

ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE LYON

Année 1888

(NOUVELLE SÉRIE)

TOME TRENTE-CINQUIÈME

LYON

H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR

65, RUE DE LA RÉPUBLIQUE

MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

PARIS

J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, ÉDITEURS

19, RUE HAUTEFEUILLE

1889

SUR L'IMPORTANCE
DE
L'ÉTUDE DES FACIÈS
EN GÉOLOGIE

LEÇON D'OUVERTURE DU COURS DE GÉOLOGIE

Professé à la Faculté des Sciences de Lyon

PAR

CHARLES DEPÉRET

MESSIEURS,

En me chargeant de l'enseignement de la géologie à la Faculté des sciences de Lyon, M. le Ministre de l'Instruction publique m'a fait un très grand honneur ; il m'a en même temps confié une lourde tâche. Depuis plus d'un demi-siècle, en effet, la géologie a été représentée à Lyon par des hommes éminents, soit parmi les membres de l'Université, soit parmi les Directeurs des grands établissements scientifiques, soit enfin parmi les particuliers, qui, souvent simples amateurs à leurs débuts, sont devenus plus tard des savants distingués et ont consacré à la géologie leur intelligence, leur temps et leur fortune.

Mon intention n'est pas, aujourd'hui du moins, de faire l'histoire de l'*École géologique lyonnaise*. Il me suffira de vous rappeler les noms et les travaux des personnalités les plus marquantes de cette école. Parmi les membres de l'Université brille le nom du premier professeur de cette Faculté des sciences, Joseph Fournet. Élève de l'École des mines de Paris, Fournet était sorti de cette

École avec le titre d'ingénieur et avait dirigé pendant longtemps des travaux de mine, d'abord en Alsace, ensuite à Pontgibaud, en Auvergne. En 1834, à la création de la Faculté des sciences de Lyon, il fut nommé professeur de géologie. Fournet était avant tout un minéralogiste ou mieux suivant l'expression actuelle, un pétrographe. Ses longues recherches minières l'avaient initié aux actions réciproques des roches éruptives ou des matières filoniennes et des terrains encaissants ; esprit puissant et original, il avait conçu pour expliquer ces curieux phénomènes de *métamorphisme* et d'*endomorphisme* des théories toujours pleines d'intérêt, qu'il exposait à ses auditeurs avec un enthousiasme communicatif. Ses idées théoriques sur la feldspathisation et la silicification des roches ne marquent pas de points de contact avec les idées pétrographiques actuelles.

Fournet était aussi un stratigraphe de premier ordre ; non content d'explorer la vallée du Rhône, objet principal de ses préoccupations, il visitait aussi l'Auvergne, les Alpes et poussait jusque dans le Languedoc, où il révélait, de concert avec Graaff, les richesses de l'*oasis paléozoïque* de Cabrières.

Dans ses cours de la Faculté toujours fréquentés par un nombreux auditoire, Fournet donnait aussi une large part aux questions de géographie physique et de météorologie, à cette époque fort négligées.

Enfin comme professeur, il savait communiquer à son auditoire l'enthousiasme qui l'animait, et former des élèves qui se sont appelés plus tard Thiollère, Dumortier, Falsan, Chantre, Locard, pour ne citer que les plus connus.

Il manquait un fleuron à la couronne de Fournet ; il n'était pas paléontologiste. Mais à la même époque, à cette même Faculté des sciences, se trouvait Jourdan, directeur du Muséum d'histoire naturelle et paléontologiste de premier ordre. Jourdan avait réuni au palais Saint-Pierre une admirable collection de fossiles tertiaires du bassin du Rhône, particulièrement de Vertébrés terrestres et il avait fait dessiner une grande quantité de planches qui devaient servir à une immense publication monographique. Il est

fort à regretter pour la mémoire du nom de Jourdan et pour la ville de Lyon que ce savant paléontologiste soit mort avant d'avoir pu publier ses travaux ; beaucoup d'espèces tertiaires qui ont été plus tard dénommées ailleurs, soit en France, soit à l'étranger, avaient déjà reçu sur les étiquettes du Muséum des noms que l'inflexible loi de priorité a dû faire tomber en synonymie. Heureusement, grâce à la munificence de la municipalité lyonnaise, MM. Lortet et Chantre ont pu reprendre dans les *Archives du Muséum* la publication des planches de Jourdan et je suis heureux d'avoir eu moi-même la bonne fortune de pouvoir collaborer à cette belle entreprise.

Le fécond enseignement de Fournet ne doit pas nous faire oublier les savantes leçons que Leymerie, l'éminent géologue pyrénéen, eut l'occasion de faire à Lyon avec grand succès, pendant son séjour dans cette ville comme directeur de l'école de la Martinière. Le beau travail de Leymerie sur l'infra-lias du Mont-d'Or lyonnais reste comme un souvenir du trop court passage de ce savant stratigraphe.

C'est un glorieux titre scientifique pour la ville de Lyon d'avoir produit une pléiade d'hommes éminents, animés pour les sciences géologiques d'une passion désintéressée.

Thiollère, directeur d'une compagnie d'assurances, a produit un magnifique travail sur les poissons jurassiques du Bugey, aussi riche de forme que de fond, et d'autres travaux sur la géologie de la vallée du Rhône.

Dumortier, commerçant de la rue Centrale, nous a laissé un monument paléontologique, aujourd'hui classique, sur les fossiles jurassiques du Sud-Est.

M. Falsan a publié de nombreux documents sur la stratigraphie de la région lyonnaise, et en collaboration avec M. Locard, une monographie du Mont-d'Or lyonnais, puis avec M. Chantre une belle étude sur les anciens glaciers du bassin du Rhône.

M. Locard a étudié la faune de mollusques miocènes du bassin moyen du Rhône, et a fait en outre de nombreux travaux sur les faunes pliocènes et quaternaires des départements du Rhône et de l'Ain.

J'arrive à un nom qu'il m'est impossible de prononcer ici sans une grande émotion, parce qu'il est celui d'un ami, d'un compagnon de courses et d'un collaborateur éminent ; je veux parler de Francisque Fontannes, dont la science française déplore la perte prématurée et encore récente. Fontannes était élève de Dumortier et appartenait ainsi, quoiqu'indirectement, à l'école de Fournet. Pris de la passion de la géologie à un âge déjà mûr, il s'était mis à l'œuvre avec une ardeur toute juvénile. Il fut d'abord l'ami et le collaborateur de Dumortier, lorsque celui-ci devenu aveugle, ne put continuer seul ses recherches sur les *Ammonites du jurassique supérieur du château de Crussol*. Après la mort de son maître, Fontannes dut continuer seul cette étude paléontologique intéressante, qui révélait dans son auteur un esprit d'observation aussi sûr que délicat. Mais Fontannes devait trouver sa véritable voie dans l'analyse des terrains tertiaires de composition complexe qui ont comblé la dépression ancienne devenue actuellement la vallée du Rhône. Une série de monographies magistrales nous ont fait connaître successivement chacun des termes régionaux ou stratigraphiques de cet ensemble de formations jusque-là si peu étudiées. En décernant à Fontannes le grand prix des sciences physiques pour sa splendide monographie des *Mollusques pliocènes du bassin du Rhône et du Roussillon*, l'Académie des sciences, par l'organe de son rapporteur, M. Daubrée faisait en ces termes l'éloge des travaux de Fontannes : « Grâce aux recherches de Fontannes, la vallée du Rhône est aujourd'hui, sous le rapport des terrains récents, l'une des régions les mieux connues. »

Vous voyez, Messieurs, combien j'avais raison de vous exprimer, en présence d'une pareille tradition scientifique, quelque appréhension eu égard au rôle qui m'incombe. Je pense en effet que le professeur de géologie de la Faculté des sciences ne doit pas borner son ambition à la préparation des jeunes gens au grade de la licence. C'est là assurément une tâche importante ; mais il faut en outre que le laboratoire de géologie de la Faculté devienne comme le centre des efforts communs de tous ceux qu'anime — et ils sont nombreux à Lyon — la passion de la géologie. Il faut que chaque

travailleur puisse trouver auprès de cette chaire non seulement des encouragements et des conseils, mais aussi des matériaux de recherches en livres et en collections. Il faut enfin que des courses nombreuses complètent sur le terrain les liens qui doivent unir en un effort commun les éléments divers capables de faire progresser nos connaissances sur la géologie de la région et de faire renaître, s'il est possible cette brillante école géologique, dont la ville de Lyon se glorifie à si juste titre.

Je désirerais, Messieurs, dans cette séance d'ouverture, faire ressortir devant vous l'importance d'une question qui préoccupe actuellement beaucoup les géologues et dont l'étude a contribué dans une large mesure aux progrès de la science dans ces dernières années : je veux parler des *faciès géologiques*.

On doit entendre par le nom de *faciès* les différences qui existent entre les terrains de même âge au point de vue de la nature des dépôts, des changements de faune, des conditions d'ordre bathymétrique ou géographique qui ont procédé à la formation des terrains, etc. Ces différences sont d'ailleurs tout à fait analogues à celles qui se produisent entre les divers dépôts de la période actuelle.

On devrait peut-être, conformément à l'idée exprimée par M. le professeur Renevier (1), appliquer le nom de *formation* (dans le sens de *mode de formation*) aux différences fondamentales, comme celles qui existent entre les dépôts effectués au sein de la mer (*formations marines*), dans les eaux douces (*formations lacustres et fluviatiles*), à la surface des continents (*formations continentales*), enfin sous l'action des agents internes (*formations volcaniques ou éruptives*), etc. On réserverait alors le nom de *faciès* aux différences de détail, par exemple *faciès sableux, vaseux, calcaire*, etc., suivant la nature du dépôt ; *faciès saumâtre ou d'estuaire, littoral, pélagique*, suivant le degré d'éloi-

(1) Renevier, *Les faciès géologiques* (*Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, t. XII, 1884).

gnement du rivage, la profondeur des eaux, les genres d'animaux que l'on y recueille. Enfin, il a été possible de distinguer des faciès régionaux (*alpin, extra alpin, méditerranéen, etc.*), analogues aux provinces zoologiques actuelles.

Ces notions de *faciès*, qui tiennent de nos jours une place importante dans les travaux et dans les monographies géologiques, en raison des déductions précieuses que l'on en tire pour reconstituer l'histoire des différentes périodes de la vie du globe, ont été sinon absolument négligées, du moins laissées au second plan par les géologues durant la première moitié de ce siècle. Il ne faut pas trop s'en étonner. La géologie comme science positive date seulement de la fin du XVIII^e siècle et n'a pu prendre sa voie définitive qu'après les travaux fondamentaux de William Smith, de Cuvier, d'Al. Brongniart, etc. Le problème qui s'imposait d'abord à l'activité des observateurs était la reconnaissance de la succession des couches qui composent l'écorce terrestre et du synchronisme de ces couches dans les différentes contrées accessibles aux observations. Les *rapprochements* à distance établis, à la suite de Brongniart, par la notion des *fossilles caractéristiques* frappaient davantage l'esprit des anciens géologues que les *différences* qui existent entre des formations contemporaines. Il est bien évident, d'ailleurs, que l'appréciation exacte de ces différences ne peut reposer sur aucun autre critérium que sur un synchronisme solidement établi entre les formations des différentes contrées, par les efforts réunis des paléontologistes et des stratigraphes.

Dès 1838 cependant, un géologue jurassien, Gressly, créait le terme de *faciès* pour désigner les modifications qui troublent l'uniformité universelle que l'on prêtait souvent, à son époque, aux mêmes terrains dans les différents pays ; par des observations précises faites en suivant pied à pied les mêmes couches dans le Jura de Soleure, Gressly inaugurerait la notion si féconde des *passages latéraux* pétrographiques et paléontologiques.

Mais l'importance des changements de faciès dans les temps géologiques a été surtout révélée par la découverte et l'étude du trias des Alpes autrichiennes, dues aux recherches successives de

von Hauer, von Klipstein, Suess, von Mojsisovics, etc. On sait que le trias supérieur (Keuper) de l'Allemagne, de l'Angleterre, de la France, en un mot de l'Europe nord-occidentale se présente sous l'aspect constant de dépôts lagunaires, c'est-à-dire d'argiles irisés avec amandes de gypse et de sel, produits de l'évaporation des eaux marines ; les fossiles se bornent à des végétaux et vertébrés terrestres et à quelques rares intercalations de mollusques marins de genres peu variés. Au contraire, dans les Alpes tyroliennes, le Keuper se compose d'une série puissante de marbres et de dolomies avec une riche faune de Céphalopodes au sein de laquelle les paléontologistes purent constater non sans étonnement d'abord l'association des *Orthoceras* et des *Goniatites*, réputés jusque là paléozoïques, avec les *Ceratites* du trias extra-alpin et avec des Ammonitidés voisins des formes jurassiques, tels que les groupes des Phylloceratidés et des Lytoceratidés. Les recherches poursuivies ensuite dans toute la région alpine et méditerranéenne, dans l'Oural, l'Himalaya, au Spitzberg, dans les montagnes Rocheuses, etc., ont fait voir que le faciès à Céphalopodes représentait les dépôts marins normaux du trias supérieur, tandis que le Keuper du centre de l'Europe n'était qu'un faciès littoral, que le dépôt d'une sorte de grande lagune en voie d'assèchement, où les Céphalopodes n'avaient pu trouver les conditions normales de leur existence. Rien d'étonnant alors de voir la succession progressive des faunes de Céphalopodes, c'est-à-dire le mélange de formes paléozoïques en voie d'extinction avec des formes secondaires naissantes, se montrer dans le trias alpin, à l'exclusion du Keuper à faciès exceptionnel de l'Europe occidentale.

Cette question des faciès du trias est devenue aujourd'hui tellement classique qu'elle en est presque banale. Mais beaucoup d'autres problèmes analogues sont encore à l'étude et il n'est pour ainsi dire aucun terme de la série stratigraphique où l'on ne puisse trouver un exemple de la nécessité, d'ailleurs très généralement reconnue de nos jours, de tenir compte, pour le parallélisme des différents bassins, des modifications dues aux faciès.

Il ne sera pas inutile d'affirmer l'importance de cette question à

l'aide de quelques exemples empruntés à divers points de l'histoire de la Terre; ils me seront fournis par la considération de deux ordres de faciès bien différents, le *faciès coralligène* et le *faciès saunâtre*.

1° *Faciès coralligène*. — Dans les mers chaudes de la période actuelle, l'activité spéciale d'un groupe assez nombreux d'êtres vivants dont les plus importants appartiennent à la grande classe des *Polypiers* ou *Anthozoaires* donne lieu à la formation de puissants récifs calcaires, construits à l'aide des parties solides de ces animaux et des matériaux dus à la trituration de leurs débris : ces formations sont désignées sous le nom de *récifs coralliens* ou *nadréporiques*. Les conditions d'existence de ces animaux constructeurs ou *coralligènes* sont bien déterminées ; elles peuvent se résumer dans les termes suivants : nécessité d'une température de la mer qui ne s'abaisse pas au-dessous de + 20° ; impossibilité de vivre à une profondeur inférieure à 37 mètres ; besoin absolu d'une eau de mer pure ou du moins exempte de sédiments sableux ou vaseux.

Or, il existe dans nos régions européennes, à diverses hauteurs dans les terrains de l'ère secondaire, notamment dans le jurassique supérieur, des formations très analogues aux récifs coralliens actuels. On retrouve dans ces récifs jurassiques la masse centrale composée de polypiers en place et intacts, la zone extérieure formée de débris des animaux coralligènes, associés aux Mollusques et aux Radiaires qui affectionnent le voisinage des coraux, les calcaires oolithiques ou crayeux qui annoncent l'approche des récifs. Il est facile de concevoir combien la présence de ces formations à faciès coralligène donne de précieux renseignements sur la température, sur la profondeur, sur la pureté des mers jurassiques de l'Europe occidentale. Si l'on veut bien faire l'hypothèse assez simple que les conditions biologiques générales d'un même groupe d'animaux n'ont pas varié depuis la période jurassique jusqu'à nos jours, il est permis de conclure que le climat de la zone tropicale actuelle s'étendait à l'époque du dépôt du *coral-raj* jusqu'au centre de l'Angleterre.

L'abondance des dépôts à faciès coralligène dans le bassin anglo-parisien et dans la région du Jura, pendant la seconde moitié de la période jurassique atteste également la faible profondeur des mers dans ces contrées et de plus une tendance manifeste à l'exhaussement du sol sous-marin, se propageant lentement du bassin de Paris vers les régions alpines où domine le faciès pélagique.

Voici, en effet, d'après les recherches de l'abbé Bourgeat et de M. Choffat, quelle est la répartition géographique et stratigraphique des récifs coralligènes dans la chaîne du Jura.

Dans la région du Jura central (Pillemoine, Châtelneuf), on trouve l'étage *corallien* ou *rauracien* sous un faciès coralligène, c'est-à-dire sous la forme d'un calcaire blanc oolithique avec Polypiers, Diceras, Nérinées, etc. ; de plus, il s'est formé un deuxième niveau coralligène à la partie supérieure de l'*astartien*. et un troisième moins important dans le *virgulien*.

Plus au sud-est, dans la région Saint-Claude-Oyonnax, il existe à peine un petit niveau coralligène dans le *rauracien*, et les beaux récifs de Valfin et d'Oyonnax se sont développés dans le *ptérocérien*, entre des couches à faune astartienne et les couches à *exogyra virgula*. Ces dernières contiennent elles-mêmes d'autres accidents coralligènes.

Dans la région de la Balme et de Chanay, les récifs coralligènes deviennent exclusivement *virguliens*, et atteignent même la base de l'étage portlandien. Enfin au sud du Jura, dans le récif corallien de l'Échaillon, près Grenoble, le jurassique supérieur est tout entier sous le faciès coralligène, depuis le ptérocérien jusqu'au purbeckien compris, et se trouve recouvert directement par le *valanginien*.

Tout se passe dans le Jura méridional comme si un mouvement lent d'émersion du sol sous-marin s'était produit en se propageant du nord-ouest vers le sud-est ; mouvement dont la conséquence était le retrait successif des récifs à polypiers dans la même direction. Les dépôts saumâtres et d'eau douce de l'étage de Purbeck qui terminent la série jurassique attestent la réalité de cet

exhaussement momentané des hauts-fonds de la mer jurassique supérieure dans la région jurassienne.

Il est important de remarquer que les animaux (Polypiers, *Diceras*, *Nérinées*, *Oursins*, etc.) qui font partie de ces récifs coralliens, à quelque niveau stratigraphique qu'ils appartiennent, offrent des associations génériques toujours assez constantes ; les formes spécifiques elles-mêmes diffèrent assez peu les unes des autres dans les divers horizons successifs, pour que la confusion soit facile entre eux si l'on ne tient compte que des *faunes coralligènes* elles-mêmes, du moins dans l'état actuel de nos connaissances. C'est surtout à l'aide des fossiles fournis par les couches à faciès vaseux ou calcaire entre lesquels se trouvent compris les récifs à polypiers, qu'il a été possible de déterminer l'âge précis de chacune de ces formations coralliennes.

Des faits analogues à ceux que je viens de rappeler pour le jurassique supérieur se retrouvent dans la craie inférieure du bassin méditerranéen ; seulement ici les animaux constructeurs ont changé. Les polypiers ne jouent plus qu'un rôle secondaire dans les formations coralligènes du crétacé inférieur, et le rôle prépondérant appartient à des mollusques de la famille des *Chamidés*, tels que *Requienia*, *Toucasia*, *Monopleura*, etc., qui remplacent les *Diceras* jurassiques.

Les calcaires construits par l'activité de ces organismes sont les calcaires blancs, cristallins, souvent oolithiques ou crayeux, que dans tout le midi de l'Europe l'on s'est habitué à rapporter à un seul et même étage, l'*Urgonien* (de Orgon, Vaucluse) de d'Orbigny. Or, les récifs à Réquiénies dits urgoniens se sont développés à des hauteurs assez différentes, dans la série des terrains crétacés inférieurs, suivant la région que l'on étudie.

Dans le Vercors, ces récifs s'étendent du néocomien à *Toxaster complanatus* qu'ils surmontent jusqu'au gault, embrassant ainsi l'ensemble des étages *urgonien* et *aptien* de d'Orbigny. Dans le nord du département de la Drôme, la partie inférieure de cet épais massif coralligène devient marno-calcaire, et présente un nouveau faciès, le *faciès à Céphalopodes* (*Crioceras*, *Macroscaphites*

Yvani, *Ammonites difficilis*) répandu dans une grande partie du bassin du Rhône, pour lequel Coquand a proposé le nom d'*étage Barrémien*. Dans cette même région de la Drôme, le massif coralligène est également plus limité vers le haut et ne s'étend que jusqu'à l'aptien inférieur.

Plus au sud, dans la chaîne du Ventoux et de la montagne de Lure, les recherches récentes de MM. Léonhardt et Kilian ont montré que les récifs à Réquiénies, très puissants dans la région, passaient latéralement à des couches qui contiennent une faune aptienne inférieure (*Ammonites Martini*, *Ancyloceras Matheroni*), tandis que le Barrémien se développait largement au-dessous de ces récifs.

Dans les Corbières orientales, les récifs à *Toucasia* forment deux niveaux distincts, entre lesquels se trouvent enfermées des couches marneuses à faune barrémienne ou même aptienne inférieure.

Enfin M. Seunes a montré tout récemment que le *gault* des Pyrénées occidentales renfermait des lentilles importantes de calcaires coralligènes à *Toucasia* et *Orbitolina* tout à fait analogues aux calcaires construits de l'aptien.

Dans la craie supérieure du bassin méditerranéen les récifs coralligènes à Rudistes (*Hippurites*, *Radiolites*, etc.) remplacent les récifs à Réquiénies de la craie inférieure et présentent des récurrentes analogues depuis le *turonien* jusqu'au *danien*. Mais au lieu d'entrer dans le détail de ces formations coralliennes du crétacé supérieur, il me semble préférable, à l'occasion de cette même grande période géologique de faire ressortir quelques faits intéressants empruntés à un *faciès* bien différent du faciès coralligène, et qui en est même le plus souvent l'antagoniste, je veux parler du *faciès saumâtre*.

2° *Faciès saumâtre*. — Toutes les fois que le mélange des eaux de la mer avec les eaux douces du continent peut s'effectuer, par exemple, le long des côtes basses pourvues d'un appareil littoral, dans les estuaires des rivières, etc., on constate l'apparition d'un certain nombre de genres de mollusques qui affectionnent

ces conditions spéciales de milieu. Ces animaux, tels que les *Potamides*, *Ampullaria*, *Melanopsis*, *Corbula*, *Corbicula*, *Cyrena*, etc., constituent une faune particulière à laquelle on réserve le nom de *faune saumâtre*, par extension de celui qui convient au milieu lui-même.

Il existe à diverses hauteurs de la série géologique des dépôts souvent fort épais, caractérisés par la présence d'une faune saumâtre, dont les genres rappellent beaucoup en général ceux qui fréquentent les eaux saumâtres actuelles. On connaît des dépôts de cette nature dans le terrain houiller, dans le trias, dans le jurassique inférieur du midi de la France (région des Causses). Mais l'exemple le plus curieux de ces formations se montre dans la craie supérieure du bassin méditerranéen. Il existe, en effet, à divers niveaux de ce système, des intercalations de couches souvent lignifères, avec faune saumâtre, qui attestent la production, en certains points du littoral de la mer crétacée, de lagunes aux eaux peu profondes, et même d'une tendance à l'émersion partielle du bassin.

Cette tendance se montre dès l'aptien en Espagne dans les couches à lignites d'Utrillas; un peu plus tard dans le cénonomanien des Charentes (île d'Aix, Simeyrols) et du bassin de la Méditerranée. C'est à cette époque qu'appartiennent les dépôts lignifères et saumâtres de Saint-Paulet (Gard), de Montdragon (Vaucluse), du Revest près Toulon, de l'abbaye de Fontfroide (Aude).

Le fait est plus rare dans le turonien, riche au contraire en formations coralligènes; néanmoins j'ai indiqué dans les environs de Marseille deux points (La Mède, Allauch) où le turonien supérieur saumâtre atteint 15 à 20 mètres d'épaisseur.

L'émersion, un moment interrompue pendant le *sénonien* caractérisé par de puissantes formations coralligènes à Hippurites, se prononce définitivement dès la fin de cet étage. En effet l'étage *danien* est représenté en Provence et jusque dans le Languedoc par de puissantes formations saumâtres que les géologues ont dû subdiviser en trois grands sous-étages, ceux de *Valdonne*, de *Fuveau* et de *Rognac*. On peut représenter cette région de la France méridionale couverte à la fin de la craie supérieure

d'immenses lagunes littorales qui empiétaient sans doute sur la Méditerranée actuelle, et où pullulait l'une des plus riches faunes saumâtres que nous puissions étudier. Les *Melania*, les *Neritina*, les *Potamides*, les *Melanopsis*, les *Cassiope* parmi les Gastropodes ; les *Cyrena*, les *Corbicula*, les *Corbula*, parmi les Lamellibranches constituent les éléments principaux de cette faune, dont nous devons surtout la connaissance aux recherches du vénérable géologue marseillais, M. Ph. Matheron.

Il m'est impossible d'insister ici sur le détail de ces intéressantes formations. Ce que je tiens à mettre en lumière en ce moment, c'est l'extrême ressemblance que présentent entre elles ces faunes d'animaux saumâtres qui se sont ainsi succédées à divers moments de la période crétacée. Dans un même genre, des espèces très voisines les unes des autres réapparaissent avec le retour du faciès saumâtre ; ainsi une *Corbicule* abondante dans le turonien saumâtre des environs de Marseille ne m'a pas semblé pouvoir être distinguée de *Corbicula gallo-provincialis* du danien de Fuveau ; le *Cassiope Requièni* d'Orb. du cénomanién de Montdragon ressemble au *Cassiope turonensis* Dep. du turonien supérieur de Marseille et au *C. Coquandi* d'Orb. du Beausset. Il importe donc d'être mis en garde contre l'erreur que l'on pourrait aisément commettre en considérant comme synchroniques des dépôts appartenant au même faciès saumâtre, mais d'âge différent ; il serait facile de citer dans l'histoire de la géologie, des exemples de confusions semblables à celles que j'indique.

Je désirerais encore appuyer la démonstration de cette idée par un dernier exemple emprunté aux terrains tertiaires.

Vers la fin de la période miocène, presque toute la région de l'Europe méridionale a été soumise à un mouvement lent d'émer-sion qui a eu pour conséquence la formation de nombreux dépôts saumâtres, et même de couches d'eau douce et continentales. Des témoins de cet exhaussement se montrent dans la plupart des grands bassins fluviaux du bassin de la Méditerranée, mais le phénomène ne se manifeste pas partout avec la même intensité et

de plus il ne paraît pas s'être produit d'une manière simultanée dans tous ces bassins.

Dans la vallée du Danube ou *bassin de Vienne*, les argiles marines de Baden et le calcaire de la Leitha qui répondent au miocène supérieur (étage tortonien) sont surmontés par un étage nommé étage *sarmatique*, caractérisé par l'abondance des Cérithes et des *Cardium*, genres de mollusques qui s'accoutument assez facilement aux eaux saumâtres des estuaires. Plus haut encore, par suite des progrès continus de l'émersion, l'élément saumâtre s'accuse davantage dans les couches à Congéries (*Congeria subglobosa*), lignitifères à la partie supérieure et couronnées enfin par les sables fluviatiles de Belvédère. Cette dernière formation, d'origine continentale, contient des ossements d'animaux terrestres, tels que le *Dinotherium*, le *Mastodon longirostris*, etc., qui ont vécu jusqu'à la fin de la période miocène.

En Italie, on observe une succession d'étages tout à fait analogues à ceux du bassin de Vienne depuis les *marnes bleues à Pleurotones de Tortone* jusqu'aux couches à Congéries (*C. sub-Basteroti*, *C. minor*) par l'intermédiaire des couches sarmatiques à Cérithes. Au-dessus de cet ensemble viennent les marnes bleues pliocènes, qui correspondent à un nouvel envahissement de la mer.

Or, le faciès des couches à Congéries d'Italie — qui se retrouvent dans la basse vallée du Rhône aux environs de Botlène — est assez semblable à celui des couches à Congéries du Danube pour qu'on soit tenté au premier abord de les considérer comme synchroniques. Pourtant, si l'on étudie de près les espèces de Congéries de ces deux bassins, ainsi que l'a fait Fontannes, on observe qu'il n'existe aucune espèce réellement identique des deux côtés des Alpes. De plus les débris d'animaux terrestres qui ont été entraînés dans les lagunes où vivaient les Congéries, et que l'on a retrouvés à Casino, en Toscane, se rapportent à une faune un peu plus jeune que celle du Belvédère et plus semblable aux faunes de la période pliocène. Il en résulte ainsi que j'ai eu l'occasion de l'affirmer, que les couches saumâtres à Congéries du bassin de Vienne, quoique ressemblant à celles d'Italie sont d'âge

un peu plus ancien : l'exhaussement général du sol qui, à la fin du miocène supérieur a refoulé au loin la mer tortonienne aussi bien en Autriche qu'en Italie, a débuté dans le bassin du Danube pour se propager lentement et un peu plus tard vers la France et vers l'Italie.

On voit par cette série d'exemples pris dans tous les terrains et dans tous les pays quelles conclusions intéressantes sur les oscillations du sol et sur les conditions générales de la vie aux diverses périodes géologiques, peuvent être tirées de l'étude détaillée des faciès. Il en est d'autres non moins importantes qui ont trait aux grands déplacements des rivages, dans les temps géologiques et à la géographie des anciennes mers.

Ainsi, pour remonter jusqu'au temps les plus reculés de la vie sur le globe, l'étude des faciès divers du *cambrien* (1) nous conduit à reconstituer de la manière suivante la géographie probable de l'Europe : au nord un grand continent arctique composé de formations cristallo-phylliennes (gneiss et micaschistes) émergé dès la fin de la période primitive. La preuve de l'existence de cette grande terre septentrionale se trouve dans le *faciès littoral* du terrain cambrien, qui dans la région des grands lacs de l'Amérique du nord, aussi bien que dans le nord de l'Écosse, en Suède, en Finlande et jusque dans le nord de la Chine, comprend de puissantes couches de conglomérats, dont les éléments proviennent du démantèlement du continent arctique. La limite septentrionale de l'extension de ce cambrien à faciès littoral nous donne la ligne approximative de ce rivage et de ses principaux contours.

Vers le sud au contraire, dans nos régions de l'Europe tempérée et méridionale, le cambrien est représenté à peu près partout par des sédiments d'eau profonde ou *faciès pélagique* (phyllades et schistes argileux fins) qui attestent l'existence d'un océan étendu.

(1) Le nom de cambrien est pris ici dans le sens large du mot, et comprend à la fois l'étage des phyllades (*archéen*, in Hébert, ou cambrien inférieur) et le cambrien supérieur à faune primordiale.

La profondeur des eaux de cette mer cambrienne est même parfaitement confirmée par les Trilobites aveugles (genres *Agnostus*, *Conocephalus*, etc.) de la faune primordiale et par l'absence des animaux littoraux (Polypiers, Mollusques) dans les gisements continus de cette faune.

Sans doute quelques îles au relief peu prononcé constituaient une sorte d'archipel cambrien dans la région de la Bretagne, du Plateau Central de la France, de la Bohême, des Pyrénées, puisque le cambrien de ces différentes contrées renferme quelques couches de quartzites, de grès et même de conglomérats plus grossiers, indice d'un rivage peu éloigné.

Enfin dans ces dernières années, quelques géologues ont tenté de recueillir des notions précises sur la *distribution géographique* des animaux dans les anciennes mers. Ici les difficultés deviennent très grandes, puisqu'il est nécessaire de faire à la fois la part des différences dues aux divers *faciès bathymétriques* et de celles qui résultent de l'existence de *provinces zoologiques distinctes*. Le problème se complique, en outre, d'une difficulté d'interprétation des conditions biologiques propres à un groupe d'animaux et aux diverses espèces de ce groupe : ces conditions peuvent, en effet, avoir été assez différentes pour deux espèces assez voisines, comme par exemple pour les *Elephas primigenius* et *antiquus* ; et nous n'avons guère de ressources pour surmonter cet obstacle.

Pourtant, M. Neumayr, en étudiant avec soin les animaux marins de la période jurassique a pu établir, provisoirement au moins, l'existence de quatre zones géographiques distinctes par les caractères de leur faune : ce sont les provinces *boréale*, *tempérée septentrionale*, *équatoriale*, *tempérée méridionale*. La province tempérée septentrionale comprend elle-même deux zones, la *zone alpine* et la *zone extra-alpine* (ou de l'Europe centrale), dont M. Neumayr explique l'existence et les contours irréguliers par une différence de climat due à un grand courant d'eau chaude dirigé des bords du Donetz jusqu'en Espagne et en Portugal.

Je me borne à mentionner en terminant ces derniers progrès que les brillants observateurs de l'école viennoise ont fait faire à nos connaissances sur le passé de la Terre. Ces premiers travaux encore un peu hypothétiques, sont le présage d'une ère de recherches plus fécondes encore que les précédentes, et dans lesquelles la question *des faciès* est destinée à jouer un rôle de premier ordre. Aussi aurai-je soin dans le cours de ces leçons de vous signaler ces grands changements d'ordre géographique ou biologique mis en lumière par la comparaison des différents pays explorés. Le but définitif de la géologie n'est-il pas de reconstituer l'histoire complète de chacune des périodes de la vie du globe, comme ont pu le faire pour la période actuelle les efforts combinés des géodésiens, des géographes et des biologistes !

