hémisphères, des similitudes dans la végétation, dans les espèces du moins, si ce n'est dans les genres, il en doit être de même des faunes. Or, comme les chaînes qui suivent les parallèles établissent entre les climats des différences bien plus tranchées que les chaînes qui suivent les méridiens, les animaux, sur les deux versants de ces dernières, doivent bien plus souvent être identiques, ou avoir entre eux de grandes analogies de genres et même d'espèces que les animaux habitant les deux côtés des chaînes courant O. E. Ce résultat est celui de toutes les observations, et cette influence différente des arêtes N. S. et O. E. va si loin, qu'elle explique quelquefois des faits

au premier abord anomaux. Si, par exemple, la chaîne des Montagnes Rocheuses était dirigée de l'O. à l'E., nous ne croyons pas que des colibris s'aventurassent jusqu'à 60° de latitude boréale, comme c'est le cas (1), toutes autres circonstances climatiques mises de côté. — Naturellement, plus les animaux sont d'ordre inférieur, plus ils sont astreints au bassin, au pays ou à la zone où la nature les a placés; tandis que plus ils s'élèvent dans l'échelle, plus aisément aussi ils peuvent se soustraire, comme l'homme, aux lois primitives de leur distribution. La présence du tigre dans l'Altaï serait un exemple de ces exceptions à une règle dont la démonstration entière nous écarterait trop de notre sujet.

Quant aux *peuples*, la grande muraille scandinave n'a pas empêché que deux peuplades de sang très voisin en aient occupé les deux côtés, tandis que la faible barrière qui sépare l'Angleterre de l'Écosse, et le peu d'élévation des Highlands écossais n'ont pas empêché la démarcation entre les Anglo-Saxons et les Celtes. Une observation très analogue s'applique aux Belges et aux Français, quoique les limites des deux peuples soient plus insignifiantes encore. De même les Espagnols et les Italiens, séparés de leurs voisins du nord par des rides O. E., en diffèrent bien plus que les Portugais des Espagnols ou les Piémontais des Provençaux, qui n'ont entre eux que des murs N. S. En Asie aussi, et pour des raisons semblables, on trouve bien plus de différences entre les Turcs et les Arabes, entre les Tartares Mantchoux et les Chinois, ou entre les Indous et les Tartares, qu'entre les Turcs et les Persans, ou entre les Indous et les peuples de ce côté de l'Indus.

Dans les deux Amériques, au contraire, où domine presque exclusivement la direction N. S. des chaînes, il n'existe qu'une seule race cuivrée, quoique ce continent parcourt plus de zones diverses que l'Europe et l'Afrique, ou que l'Asie et la Nouvelle-Hollande réunies.

Une autre particularité des chaînes qui courent N. S. est que *tous les mélanges de deux peuples et de deux langues se trouvent sur de telles lignes*, et non point sur celles allant de l'O. à l'E. Si c'est là ce qui a lieu quand on passe insensiblement de la Pologne à l'Allemagne et à la France, il n'en est point ainsi quand on passe des pays allemands voisins des Alpes aux vallées italiennes, car une montagne y sépare le plus souvent deux langues comme deux peuples. Or, cela est d'autant plus le cas, que la chaîne court plus

(1) Voyez un Mémoire de M. Mühlmann. (*Monatsch. der Gesellsch. der Erdk. zu Berlin*, vol. 1, p. 21.)

exactement de l'O. à l'E., et d'autant moins lorsqu'elle s'éloigne de cette direction pour se rapprocher du S. ou du N., comme cela se voit pour les Alpes en Illyrie.— De même dans plusieurs points de la Turquie d'Europe, on passe sans s'en apercevoir des contrées albanaises à celles qui sont slaves, tandis que les Grecs et les Slaves sont plus franchement séparés, au moins dans le sud de la Macédoine. C'est la même raison qui mélange les Anglo-Américains aux Indiens, et leur facilite ainsi la conquête et la colonisation de l'Amérique du Nord; car les Montagnes Rocheuses seraient un tout autre obstacle si elles étaient dirigées de l'E. à l'O. C'est aussi là une des causes physiques essentielles qui concourent aux convulsions et aux démembrements si fréquents des anciens États espagnols de l'Amérique méridionale, de même qu'on peut y trouver une raison pour prévoir que les États-Unis s'étendront encore fort loiu vers le S.

Faisons remarquer ici que ces mêmes raisons physiques ont déterminé bien des pages de l'histoire, et modifié bien des guerres et des conquêtes; car toujours ces dernières ont été plus faciles dans le sens de l'O. à l'E., ou *vice versa*, que dans celui du N. au S. ou du S. au N. Ainsi Alexandre et les grands conquérants de l'Asie n'ont guère eu à franchir que des chaînes de ce dernier genre. Les Cimbres furent abîmés par les Romains pour avoir passé imprudemment les Alpes et avoir mis entre eux et leur patrie une chaîne suivant les parallèles. Les Romains firent la conquête de la Germanie, non par la voie directe, mais en tournant les Alpes. Ils s'emparèrent d'abord des Gaules en y entrant par le pied maritime des Alpes occidentales, et passèrent de là dans les pays germaniques. Les Goths furent arrêtés dans l'empire d'Orient par des chaînes courant O.-E., et pour entrer en Espagne ils furent obligés de faire le tour de toutes les chaînes semblables qui protégèrent si longtemps l'empire romain, malgré sa décadence progressive. Les Vandales suivirent forcément la même route, et n'attaquèrent vraiment Rome que par l'Afrique. Les Magyares ne pénétrèrent en Hongrie que par une partie des Carpathes dirigées presque du N. au S., savoir par le Marmarosh. Les Hongrois-Secklers franchirent de même en Transylvanie une chaîne courant dans le sens des méridiens. Dans ses guerres, Charlemagne fut favorisé par la direction O. E. du plus grand nombre de ses expéditions, tandis que dans la guerre de Trente Ans, les Impériaux eurent toujours en leur faveur d'opérer derrière des chaînes courant O. E., et de n'être attaqués que dans l'autre sens. Tout le monde connaît les longues guerres qui ont ensanglanté la

Belgique, à cause de la direction O.-E. de la petite chaîne des Ardennes. Si la Sibérie a pu devenir russe, si la France et l'Allemagne ont pu être dominées par des princes maîtres du Rhin, on s'explique mieux ces guerres et ces conquêtes par l'absence de toute grande chaîne O.-E. entre ces contrées. Des chaînes suivant les parallèles expliquent les désastres de Napoléon en Espagne; elles prolongent la guerre dans l'Algérie; elles ont protégé les Grecs contre les Turcs, et ont rendu possible l'affranchissement de l'Afghanistan du joug des Anglais. Ainsi encore les Basques et les Suisses ne doivent en partie leur liberté qu'à des causes géologiques semblables.

Ajoutons enfin que tels peuples, comme les Chinois, sont clos hermétiquement dans de grands bassins séparés du reste du monde par d'énormes chaînes, par des déserts ou par la mer. Ces peuples sont dans des conditions tout opposées à celles des aborigènes de l'Amérique ou des Slaves, qui n'ont pu trouver des frontières naturelles ni dans les contre-forts de leurs montagnes, ni dans leurs plaines immenses et leurs fleuves gigantesques. Les Indous, au contraire, bien que limités par des mers et par de hautes chaînes, ont pu sortir de leur pays natal par des ouvertures au N.-O., et se mélanger avec d'autres peuplades, pour étendre leur civilisation.

D'un autre côté, nous avons des contrées montagneuses où pullulent des *peuplades diverses*. Ainsi le Caucase a été de tout temps une pépinière de nations, parce que cette chaîne a une quantité de vallées transversales et séparées, et qu'il lui manque des sillons longitudinaux propres à la fusion des peuples, comme le prouvent nos Alpes. Les Pyrénées, placées aussi sur une large voie d'émigration, comme le Caucase, en sont le pendant en petit pour les mêmes accidents de configuration et de bigarrure de population. Il n'est pas jusqu'à certaines parties semblables des Alpes suisses qui n'aient le même caractère; mais on le retrouve en grand dans les divers États placés à cheval sur le versant sud de l'Himalaya dans la direction de l'O.

Des observations ethnographiques nous amènent donc à des idées exactes sur la géographie physique, et par conséquent aussi sur la géologie. Elles nous conduisent aussi à examiner les *grandes voies des émigrations* des peuples, la chaussée commune des conquérants, et on reconnaît bientôt le petit nombre de ces routes, et surtout celui des passages d'un continent à un autre. Or, il en résulte que leur place est toujours dans les points de l'accès le plus facile, dans les grandes vallées, les plaines surtout tertiaires et alluviales, et rarement dans les fentes les plus profondes traver-

sant des chaînes entières. Telle a été, par exemple, la route qu'ont suivie tant de peuples émigrant de l'Asie centrale en Europe, par la plaine basse et large située entre le Caucase et l'Oural, route qui peut-être aussi est celle par laquelle l'Europe a reçu sa première population. Telle est encore la voie qui a conduit Sésostris en Asie, Alexandre sur l'Indus, Tamerlan et Gengis-Khan sur la Méditerranée, et telle est encore la cause des lieux choisis pour l'établissement des capitales mongoles, des villes grecques de la Bactriane, et de tant de grandes cités, ou qui florissent encore, ou dont il ne reste plus que les noms.

Enfin, si l'anthropologie ne doit pas s'écarter des faits et des probabilités de la géologie, l'existence de quatre ou cinq grandes races humaines sur le globe, leur différence datant de leur origine, et leur distribution partie de quatre ou cinq centres et cadrant avec celle des animaux et des plantes, sont des données d'une grande portée pour la géogénie touchant la formation graduelle de nos continents. Ainsi les *Nègres* se trouvant relégués dans le triangle africain au sud du Sahara et de la Nubie, on voit se confirmer cette conclusion géogénique, que jadis les pays de la race blanche étaient séparés de ceux des noirs par une vaste mer, ce qui ne serait nullement probable s'il y avait des nègres dans l'Afrique méditerranéenne. Il s'évanouit donc tout-à-coup ce rêve qui voulait faire sortir d'une même souche la race qui maîtrise le monde par la force et par l'étendue de son génie, et celle qu'on pourrait prendre en quelque sorte pour un passage de l'homme aux quadrumanes, par sa couleur, ses formes, ses penchants brutaux, son manque total de monuments artistiques et intellectuels. Que l'homme ait existé avant l'époque des alluvions anciennes, comme nous serions tenté de le croire, ou qu'il n'ait paru que plus tard, les races blanches et noires sont parties de différents centres, séparés par des mers. Mais si on adoptait nos hommes fossiles, on pourrait comprendre comment, par le retrait successif de la Méditerranée africaine, du Sahara, etc., et le voisinage de l'Arabie et de l'Indoustan, la population antique des bords du Nil a pu descendre peu à peu des montagnes de l'Abysinie jusqu'au Delta, et déployer une civilisation si voisine de celle des Indous, et qui contraste si fort avec celle des pays nègres. C'est que ce peuple avait reçu ses premières idées de l'Orient, et n'était qu'une colonie d'Indous mélangés de sang noir.

Quant aux variétés entre les nègres, et l'inégalité de civilisation qu'on remarque entre le Bochimman et le Hottentot d'une part, et le nègre du centre de l'Afrique de l'autre, l'explication

s'en trouverait peut-être aussi dans la diversité des climats autant que dans la direction et la nature différente des chaînes des pays habités par chacune de ces peuplades : cette distance rappellerait celle qu'on observe entre le Botocudo du Brésil ou l'Indien rouge du nord et leurs compatriotes des Andes du Pérou et du plateau mexicain.

Une autre *race noirâtre*, reléguée dans une partie de l'Australie, tend à montrer que la séparation de ces continents d'avec l'Asie est un acte très ancien de la nature, ou plutôt que l'Australie avec ses îles a constitué toujours un tout, ayant ses animaux et ses végétaux particuliers; ce qu'on pourrait être en effet tenté de croire si on n'y avait trouvé des ossements d'éléphant mêlés avec des os de kangourou. La séparation totale ne daterait-elle que de l'époque alluviale ancienne?

Les variétés de la *race blanche* et de la *race jaune*, leurs différences de formes, de caractères, de langues et de distribution, qu'on les fasse descendre d'une ou de deux souches, tout s'explique par l'étendue des demeures et la diversité des zones, comme aussi par ce fait, que les masses continentales qu'elles habitent ont toujours été unies plus ou moins malgré leurs grandes méditerranées maintenant écoulées. L'énorme ossature de l'Asie, l'insignifiance de l'Oural, l'échancrure entre cette chaîne et le Caucase, la dépendance de tout le nord de l'Afrique du grand système méditerranéen, telles sont les causes suffisamment puissantes pour expliquer la dispersion de ces belles races. Leurs variétés résultent tout naturellement du grand nombre de chaînes O.-E. dans les continents qu'elles occupent, et des isolements nombreux produits par l'intersection de chaînes N.-S., les premières donnant pour ainsi dire le caractère à la race, et les autres y établissant les coupures par la suite des temps et des climats. Qu'on veuille bien ici se souvenir que toutes les recherches sur les langues des races blanches sont favorables aux idées que nous émettons, et que les mythes des Chinois et des Indous, comme ceux des Égyptiens, parlent tout-à-fait en faveur de cette descente des populations des lieux centraux élevés, et de leur occupation successive de contrées jadis sous les eaux. On pourrait donc voir dans les antiques traditions de nouvelles probabilités pour croire aux hommes fossiles, c'est-à-dire antérieurs au moins à une partie de l'Europe alluviale ancienne.

Nous tirons de la distribution des *Esquimaux*, qui végètent maintenant dans les glaces polaires, en lutte continuelle avec la nature, une dernière conclusion géogénique. Cette peuplade, bien

supérieure aux nègres, n'a pas pu, d'après les analogies, prendre naissance dans ces climats, mais elle y a été amenée probablement par des circonstances géologiques, et non pas simplement par des accidents d'émigration forcée. Si nous trouvons dans les continents occupés par chaque race de grands centres élevés ou des rides prononcées, d'où ont pu descendre les populations, il n'en est point ainsi dans les contrées boréales habitées par les Esquimaux; en sorte qu'il est bien plus probable qu'ils y sont arrivés dans des temps où ces terres jouissaient de climats moins rigoureux. A quelle époque faut-il faire remonter cet événement? Certes, les végétaux des houillères polaires nous indiquent clairement qu'il y a eu une époque où la température des pôles était peut-être tropicale, et où la lumière solaire y était remplacée pendant le temps des ténèbres par des aurores boréales sans doute bien plus fréquentes, plus brillantes et de plus de durée que celles de nos jours. Des physiologistes botanistes ont pu remplacer, pour des plantes, la lumière naturelle par des lueurs artificielles; témoin les végétaux des mines dont a parlé M. de Humboldt dès 1790 (1) et les expériences de De Candolle (2) et autres; donc, il n'y a rien d'absurde dans cette supposition. Cet état particulier de la nature polaire a pu diminuer insensiblement; mais vu nos données sur la paléontologie d'autres zones du globe, on est amené à penser qu'il régnait encore sur toute la terre, après l'époque tertiaire, une tout autre température ou une tout autre distribution de la chaleur qu'actuellement. Si nous observons des changements notables de climats dans les régions polaires, même depuis les temps historiques, comme au Groenland et en Islande, on peut bien supposer que, pendant l'époque alluviale ancienne, les régions polaires n'étaient pas encore tellement glacées qu'elles dussent repousser tout être humain. Au contraire, l'abondance des poissons dans ces mers, la présence de beaucoup d'animaux utiles, nourrissants, jointe à l'absence presque complète d'animaux nuisibles, et un climat assez doux, devaient être autant de raisons pour y attirer l'homme, qui, une fois acclimaté, s'y est vu, sans doute par degrés, réduit aux conditions climatiques qu'il y supporte maintenant. Quand plus tard il eût préféré quitter ces plages devenues pour lui inhospitalières, les moyens suffisants lui auront manqué, et peut-être aussi, après tant de générations

(1) *Flora freibergensis plantas sistens cryptogamicas præsertim subterraneas*, etc., 1793, IV.

(2) *Physiologie végétale*, 1832.

écoulées, avait-il perdu le souvenir de terres plus heureuses. Le climat ici encore a modifié la race, comme nous le croyons, pour les Finnois devenus Lapons et les Scandinaves devenus Islandais.

Nous retrouvons donc encore dans ces considérations sur les peuplades polaires quelques données à l'appui de notre opinion, que l'homme existait à l'époque alluviale ancienne; et nous sommes d'autant plus convaincu de la réalité de notre explication sur son isolement dans les glaces du pôle, que, dans le cas supposé de son origine primitive dans ces latitudes, on aurait dû trouver aussi des êtres humains dans les terres antarctiques nouvellement découvertes : or, rien de semblable n'a été vu dans ces régions désolées; ce sont des continents nus, séparés du reste du monde par des distances marines si immenses, qu'on ne saurait supposer leur population fortuite que par le fait d'embarcations jetées sur ces rivages. Nous voyons donc que la géologie et la géogénie mettent au néant bien des distinctions de races établies par les zoologistes, et ramènent à un petit nombre de types bien des variétés formées avec le temps.

En étudiant d'une manière multiple tous les pays relevés géographiquement, et en analysant leurs éléments physiques et naturels de toute espèce, on comprendra, nous l'espérons, qu'on peut et qu'on doit arriver à des *conclusions géologiques*, si ce n'est toutes vraies, du moins vraies en masse, et qu'assez souvent on peut ainsi anticiper des découvertes qui ne s'effectueront matériellement que beaucoup plus tard. C'est un simple calcul de probabilités; or, les chances étant bornées, le but doit être atteint plus d'une fois.

Mais si les données de géographie physique sont inexactes, les déductions géologiques devront nécessairement s'en ressentir. Ainsi, tant qu'on a parlé du Balkan comme d'autres Pyrénées, et de ses passages comme des cols suisses élevés, le géologue, tout en entrevoyant le sol tertiaire dans les plaines du Danube et dans celles d'Andrinople, ne pouvait guère s'y représenter autre chose qu'une chaîne schisteuse ancienne, ou, si l'on veut, un terrain ancien surmonté de couches secondaires. Telle a été en 1829, dans ma carte géologique de l'Europe, la source de l'erreur que j'ai commise relativement à cette chaîne, dont le haut Balkan seul est schisteux, tandis que le reste est crétacé. Néanmoins, malgré l'ignorance dans laquelle on était alors sur la géologie de la Turquie d'Europe, si on compare ma carte coloriée idéalement pour ce pays, avec ma carte géologique actuelle de la Turquie, on verra qu'elle donnait déjà une idée sommaire de la géographie

géologique; autre preuve de la possibilité de faire de la géologie *a priori*.

De pareilles présomptions deviennent presque des certitudes quand on peut ajouter aux connaissances géographiques acquises des *notions exactes*, voire même détaillées, sur la constitution géologique des contrées qui environnent l'oasis inconnue.

Une carte de géographie physique parfaite est si essentiellement la base obligée de toute bonne carte géologique, qu'on peut hardiment avancer que sans ce secours nous ne posséderions pas encore une seule carte géologique détaillée d'aucun grand pays. En effet, il est de toute impossibilité physique qu'une ou plusieurs personnes puissent aller, fût-ce dans un espace de vingt ans, frapper du marteau chaque point d'une vaste contrée. Tout relevé géologique se fait donc en bonne partie à vol d'oiseau comme la topographie; c'est-à-dire qu'après avoir reconnu la nature minéralogique d'une portion d'une chaîne de collines ou de montagnes, ou bien celle d'une plaine, en suivant un tracé géographique exact des accidents du sol, et le comparant à ce qu'on a soi-même examiné, on peut colorier avec certitude, comme étant connu, ce dont par le fait on n'a examiné qu'une partie minime, ou, en d'autres termes, remplir par analogie les portions inexplorées, et lier ensemble les points visités. Nous pouvons donc procéder ainsi dans notre examen théorique de la constitution géologique du globe, et c'est ce dont nous allons donner des exemples.

Depuis qu'on avait reconnu en Egypte des calcaires crétacés, il devenait probable qu'il s'en trouvait de semblables en Arabie et en Palestine, dans les parties décrites comme sols calcaires, et que la même assertion pouvait s'étendre à l'identité du sol tertiaire dans ces trois contrées. La géologie de la Syrie une fois connue, le bassin inférieur de l'Euphrate et du Tigre pouvait être déclaré tertiaire avec un entourage secondaire récent, avant que les géologues l'eussent étudié. (Voyez notre carte géologique de l'Europe, de 1829, et son explication.) Certaines vallées ouvertes au nord du Taurus et arrosées par le Frat et le Murad pouvaient indiquer des bassins tertiaires à un niveau élevé, avant que des ingénieurs russes y eussent vu des dépôts salins de cette époque. Quant à l'âge des dépôts tertiaires, il était permis, étant dans la zone méditerranéenne, de penser que les terrains subapennins y dominaient, si toutefois on consentait à admettre pour vraie notre distinction par zones des formations diverses. (Voyez *Bullet. de la Soc. géol. de Fr.*, v. III, p. 81, 1832, et notre *Guide*,

v. II, p. 558.) De même, dès qu'on sut que les plaines tertiaires de la Mésopotamie étaient bordées en partie par des montagnes crétacées, il devenait probable que ce système comprenait aussi certaines arêtes situées sur le prolongement oriental du Taurus, malgré leur élévation, cette hauteur étant due uniquement à la direction générale O.-E. du soulèvement central de l'Asie, ainsi qu'à l'entrecroisement d'autres oscillations en partie dans le sens N.-O. S.-E. Mais depuis que la géologie des chaînes entre la Mésopotamie et la Perse est un fait acquis à la science, comme les deux bords d'une vallée transversale n'offrent toujours que les mêmes dépôts, n'est-il pas évident que par là on connaît déjà en gros les terrains qui bordent à l'E. le sol granitoïde et ancien de l'Arabie occidentale? Or, d'après les principes posés précédemment (voyez p. 323), la présence de dépôts crétacés y explique celle de cours d'eau s'engouffrant.

Les dépôts tertiaires du Bas-Danube et de la Russie méridionale une fois étudiés, et leurs rapports avec ceux de la Hongrie et de l'Autriche bien établis, on pourrait en déduire avec toute probabilité une ressemblance très grande, si ce n'est une identité complète avec ceux de la Turquie d'Europe, comme aussi avec ceux du centre de l'Asie-Mineure, derrière l'îlot de schistes anciens bordé au sud de couches crétacées entre Ereğli et Samsun, et en particulier dans les bassins du Sakarisch et du Kizil-Irmak. Tous ces bassins ne sont en réalité que des dépendances de la mer Noire, lorsqu'elle était encore réunie à la Caspienne et à la Baltique.

C'est ainsi encore que la connaissance exacte des couches de la Crimée et de leurs positions respectives démontrait qu'on avait là, en quelque sorte, une miniature du Caucase et de ses pieds, puisqu'on pouvait s'appuyer à cet égard sur les raisons tirées du prolongement et du voisinage d'une chaîne à l'autre. Néanmoins, vu l'inégale altitude des deux rides, il devenait évident que le Caucase devait renfermer des dépôts particuliers, effets concomitants des causes qui y ont fait surgir de si hautes cimes. En outre, les couches stratifiées du Caucase devant être en grande partie crétacées, leurs masses ignées de soulèvement ne pouvaient qu'être celles d'une époque récente de bouleversement. La présence des roches trachytiques, qui manquent en Crimée, a justifié pleinement cette prévision. D'un autre côté, des voyages récents de géologues ont mis hors de doute les grandes ressemblances du sol tertiaire et secondaire des deux contrées en question.

Dès que nous eûmes un classement rationnel des terrains de la Russie d'Europe et une idée assez exacte de leur distribution

géographique, nous pûmes, par des raisons très plausibles, prédire que les vastes contrées à l'est de l'Oural offriraient sans doute de grandes similitudes dans leurs couches minérales avec celles de la Russie européenne à l'ouest de cette chaîne. Or les notions recueillies et compilées par le docteur Erman sur la Sibérie viennent déjà appuyer nos présomptions. (Voyez *Archiv. f. Russland*, 1842, c. 4.)

Notre raisonnement ne s'appuyait pas seulement sur le voisinage et la liaison intime de l'Europe et de l'Asie septentrionale, mais surtout sur la différence géologique entre les versants des chaînes courant environ N.-S., et celles des arêtes courant environ O.-E., ou au moins s'écartant beaucoup de l'autre direction. D'après la disposition zonale des climats autour du globe et les autres raisons énumérées dans le cours de nos remarques ethnographiques, on peut ajouter ici que *la géologie des côtés des chaînes N.-S. est presque toujours similaire, tandis que celle des versants des rides O.-E. est le plus souvent dissemblable*. Si la géologie des chaînes principales des deux Amériques vient appuyer la première de ces propositions, celle de nos Alpes et celle des chaînes asiatiques confirment la seconde. Le peu que nous connaissons sur les chaînes centrales de l'Asie nous permettrait ainsi d'en conclure la constitution des parties inconnues.

On comprend combien, en suivant cette marche, on peut aller loin et d'un pas assez sûr à la découverte de la constitution géologique d'un pays, au moyen de l'étude d'un pays voisin. Si la connaissance d'une contrée A amène à celle d'un pays adjacent B, la constitution de ce dernier pourra conduire à celle d'un district C voisin de B; C, à son tour, à la connaissance d'une chaîne D, et ainsi de suite. Cependant les chances heureuses de rencontrer la vérité diminueront en raison de la distance du point de départ connu; car plus on enjambe de chaînes, de bassins et de vallées, plus l'ordre des terrains peut naturellement changer.

Il paraîtrait aussi (et notre carte le montre) que si les terrains des bords d'un bassin se ressemblent en général, de semblables identités parfaites sont souvent moins complètes et plus rares sur les deux versants d'une chaîne, et surtout d'une crête très élevée. Dans ce dernier cas, nous avons dit pour quelle direction de chaîne il y avait plus de chances de rencontrer des versants très similaires: ainsi les grands bassins primaires, secondaires et tertiaires de la France, de l'Angleterre, et de l'Allemagne S.-O. et septentrionale, ont de grandes ressemblances ou même

des identités parfaites, qui se laissent poursuivre à travers la Russie jusqu'au fond de la Sibérie. Mais un groupement de bassins peut s'établir pour ceux de l'Europe méditerranéenne, alpine et carpathique, bien qu'ils soient séparés en partie par de hautes crêtes de schistes cristallins ou même des mers, comme c'est le cas dans les trois grandes péninsules de la Méditerranée. A cette zone géologique se joignent probablement encore tout le nord de l'Afrique, l'Arabie, la Mésopotamie, la Perse, le Beloutschistan et même l'Indoustan, au moins la partie septentrionale. Cependant, plus on s'écarte de la Méditerranée, plus il pourra se présenter de différences minérales et paléontologiques; tandis que, selon toute probabilité, les bassins chinois pourront offrir encore bien plus de ces dissemblances, et que ceux de la presqu'île au-delà du Gange tiendront le milieu entre la nature et les accidents des bassins de l'Indoustan et de la Chine. Le bassin de l'Amour aura probablement seul les caractères de celui au milieu duquel se trouvent les grands déserts de l'Asie centrale, énorme cavité dans le centre de l'ossature de ce continent, dont la partie orientale, nommée Kobi ou Chamo, serait la portion la plus basse.

Les mêmes inductions nous font entrevoir que, si les bassins du S. E. de l'Asie doivent comprendre ceux de quelques archipels adjacents de la mer malaise, aux bassins de la Nouvelle-Hollande se rapportent ceux de plusieurs amas d'îles voisines; tandis que des groupes particuliers de bassins s'établiront peut-être pour l'Afrique proprement dite, c'est-à-dire au S. du Sahara, et pour chacune des deux Amériques; le Mexique et les bords du golfe de ce nom formant les liens intermédiaires des deux types américains.

Enfin, voyant la chose encore plus en grand, on découvrira infiniment plus de ressemblances géologiques et paléontologiques pour les caractères des formations, leur structure et leur composition, entre les bassins de l'Amérique septentrionale et le nord de l'Europe et de l'Asie, qu'entre ces derniers et ceux de la zone méditerranéenne et indienne. Au contraire, la région géologique des bords du golfe mexicain se retrouvera bien plus probablement et avec plus d'exactitude dans cette dernière zone que dans celle du nord et du sud de notre hémisphère oriental. Pour les mêmes raisons, il devient également probable que les continents pointus de l'hémisphère austral ont des similitudes plus grandes entre eux, qu'avec la zone septentrionale de l'hémisphère boréal; mais plus les pointes seront voisines, plus leurs bassins situés sur des

rivages opposés pourront se ressembler. Ainsi, les bassins de l'Afrique orientale se rapprocheront probablement plus de ceux de l'Indoustan que de ceux de l'Amérique du Sud, et ainsi de suite.

Lorsqu'il s'agit de *continents à intérieur encore inconnu au géographe*, on croirait à tort la tâche du géologue arrivée à son terme, car il lui reste encore à consulter *des analogies de forme et d'entourage*.

En examinant avec soin les formes des terres et des mers, et faisant abstraction des accidents moins essentiels des contours, on remarque bientôt que la nature plastique n'a pas travaillé d'après des modèles à l'infini, mais qu'au contraire les formes ont été limitées à un petit nombre, par suite du genre des forces constructrices, de leur action et de la figure primitive de la base sur laquelle elles ont agi. Ainsi, toutes les terres et les mers se laissent décomposer en un plus ou moins grand nombre de masses, offrant toutes les formes fondamentales de la matière superficielle du globe ou seulement une partie d'entre elles. Pour nous mieux faire comprendre, donnons quelques exemples : on a comparé souvent l'Atlantique à un grand fleuve, la mer Arctique à une méditerranée ou à un grand lac, etc. ; on a fait ressortir souvent la similitude triangulaire des pointes australes des continents et on en rapproche celle de beaucoup de promontoires ; on a placé ensemble, comme de même forme, des îles et des lacs, des mers et des continents, tels que Java et le lac Baïkal, la mer Noire et la Nouvelle-Hollande, etc. On a pu diviser l'Europe en parallélogrammes et en carrés d'après les chaînes, et en ovales d'après les bassins, ou bien, d'une manière encore plus abstraite, comme l'a fait M. de Hauslab, en grands ovales, les bassins séparés seulement par des triangles formés par les plus hautes crêtes. De semblables divisions se sont trouvées possibles pour les autres continents avec leurs îles ; mais il est de toute impossibilité d'y trouver des formes polygonales à côtés peu nombreux et au-dessus de six, bien que les ovales avec leurs accidents produisent des polygones à une multitude de facettes. — Essayons de faire l'application de cette étude de formes plastiques aux continents inconnus, et avouons en même temps que ce qu'on peut en dire se réduit naturellement à des probabilités de bien moindre valeur que les précédentes conjectures.

L'intérieur de toute l'*Afrique proprement dite*, en-deçà des montagnes au S. du lac de Tschad, nous est inconnu. La géologie de ce grand triangle, habité uniquement par les noirs, se com-

pose de quelques notions sur ses trois extrémités et sur six à huit points de ses côtés, ainsi qu'à la connaissance de quelques métaux provenant de son intérieur. Nos cinq grands groupes de terrains constituent la pointe méridionale comme celle du N.-O. (1), tandis que nous ne connaissons sur la ligne septentrionale et à l'angle N.-E. que des terrains de schistes cristallins avec d'énormes amas de roches cristallines massives ou ignées en Abyssinie. D'autre part, les navigateurs nous ont appris que des chaînes bordent à quelque distance les deux rivages de l'Afrique méridionale, et qu'elles sont surtout élevées et composées de schistes cristallins dans le Congo, tandis que tous les rapports anciens des aborigènes et des voyageurs font soupçonner qu'une troisième chaîne s'étend de l'O. à l'E. à travers ce continent, à peu près depuis la Gambie.

Maintenant il nous est assez indifférent, à nous géologues, de savoir si cette troisième chaîne est partout très haute, ou si, au contraire, comme il le paraîtrait, des terrasses successives et adossées diminuent beaucoup son altitude visuelle. Il nous suffit de savoir qu'elle ne présente pas d'autres grandes échancrures transversales que celle par laquelle le fleuve du Niger débouche dans le golfe de Bénin; d'où il résulte aussi que l'intérieur de l'Afrique méridionale ne ressemble nullement à celui de l'Amérique du Sud, sans quoi on en verrait sortir d'autres rivières, coulant dans d'autres sens, et on y trouverait, sinon des épauchements secondaires, du moins de vastes bassins tertiaires, qui seraient le théâtre d'un commerce tout autrement actif et étendu. La construction de l'Afrique est totalement différente; un seul bourrelet du sol y est complètement transversal, il n'en découle de grandes eaux qu'à l'O, au N.-E. et à l'E.; et dans les seuls points visités ces montagnes ont offert des schistes cristallins et des roches granitoïdes.

N'en pouvons-nous pas déduire que l'Afrique méridionale est un grand triangle circonscrit par trois chaînes, comme la péninsule de l'Indoustan anglais l'est par les montagnes de Vindhya, les Gates et la chaîne de Coromandel. En effet, les deux continents ont la même forme, une potamographie très semblable; ils renferment tous deux des pays assez élevés, aussi bien que des pla-

(1) Cette proposition serait à modifier, s'il était vrai, comme quelqu'un nous l'a fait entendre, qu'on avait induit en erreur M. Murchison par des fossiles du lias et du sol primaire, qui ne provenaient point du pays des Ashantis; jusqu'ici ce fait n'a pas été rétracté publiquement.

teaux et des terrasses, et les chaînes qui dessinent leur contour paraissent se ressembler géologiquement. Or, si dans l'Indoustan dominant surtout le sol schisteux cristallin et les roches massives ou ignées, ne pourrait-on pas penser qu'il en est à peu près de même en Afrique, d'autant plus que tel paraît être le caractère de toutes les grandes pointes qui forment les continents de l'hémisphère austral.

Il y a plus, le milieu de la presqu'île des Indes étant occupé par d'énormes éjaculations trappéennes ou basaltiques, serait-il trop téméraire de supposer que des éruptions ignées, peut-être semblables, ont formé aussi des dépôts considérables dans quelques parties du centre de notre triangle africain exhaussé? N'est-il pas naturel que la sortie de pareilles matières se trouve au centre de trois rides dessinant les côtés d'un triangle isocèle? Tandis qu'elles sont dominées au nord, en Asie, par l'Himalaya et les chaînes qui lui sont parallèles, n'existerait-il pas de même en Afrique, au N. de notre triangle, un grand exhaussement en-deçà duquel est le bassin du Sahara, et celui plus profond de la Méditerranée, couronné par les Alpes? Les seuls contrastes se réduiraient à des différences d'étendue et de niveau entre les chaînes et les cavités dans les deux continents. Les Alpes, ainsi que les bassins situés à leur pied septentrional, paraissent bien petits à côté de la colossale arête de l'Asie, de la grande dépression de la Caspienne et de la mer d'Aral, et de son désert central; tandis que la Méditerranée et le Sahara réunis, comme cavité, offrent une surface bien plus accidentée et déprimée que le pays plat au pied de l'Himalaya : ce qui est probablement aussi une des causes du plus grand exhaussement de cette chaîne comparé à l'élévation des Alpes. Or, on sait, comme règle générale, que toutes les grandes chaînes ont dans leur voisinage des dépressions ou affaissements en rapport avec leur hauteur, comme aussi des amoncellements de matières souterraines poussées hors des profondeurs par suite de ces bouleversements. Quant aux lieux de sortie des matières éjaculées, ils se soustraient naturellement à toute induction quelconque, puisqu'il faut le concours de tant de causes diverses, et la plupart inconnues, pour la réalisation de ces phénomènes.

Enfin, l'analogie nous dit que probablement la chaîne orientale de l'Afrique est composée de schistes cristallins aussi bien que de roches primaires, comme les Gates orientales de l'Indoustan; or, la constitution géologique de la pointe méridionale de l'Afrique vient à l'appui de ce soupçon. Si le sol africain recèle des terrains

secondaires, on les trouvera flanqués sur les côtés extérieurs de son ossature triangulaire, et non pas dans son intérieur ou sur la cime de très hautes chaînes. Quant aux terrains tertiaires, ceux qui sont marins seront sur les côtes ou près d'elles, tandis que si l'intérieur en contient, ils seront, comme dans l'Indoustan, des dépôts d'eau douce.

Le monde nègre habiterait donc sur une plate-forme triangulaire, accidentée, comparativement à notre Europe, et bordée de chaînes schisteuses cristallines avec des roches granitoïdes très nombreuses, quelques chaînons primaires, surtout au S. et à l'E., et même quelques roches secondaires, surtout de l'époque récente, comme dans le Sud. Dans le centre, seraient des bassins d'eau douce, formant des plateaux, et une région ignée, probablement d'une époque en partie différente de celle de l'Abyssinie et des bords maritimes du Sahara.

Cherchons à découvrir de même la nature de l'intérieur du *Groënland* et de ses îles voisines encore inconnues. Nous ne connaissons sur les deux côtés de ce continent que le sol schisteux cristallin, des couches primaires, des roches massives granitoïdes et trappéennes, ainsi que quelques lambeaux tertiaires. On peut donc présumer que l'intérieur se trouvera composé en majeure partie de schistes cristallins, formation dominante dans la partie arctique de l'hémisphère boréal. D'un autre côté, les îles voisines offrant surtout des portions de bassins primaires à contours très ondulés, il est probable que quelques uns se prolongent assez loin dans le Groënland; mais vu le voisinage des mers, les roches ignées récentes et certains dépôts tertiaires récents à lignite s'y trouveront plutôt près des rivages que très loin dans l'intérieur. L'existence des roches secondaires y est fort improbable.

La *Nouvelle-Hollande* se trouvant figurée, pour son pourtour, dans nos cartes, et ses rivages ayant même été examinés géologiquement, on devrait croire que l'horoscope géologique de cette partie du globe serait possible comme pour l'Afrique; mais son existence comme île et sa découverte encore si nouvelle nous privent des lueurs qui éclairent déjà quelque peu le sol africain central. Si l'on voulait prendre cette terre australe pour une portion d'une autre Amérique méridionale, se rattachant sous la mer à l'Asie orientale, représentant l'autre partie de l'Amérique, il serait aisé de compléter cette ressemblance par les traits suivants: Bornéo serait le pendant de la presqu'île de Yucatan; les îles volcaniques de la Sonde, avec la péninsule malaise, représenteraient le Mexique et le Guatemala avec leurs volcans; les bou-

ches de l'Irawaddi feraient le pendant du grand promontoire de la Californie, la pointe de Cambodge serait la Floride, le golfe de Carpentarie le bassin de Maracaïbo; tandis que les petites Antilles, comme le sol ancien des grandes, se retrouveraient dans la Nouvelle-Guinée et les archipels voisins. La latitude seule serait un peu différente, et le morcellement plus considérable en Asie qu'en Amérique, vu le nombre relatif des bouches volcaniques.

Passant à la forme de la Nouvelle-Hollande, nous ne pouvons la rapprocher de celle de l'Afrique; sa potamographie et sa géologie seront donc aussi différentes. On peut, au contraire, la comparer à la moitié septentrionale de l'Amérique du Sud avec sa pointe et la Terre-de-Feu, et faire abstraction du milieu de ce continent. La figure de la presqu'île au-delà du Gange aurait aussi quelque rapport éloigné avec le polygone de la Nouvelle-Hollande. Or, d'après ces formes et d'après ce que nous connaissons de la géologie de cette cinquième partie du monde, on peut soupçonner que sa portion orientale est formée en grande partie, comme le Brésil et la Cochinchine, de chaînes schisteuses cristallines et primaires (intermédiaires) courant du N.-E. au S.-O., avec de puissants dépôts secondaires sur le côté N.-O. de ce continent ainsi qu'autour du golfe de Carpentarie, découpure qui doit peut-être en partie son origine à la destruction partielle de ces dernières roches. Dans l'O. et au Sud se trouveraient de grands bassins tertiaires, à l'existence desquels serait due en partie la grande sinuosité de la partie de ce continent nommée le Golfe austral.

D'un autre côté, on pourrait aussi comparer la Nouvelle-Hollande à l'Amérique méridionale retournée, c'est-à-dire en faisant correspondre le côté oriental de la Nouvelle-Hollande avec le côté américain qui longe la mer Pacifique, et la Guiane et le Brésil avec la partie occidentale de ce continent. Sans y changer pour cela la distribution générale présumée des terrains, on pourrait penser qu'il y existe peut-être dans l'intérieur un détroit ancien de mer occupé, comme en Amérique, par des dépôts tertiaires et d'alluvion qui paraîtraient sur les côtes australes et occidentales, en isolant, à la pointe S.-O., un îlot schisteux, granitoïde et primaire, comme le Brésil l'est en Amérique. Ce bras ancien de mer, ou même simplement ce grand golfe, s'étendant dans l'intérieur de l'O. à l'E., pourrait même séparer le sol secondaire de la côte N.-O. des montagnes schisteuses de l'intérieur, si du moins ces dépôts pouvaient se comparer à des récifs démantelés, et trouvaient leur pendant dans le grand récif à polypiers au-devant des rivages orientaux de la Nouvelle-Hollande. Ce serait alors dans ces parties

basses que pourraient se trouver quelques bassins propres à recevoir les eaux de ce continent, si pauvre en rivières allant à la mer. Il pourrait aussi se faire que ces rivières allassent se perdre en partie dans le sol sableux de pareils terrains, du moins celles qui doivent découler des montagnes secondaires. Dans tous les cas, rien ne nous autorise à croire que ce continent renferme des chaînes aussi élevées que nos Alpes; car, sans cela il y aurait plus de grands fleuves: donc, probablement, il n'y a point là non plus de dépôts secondaires exhaussés par soulèvement sur des crêtes anciennes, comme on en voit dans nos Alpes et dans l'Himalaya. D'ailleurs, la direction des chaînes alpines et tibétaines ne correspond point avec celle qu'ont les chaînes de la Nouvelle-Hollande, savoir N.-E. S.-O., et peut-être N.-S., mais non pas O.-E.

En considérant et en étudiant la distribution géologique des grandes formations sur le globe terrestre, on est conduit aux conclusions suivantes :

D'abord les *sept parties du monde des géographes* se modifient pour le géologue de la manière suivante, savoir : 1° l'Asie avec ses grandes péninsules, dont l'Europe et l'Afrique barbaresque sont les plus considérables; 2° l'Amérique septentrionale avec le Mexique et le Guatemala; 3° l'Amérique méridionale; 4° l'Afrique nègre (car toute la partie au nord du Sahara appartient encore essentiellement au grand quadrilatère asiatico-européen, comme nous le montrerons plus bas); 5° l'Australie et ses îles; 6° les Terres antarctiques; 7° enfin l'Océanie.

En faisant abstraction de cette dernière division, on obtient de cette manière *six masses continentales bien indépendantes* ayant chacune leurs satellites ou appendices, et offrant chacune d'énormes noyaux de schistes cristallins et de roches massives cristallines, de telle sorte que la grandeur et le nombre respectif de ces derniers restent toujours en rapport avec la masse continentale dont ils forment le squelette. Ainsi, s'il y en a deux dans chaque Amérique, il y en a un égal nombre dans l'Asie et dans l'Europe; mais un seul dans l'Afrique. Ces noyaux triangulaires se trouveraient liés dans l'Asie en partie et dans l'Amérique; mais en Europe ils seraient séparés par de profondes cavités.

Au sud des trois grandes *pointes australes* des continents se trouvent, vers le pôle antarctique, des terres déchirées, tandis que toutes ont sur le même côté des îles ou fragments, qui en ont été isolés probablement par des causes violentes et dépendantes des phases par lesquelles ont passé l'état et la structure de l'inté-

rien du globe. On dirait que la surface a été déchirée par des fentes parties du S. et dirigées au N., comme nous l'avons dit ailleurs. (Voy. *Bulletin*, vol. XIV, ce que nous avons dit à cet égard.)

On pourrait encore ajouter, à l'appui de ces vues, l'observation faite par les astronomes, que dans la Lune, Vénus et Mercure, l'hémisphère méridional paraît aussi plus tourmenté que l'hémisphère opposé. (*J. de Phys.*, 1805, vol. LX, p. 16.)

Quant à l'*Océanie* des géologues, ce sont d'abord des groupes d'îles éparses dans les océans, et se présentant comme des embryons de nouveaux continents volcaniques et marins établis, au moins dans la mer du Sud, sur un grand noyau cristallin submergé; puis des îles volcaniques isolées dans les mers, très loin des continents, comme des espèces de soupapes des ateliers de Pluton. Il est bon d'observer que la mer du Sud paraît ainsi traversée de l'O. à l'E. par une arête très ancienne, qui ne serait peut-être que le prolongement de celle qui court à travers toute l'Asie.

Nos six grands continents seraient *partout entourés de mers* sans l'isthme de Panama et l'exhaussement du fond de l'ancienne Méditerranée qui couvrait autrefois les déserts du Sahara, et recevait alors les eaux du Nil. Probablement aussi, notre Méditerranée n'existait pas encore, au moins telle qu'elle est aujourd'hui; au contraire, une surface continentale beaucoup moins déchirée occupait le sud de l'Europe, et liait bien mieux par le bas ce continent ancien à son appendice africain, presque tout secondaire. C'est sur cette grande chaussée alpine et méditerranéenne que la race caucasique se serait répandue en Europe. Lors des derniers soulèvements des Alpes principales, le Sahara aurait été mis à sec par un mouvement semblable du sol de l'Afrique, tandis que d'énormes écroulements se seraient opérés entre ces protubérances, et auraient produit alors le bassin méditerranéen actuel dont les formes accidentelles sont cause que la civilisation humaine se promène sur ses bords depuis des milliers d'années. Il est évident que dans ce bassin, comme dans la mer du Nord, des portions très considérables de terrains tertiaires ont été englouties, et forment aujourd'hui en partie des bas-fonds.

On a dit souvent que les *formes des continents* ressemblaient beaucoup à celle des Amériques, si du moins on liait l'Afrique à l'Europe, et la Nouvelle-Hollande à l'Asie. Cette particularité indique qu'il ne faut pas voir là une ressemblance accidentelle, mais qu'elle dépend de la figure particulière du solide sur le-

quel ces masses sont placées, des forces existant à l'intérieur du globe, de leur mode d'action et des directions habituelles de ces forces, le tout combiné avec le double mouvement du globe sur lui-même et dans l'espace.

Les terres se termineraient toutes au nord, vers le 73° de latitude boréale sans un promontoire asiatique qui s'étend jusqu'au 76°; dans l'hémisphère austral, la pointe africaine atteint seulement le 36^{me} parallèle, la Nouvelle-Hollande le 40^{me}; l'Amérique méridionale seule se prolonge jusqu'au 55^{me}. Ce dernier continent, avec ses îles, est le plus long de tous, du S. au N.; l'Europe et l'Afrique ceux qui sont les plus courts; tandis que l'Asie avec la Nouvelle-Hollande tiendrait le milieu entre ces deux longueurs. Ces circonstances, jointes à l'existence de vastes mers aux pôles, et de nombreuses îles en-deçà des deux cercles polaires, pourraient faire croire qu'elles ne sont que le résultat de l'aplatissement successif du sphéroïde terrestre par l'effet de sa rotation. En effet, cette action a dû retirer des pôles des parties solides pour faire renfler la région équatoriale, et des eaux ont dû naturellement occuper les cavités qui en ont résulté.

Si l'on divise les chaînes de la terre en deux grandes sections seulement, savoir, celles qui courent environ suivant les parallèles, et celles qui s'étendent dans le sens des méridiens, il paraîtrait que les premières sont plus importantes que les dernières, et cela d'autant plus qu'elles sont plus proches de l'équateur, et courent plus réellement O. E. Cela vient sans doute de ce qu'elles sont établies sur les parties de la terre qui ont dû s'écarter le plus de la courbe d'un sphéroïde régulier, en vertu de la force centrifuge. Ce seraient donc des rides surajoutées à des bosses, tandis que la plupart des chaînes N. S. auraient été formées sur la surface régulière du sphéroïde, en sorte que ces rides du globe, même les plus anciennes, ne dateraient que des époques géologiques les plus reculées des terrains connus. En confirmation de cette idée, on doit se rappeler que la terre est enveloppée pour ainsi dire, vers sa partie la plus bombée, par une ceinture de chaînes courant O. E., savoir, les chaînes centrales d'Afrique, d'Europe et d'Asie, la chaîne sous-marine des îles océaniques, la chaîne côtière de la Nouvelle-Grenade et la Parime. Il est digne de remarque, en effet, que les plus fortes protubérances du globe, démontrées par le pendule et la géodésie, ainsi que toutes les sommités les plus élevées, sont placées autour de la terre suivant ces mêmes lignes des latitudes, et non point suivant celles des méridiens. On observe également, à côté de ces lignes, d'autres lignes semblables tracées par d'énormes

écroulements, ou des séries de golfes, de mers, de lacs et de bassins terrestres à un niveau très abaissé, accidents qui doivent avoir eu lieu à la suite de l'enflure extraordinaire de certaines parties zonaires du globe.— Sans avoir besoin de supposer que la terre ait été primitivement un cristal, il suffit de lui *accorder un certain ordre dans ses irrégularités de surface en harmonie avec son mode de refroidissement, ses forces intérieures et les forces centrifuge et centripète.* Ceci admis, on en doit déduire nécessairement que les premières mers ont occupé les parties du sphéroïde les plus accidentées, certaines grandes chaînes offrant encore les indices de ces formes régulières ou pseudo-régulières; et puisque ces séries de montagnes constituent l'ossature des continents, et déterminent leur figure, on voit de nouveau combien la similitude des continents éclaire *l'étude pour ainsi dire cristallographique du noyau terrestre.*

La *direction des grandes chaînes* doit toujours être examinée et déterminée sur un globe, car plusieurs directions qui paraissent en ligne droite sur un planisphère, seraient courbes sur une mappe-monde d'après la projection de Mercator, et *vice versa.* D'un autre côté, il faut bien distinguer les chaînes non parallèles ayant la même direction, c'est-à-dire orientées chacune d'après son nord, d'avec les chaînes parallèles d'après une rose de directions tirées d'un point donné, comme dans les cartes marines. Les personnes qui se servent de cette dernière méthode, pour mettre sous les yeux les diverses époques de formation des chaînes, arrivent naturellement ainsi à des conclusions dont bon nombre concordent avec les nôtres, tandis que quelques-unes s'en éloignent d'autant plus qu'on part de l'idée que toute formation semblable a dû et n'a pu se faire que suivant des arcs de grand cercle parallèles entre eux. Ainsi les Alleghanys et les Gates viennent se placer dans la direction du soulèvement des Pyrénées, ce que nous ne croyons être la vérité que pour une partie secondaire des Alleghanys. De plus ces mêmes savants confondent certaines directions des formes continentales ou des rivages avec les directions des chaînes, ce qui n'est permis que dans certains cas limités. Nous pensons, au contraire, que chaque formation de montagnes a eu lieu, sur tout le globe, selon des lignes courbes non mathématiquement parallèles, quoique un tel parallélisme d'arcs de cercle existe dans chaque contrée circonscrite où s'est fait sentir un de ces soulèvements. D'ailleurs, si tels contours des continents correspondent à certaines directions de leurs chaînes, il existe des chaînes qui ne sont que le résultat de la réunion de masses parallèles soulevées

dans des sens tout-à-fait différents de ces contours, lesquels ont été dégradés postérieurement par des affaissements, des déchirures, ou par l'action des eaux. Ainsi, l'Istrie est bien dirigée du N. au S., quoique composée de parallépipèdes dirigés du N.-O. au S.-E., et coupés ensuite sur leur pourtour.

Nous partons de l'hypothèse que *les chaînes sont le résultat du refroidissement du globe, modifié dans ses efforts par les forces diverses agissant sur les matières contenues dans son sein.* Vu le peu d'épaisseur de la croûte enveloppante et l'insignifiance de ses inégalités, comparativement au volume du sphéroïde, son refroidissement pourrait être supposé uniforme partout, en faisant abstraction de la diversité des matières, du point de départ du refroidissement, du rapport entre la perte de calorique à l'intérieur et à l'extérieur, et de l'influence de la chaleur solaire. L'uniformité de refroidissement a donc diminué des temps anciens aux temps modernes. Nous demanderons dès lors s'il est plus rationnel de croire que, dans les contractions successives de la croûte oxidée, l'enveloppe ait dû, pour suivre ses mouvements, se gercer d'après des arcs parallèles de grand cercle, ou s'il n'est pas plus naturel de supposer que ces gerçures ont eu lieu de tous les côtés dans certaines directions plus ou moins constantes, comme cela se voit dans des masses scoriacées de fonte ne se refroidissant que lentement. Dans ce cas, les lèvres de ces fentes, avec leurs matières encore incandescentes, poussées en dehors par le rétrécissement de l'enveloppe solide, seraient l'origine des chaînes.

Dans nos cinq grands continents (faisant abstraction des terres antarctiques comme encore trop peu connues), *les complications de la géographie géologique y augmentent en raison de leur contour plus déchiqueté.* Ainsi l'Afrique et l'Amérique du Sud paraîtraient les moins compliquées, tandis que l'Amérique septentrionale, la Nouvelle-Hollande, l'Asie et surtout son appendice, l'Europe, et la côte africaine septentrionale, formeraient une progression croissante de complication.

Les régions arctiques et antarctiques paraissent éminemment caractérisées par la rareté des volcans en activité (M. Erebus), par la prédominance des roches schisteuses cristallines, des roches granitoïdes et d'autres dépôts massifs et primaires, y compris les houillères anciennes vers le pôle nord, où elles ne dépassent que rarement le cercle polaire. Les petits amas tertiaires qui s'y trouvent aussi semblent d'un âge comparativement récent, et non de toutes les époques de cette grande période. Le manque de terrains secondaires y indique celui des causes climatiques, ani-

males et autres, qui ont produit ces formations dans d'autres zones du globe, circonstances particulières qui se sont continuées pendant une partie de l'époque tertiaire.

Les terrains secondaires et tertiaires associés plus ou moins à quelque formation primaire se remarquent surtout entre le cercle polaire et le tropique du Cancer, ou, si on veut, l'équateur; mais dans la région tropicale, considérée en entier, dominent les dépôts tertiaires, surtout les plus récents, les schistes cristallins, les roches massives granitoïdes et autres: il semble qu'il ne s'y trouve que peu de dépôts primaires et surtout très peu de houilles; l'Afrique même n'en a point offert jusqu'ici.

Au contraire, les houillères anciennes semblent concentrées entre le cercle polaire et le tropique du Cancer, où ces matières végétales ont pu s'accumuler plus aisément, se minéraliser, se submerger et s'émerger dans des mers peu profondes, au milieu d'un assez grand nombre d'îles; tandis que, entre les tropiques, la chaleur, trop grande encore, était défavorable à cette sorte de végétation, et les îles en plus petit nombre, puisque certaines parties tropicales des Andes feraient exception, à cause de leur élévation considérable, ce qui serait une autre raison pour assigner un âge ancien à l'origine d'une partie de ces protubérances, placées sur les mêmes lignes des grandes chaînes O. E. du globe.

Dans les pointes australes, on remarque, jusqu'en-deçà du tropique du Capricorne, une tendance au même rapport de distribution des divers terrains, que dans la grande zone boréale au nord du tropique du Cancer.

Si les volcans, comme les roches ignées, sont de toutes les zones, ils abondent surtout entre les tropiques, où se trouvent aussi d'énormes dépôts d'éruptions ignées anciennes et modernes. Ils sont en activité principalement dans les îles, ou non loin des mers, comme en Italie, au Kamtschatka, et dans les quatre ou cinq points très connus de l'Amérique moyenne et méridionale; ceux qu'on cite dans le centre de l'Asie ne sont que des pseudo-volcans du sol primaire, ainsi que les derniers voyageurs l'ont constaté (*Archiv.*, F. Russland de Erman, 1842). L'Afrique et la Nouvelle-Hollande n'en ont point présenté jusqu'ici, quoiqu'elles renferment des dépôts ignés assez modernes, tels que les basaltes. Des pseudo-volcans de houillères existent dans l'Australie.

Si les volcans sont distribués en lignes ou en cercles comme autour d'un cratère, c'est-à-dire, s'ils sont sur des fentes ou au pourtour de grands centres d'action, si ces derniers sont quelquefois indiqués pour d'anciens volcans par les lacs ou de grands écroulements, les

matières ignées anciennes sont disséminées partout d'une manière analogue. Il n'y a d'autre différence, sinon que très souvent la distribution primitive de ces matières est plus ou moins effacée, qu'elles ont été démantelées ou recouvertes par d'autres dépôts; de telle sorte qu'on ne retrouve plus leur connexion originaire que par quelque effort d'imagination. Il paraîtrait même que la distribution circulaire a été plus fréquente dans les temps très anciens que dans les époques modernes, et qu'alors plusieurs parties de la surface terrestre ressemblaient aux enfoncements cratériformes de la Lune. Parmi ces anneaux circulaires granitiques, les mieux conservés sont ceux de la Bohême et de Ceylan; les traces du même phénomène se retrouvent sur les bords du Rhin moyen, où des dislocations et des soulèvements ont effacé plus tard cette forme ovale. Les roches granitoïdes de l'Égypte, de la Nubie et de l'Arabie, sont disposées de manière à faire croire aussi plutôt à une sortie circulaire qu'à leur disposition sur des fentes linéaires; la mer Rouge marquerait la place ouverte de l'enceinte cratériforme, et ainsi de suite

Pour les *porphyres*, les *trachytes* et les *basaltes*, il est inutile de rappeler combien de personnes ont fait remarquer leurs alignements dans certaines directions, et leurs rapports avec des lignes de soulèvements ou de dislocations; mais il en est aussi qui sont disposés suivant des courbes circulaires, surtout quand on considère ces éruptions en petit et non en grand, ce qu'il est loisible à chacun d'observer sur de bonnes cartes géologiques. (Voyez ce que nous avons dit sur les cratères-lacs, p. 321.)

Si les *granites* et les *syénites* sont de tous les continents et presque de tous les pays, les syénites hypersténiques, les porphyres, les euphotides, les serpentines, les diorites, les trachytes et les basaltes, n'ont apparu surtout que dans certaines contrées. Il sera bien intéressant un jour, et c'est chose probable, de pouvoir diviser la terre en régions caractérisées chacune par une, deux, ou trois sortes d'éruptions ignées, et de distinguer ainsi, soit les déplacements éprouvés par les vomitoires des matières internes en fusion, soit la nature des effets plutoniques locaux avec leurs derniers appendices, les sources minérales. C'est ainsi que le Brésil, si riche en schistes cristallins, quartzites, diorites et granites, n'a présenté jusqu'ici que très peu de porphyres et une seule montagne de phonolite près de Rio-Janeiro, etc., etc.

Les localités où se trouvent les grandes accumulations des diverses roches ignées sont trop connues pour les rapporter ici. Il

suffit d'observer que les trachytes semblent surtout abondants entre l'équateur et le cercle polaire, et les basaltes connus jusqu'ici plutôt entre ce dernier et le tropique du Cancer, et plutôt dans des îles que dans d'autres parties du globe.

Si nous voyons *nos volcans changer le relief du sol et sa topographie*, les volcans éteints nous offrent des accidents encore plus évidents de ce genre : témoin l'Auvergne et l'Italie. Un autre exemple de ce fait fort intéressant pour la géographie se trouve dans la démonstration donnée par notre carte, et appuyée sur des observations géologiques, que l'Amou ou Gihon coulait jadis dans la mer Caspienne, et qu'il n'a quitté ce lit pour se déverser dans le lac d'Aral que parce que des éruptions porphyriques ou trachytiques ont eu lieu dans le fond de la baie de Kula, sous la latitude de Khiva ou à peu près, et ont fermé son ancien débouché.

Si la science entrevoit que, bien antérieurement à tels événements récents, les éruptions ignées ont dû produire des effets analogues, elle est trop peu avancée pour définir exactement leur topographie géologique. Cependant il est évident que la formation houillère doit avoir été singulièrement favorisée par cette voie; car on comprend ainsi comment ces dépôts ont pu se former dans des bassins, pourquoi plusieurs ont été des dépôts terrestres et fluviatiles, tandis que d'autres se sont effectués sous les eaux de la mer. Les affaissements, les fendillements, les glissements, les submersions répétées, qui seuls rendent raison de ce genre de terrain si accidenté, trouvent leur explication naturelle dans le voisinage et la fréquence d'éruptions ignées lors de leur formation. De même, bon nombre de dépôts arénacés primaires et secondaires ne se conçoivent que comme conséquences naturelles de phénomènes plutoniques, tout en montrant quelles destructions énormes ont subies les matières éjaculées par l'effet violent et répété des eaux.

L'origine des volcans et de leurs accidents a donné lieu à des controverses qu'il ne nous convient point ici d'examiner. Quelle qu'elle soit, elle gît dans l'intérieur du globe, et ces phénomènes ne seraient que la manifestation de l'état encore igné de ce grand noyau, faiblement encroûté de scories, d'eau et de quelques matières végétales et animales, ou de parties scoriacées remaniées par les eaux. S'il y a plus de volcans entre les tropiques que dans les autres zones, cela vient peut-être des rapports entre la chaleur et le volcanisme, rapports probablement analogues à ceux du thermo-magnétisme ou de la thermo-électricité.

Néanmoins, comme beaucoup de sources minérales et surtout thermales, ne sont que des indices d'ancienne *volcanicité* (qu'on ne passe ce mot), les tremblements de terre et les éruptions volcaniques ne seraient que des effets secondaires des forces souterraines. Le noyau lui-même serait composé de divers métaux mêlés ensemble dans un certain ordre; peut-être même cet ordre pourrait-il varier un peu, du moins pour certaines portions, vu la fluidité ignée des matières, les cavités probables de l'intérieur du globe et son mouvement de rotation. La juxtaposition et le déplacement des métaux dans leur état incandescent seraient, sinon la source, du moins la cause de la production des phénomènes du magnétisme terrestre, et les variations entre certaines limites de ces accidents magnétiques se trouveraient en rapport avec les variations qui peuvent avoir lieu à l'intérieur. Les phénomènes électriques de l'atmosphère et ceux du magnétisme terrestre seraient toujours entre eux dans un rapport intime en y faisant entrer comme facteur l'influence solaire, et cette dernière cause serait en bonne partie la source des différences locales observées sur le globe dans les phénomènes électriques; les aurores boréales, par exemple, n'appartenant en grand qu'aux régions polaires, c'est-à-dire à celles où le soleil joue le moindre rôle. Les forces intérieures se manifesteraient à la surface par des tremblements de terre sans éruptions volcaniques, mais quelquefois avec échappement de gaz, lorsqu'il se ferait des déplacements violents dans la zone chambrée sous la croûte terrestre; tandis que peut-être des éjaculations véritables avec oscillation du sol ne se feraient jour que lorsque de l'eau ou même de l'air aurait accès dans les vides entre la croûte scoriacée et la partie encore incandescente.

Quant à la *distribution des restes organiques* dans les couches de la croûte terrestre, il est remarquable de trouver dans les dépôts tertiaires récents, entre les tropiques, des fossiles d'espèces non identiques avec les animaux ou les plantes existant actuellement dans les régions de cette zone, quoique son climat se rapproche le plus de ceux des âges primordiaux. Ce fait nous indique un changement climatérique total, même aux environs de l'équateur; donc il a dû exister jadis des climats ultra-tropicaux, au moins dans ces dernières parties du globe. Ainsi, M. Seale a découvert dans l'île volcanique de Sainte-Hélène un pleurotome fossile d'espèce inconnue, même sur les rivages les plus voisins; ce qui prouve bien une modification générale climatérique entre cette époque géologique récente et la nôtre.

L'absence de fossiles jurassiques dans les deux Amériques serait un fait bien caractéristique, si ce fait se confirmait tout-à-fait. M. de Buch voudrait l'expliquer par l'absence des récifs de polypiers dans ce continent pendant l'époque jurassique, attendu que les roches de ces terrains proviendraient en grande partie de rochers produits par ces animaux (1); mais comme très anciennement les Amériques avaient déjà de vastes terrains émergés et des rivières, on serait toujours en droit de demander où sont les dépôts qui ont dû s'y former pendant cette période. On ne pourrait sortir de cette difficulté qu'en supposant que les Amériques fussent encore des surfaces sous-marines à l'époque de la submersion des îles où s'étaient déposées des houillères; mais ce sont là des hypothèses difficiles à admettre, et qui demandent dans tous les cas des connaissances bien plus détaillées que celles que nous possédons aujourd'hui.

Plus on s'enfonce dans les entrailles du globe, plus il existe de ressemblance entre les fossiles de pays très éloignés, situés même dans différentes zones, et ces similitudes se laissent poursuivre pour les genres et même en bonne partie pour les espèces. D'un autre côté, les observations de ces derniers vingt ans ont mis en évidence que, dès le principe des êtres organisés sur le globe, la complication de leurs divers groupes et la multiplicité de leurs espèces n'ont point varié des temps anciens à l'époque actuelle, autant qu'on l'avait autrefois prétendu. Au contraire, les végétaux et les animaux ont toujours eu une organisation aussi parfaite que maintenant, si on prend en considération la différence des milieux qu'ils ont habités et de ceux qu'ils habitent aujourd'hui. M. Agassiz, en particulier, a mis bien en évidence ce principe qu'on avait perdu de vue pendant longtemps. Ainsi, de même qu'un homme, malgré sa structure parfaite, se fût trouvé hors de son élément à l'époque des ichthyosaures; de même ceux-ci, quoique aussi bien organisés que nos crocodiles, ne pourraient pas subsister aujourd'hui.

A mesure qu'on descend du pôle vers l'équateur, les ressemblances des fossiles en genres et en espèces, avec l'organisation propre à la nature tropicale actuelle, augmente; et même des espèces identiques avec les vivantes se rencontrent dans certains terrains; or ceux qui sont dans ce cas ne se trouvent pas toujours dans les formations les plus récentes: témoin ceux que M. Ehren-

(1) *Séances de l'Acad. des Sc. de Berlin*, 23 avril 1838, p. 54-67, et son *Mémoire*, 1839.

berg a découverts dans la craie. Plus l'organisation des animaux était microscopique, plus il semble qu'ils ont pu échapper aux catastrophes qui ont anéanti d'autres organisations.

Enfin, si les faunes et les flores fossiles offrent réellement des lacunes considérables, et surtout des contrastes frappants dans de grandes formations distinctes les unes des autres, plus aussi les fossiles y sont distribués par étages distincts, quand les circonstances favorables à la formation des divers dépôts partiels ont été nombreuses. Au contraire, moins les circonstances semblables ont varié, plus ces mêmes restes d'animaux sont mélangés. Nous avons expliqué ailleurs cette nouvelle proposition, bien établie par M. d'Archiac. (Voy. *Bulletin*, vol. XIV, p. 517 et suivantes; *Mémoires*, vol. V, part. II^e, p. 352.)

Passant à la considération des *mers du globe*, la première chose qui frappe, surtout dans une carte à projection polaire, c'est la petitesse ainsi que la circonscription méditerranéenne des mers arctiques, comparativement à l'étendue de l'Océan Austral et surtout à l'immensité de l'Océan Pacifique. Ce dernier forme à lui seul un hémisphère aqueux, proportionnellement pauvre en îles, qui toutes sont très petites; tandis que l'Atlantique n'apparaît que comme un large fleuve liant toutes les autres mers entre elles, et jouant, par rapport à la civilisation, le même rôle envers les autres océans que la Méditerranée envers les autres mers intérieures.

Quant aux contours des mers, aux entailles plus ou moins profondes des continents et à leurs parties détachées sous forme d'îles, tous ces accidents augmentent de l'équateur au pôle arctique, et ne sont, comparativement parlant, qu'insignifiants au sud de la ligne.

Entre le cercle polaire et le tropique du Cancer se trouvent les plus grandes méditerranées, ou enfoncements des mers dans les continents, et c'est aussi là que sont les remous des plus grands courants océaniques. Là encore existe la dépression à peu près la plus profonde des continents, savoir, le pourtour des mers Caspienne et d'Aral. Là enfin, les eaux ont couvert autrefois les cavités occupées d'un côté par le Sahara, de l'autre par les déserts de la Perse, du Turkestan et de Kobi. On peut même conjecturer que ces eaux se sont écoulées, soit par l'Amour et le fleuve Jaune, soit même en partie par les plaines au nord des montagnes du Ciel.

A côté des mers actuelles se trouvent très souvent des fonds d'anciennes mers ou des mers déplacées; le désert du Sahara se-

rait dans ce rapport relativement à la Méditerranée, ou, en d'autres termes, la mer du Sahara était la Méditerranée avant que celle-ci fût formée entièrement ou du moins telle qu'elle est aujourd'hui.

Les mers antarctiques et arctiques sont bordées de falaises de roches presque exclusivement anciennes, ce qui est aussi le cas pour une bonne partie de l'Océan Pacifique, surtout en Amérique et dans le S.-E. de l'Asie. Dans l'Atlantique, les côtes sont au contraire souvent à pentes douces, et bien plus fréquemment alluviales, tertiaires ou secondaires, que de formations plus anciennes; ce qui cadre avec le caractère fluvial de cet océan, ainsi qu'avec ses étranglements et ses expansions. Remarquons de plus que cet océan n'a pas une bordure volcanique aussi complète et circulaire que la mer Pacifique, et que ses îles volcaniques sont plutôt isolées ou placées dans des directions linéaires. Il est possible que ces différences soient en quelque rapport avec l'étendue et la forme comparatives de l'Atlantique et de la mer du Sud.

En général, comme l'a fait observer M. de Hauslab, l'Atlantique septentrionale est le bassin dans lequel la série des formations paraît avoir pu le mieux se développer; ce qui n'est pas le cas au même degré pour sa partie méridionale, encore moins pour les autres mers et surtout pour la mer Pacifique et les mers polaires. Il est très probable que cette particularité de la portion septentrionale de l'Atlantique dépend de la forme de ce bassin, moins ouvert; dans tous les cas, elle a mis le sceau à l'importance civilisatrice de cette séparation des deux mondes.

Les profondeurs des mers les plus grandes se trouvent dans celles qui sont les plus larges; au contraire, celles qui sont étroites sont en général moins profondes.

Terminons par quelques mots sur les *changements de place qu'ont éprouvés les océans et les mers intérieures, des temps anciens à l'époque actuelle.* Lors de l'époque tertiaire, la Méditerranée couvrait le désert de Sahara, l'Égypte inférieure, et une partie de l'Arabie; car ce n'est que postérieurement que des affaissements et des éboulements considérables ont achevé de dessiner ses contours, et de mettre à sec ses anciennes lagunes et ses rivages. Plus tard, il y a eu probablement un moment où le détroit de Gibraltar était encore fermé, et où ses eaux s'écoulaient par la mer Rouge et même par le golfe Persique dans la mer des Indes. Ceci expliquerait, dans les dépôts méditerranéens, l'analogie des fossiles tertiaires moyens et supérieurs, soit avec les êtres encore

vivants dans la mer Rouge et la mer des Indes, soit avec les pétrifications des mêmes âges dans le grand bassin de la mer Noire et de la Caspienne.

La mer du Nord et la Baltique couvraient alors toutes les plaines de la partie septentrionale de l'Europe, et un autre Océan s'étendait jusqu'au fond de la Sibérie en se liant à la Méditerranée par la mer Noire. Ce fait, ainsi que l'existence de petites mers intérieures dans l'Europe centrale, a été souvent indiqué. L'Asie-Mineure offrait de petits bassins isolés, et notre mer Noire recouvrait ses rivages actuels. Dans le sud de l'Asie, un large détroit séparait l'Indoustan anglais, sous forme d'une île triangulaire semée de lacs, d'avec les chaînes de l'Himalaya et leurs appendices. En même temps, il existait quatre grands bassins dans la presque île en-deçà du Gange, deux au moins en Chine, un sur les bords de l'Amour inférieur, et au moins deux en Sibérie. Enfin, comme en Europe, le centre de ce continent était recouvert par une mer intérieure considérable, et divisée également en plusieurs bassins. D'autres masses aqueuses couvraient la Perse, et formaient peut-être alors, si ce n'est plus tard, un bassin dépendant de la Caspienne, et un autre annexé à la mer des Indes.

Des portions considérables des îles de la Sonde, des Philippines, de Bornéo, de la Nouvelle-Guinée, et surtout de la Nouvelle-Hollande, étaient à cette époque sous les eaux; tandis que la plupart de nos îles volcaniques ou madréporiques actuelles n'existaient point encore à la surface de la mer des Indes et des océans malais et polynésien.

En Amérique, le golfe du Mexique remontait fort avant dans le Mexique, dans la Floride, dans le bassin inférieur du Mississipi, de même que dans le bassin des fleuves septentrionaux de l'Amérique méridionale. Il baignait l'extrémité méridionale des Alleghanys, ainsi que le pied de la chaîne des monts Ozark, des plates-formes mexicaines et de la Colombie. Plus loin, dans le nord de l'Amérique, s'étendait une vaste mer intérieure, comprenant le haut Mississipi et tous les grands lacs. Le golfe du Mexique avait déjà quelques îles de terrains anciens, et peut-être même de bien plus considérables que celles qu'il baigne aujourd'hui; mais ses îlots volcaniques n'existaient pas. Comme dans la Méditerranée, des affaissements, des exhaussements, des écroulements de chaînes du littoral ancien de l'Amérique méridionale, ont éloigné la mer des monts Ozark et des Alleghanys, et l'ont portée plus au S. Ce n'est que pendant ces événements qu'ont surgi les îles volcaniques.

L'Amérique du Nord comptait trois îles, le bassin du Saint-Laurent séparant alors l'île chargée des Alleghany de celle qui existait sur les bords de la baie d'Hudson, et se reliant peut-être aussi à la mer Glaciale. La plate-forme du Mexique et du Guatemala formait un appendice de l'île longue des Montagnes Rocheuses, et la chaîne des Ozark constituait une digue avancée dans les eaux. Les volcans des parties continentales de l'Amérique seraient donc contemporains de la formation des bassins mexicain et méditerranéen, tels que nous les voyons aujourd'hui.

Dans l'Amérique du Sud, l'Atlantique couvrait à l'époque tertiaire le grand détroit entre le Brésil, les Andes et la Guyane centrale, ainsi qu'entre la Parime et la chaîne au-delà de l'Orénoque. De là l'origine des anastomoses entre cette rivière et celle des Amazones, ainsi que le mode de partage des eaux entre certains affluents de la Plata et des Amazones. L'Amérique méridionale était donc ainsi divisée en trois grandes îles; car l'isthme de Panama n'existait point alors.

Pendant l'époque secondaire, les bassins tertiaires dont nous venons de parler étaient en grande partie en libre communication les uns avec les autres; car les formations secondaires et les soulèvements paraissent avoir fermé peu à peu, surtout dans l'ancien monde, les points de contact, ou diminué beaucoup soit leur nombre, soit surtout leur étendue. Si les anciens terrains de ce genre y ont contribué, ce fait devient bien plus évident pour les formations jurassique et crétacée: aussi voit-on le *sol secondaire inférieur* dessiner les contours de certains bassins de l'Europe centrale, comme nous le voyons sur les bords du Rhin, entre le Hartz, l'Erzgebirge et le Thuringerwald, en Angleterre, en Pologne, en Russie, etc. Il a séparé de même à cette époque le bassin sibérien de ceux d'Europe, et probablement diminué la grandeur des bassins chinois. M. de Humboldt l'a indiqué dans la vallée de l'Orénoque, et M. Schomburgk dans l'intérieur du massif cristallin de la Guyane, où se trouvent des roches trappéennes. D'un autre côté, la chaîne jurassique a établi de véritables murailles de séparation en France, en Suisse, dans le sud-ouest de l'Allemagne, dans la Hongrie septentrionale, l'Espagne et le nord de l'Afrique, et a donné de nouvelles formes aux bassins de la Sibérie, de la Chine et de l'Asie centrale. Puis le système crétacé a achevé les contours des bassins tertiaires dans tous ces pays, en particulier dans les trois péninsules méridionales de l'Europe; en même temps qu'il a isolé le Sahara de la Méditerranée, bordé l'Arabie, la Mésopotamie et la Perse méridionale, l'Indoustan (côte de

Tranquebar), la partie centrale et le nord-est de l'Asie, peut-être la Chine et Bornéo, ainsi que la Nouvelle-Hollande. On le retrouve de même sur les deux versants des Alleghanys, sur le versant sud-est des Monts Rocheux, sur plusieurs points du Mexique, de la Colombie, et des Andes du Pérou et du Chili.

Pendant l'époque primaire, nous apercevons déjà dans les Amériques six îles, et nous voyons les dépôts combler surtout les détroits; ce qui pourrait faire penser qu'une bonne partie de ce sol est cachée sous les roches tertiaires et alluviales, au moins dans la partie méridionale de l'Amérique, tandis qu'il n'est couvert que d'alluvions et de blocs erratiques dans l'ancien grand détroit qui s'étend du Saint-Laurent et du Mississipi à la mer Glaciale, dans la direction du N.-O., entre la chaîne à l'ouest de la baie d'Hudson et les Montagnes Rocheuses.

En *Afrique* il y avait alors un continent, ou peut-être trois ou quatre grandes îles, savoir : les trois chaînes du sud et l'embryon du grand Atlas du Maroc; tandis qu'en *Asie* on pouvait compter de trois à cinq îles, en supposant toutefois que le sol ancien de l'Asie-Mineure n'ait été lié avec les chaînes centrales de ce continent que par les dépôts ignés de l'Arménie. Les dépôts primaires ont séparé le nord de l'Europe de l'Asie, et ont dessiné, d'un côté, les premiers contours des bassins de la Nouvelle-Hollande, de l'Indoustan, de la Chine et de la Sibérie; et de l'autre, ceux de la Russie, de la Scandinavie, de l'Europe centrale, des Îles Britanniques, de la France et de l'Espagne.

Si Bornéo, Sumatra, la Nouvelle-Hollande, la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Guinée, quelques terres antarctiques et arctiques, formaient plusieurs îles, l'Europe en comptait au moins dix à onze.

A cette époque reculée et à traits géologiques si effacés, probablement plusieurs îles actuelles étaient réunies en un tout, comme, par exemple, les Îles Britanniques et leurs appendices, la Sardaigne et la Corse, etc.

Les *marées et les grands courants* des mers actuelles avaient alors une marche et une action bien différentes, vu la position différente aussi des continents et les communications plus libres des mers; or, cette marche ne s'est rapprochée de l'état actuel que graduellement, à mesure que le globe terrestre s'encroûtait de plus en plus, et qu'il s'élevait plus de terres au-dessus des eaux. On comprend combien ces changements de place des courants et de l'action des marées ont dû influencer sur la formation et la distribution des dépôts. Les progrès de la géologie nous four-

niront un jour les moyens d'entrevoir au moins une partie des modifications qu'a subies le mouvement des mers ; peut-être même arrivera-t-on à établir des cartes de marées et de courants pour chaque grande époque géologique.

Jusqu'ici, toutefois, la science que nous cultivons n'est point assez avancée pour oser, à sa suite, nous avancer ou nous égarer plus loin dans nos conjectures ; car, pour déchiffrer tous les changements qui ont altéré les mouvements des eaux et diversifié le relief des continents, n'oublions pas qu'il faudrait aussi connaître toutes les brisures, tous les affaissements successifs éprouvés par la croûte terrestre. Or, la plupart de ces événements ainsi que leurs dates nous resteront cachés à toujours. Tout ce que nos moyens d'investigation nous permettent, c'est de reconnaître les divers soulèvements et leurs époques relatives ; très rarement, répétons-le, les affaissements qui n'ont pas entraîné la submersion des terres, ou qui ont eu lieu sur le bord des mers. C'est le sein des océans qui probablement recèle les plus grandes portions affaissées, et si elles sont à chercher dans leurs plus grandes profondeurs, on les trouverait dans le grand Océan Pacifique, dans l'Océan Austral et les points milieux des parties septentrionale et méridionale de l'Atlantique. (*Voyez la Carte des plus grandes profondeurs des mers, par M. de Hauslab.*)

*Pièces justificatives de la carte géologique du globe, ébauchée
par A. Boué.*

Pour les cartes géologiques employées, nous renvoyons d'abord au catalogue de ces cartes que nous avons donné dans notre *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 476-502. Parmi les autres cartes qui ont paru depuis lors, nous avons utilisé surtout, 1^o pour l'Europe, la carte du centre de ce continent, par M. Dechen ; la carte de la Sicile, de F. Hoffmann ; les coupes des terrains de diverses parties de l'Espagne, par M. Ezquerra del Bayo (*N. Jahrb. f. Min.*, 1836) ; la carte du royaume de la Grèce, par M. Fiedler ; la carte de la Russie d'Europe, compilée par le docteur Erman (*Archiv. f. Wissenschaft. Kunde von Russland*, vol. I, 1841).

2^o Pour l'Asie, la carte de tout le nord de ce continent, compilée par le docteur Erman (*Archiv., etc., von Russland*, vol. II, 1842) ; la carte géologique d'une partie de l'Asie-Mineure occidentale (*Trans. geol. Soc. London*, vol. VI, part. 1), par MM. Strickland et Hamilton ; la carte routière de l'Asie-Mineure,

de M. Hamilton (*Researches in Asia-Minor*, 1841); la carte géographique et les coupes géologiques de l'ouvrage de M. Ainsworth sur la Mésopotamie et certaines parties de la Syrie, de l'Asie-Mineure et de la Perse (*Researches in Assyria*, 1838); les deux cartes de la Syrie et de la Palestine, de M. Russegger; les coupes géologiques de certains points septentrionaux et S.-O. de la Perse, par M. Fraser (ses voyages); la carte géographique de l'Arabie, par M. Jomard; les cartes d'Asie exécutées à Berlin d'après et pour la géographie de ce continent, par M. Ritter, d'abord par M. d'Oetzel, et ensuite par M. Zimmermann, ainsi que le plan des directions des chaînes dans l'Asie centrale, par M. Zimmermann.

3° Pour l'Afrique, les cartes d'Égypte et de Nubie, par M. Russegger.

4° Pour l'Amérique, outre diverses cartes des États-Unis, la carte d'une portion de la Nouvelle-Grenade, par Degenhardt (*Archiv. de Karsten*, 1839, v. XII).

Quant aux *principaux mémoires consultés*, nous nous bornerons à ajouter à la liste des ouvrages de géographie géologique cités dans notre *Guide du géologue*, v. II, p. 503-553, le petit nombre d'ouvrages dont les indications suivent, savoir :

1° Pour la *Nouvelle-Hollande*, le résumé de toutes nos connaissances sur ce continent, par M. C.-E. Meinecke (*Das Festland Australiens*, etc., Prenzlau, 1837, 2 vol. in-8°;) la partie géologique forme le chapitre 4 du 1^{er} volume. Il serait à souhaiter qu'on eût un semblable résumé pour chaque grand continent, ou même pour chaque grand bassin géologique. — Nous avons extrait des détails sur Bornéo des *Proceedings Soc. géol. de Londres*, 8 avril 1840, et sur les Philippines des *Annal. des mines espagnoles*, v. I.

2° Pour l'Asie, la carte du Nord, par Erman, a été complétée par des renseignements épars dans le voyage de Wrangel, dans la mer Glaciale et la partie N.-E. de la Sibérie (*Reise langst der nordkuste von Sibirien*, Berlin, 1839, 2 vol. in-8° avec carte); mais il nous manque encore des observations sur la partie tout-à-fait boréale entre le golfe d'Obi et celui de Chatanga, qu'une commission scientifique russe est actuellement occupée à parcourir. — Pour l'Asie centrale, nous avons puisé d'intéressantes données sur l'Altaï oriental, dans un voyage de M. de Tchikatcheff (*Archiv.*, etc., von Russland, 1842, p. 557), et sur la Bucharie et le pays de Samarcande et de Kokan, dans la relation d'une expédition russe (*Archiv.*, 1842, p. 685-709). — Les voyages récents dans l'Afgha-

nistan, en particulier celui de Burnes, nous ont été fort utiles. Les voyages entrepris dans le Kurdistan, tel que celui de Grant chez les Nestoriens; ceux en Asie-Mineure et en Perse, tels que ceux d'Arundell, de Beaufort, de Fellow, de Moltke (*Briefe uber den Zustand, etc., in der Turkey*, 1841), de Texier, d'Aucher-Éloy, etc.; ceux en Arménie et dans le Caucase, par Brant (*Journal*, etc.), Dubois, Fellkner (*Annuaire du J. des min. de Russie*, 1837, p. 123); Koch (*Reise in Tscherkessien und den Kaukasus*, 1842), etc.; ceux autour de la mer Caspienne, par Eichwald, Fellkner (sur la rive orientale, *Annuaire du J. des min. de Russie*, 1838, p. 130). Tous ces voyages et mémoires ont été pour nous une source abondante de renseignements. Sur l'Arabie nous avons eu le voyage de M. Botta, et l'esquisse de la géologie d'Aden, par M. Buff (*Trans. geol. Soc. Lond.*, n. s., v. VI, part. 2, p. 499).

Sur la Chine, nous avons consulté en particulier les notes géologiques contenues dans les nouveaux mélanges asiatiques de Rémusat, et l'ouvrage sur la Chine, de M. Pauthier (p. 14); le mémoire sur Macao, etc., par M. Callery (*Bullet. Soc. géol. Fr.*, v. VIII, p. 234); celui sur les environs de Pékin, par Kovenko (*Annuaire du J. des min. de Russie*, 1839, p. 191); une topographie minéralogique de cet empire, par M. Pansner (*Taschenb. f. Min.*, 1818, v. XII, part. 1, p. 128-154, et part. 2, p. 363-420); et les rapports des ambassades anglaises et françaises. Sur la presque île en deçà du Gange, nous avons utilisé diverses notices insérées dans le Journal asiatique et les journaux anglais.

3° Pour l'Afrique nous avons utilisé les divers voyages et les notes géologiques sur l'Abyssinie, par MM. d'Abbadie, Rochet, Ruppell, Schimper, Katte et Vaupell; les rapports géologiques sur le Senaar, le Kordofan et les rives du fleuve Blanc, par M. Russegger (*N. Jahrb. f. Min., Archiv. de Karsten, et Annal. de Berghaus*, v. XVIII, p. 14); les notes sur l'Afrique méridionale, par le capitaine Alexandre; le résumé géologique fait par M. Hausmann, d'après MM. Hess et Herzog (*Gotting. wiss. Anzeiger*, 1837, sept., n° 146 et 147, p. 1449); la note du docteur Hehl (*N. Jahrb. f. Min.*, 1837, p. 510); celles de Krauss (*id.*, 1839, p. 61), et du docteur Schmith (*Annal. de Berghaus*, v. XV, p. 297-326); les notes sur l'Afrique occidentale, savoir: le récit d'une expédition sur le Quorra, par Laird (*Narrative, etc.*, 1837); une note de M. Murchison sur quelques roches et fossiles du pays des Ashantées et de Fernando-Po (*Phil. mag.*).

Quant à l'Algérie, nous nous attendons à ce que notre carte sera trouvée bien imparfaite comparativement aux détails géolo-

giques qu'on doit avoir en France sur ce pays; notre désir serait qu'on la rectifiât et qu'on y fit entrer ce que nous ignorons.

4^e Pour l'Amérique, la géologie de la partie arctique s'est trouvée assez détaillée d'après les observations de Franklin, Richardson, Beechey et d'autres. On en trouve un résumé dans le 1^{er} vol. de l'*Edinburgh cabinet-library*, 1831, p. 443-468. Sur les États-Unis, les divers rapports géologiques présentés à plusieurs de ces républiques, et le journal de Silliman, ont été consultés. Un mémoire récent de M. Beck a fixé le classement des dépôts crétacés au S.-E. des monts Rocheux; et un autre travail du même auteur a donné des détails sur les formations des bords de la Colombie, sur la côte occidentale de l'Amérique.

Sur le Mexique, nous avons profité de quelques mémoires de M. Galeotti. M. Schomburgk nous a décrit la Guiane, MM. Pissis et Lund, le système silurien du Brésil; M. Gardner, la chaîne secondaire septentrionale et les bassins tertiaires de cette contrée (*Bull. Soc. géol. Fr.*, etc.).

Pour la Patagonie, nos autorités ont été surtout MM. d'Orbigny, Darwin, Le Guillou; pour le Chili, MM. Gay et de Meyen; pour la Colombie et les Andes, un mémoire paléontologique de M. de Buch sur les pétrifications rapportées par MM. de Humboldt et Degenhardt (1839).

Nous avouons franchement que nous ne sommes guère content de notre carte par rapport aux détails géologiques des Andes de l'Amérique méridionale; M. d'Orbigny aura probablement des corrections et des additions à y faire. Si ce savant avait pu publier toutes ses observations géologiques, il n'en serait pas ainsi. Quant aux ouvrages de M. de Humboldt et à sa géologie des deux hémisphères, ces ouvrages nous auraient été infiniment plus utiles dans le cas où l'auteur nous eût donné ses observations telles qu'elles se trouvent consignées dans son journal de route. Si l'illustre voyageur a pu commettre des erreurs qu'explique l'état de la géologie à cette époque, il eût été facile de réparer des fautes dont il était innocent; mais n'ayant publié ses remarques que longtemps après son retour, et ayant voulu les accorder avec les classements nouveaux, on reste trop souvent avec lui dans le doute sur ce qu'on doit faire de tel ou tel dépôt. D'ailleurs l'auteur aurait dû donner plus de coupes et d'idées générales sur la distribution de chaque terrain, et préciser davantage des localités qui peuvent être claires pour lui, mais qui restent fréquemment indéchiffrables pour ceux, et c'est le plus grand nombre, à qui l'exiguïté de leur fortune interdit l'acquisition des cartes détaillées et des ouvrages

de luxe. Espérons que la vue de notre carte lui suggérera l'idée d'esquisser une carte géologique des pays américains qu'il a parcourus, en joignant ses notes à celles qui ont été recueillies depuis lui. Ce croquis coûterait peu à ce savant; nous nous souvenons même qu'une fois il nous l'avait fait espérer, en s'entretenant avec nous des contrées qui ont été le théâtre de ses glorieux travaux.

Nous nous arrêtons ici pour ne pas grossir davantage la liste des matériaux à consulter; on a pu voir qu'ils abondent, et c'est aux géologues à juger si nous en avons tiré bon parti.

Les cartes ci-dessous désignées, exécutées avec soin par M. le colonel de Hauslab, parviendront très incessamment à la Société, et serviront de complément au mémoire que nous avons eu l'honneur de lui soumettre.

Carte géologique des volcans et des régions volcaniques du globe.

- — *du sol des schistes cristallins du globe.*
 - — *du sol primaire du globe.*
 - — *du sol secondaire du globe.*
 - — *du sol tertiaire du globe.*
 - *des sillons les plus profonds du globe.*
 - *des plus grandes profondeurs des mers du globe.*
 - *des plus grandes profondeurs des mers de l'Europe.*
 - *des bassins hydrographiques du globe.*
 - *des bassins orographiques du globe.*
 - *des bassins géologiques du globe.*
-