

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

CHRONOGRAPHE GÉOLOGIQUE

REPRODUCTION DU TEXTE EXPLICATIF

DE LA

SECONDE ÉDITION

DU

TABLEAU DES TERRAINS SÉDIMENTAIRES

• formés pendant les époques de la

Phase organique du Globe terrestre

Mis au point et entièrement retravaillé sur un plan nouveau,
avec application de la gamme des *Couleurs conventionnelles* admises
par les Congrès géologiques internationaux,

AVEC LE

Tableau résumé du Chronographe géologique

PUBLIÉ PAR

E. RENEVIER

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE ET DE PALÉONTOLOGIE A L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE



TEXTE EXPLICATIF

INTRODUCTION

Il y a longtemps que j'avais l'intention de rééditer mon grand *Tableau des terrains sédimentaires*, dont la première édition était épuisée depuis nombre d'années, et qui m'avait été dès lors demandé à maintes reprises. Mais la science stratigraphique s'était tellement modifiée et son champ tellement accru, qu'il ne suffisait pas de changements et adjonctions de détail. Un travail entièrement nouveau et de longue haleine était absolument indispensable; je ne trouvais pas le temps de m'y mettre.

L'approche du Congrès international de 1894 m'avait stimulé et j'aurais voulu pouvoir y présenter ce travail, dont le plan était arrêté dans mon esprit. Mais les préparatifs du Congrès et du *Livret-Guide* absorbèrent tout mon temps disponible, de sorte que je ne pus que mentionner mon projet dans la section de Stratigraphie et Paléontologie, et indiquer le plan nouveau que je pensais suivre (1).

Depuis lors, je me suis mis sérieusement à l'œuvre, pour pouvoir faire paraître mon travail dans le *Compte rendu du Congrès de Zurich*. Le Comité d'organisation, voyant son amplitude, a décidé qu'au lieu de paraître dans la quatrième partie, il constituerait à lui seul une sixième subdivision de ce volume.

Pour les parties où je me sentais moins compétent, j'ai eu recours à divers collègues qui ont bien voulu m'aider de leurs conseils. M. le professeur Depéret, de Lyon, m'a accordé son bienveillant concours pour les tableaux tertiaires, et spécialement pour les faunes mammologiques. Mon tableau du Carbonifère a été soumis à M. Karpinsky, de Saint-Pétersbourg, et modifié d'après ses avis; celui du Dévonien a

(1) *Compte rendu*, 2^e partie, p. 92.

été corrigé par M. le professeur Kayser, de Marburg; celui du Silurien a été amendé d'après les conseils de M. Lapworth, de Birmingham.

Je dois en outre beaucoup de renseignements précieux aux confrères suivants, dont je cite les noms par ordre alphabétique : Ch. Barrois, Choffat, Dollfus, Douvillé, Du Pasquier, Fallot, Ficheur, Gosselet, Grand'Eury, de Grossouvre, Haug, Kilian, von Kœnen, Pavlow, Péron, Rutot, Sacco, C. Schmidt, Van den Broeck.

Je ne mentionne que ceux avec lesquels j'ai correspondu spécialement pour cet objet, et j'en oublie sans doute.

A tous ces aimables collègues, ainsi qu'à ceux, beaucoup plus nombreux, dont j'ai utilisé les travaux imprimés, j'adresse mes chaleureux remerciements.

Dans une œuvre de compilation comme celle-ci, je n'ai naturellement pas pu adopter les vues de chacun, mais je me suis efforcé d'être aussi éclectique et aussi objectif que possible. Ai-je réussi? A d'autres d'en juger. Indépendamment des points litigieux, il est évident que j'aurai commis beaucoup d'erreurs, particulièrement en ce qui concerne l'attribution aux divers faciès. Mais ces erreurs mêmes contribueront au progrès, en attirant la critique et provoquant des recherches sur les questions encore mal élucidées.

J'ose donc espérer que mes confrères reconnaîtront l'utilité de mon œuvre et lui feront bon accueil.

Lausanne, 2 octobre 1896.

E. RENEVIER, prof.

NOTICE SUR LA PREMIERE ÉDITION.

Mon *Tableau des terrains sédimentaires* a paru en 1873 et 1874 dans les nos 70, 71 et 72 du *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles* (vol. XII). Il se compose de neuf tableaux en couleur, qui portent chacun la date du tirage (depuis août 1893). Le point de départ de ce travail fut la difficulté que j'éprouvais à faire comprendre aux étudiants la vraie nature des terrains géologiques, c'est-à-dire le fait que ce ne sont point des matières concrètes et tangibles, mais des ensembles de formations qui représentent une certaine durée des temps géologiques.

Le plus complet gâchis régnait alors dans l'emploi des termes appliqués à la hiérarchie des subdivisions. On employait pêle-mêle les termes stratigraphiques (terrain, groupe, système, étage, série, assise, etc.) et les termes chronologiques (période, époque, etc.); on les subordonnait arbitrairement les uns aux autres, chaque auteur selon sa fantaisie.

Il n'y avait point non plus de convention internationale pour l'emploi des couleurs adaptées aux différents terrains, chacun suivant en cela ses préférences. Les cartes géologiques d'ensemble, commencées dans divers pays, avaient adopté des légendes conventionnelles, dans lesquelles une même teinte désignait souvent des terrains fort différents.

Dans le désir de rendre sensible à l'œil la succession des temps géologiques, j'imprimai mes neuf tableaux sur des papiers de teintes différentes; et comme ceux-ci étaient destinés essentiellement à l'enseignement en Suisse, j'adoptai tout naturellement la convention en usage pour la grande carte géologique de la Suisse. D'autre part, je m'appliquai à établir une hiérarchie des subdivisions en deux séries correspondantes, l'une strictement chronologique (ères, périodes, époques, âges), l'autre exclusivement stratigraphique, mais moins complète (systèmes subdivisés en étages).

Grâce à ces notions simples et rationnelles, que j'ai défendues ensuite dans les Congrès géologiques de Paris en 1878 et de Bologne en 1881 (1), mon essai n'a pas été sans influence sur les conventions

(1) *Compte rendu du Congrès de Bologne*, pp. 90, 114, 130, 150, 560.

internationales adoptées dans ces deux Congrès, en vue de l'unification des termes et des couleurs géologiques, conventions sur lesquelles je puis maintenant baser ma nouvelle édition.

Surtout préoccupé de raccorder les divisions stratigraphiques suisses à celles des régions classiques étrangères, j'avais groupé les formations locales sous deux grands chefs : cinq colonnes, exceptionnellement six, étaient consacrées aux gisements classiques, groupés par régions ; quatre colonnes représentaient les formations locales des diverses régions helvétiques.

C'est ici, comme on va le voir, que j'apporte à mon Tableau les plus profondes modifications.

PLAN DE LA SECONDE ÉDITION.

J'ai intitulé mon nouveau tableau : *Chronographe géologique*, parce qu'il est, dans mon intention, une représentation graphique de la durée des temps géologiques pendant lesquels se sont formés des terrains sédimentaires.

Il se compose de douze feuilles, imprimées sur papiers teintés aux couleurs internationales adoptées pour la Carte géologique d'Europe en cours de publication. Ces douze feuilles représentent les périodes que j'ai admises, en me conformant autant qu'il m'a été possible aux idées les plus répandues.

Les colonnes de gauche sont consacrées au groupement hiérarchique des temps ou des terrains qui les représentent, en quatre ordres de divisions subordonnées les unes aux autres, conformément aux conventions internationales adoptées en 1881 à Bologne.

Je n'ai pas jugé opportun d'introduire un cinquième ordre de subdivisions, celles-ci ayant une valeur purement locale.

Puis vient une colonne intitulée : *Zones biologiques de prédominance*. J'y ai inscrit, à leur niveau le plus habituel, un petit choix de fossiles classiques, c'est-à-dire des espèces les plus fréquemment citées pour définir les zones ou niveaux. J'évite à dessein le terme de *fossiles caractéristiques*, parce que j'estime qu'aucune espèce n'est absolument caractéristique. Telle espèce peut l'être dans un pays et ne plus l'être dans un autre. Par suite des migrations, les espèces ne doivent pas caractériser exactement le même niveau dans des contrées un peu distantes les unes des autres.

Les autres colonnes de chaque feuille, à droite, sont consacrées aux *formations locales*, que j'ai groupées tout autrement que dans la première édition. D'abord, je n'ai plus donné une place prépondérante à la stratigraphie suisse, et j'ai mis tous les pays sur le même rang. Mon Tableau est donc strictement international, sous réserve de la connaissance plus ou moins complète que l'on possède des formations locales de divers pays.

Puis, au lieu d'un groupement géographique, se traduisant par des colonnes consacrées aux divers pays, je me suis appliqué à réaliser, aussi bien que possible, un groupement par *faciès* (1), c'est-à-dire par dépôts formés dans des conditions analogues. Mon but est de faire ressortir les différences de faciès d'un même terrain et de provoquer des recherches dans cette direction nouvelle, qui est la voie normale de la stratigraphie.

Il est évident que, suivant les conditions physiques ou autres, il a dû se produire simultanément, à chaque moment des temps géologiques, des formations très différentes les unes des autres, comme il s'en produit dans le temps actuel. On ne connaîtra bien une époque ou un terrain que lorsqu'on en connaîtra tous les divers faciès. C'est à cela que doivent tendre les études stratigraphiques. De même, on ne connaîtra l'histoire géologique d'un pays que dans la mesure où l'on se rendra compte des conditions dans lesquelles se sont formés les différents terrains qui en constituent le sol.

Mon Tableau contribuera au progrès des études dans ces deux directions différentes, en facilitant les comparaisons dans les deux sens. La lecture des casiers dans le sens horizontal montrera les diverses formations de même âge : *relations d'homotaxie* ou parallélisme. La lecture des colonnes dans le sens vertical fera connaître un même type de formations à travers les âges : *relations d'homotypie*.

(1) Malgré le dictionnaire, qui écrit *facies* sans accent, je mets un *é* à ce mot français, pour éviter une fausse prononciation.

LES FACIÈS OU FORMATIONS

En tout premier lieu, je dois justifier ma classification des faciès en recherchant les causes qui ont déterminé ces différences de formations.

Le terme de faciès fut introduit par GRESSLY en 1858 (1) pour désigner les différences, soit pétrographiques, soit paléontologiques, que l'on peut trouver entre divers dépôts de même âge. Cette expression eût été à peine nécessaire si l'on n'avait étrangement abusé du terme de *formation*, en l'employant pour désigner des groupes stratigraphiques formés pendant la durée d'une *période géologique*. Le Congrès de Bologne, en appliquant à ces divisions stratigraphiques le terme de *système*, a rendu son vrai sens au terme *formation*, équivalent du mot allemand *Bildung*, c'est-à-dire *mode de formation*. On ne doit donc plus dire, par exemple, la *formation jurassique* (*Jura-Formation*), attendu que ce système comprend un très grand nombre de *formations locales* de divers types, déposées en divers lieux, pendant la durée de la *période jurassique*.

Il y a donc entre les termes de *formation* et *faciès* une très grande analogie de nature, mais leur sens n'est pas tout à fait le même, quoiqu'on puisse dire également différence de formations ou différence de faciès. Voici ce que j'en disais en 1884, dans une étude intitulée *Les Faciès géologiques* (2) :

« Les faciès sont donc en définitive les différentes sortes de formations, sédimentaires ou autres, qui peuvent s'être produites simultanément, à un moment quelconque des temps géologiques, comme cela se passe encore au temps actuel. On dit donc les divers faciès d'un terrain, comme on dirait les diverses formations des temps modernes. »

Et plus loin : « Le Congrès géologique de Bologne a condamné l'abus du mot *formation* et désiré ramener celui-ci à son sens primitif, celui de mode de formation. Mais cet emploi fautif est si général dans le langage scientifique populaire, surtout en allemand et en anglais, qu'il faudra sans doute plus d'une génération pour détruire cette erreur. C'est ainsi que le terme de faciès reste pour longtemps encore indis-

(1) GRESSLY, *Observations géologiques sur le Jura soleurois*, p. 44.

(2) *Archives des sciences de Genève*, XII, p. 298.

pensable dans la langue géologique. Il y a même un certain avantage à avoir deux termes différents, consacrés aux diversités du mode de formation : celui de *formation*, qui s'applique tout naturellement aux différences essentielles (formations sédimentaires, marines, d'eau douce, volcaniques, etc.), et celui de *faciès*, qui désigne les différences de détail (faciès crayeux, vaseux, sableux, lacustres, fluviales, d'embouchures, etc.). C'est dans ce dernier sens, en effet, que le mot de faciès est le plus habituellement employé. »

CAUSES ACTUELLES DES DIFFÉRENCES DE FORMATION.

Pour arriver à un groupement rationnel des faciès, il faut d'abord se rendre bien compte des causes qui ont dû agir pour les produire, et avant tout, des causes qui produisent actuellement les formations de différentes sortes.

Ces causes, très multiples, peuvent être groupées sous quatre chefs :

- I. Causes géographiques ;
- II. » thermiques ;
- III. » bathymétriques ;
- IV. » chorologiques.

Il est évident que plusieurs causes agissent souvent simultanément, qu'elles s'enchevêtrent les unes dans les autres et que les faciès, actuels ou anciens, n'en sont qu'une résultante. On peut remarquer aussi que les modifications physiques et organiques réagissent les unes sur les autres, de façon que la faune (ou la flore) locale dépend dans une grande mesure de la nature pétrographique du dépôt, et que, d'autre part, celle-ci est souvent déterminée par la vie organique du milieu (craie, etc.)

I. Causes géographiques.

Les circonstances de milieu, de situation, et aussi de composition du sol, ont une importance majeure sur la nature des dépôts et sur la vie organique qui y laisse ses débris. En prenant le mot de sédiments dans un sens tout à fait général, on peut distinguer :

- a) Des sédiments terrigènes, dus à l'érosion des terres (ex. sable) ;

b) Des sédiments organogènes, dus à l'accumulation de particules organiques (ex. craie);

c) Des sédiments hydratogènes, dus à la précipitation chimique (ex. tuf calcaire).

La nature même de ces sédiments influe sur la vie organique qui les accompagne. Parmi les causes qui déterminent ces différences, je distinguerai essentiellement :

1° *Conditions de milieu* : Milieu aérien ou aqueux, eau courante ou nappe d'eau, eau salée ou eau douce; etc. L'influence de ces divers milieux est trop évidente pour que je m'y arrête. Les principales différences d'*habitat* des animaux et plantes en dépendent.

2° *Distance du rivage*. Dans les milieux aqueux, il faut mettre en seconde ligne la proximité ou l'éloignement du rivage, qui détermine les groupements biologiques connus sous les noms de faunes : littorale, pélagique ou profonde. Il est reconnu en outre que, sauf de rares exceptions motivées par les courants marins, les sédiments terrigènes ne se déposent qu'à proximité des terres fermes, où ils constituent une bordure littorale, de largeur variable, qu'on estime au maximum à 300 kilomètres (1). Au delà, dans l'immense étendue des océans, il ne se dépose guère que des sédiments organogènes ou hydratogènes.

3° *Forme des côtes*. Suivant que la côte est plus ou moins unie ou découpée, plate ou à l'état de falaise, abritée ou exposée aux vents ou aux vagues, les sédiments terrigènes sont naturellement plus ou moins abondants et plus ou moins grossiers, ce qui exerce aussi une grande influence sur l'*habitat* des êtres. Par le fait de l'agitation des eaux (vagues, marées, courants), ces sédiments détritiques subissent un triage; les plus grossiers se déposent les premiers et forment la grève; les autres sont entraînés d'autant plus loin qu'ils sont plus ténus. De là les dépôts graveleux, sableux ou vaseux, qui ont chacun leur faune plus ou moins spéciale d'animaux marins ou lacustres.

4° *Nature pétrographique des côtes*. Enfin, suivant que la terre avoisinante est formée de roches plus ou moins résistantes, l'érosion a plus ou moins de prise, et les sédiments terrigènes sont plus ou moins abondants. En outre, ces roches, dures ou tendres, peuvent être de composition plus ou moins siliceuse, argileuse ou calcaire, et produire

(1) Voir la jolie *Carte des sédiments de mer profonde*, publiée par MURRAY et RENARD et reproduite en 1893 dans le *Bull. Soc. belge de géol., de pal., etc.*, VII, pl. 6.

ainsi par leur désagrégation des *fonds* de diverses compositions, qui, à leur tour, sont préférés par tels ou tels animaux littoraux.

II. Causes thermiques.

L'influence des différences de température sur la vie organique est encore plus évidente, mais présente des cas moins variés.

Elle se fait surtout sentir dans le milieu aérien, où elle détermine les *climats*, dont on connaît l'importance biologique. Quoique à un moindre degré peut-être, la température joue aussi un rôle important dans les milieux aqueux et y détermine des différences fauniques; témoins les récifs madréporiques qui ne peuvent se construire que dans des mers dépassant 20° C. de température.

Nous pouvons distinguer quatre principales causes d'influence thermique :

1° *Les latitudes*, qui déterminent les zones climatologiques : zone boréale ou arctique, zone tempérée, zone tropicale, zone équatoriale, etc. On sait combien les animaux et les plantes sont différemment répartis dans ces diverses zones. Leur influence sur la sédimentation est beaucoup moindre, mais existe néanmoins, comme le prouvent la répartition des récifs madréporiques, presque spéciaux à la grande zone intertropicale, et celle des tourbières, qui existent plus particulièrement dans les zones froides et tempérées.

2° *Les altitudes*, qui déterminent les zones de végétation, et dont l'influence est tout aussi grande, quoique moins apparente, sur la vie animale terrestre. L'influence climatique des altitudes peut contrebalancer parfois celle des latitudes et permettre, par exemple, la formation de tourbières dans les zones tropicales ou même équatoriales. Ces deux causes peuvent aussi s'ajouter l'une à l'autre et produire des températures maximales ou minimales. Enfin, il ne faut point négliger le phénomène glaciaire, dépendant des altitudes ou des latitudes, lequel est d'une grande portée sédimentaire.

3° *La profondeur*. Si les deux causes précédentes sont surtout sensibles dans le milieu aérien, celle-ci, spéciale au milieu aquatique, paraît jouer un rôle moindre comme cause thermique. Elle ne doit toutefois point être négligée, car elle exerce sa part d'influence dans la distinction des zones bathymétriques, dont il va être question.

4° *Les courants aériens ou marins* agissent aussi efficacement dans

la répartition géographique des êtres. Ils refroidissent ou réchauffent les milieux ambiants, diversifiant ainsi les climats. L'influence des vents alizés est bien connue. Celle du Gulfstream, qui vient tempérer les côtes du nord de l'Europe, est peut-être encore plus importante.

III. Causes bathymétriques.

Les causes des différences de vie organique, suivant la profondeur des eaux, sont très multiples :

1° *Les différences de sédimentation*, dont j'ai parlé ci-dessus, page 11.

2° *Le refroidissement graduel* de l'eau des mers, à mesure qu'on s'enfonce.

3° *La pression*, qui s'accroît en proportion de la masse d'eau superposée.

4° *La lumière*, qui s'atténue en proportion de l'épaississement de la nappe traversée, de sorte que dans les grands fonds l'obscurité doit être complète. La fréquence des animaux phosphorescents dans les grandes profondeurs est en rapport direct avec cette obscurité.

5° *L'agitation des eaux*, qui décroît dans la même proportion et devient nulle à une faible distance de la surface.

6° Enfin la *proportion d'oxygène* dissous, qui doit, me paraît-il, diminuer à mesure que l'eau s'éloigne de la surface et devient plus immobile.

Voilà les principales causes de la distribution bathymétrique des espèces. Elles sont amplement suffisantes pour expliquer la différenciation verticale des faunes et des flores marines.

Cette question est capitale pour l'étude des faciès, puisque l'immense majorité des formations géologiques sont dues à la sédimentation marine. Il est donc indispensable que j'entre ici dans quelques détails, d'autant plus que le sujet est relativement moins connu et que la plupart des découvertes qui s'y rattachent sont très modernes.

Les expéditions de dragage, en mer plus ou moins profonde, s'étant beaucoup multipliées depuis un certain nombre d'années, on est arrivé à connaître passablement le fond des océans, soit au point de vue des êtres qui y vivent, soit à celui des sédiments qui s'y forment. On a pu reconnaître ainsi des zones biologiques de profondeur, analogues aux

zones d'altitude subaériennes. On admet généralement *cinq zones bathymétriques*, très inégales en dimension verticale, et qui vont en augmentant d'épaisseur à mesure qu'on s'enfonce. La cinquième, de beaucoup la plus considérable, est relativement moins bien connue; il est probable qu'elle devra être plus tard subdivisée.

I. ZONE LITTORALE, dite aussi *intercotidale*. Comprise dans l'intervalle du balancement des marées, elle s'étend du rivage jusqu'à une profondeur d'environ 12 mètres, suivant l'intensité variable des marées. C'est la plus étroite, mais aussi la plus peuplée. C'est aussi la seule qui soit susceptible de recevoir une sédimentation à grains grossiers.

II. ZONE DES LAMINAIRES, caractérisée par l'abondance des algues. Elle offre encore une riche population de mollusques et d'autres êtres littoraux. Les bancs d'huîtres en font généralement partie, ainsi que les récifs madréporiques. Sa limite inférieure est placée ordinairement à 30 mètres de profondeur; certains auteurs la descendent plus bas.

Dans les mers privées de marées, comme la Méditerranée, les algues sont absolument littorales, et les deux premières zones se confondent; aussi beaucoup d'auteurs les fusionnent-ils en une seule, sous le nom de zone littorale.

III. ZONE DES NULLIPORES ET CORALLINES, c'est-à-dire des algues calcaires. Population abondante de gastropodes et pélecypodes, souvent de grande taille, ainsi les gros gastropodes carnassiers. L'amplitude de cette zone est déjà plus forte; sa limite inférieure est portée par les uns à 72 mètres, par d'autres à 90 mètres et même au delà.

IV. ZONE DES BRACHIOPODES ET CORAUX PROFONDS. C'est l'habitation ordinaire des brachiopodes, qui sont toujours rares dans les zones précédentes, des bryozoaires, des alcyonnaires et en général des polypes non constructeurs de récifs. Les gastropodes et les pélecypodes y sont déjà beaucoup moins nombreux. Les auteurs sont peu d'accord sur sa limite inférieure, qui est placée à la profondeur de 200, 300 et même 500 mètres (Zittel).

V. ZONE ABYSSALE, de beaucoup la plus étendue, aussi bien dans le sens horizontal que dans le sens vertical. Au delà de 2,000 mètres de profondeur, les mollusques deviennent rares; leurs coquilles sont petites, minces, translucides, incolores; les animaux sont en général aveugles. Les dentales habitent souvent ces grandes profondeurs; et parmi les mollusques pélagiques et nageurs, dont les dépouilles tombent sur le sol, on trouve beaucoup de ptéropodes.

Au delà de 3,000 mètres, on ne trouve plus guère que des foraminifères, des radiolaires et des algues calcaires, en général de très petite taille, dont les tests s'accumulent dans les grandes profondeurs, où ils constituent les principaux sédiments, savoir des vases calcaires ou siliceuses organogènes. Mais dans les très grands fonds jusqu'à 8,000 mètres, les tests calcaires sont souvent dissous, et les foraminifères n'existent plus qu'à l'état de moules, tandis que les microzoaires siliceux occupent les plus grandes profondeurs, où leur vase siliceuse alterne avec des produits de précipitation chimique qu'on a nommés *l'argile rouge des hauts-fonds*.

IV. Causes chorologiques.

Certains faits de distribution géographique des animaux ou des plantes ne peuvent s'expliquer par aucune des causes précédentes. Sous les mêmes latitudes et altitudes, et dans des conditions physiques d'ailleurs toutes semblables, on trouve des êtres assez différents suivant les régions. Il y a là une ou plusieurs causes primordiales, relatives à l'origine même de ces êtres.

La *chorologie* (1) est la science qui s'occupe plus spécialement de la distribution géographique des êtres, et qui en recherche les causes. On admet, en général, que les espèces ont un *centre d'origine*, d'où elles ont rayonné, par voie de migrations, dans toutes les directions où elles trouvaient des conditions favorables d'existence. Dans telle ou telle direction, leur propagation était empêchée par des barrières naturelles, par exemple la mer pour les êtres terrestres, un continent pour les êtres marins. C'est ainsi que doivent s'être constitués, par entrecroisement, ces groupements si complexes d'animaux et de plantes qu'on nomme la faune et la flore d'un pays, et qui, abstraction faite des différences de station ou d'habitat, diffèrent plus ou moins d'un pays à l'autre. On peut ainsi distinguer dans le monde actuel ce qu'on a nommé des *provinces biologiques*, qui ont chacune leurs caractères particuliers.

Or, des différences biologiques semblables peuvent se constater également dans les époques géologiques, différences purement chorologiques, qui ne proviennent ni du temps ni du mode de formation. Celles-ci ne sont plus, à proprement parler, des différences de forma-

(1) De $\chi\acute{o}\rho\alpha$ = contrée.

tion, mais on leur applique encore généralement le terme de faciès. On dit, par exemple, le Néocomien à *faciès alpin*, à *faciès extra-alpin*, à *faciès boréal*, pour désigner des formations de même âge et physiquement semblables, mais contenant chacune des fossiles particuliers, parce qu'elles appartiennent à des provinces biologiques différentes.

Voilà donc un cas où la notion de faciès est plus ample et compréhensive que celle de formation, quoique habituellement ce soit l'inverse.

GROUPEMENT DES FACIÈS.

Ces causes si nombreuses, dont l'action peut se combiner et s'enchevêtrer, déterminent dans le monde actuel d'innombrables formations diverses simultanées, les unes plus ou moins locales, les autres plus étendues, qui représentent ensemble l'époque actuelle ou *holocène*.

Les mêmes causes ont dû agir, du plus au moins, à toutes les époques des temps géologiques, et déterminer des formations plus ou moins analogues aux dépôts actuels, qui, envisagées au point de vue de leur nature pétrographique et surtout de leurs caractères biologiques, constituent les faciès géologiques.

Ces faciès sont si nombreux et si variés, qu'il ne pouvait être question dans mon Tableau de leur attribuer à chacun une colonne. J'ai donc dû les grouper, et j'ai cherché à le faire de la manière la plus rationnelle. C'est ainsi que je suis arrivé à distinguer neuf types de formations, que j'ai désignés par des noms simples et facilement compréhensibles.

Pour plus de clarté, j'ai attribué aux dénominations de ces neuf types une désinence homophone en *al*, qui distinguera de prime abord ces noms de ceux qui se rapportent à l'âge des terrains. En agissant ainsi, je n'ai fait que généraliser un usage déjà fréquent (*littoral*, *récifal*, etc.).

Tous les géologues distinguent les formations terrestres et les formations marines. Ces dernières étant beaucoup plus nombreuses et importantes dans les temps primaires, secondaires et même tertiaires, il m'a paru qu'il y avait lieu de les subdiviser en deux groupes naturels, d'après les principes mis en lumière par les sondages modernes.

Je ne trouve point satisfaisant le groupement habituel, en formations littorales et formations pélagiques ou de mer profonde. Il me paraît attribuer une trop grande importance au facteur de la profondeur des

mers; celui de la distance du rivage me paraît beaucoup plus important, car c'est lui qui détermine plutôt la nature des sédiments terrigènes (détritiques) ou zoogènes, ainsi que celle des faunes enfouies, de rivage (littorales) ou de haute mer (océaniques ou pélagiques).

Me basant sur les résultats des sondages du *Challenger* et autres, tels qu'ils sont résumés sur la carte des sédiments marins de Murray et Renard (1), j'ai subdivisé les formations marines en deux grands groupes :

- a) Les formations marines terrigènes ou détritiques;
- b) Les formations marines zoogènes ou océaniques.

Les formations récifales, qui sont tantôt littorales, tantôt océaniques par leur emplacement, sont franchement zoogènes dans leur essence, puisque les apports détritiques empêchent la croissance des polypes constructeurs. D'autre part, il y a des formations mixtes argilo-calcaires, dues à un mélange originel de vases calcaires microzoïques avec des limons argileux, d'origine détritique.

Formations terrestres.

J'ai pris ici le mot terrestre dans le sens de continental, par opposition à marin. C'est du reste un usage assez habituel, quoiqu'il soit critiquable. L'adjectif continental, qui vaudrait mieux à certains égards, serait plutôt l'opposé de insulaire.

Je distingue ici quatre types principaux de formations :

I. Type aériel. Formations subaériennes, généralement pas ou peu stratifiées, ne contenant que des organismes terrestres, ou accidentellement d'eau douce. Fossiles plutôt rares, très souvent détruits par décomposition au contact de l'air. Les conditions de conservation n'étaient pas favorables, vu la nature peu compacte et peu homogène des sédiments.

En voici les principaux faciès :

a) *Faciès volcanique.* Principalement les agrégats volcaniques plus ou moins grossiers, soit brèches et tufs volcaniques, parfois plus ou moins stratifiés et accidentellement fossilifères. On ne les connaît d'une manière certaine que dans l'ère tertiaire.

(1) Voir note, page 11.

b) *Faciès éolien*. Sables mouvants charriés par les vents; dunes; loess très probablement, etc. Fossiles exclusivement terrestres.

c) *Faciès glaciaire*. Moraines plus ou moins anciennes, pures et remaniées. Ce faciès n'est bien connu que dans les temps holocène et plistocène. Il est probable à l'époque pliocène. Représenté peut-être plus anciennement par certains conglomérats à gros éléments, il paraît probable vers la fin de l'ère primaire, au moins dans l'hémisphère sud (Inde, Australie, Sud-Afrique).

Les alluvions glaciaires commencent déjà la transition aux formations limnales.

d) *Faciès ossifère*. Cavernes à ossements; brèches osseuses; phosphorites, sidérolithique terrestre et autres accumulations ossifères, dues aux eaux météoriques, à des inondations subites, ou en partie aussi à des sources minérales. Caractère mixte aéro-limnal.

Les tufs calcaires et autres, renfermant déjà des organismes d'eau douce, appartiennent plutôt au type suivant, mais conservent souvent un caractère mixte.

La colonne consacrée au type aërial serait restée vide pour la plupart des terrains secondaires et primaires. J'ai pensé en profiter pour y mentionner les principaux gisements d'organismes terrestres, animaux ou végétaux, des divers âges, qu'ils aient vécu sur place ou aient été flottés et entraînés, soit dans des dépôts d'eau douce ou saumâtre, soit même dans des dépôts marins. Cette mention m'a paru opportune et d'une utilité pratique, et j'ai ainsi économisé une colonne. Ces gîtes ne sont pas toujours des formations aëriales, mais leurs organismes révèlent la vie aërienne à une faible distance.

II. Type limnal. Formations d'eau douce ou nymphéennes. Sédiments généralement bien stratifiés, contenant des fossiles d'eau douce, avec mélange plus ou moins constant de plantes et d'animaux terrestres flottés. Fréquentes dans l'ère tertiaire, ces formations sont bien connues aussi dans l'ère secondaire et la période carbonique, mais à peine signalées auparavant. Il est probable toutefois qu'on les y reconnaîtra également par la suite.

a) *Faciès crénogène ou tufacé*. Dépôts de sources minérales incrustantes. Tufs calcaires ou siliceux, ordinairement plus ou moins vacuolaires, résultant le plus souvent d'incrustation de débris végétaux. Surtout dans la période néogénique.

b) *Faciès palustre, marécageux ou tourbeux*. Alternance de sédiments détritiques plus ou moins fins avec des dépôts végétaux plus ou moins impurs, souvent utilisés comme combustibles : tourbe, lignite, houille, anthracite ; souvent aussi des calcaires bitumineux. Fossiles d'eau douce adaptés spécialement aux eaux stagnantes marécageuses. Animaux et plantes palustres, variables suivant les régions.

c) *Faciès fluvial*. Dépôts des eaux courantes : fleuves, rivières, torrents. Matériaux d'alluvion et arénacés, plus ou moins grossiers, suivant la rapidité du courant. Quelques types de mollusques et autres organismes affectent de préférence les eaux courantes ; habituellement mélangés d'êtres terrestres flottés.

d) *Faciès lacustre*. Dépôts d'eau douce plus étendus ; sauf leur contenu organique, plus ou moins analogues aux sédiments marins. On peut parfois y distinguer un faciès littoral plus ou moins arénacé et un faciès profond formé de sédiments divers et homogènes : calcaire lacustre, etc. Dans la pratique, les faciès *c* et *d* sont souvent difficiles à distinguer ; on les confond habituellement sous le nom de *fluvio-lacustre*.

Vu l'abondance des formations limnales dans l'ère tertiaire, j'ai dû leur attribuer, dans mes tableaux I, II, III, deux colonnes, que j'ai fondues en une seule pour les autres tableaux. Dans l'une, les calcaires d'eau douce (limno-calcaires) et les dépôts tourbeux, qui ont en commun une origine plus ou moins organogène ; dans l'autre, les formations alluviales et arénacées, exclusivement détritiques.

III. **Type estuarien**. Dépôts d'estuaires ou de deltas, formés à l'embouchure des fleuves dans la mer, et caractérisés par des faunes mixtes, soit fluvio-marines, soit saumâtres. Les deux principaux faciès sont :

a) *Faciès saumâtre*, formé dans les estuaires ou mers intérieures (ex. Baltique) des régions froides ou tempérées, dont les eaux ont été dessalées par les apports d'eau douce excédant l'évaporation. Les sédiments sont plus ou moins semblables à ceux des autres nappes d'eau, douces et salées, mais ils se distinguent par des fossiles spéciaux, appartenant à des genres qui hantent de préférence les eaux saumâtres (*Potamides*, *Melanopsis*, *Neritina*, *Cyrena*, etc.). Souvent aussi on y trouve des animaux marins qui se sont petit à petit accoutumés à vivre dans une eau moins salée ; mais leurs formes sont rabougries, comme chez les huîtres de la Baltique.

b) *Faciès d'embouchure ou fluvio-marin*. Sédiments détritiques caractérisés par un mélange de fossiles marins, limnaux et même terrestres, ou par des alternances fréquentes de dépôts fluviatiles et de dépôts marins, comme cela se produit dans les deltas maritimes actuels, sous l'influence des déplacements du cours d'eau, ou de modification du régime des vents. Transition des formations limnales aux formations marines.

IV. Type lagunal. J'entends par là les dépôts des nappes d'eau extra-salées, dont la salure a été concentrée par l'évaporation, comme cela se produit actuellement dans les lacs salés ou mers intérieures des pays chauds, ainsi que dans certaines lagunes méditerranéennes et autres, en un mot, partout où l'évaporation est plus considérable que l'affluence des eaux douces. On s'est servi souvent du qualificatif *caspiques*, de la mer Caspienne, mais l'expression *lagunal* m'a paru plus euphonique, et s'appliquant aussi bien à ce genre de formations. Les sédiments sont généralement un mélange de matériaux détritiques plus ou moins fins et de précipitations chimiques halogènes : gypse, sel gemme et autres sels solubles. Les dolomies en masses étendues y sont habituelles et paraissent résulter d'un premier degré de concentration des eaux. La nature pétrographique de ces sédiments caractérise donc très nettement ces faciès. Mais en revanche, le criterium biologique fait défaut, ou plutôt c'est un caractère négatif, la salure excessive des eaux ayant la plupart du temps exclu la vie organique, comme cela se voit actuellement dans la mer Morte et d'autres lacs salés.

Sous le nom de *gypsifères* ou *salifères*, ces formations sont connues à peu près à toutes les époques géologiques. Leur fréquence particulière dans le Trias dit *classique* n'est due qu'aux conditions géographiques spéciales de l'Europe occidentale pendant la période triasique.

En fait de faciès spéciaux, on ne peut guère distinguer, dans l'état actuel de nos connaissances, que les deux suivants :

a) *Faciès gypso-salifère*, indiquant une plus grande concentration des eaux, allant jusqu'à la précipitation des sels facilement solubles.

b) *Faciès gypseux*, sans sel gemme, comme par exemple les gypses de Montmartre, qui indiquent des lagunes moins concentrées et dans lesquelles la vie organique est encore possible.

J'ai inscrit tous ces derniers faciès comme formations terrestres, parce qu'ils se sont produits sur terre ferme (lacs salés), ou qu'ils sont une dépendance immédiate des terres (lagunes, estuaires). Ce n'est du

reste qu'une question de classification sans grande importance. Ce sont évidemment des faciès transitionnels.

Il y aurait une autre question beaucoup plus importante à considérer, mais sur laquelle je manque de renseignements. Ces dépôts halogènes ne pourraient-ils pas se produire dans les parties les plus profondes des mers, où l'eau devient pour ainsi dire stagnante et où la salure doit, semble-t-il, se concentrer graduellement avec la profondeur, comme divers sondages l'ont montré, spécialement dans la mer Morte et la mer Méditerranée ?

Les formations terrestres sont, comme on le voit, très variées, mais elles ont en général peu d'étendue et présentent plutôt un caractère local.

Formations marines terrigènes.

L'expression hybride *terrigène* a été introduite, si je ne me trompe, par MM. Murray et Renard, pour désigner les sédiments actuels provenant de la désagrégation ou de l'érosion des terres. Elle équivaut en fait à *détritique*; mais terrigène est un terme très suggestif, qui forme un contraste bien net avec zoogène ou organogène. Il est aussi digne de survivance que minéralogie, par exemple, et tant d'autres mots hybrides.

Sauf les cas exceptionnels des courants, qui peuvent entraîner au loin des matériaux, la sédimentation détritique se produit toujours près du rivage. Le matériel des érosions côtières et celui des apports fluviaux subissent un triage régulier sous l'influence de l'agitation décroissante des eaux. Les matériaux plus grossiers se déposent les premiers et forment les grèves, plus ou moins graveleuses. Les sables sont entraînés plus loin du rivage, ou déposés sur des rives abritées; moins l'eau est agitée, plus ils deviennent fins. Enfin les produits les plus ténus de la trituration sont tenus en suspension plus longtemps et déposés là où la nappe d'eau est plus ou moins immobile, c'est-à-dire habituellement le plus loin des côtes et en dessous du balancement des marées, dans des eaux plus profondes. Ils y forment des limons plus ou moins vaseux, de composition argileuse, argilo-calcaire ou même calcaire, selon la composition chimique des côtes érodées.

Ces dépôts terrigènes peuvent être lacustres ou marins, selon la nappe dans laquelle ils se forment. Je ne m'occupe ici que des derniers, qui constituent autour des continents une zone bordure, plus ou moins large, suivant la déclivité du fond et la masse des apports détritiques.

Ces derniers peuvent aussi s'y trouver mélangés avec des formations zoogènes, puisque celles-ci ne se produisent point exclusivement dans les hauts-fonds, mais parfois aussi près du rivage, au moins certaines d'entre elles.

Cette bordure terrigène doit comprendre les trois premières zones bathymétriques des biologistes, et probablement aussi en partie la quatrième; mais celle-ci est déjà transitionnelle et doit présenter des sédiments mixtes (terrigenes et zoogènes).

Les débris organiques les plus habituels à ces sédiments détritiques sont donc essentiellement des êtres littoraux; mais à ceux-ci peuvent se trouver mélangés, soit des organismes terrestres, amenés par les apports fluviaux, soit des coquilles pélagiques, flottées jusqu'au rivage.

Les formations marines terrigènes ont un caractère beaucoup moins local que les dépôts terrestres. Par suite des conditions de leur formation, elles présentent même généralement une assez grande extension géographique. Ce sont leurs faciès qu'on rencontre le plus habituellement fossilifères, et qui sont par conséquent les mieux connus. Je les ai groupés en deux types, d'après la nature arénacée ou plus ou moins vaseuse des sédiments, et leur ai attribué les trois colonnes médianes de mes tableaux.

V. Type littoral. Formations côtières, à sédiments détritiques plus ou moins grossiers. Fossiles à caractère franchement littoral. Les faciès sont assez nombreux pour que j'aie dû les répartir en deux colonnes, l'une consacrée aux formations arénacées marines, l'autre aux calcaires détritiques grossiers, etc. Du reste, ces faciès sont en général mal définis et auraient besoin d'études locales plus approfondies. Les zoologistes pourraient ici nous être d'un grand secours, en nous faisant mieux connaître les conditions biologiques des dépôts littoraux actuels et des divers groupes d'animaux.

a) *Faciès graveleux ou caillouteux.* Gravier, poudingues, conglomérats grossiers, formés sur les grèves et côtes exposées. L'agitation des eaux et la mobilité du fond excluent les êtres délicats et de petite taille, ou s'ils ont pu y vivre, empêchent leur conservation; aussi n'y trouve-t-on que peu de fossiles. Ce sont surtout de gros bivalves à test épais.

Le faciès graveleux est connu dans les terrains de tout âge et indique presque toujours la proximité des côtes. Dans les cas d'oscillation du sol, se traduisant par une gradation ou dégradation de la grossièreté des sédiments, le niveau graveleux indique donc toujours le maximum d'exhaussement du sol, avant l'émersion, ou le moment

où commence l'immersion. C'est ce qu'ont fort bien montré MM. Rutot et Van den Broeck dans l'étude du Tertiaire de Belgique.

b) *Faciès sableux*. Les sables, mollasses, grès et autres produits arénacés moins grossiers indiquent une proximité moins grande de la côte ou une nappe moins agitée. Leur faune est encore tout à fait littorale, mais beaucoup plus riche : mollusques littoraux très variés et très ornés, spécialement de nombreux gastropodes. Ce faciès arénacé est fréquent également à tous les niveaux géologiques.

c) *Faciès calcaire détritique grossier*. Panchina, mollasse calcaire, calcaire grossier, tuffeau et leurs dérivés par consolidation sont évidemment le résultat de la trituration de débris calcaires, provenant soit des falaises avoisinantes, soit surtout de coquilles brisées et autres tests calcaires. La faune en est tout à fait littorale, mais contient parfois des organismes marquant une profondeur un peu plus grande, comme les nummulites du bassin de Paris, par exemple. Ce faciès est surtout connu dès le milieu de l'ère secondaire.

d) *Faciès sidérolithique marin*, dit à tort *fer oolithique*, ou *oolithe ferrugineuse*, aussi *limonite*. Les fossiles marins et littoraux qu'on y trouve, souvent en abondance, prouvent que c'est bien une formation littorale, analogue de substance au sidérolithique terrestre. L'analogie avec les oolithes calcaires, qui sont à mes yeux de nature récifale, et par conséquent zoogène, me paraît beaucoup plus éloignée. L'emploi du terme *oolithe* pour les matières ferrugineuses me semble donc entaché d'erreur, et propre à perpétuer une confusion regrettable. Je pense qu'il faut attribuer les sédiments ferrugineux marins, comme les terrestres, soit au lessivage des eaux météoriques, soit à des sources minérales, entraînant leurs produits dans la mer. Les sources ferrugineuses peuvent avoir été sous-marines ou avoir jailli près du rivage, peu importe. Les petits grains ferrugineux sont des concrétions pisolithiques, et n'ont point, comme les oolithes calcaires, un nucleus organique.

e) *Faciès marno-calcaire à bivalves*. Mélange de sédiments argileux et calcaires, plus ténus, déposés à une profondeur un peu plus grande et plus loin des côtes. L'élément calcaire peut être détritique, ou aussi d'origine organique. Les fossiles prédominants sont principalement les pélecypodes, souvent de grande taille, ce qui correspondrait à une partie déjà profonde de la troisième zone bathymétrique actuelle. Ce faciès fait la transition entre les formations proprement littorales et les formations bathyales. On pourrait le dire *sub-littoral*. Il est fréquent à tous les niveaux géologiques.

VI. Type bathyal (1). Formations détritiques vaseuses, surtout argileuses, déposées en avant des précédentes, dans la profondeur des eaux circon-littorales. Au point de vue biologique, cela correspond à la quatrième zone bathymétrique des zoologistes. Fossiles principaux : brachiopodes, bryozoaires, polypes non constructeurs, spongiaires, etc., vivant dans ces hauts-fonds. Mêlés avec eux des animaux pélagiques : céphalopodes, ptéropodes, etc., dont les déponilles flottées y sont descendues de la surface.

On peut distinguer ici de nombreux faciès, différant plutôt par les types d'êtres qui y prédominent, que par la nature de leurs sédiments :

a) *Faciès argileux à brachiopodes*, vrai type de la quatrième zone bathymétrique. Les pélécy-podes y deviennent de plus en plus rares.

b) *Faciès argileux à ammonites* ; celles-ci souvent pyriteuses, et en général de petite taille, parce que les tours internes du jeune âge sont seuls conservés. La forte prédominance des céphalopodes donne à ce faciès un caractère biologique tout à fait pélagal, mais les sédiments argileux sont tout à fait terrigènes. Connus dès le Dévonien, ce faciès est surtout fréquent dans les terrains liasique, jurassique et néocène.

c) *Faciès argileux à ptéropodes*, jouant le même rôle que le précédent dans les terrains tertiaires, mais connu déjà plus anciennement, en particulier dans l'ère primaire.

d) *Faciès argileux à graptolithes*, spécial au système silurien, où il prend depuis quelques années une très grande importance.

e) *Faciès à spongiaires*, plus ou moins argilo-calcaire ou argilo-siliceux.

f) *Faciès argilo-calcaire à ammonites*, analogue au faciès b, mais faisant transition aux formations océaniques, par son mélange de sédiments terrigènes et zoogènes.

Formations marines zoogènes.

A une distance plus grande des côtes, là où il ne parvient presque plus de sédiments détritiques, même les plus fins, il se forme néanmoins des dépôts, dus ici à la vie organique, parfois aussi, paraît-il, à

(1) Cette orthographe est meilleure que celle de *bathyal*, employée par suite d'un lapsus dans mes tableaux.

une précipitation chimique. C'est ce qu'ont démontré les sondages en mer profonde. La carte de MM. Murray et Renard, déjà mentionnée, fait voir l'immense étendue qu'occupent ces formations océaniques ou zoogènes dans le fond des océans actuels. Ce sont des sédiments vaseux, tantôt calcaires, tantôt siliceux, qu'on nomme vase à ptéropodes, vase à globigérines, vase à diatomées, vase à radiolaires. Tous ces sédiments sont le résultat de l'accumulation de tests plus ou moins microscopiques d'êtres inférieurs, animaux ou plantes, soit pélagiques, soit pouvant vivre à de grandes profondeurs. Ces microphytes et microzoaires ne sont toutefois pas liés aux grands fonds, mais pullulent parfois aussi à des profondeurs moindres, spécialement là où ne se forment pas de sédiments détritiques. La taille de ces petits êtres paraît décroître avec la profondeur.

A ces sédiments résultant d'accumulation organique, il faut ajouter ceux qui se forment par la croissance des polypes constructeurs, lesquels sont toujours calcaires et peuvent atteindre des épaisseurs beaucoup plus considérables, mais n'occupent pas de si grandes étendues.

Enfin il faut tenir compte des coquilles de céphalopodes et autres vestiges macrozoïques d'animaux pélagiques, qui peuvent descendre au fond de la mer et s'y accumuler également.

Ces formations zoogènes se rencontrent donc à toute profondeur, mais elles existent seules dans les grands fonds, d'où le nom qu'on leur donne souvent de formations de mer profonde (*Tiefseebildungen*). Elles se produisent aussi plus ou moins près des côtes, mais seules se rencontrent dans le centre des océans, d'où leur nom d'océaniques.

Les formations géologiques analogues se groupent assez naturellement en trois types : *pélagal*, *récifal* et *abyssal*, auxquels j'ai consacré les trois premières colonnes de mes tableaux. Si j'ai placé le type récifal entre les deux autres, quoiqu'il soit le plus analogue au type littoral et qu'il se forme, en général, le plus près des côtes, c'est pour ne pas trop séparer les formations bathyales et pélagales, qui sont caractérisées l'une et l'autre par des fossiles pélagiques, et qui se relient souvent par des transitions insensibles.

VII. Type pélagal. On dit généralement *pélagique*, mais cet adjectif s'entend strictement des animaux nageurs qui vivent près de la surface des eaux; il ne peut donc pas s'appliquer logiquement à des sédiments qui se forment au fond de la mer. Indépendamment donc de l'intérêt qu'il y avait à terminer par la même désinence *al* les neuf

types de formations, il y avait avantage aussi à différencier par là le qualificatif des sédiments de celui des faunes.

Je nomme donc formations pélagales celles qui, se produisant ordinairement à distance des côtes, consistent en sédiments zoogènes et non plus terrigènes, et qui, au lieu de faunes plus ou moins littorales, renferment des fossiles pélagiques associés à des êtres pouvant vivre à de grandes profondeurs.

Alcide d'Orbigny, dans son *Cours élémentaire de paléontologie* (1), citait le grand nombre de céphalopodes fossiles comme un criterium de formation littorale et, par contre, l'absence de leurs coquilles flottées, comme une preuve que le dépôt s'est fait loin des côtes. De nos jours, au contraire, la plupart des travaux géologiques considèrent les ammonites, et autres céphalopodes à coquilles, comme les fossiles caractéristiques des formations pélagales. Les divers traités que j'ai pu consulter ne discutent point la question en principe : on dirait qu'ils ont peur de se brûler les doigts; mais dans la pratique ils suivent l'usage traditionnel actuel. Il y a toutefois des naturalistes qui pensent que les céphalopodes peuvent se rencontrer indifféremment dans les formations littorales et pélagales, et ne fournissent par conséquent aucun critère des conditions du dépôt. Fidèle à mon intention d'innover le moins possible et de ne le faire que là où j'aurais des raisons péremptoires, je m'en suis tenu dans mes tableaux à l'idée générale, mais en l'atténuant un peu. J'ai admis comme plus ou moins littorales des formations contenant des céphalopodes, mais dans lesquelles ceux-ci ne sont point prédominants, et n'ai considéré comme décidément pélagaux que les faciès calcaires renfermant une grande abondance de céphalopodes, particulièrement ceux où ils sont presque les seuls fossiles, comme les lentilles triasiques du calcaire de Hallstadt et le Néocomien alpin, dit à céphalopodes. Pour ces derniers, il me semble qu'il ne peut guère y avoir de doutes. Toutefois je dois reconnaître que la question de principe est discutable.

Cela posé, voici les principaux faciès qui me paraissent devoir appartenir au type pélagal, tel que je l'ai défini :

a) *Faciès calcaire à céphalopodes*. Calcaires plus ou moins compacts, caractérisés surtout par la prédominance de ces fossiles pélagiques : calcaires à orthocères et autres nautiléens dans le Silurique, etc. ; calcaires à goniatites dans le Dévonique et le Carbonique; calcaires à ammonites dans toute l'ère secondaire. Ce faciès est déjà plus rare

(1) *Cours élémentaire*, II, pp. 593 et 594, par exemple.

dans le Crétacique supérieur, et manque absolument dans l'ère tertiaire.

b) *Faciès calcaire à ptéropodes*. Les ptéropodes ont des coquilles délicates, d'une conservation difficile; on conçoit qu'ils se rencontrent rarement fossiles. Ce que l'on connaît, ce sont plutôt des *marnes à ptéropodes*, comme celles que Ooster a signalées à la base du Néocœmien des Préalpes, et comme les marnes blanches miocènes des Langhe (Piémont). Transition au type bathyal, par la présence de l'élément argileux détritique.

c) *Faciès crayeux à foraminifères*. L'analogie très grande de la craie avec la vase à globigérines du fond de l'Atlantique, me paraît évidente. Cette question, vivement discutée il y a quelques années, me semble maintenant tranchée. La faune rencontrée habituellement dans le faciès crayeux présente beaucoup des caractères d'une faune profonde : brachiopodes, bryozoaires, échinodermes, spongiaires, etc.

d) *Faciès calcaire à nummulites*. J'ai considéré également la prédominance des nummulites comme un criterium pélagal. Il est vrai que la taille de ces gros foraminifères pourrait faire penser qu'ils ont vécu plus près de la surface. Il est vrai également qu'on trouve des faunes littorales dans les calcaires nummulitiques; mais celles-ci n'occupent que certains points spéciaux, qui peuvent s'être trouvés plus près du rivage et résulter des oscillations du sol. Les calcaires à nummulites, avec rares mollusques, me paraissent donc représenter les formations pélagales du Tertiaire ancien.

e) *Faciès calcaire à fusulines*. Essentiellement formé de foraminifères, on y trouve également beaucoup de céphalopodes : goniatites, ammonites, etc. C'est un type pélagal de la période carbonique, répandu en Russie, dans les Montagnes-Rocheuses et ailleurs.

f) *Faciès glauconieux*. Les grains de silicate de fer nommés glauconie se trouvent habituellement associés aux craies et aux calcaires à céphalopodes. Divers auteurs les ont considérés comme une formation organique. Si tel est le cas, leur place serait bien ici.

VIII. Type récifal. Depuis plusieurs années déjà, j'emploie cette expression pour désigner les formations calcaires dues à la croissance organique, d'une manière analogue à ce qui se passe dans nos récifs madréporiques actuels. Cela correspond à ce qu'on nomme habituellement *faciès corallien* ou *coralligène*. Mais comme il n'y a pas que les coralliaires qui forment par leur croissance des amas calcaires, les

termes ci-dessus sont impropres et insuffisants. Dans ces dernières années, en effet, on a reconnu à un grand nombre de calcaires le caractère récifal et l'on a constaté que divers groupes d'animaux et de végétaux pouvaient prendre part à ces constructions sous-marines.

Les formations récifales actuelles se présentent soit en bancs parallèles au rivage, soit en barrières plus ou moins saillantes, qui peuvent exister assez loin des côtes, ou même isolées dans la haute mer. Elles sont toujours exclusives de la sédimentation détritique. Il doit en avoir été de même des récifs madréporiques anciens. Sur ces récifs vit habituellement une nombreuse population de testacés divers, et en particulier des gastropodes à coquilles très épaisses, dont on retrouve les analogues dans les calcaires récifaux anciens.

Voici les principaux faciès que je fais rentrer dans le type récifal :

a) *Faciès corallien*. Calcaires plus ou moins compacts, souvent blancs, formés en majeure partie de polypiers plus ou moins branchus, dont les interstices sont remplis d'un limon corallien, provenant soit de trituration des branchages les plus délicats, soit d'incrustation calcaire, due souvent à des algues. Tantôt les polypiers se trouvent encore dans leur position biologique de croissance, ce qui indique plutôt le centre du récif ou sa partie intérieure; tantôt ils sont brisés et accumulés d'une manière irrégulière, ce qui caractérise de préférence le côté externe du récif, en regard de la pleine mer. On y trouve de nombreux testacés, animaux ou végétaux, qui ont contribué à l'accroissement du récif : serpules, gros gastropodes et pélécy-podes à test épais (nérinées, dicéras, huîtres, etc.), bryozoaires, échinodermes, lithothamnies et corallines.

Cette formation, si fréquente dans le Jura, où elle a été le point de départ de l'étude des faciès (v. note p. 528), se rencontre dans tous les terrains, depuis les marbres compacts dévoniques et carboniques, jusqu'aux calcaires à polypiers, souvent plus vacuolaires, de l'Éocène et du Miocène.

b) *Faciès oolithique*. Calcaire à grains arrondis, plus ou moins fins, souvent blancs, qui accompagnent généralement le faciès corallien et se forment de nos jours sur les plages extérieures des récifs. Louis Agassiz avait rapporté des récifs de la Floride des calcaires oolithiques tellement identiques à ceux du Jura, que lui-même ne pouvait distinguer les uns des autres que par le goût salin qu'avaient conservé les échantillons modernes.

Ces grains ou *oolithes* sont généralement formées de deux parties.

D'abord un nucleus organique, provenant de la trituration de fragments de polypiers ou de tests divers; dans de grosses oolithes du Jura, de la taille d'une noisette, on reconnaît facilement à l'œil la structure organique du polypier, atténuée par l'usure du grain. Ensuite une croûte calcaire plus ou moins épaisse résultant d'incrustation. Dans les grosses oolithes, la croûte calcaire est souvent rudimentaire ou manque même complètement. M. Weathered a donné une douzaine de coupes de grains oolithiques d'âges divers, grossis à 65 diamètres (1). On y voit clairement les deux éléments et la grande variation de la croûte concentrique, parfois absente, qu'il attribue à une incrustation produite par des algues. Cette idée, du reste, avait déjà été émise, entre autres par M. Rothpletz.

Le faciès oolithique, plus habituel dans le Jurassique, se rencontre presque à tous les niveaux dès le Silurien.

c) *Faciès à rudistes*. On est assez généralement d'accord maintenant pour attribuer l'origine récifale aux *calcaires à rudistes* de la période crétacique. Ces mollusques y sont souvent si abondants qu'ils forment presque la roche entière. Ils sont parfois implantés les uns sur les autres, de manière à imiter la croissance des polypiers. Ils constituent d'ailleurs des bancs, habituellement très épais, qui présentent quelque analogie avec les bancs d'huîtres. On n'en connaît guère en dehors du Crétacique, mais les rudistes constructeurs ont pour précurseurs les *Diceras*, fréquents dans les calcaires coralliens du Malm.

d) *Faciès dolomitique*. Dans certains récifs actuels, on voit se former des *calcaires dolomitiques* contenant de 10 % jusqu'à 40 % de carbonate magnésien. Cette formation se rencontre surtout dans les lagunes centrales des récifs, où pullulent des algues calcaires fortement magnésiennes. Il est donc très probable que beaucoup de dolomies ont cette origine, même si l'on n'y reconnaît pas des traces de polypiers. Ceux-ci peuvent avoir été résorbés par la lévigation des eaux atmosphériques, ou bien la masse dolomitique peut avoir été construite essentiellement par des algues calcaires, comme par exemple les *Gryroporella*, si abondantes dans certaines dolomies du Trias.

IX. **Type abyssal**. J'ai réservé ce nom aux dépôts des mers les plus profondes, des abîmes. Leur analogie avec les sédiments pélagaux est d'ailleurs très grande, et la transition insensible. Le criterium dis-

(1) *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. II, n° 202, pl. 7.

tinctif me paraît être essentiellement la rareté des fossiles macroscopiques et la plus grande fréquence de l'élément siliceux.

Ce qui occupe la plus grande étendue des abîmes océaniques actuels, c'est une *argile rouge* ou grisâtre, qui paraît constituer le principal sédiment au delà de 5,000 mètres de profondeur. On y trouve des moules ferrugineux de foraminifères, des globules concrétionnés de fer ou de manganèse, des nodules siliceux, des particules de ponces volcaniques, etc. C'est évidemment le résidu, peu abondant d'ailleurs, de précipitations chimiques, de cendres volcaniques très fines, de poussières cosmiques, etc.

En seconde ligne comme étendue, on trouve la *vase à globigérines*, qui se rencontre encore sur d'immenses surfaces, particulièrement dans l'Atlantique, mais occupe des profondeurs moindres, de 500 à 5,500 mètres seulement. Elle est formée essentiellement de foraminifères, qui pullulent à la surface des eaux tièdes, et dont les carapaces calcaires se déposent lentement au fond. On y trouve aussi des granules attribuables à des algues calcaires, puis des parties glauconieuses ou siliceuses attribuables à des diatomées.

Enfin les *vases siliceuses* à radiolaires et diatomées, qui sont moins étendues, se rencontrent au contraire aux plus grandes profondeurs, jusqu'à 8,000 mètres.

Tous ces dépôts abyssaux actuels sont extrêmement pauvres en organismes macroscopiques : quelques rares petites coquilles rabougries et sans couleurs et quelques os de cétacés ou de grands poissons, voilà le principal.

Les abîmes des océans doivent avoir été rarement émergés, depuis que nos continents sont esquissés. Aussi ne connaît-on aucun représentant du type abyssal dans les terrains de l'ère tertiaire. Plus anciennement, il existe quelques formations qui présentent de l'analogie avec les sédiments actuels, que je viens d'énumérer, soit par leurs micro-organismes constitutifs (foraminifères et radiolaires) et l'extrême rareté des fossiles macroscopiques, soit par la fréquence des rognons siliceux disséminés dans le calcaire, ou leur teinte rouge prédominante.

Voici les faciès qui, en raison de ces analogies, me semblent pouvoir être attribués hypothétiquement au type abyssal :

a) *Faciès rubigineux*. Argiles ou marnes rouges presque azoïques, comme certaines argiles rutilantes du midi de la France, et peut-être le Crétacique rouge des Préalpes romandes, lequel ne contient, en fait de fossiles, que de rares *Inoceramus* et quelques dents de squales.

b) *Faciès crayeux à silex*. Certains bancs de craies sont très pauvres en fossiles, mais d'autant plus riches en silex.

La présence de rares bélemnites serait une confirmation; car ces corps durs et lourds ont dû aller au fond lors de la putréfaction du mollusque. Le *Sewerkalk* de la Suisse allemande est peut-être aussi dans le même cas. Formé de foraminifères, on n'y rencontre que très exceptionnellement *Belemnitella mucronata* et *Ananchytes ovata*, celui-ci sur des points où la mer était peut-être moins profonde. Ce qui m'en donne l'idée, c'est l'uniformité du dépôt, qui représente certainement tout le Crétacique moyen et supérieur, sans distinction possible d'étages.

c) *Faciès silicéo-calcaire*. Je range dans la même catégorie les calcaires gris à banes silicieux ou à lentilles siliceuses irrégulières, si fréquents dans les Alpes suisses, qui ne contiennent presque aucun fossile, sauf quelques rares bélemnites et aptychus, et qui représentent *in globo* l'ensemble du Malm.

d) *Faciès siliceux*. Mais ce qui me paraît le plus probablement abyssal, ce sont ces roches siliceuses compactes (*Kieselschiefer*, lydite) dans lesquelles le microscope a révélé de nombreux radiolaires, des spicules de spongiaires, etc. On en a signalé surtout dans les époques anciennes, (Silurique, Dévonique), depuis lesquelles le relief du sol s'est considérablement modifié, ce qui a pu amener à la surface le fond des océans d'alors.

J'ai groupé de mon mieux, dans ces neuf types de formations, les principaux faciès connus, mais je ne me dissimule pas qu'il règne encore beaucoup d'incertitude, non pas tant dans la définition de ces types, qui me paraissent assez naturels et logiques, mais dans l'interprétation des faciès de nombreuses formations locales. A ce sujet, il y aura sans doute beaucoup à rectifier dans mes tableaux. C'était inévitable dans un travail synthétique sur un sujet aussi peu étudié jusqu'ici.

J'espère néanmoins que ce premier essai de classement homotypique général pourra rendre des services, soit en montrant la grande variété des faciès et leur distribution aux différentes époques, soit en attirant l'attention sur l'importance de l'hétérotypie, et en provoquant des critiques raisonnées sur les points fautifs. Ces critiques, je les souhaite et les réclame; car c'est le seul moyen de faire progresser les études stratigraphiques et de nous procurer une synthèse des temps géologiques.

ÉCHELLE CHRONOGRAPHIQUE DES TERRAINS

Il me reste à expliquer les principes qui m'ont guidé dans le groupement hiérarchique des terrains et dans leur nomenclature.

Toute classification présente nécessairement quelque chose d'artificiel, parfois d'arbitraire : tout spécialement un groupement stratigraphique général. D'une part, les événements géophysiques et biologiques n'ont pas été partout les mêmes, et leur enchaînement a varié suivant les pays. De l'autre, les coupures que l'on est forcé d'établir dans toute classification sont beaucoup trop absolues, et l'on ne peut pas tenir compte suffisamment des transitions graduelles.

Malgré ces inconvénients, les classifications sont indispensables, celle des terrains comme les autres. Si l'on veut se former une idée claire de la succession des temps géologiques, on ne peut pas se contenter des groupements stratigraphiques régionaux ; on doit les comparer entre eux. Mais, comme le montrera le *Répertoire* qui va suivre, les dénominations locales sont si nombreuses qu'il est impossible de les connaître toutes.

Il faut pouvoir les rapporter à un étalon commun, conventionnel, aussi éclectique que possible, toujours perfectible, fondé sur des principes généraux et non sur des circonstances locales. Il est évident qu'une telle classification générale des terrains devra se baser essentiellement sur les régions dont la stratigraphie est la mieux connue, la plus complètement étudiée, mais devra tenir compte aussi des autres contrées, où les récentes études révèlent des circonstances différentes. C'est ici que la considération des faciès rendra de grands services.

C'est une semblable synthèse que je me suis efforcé de réaliser. Je ne voudrais limiter en rien la liberté scientifique. Je n'ai absolument pas le désir de voir couler dans le même moule les classifications stratigraphiques des divers pays. J'ai voulu seulement offrir à celles-ci un terme commun de comparaison, un *standard*, un étalon conventionnel pour la mesure des temps géologiques. Pour cela, tout en me basant sur des principes généraux rationnels, j'ai cherché à tenir compte éclectiquement des différents points de vue nationaux ou individuels.

GROUPEMENT HIÉRARCHIQUE.

Conformément aux règles admises au Congrès international de Bologne (1), j'ai adopté quatre ordres de subdivisions, subordonnées les unes aux autres, et d'une valeur extensive décroissante.

Abstraction faite des temps archéiques, mal définis et peu appréciables, vu l'absence de documents biologiques, j'ai distingué :

3 div. de 1 ^{er} ordre :	ÈRES	=	Groupes; de valeur universelle;
8 » 2 ^e » :	PÉRIODES	=	Systèmes; valeur très générale encore;
29 » 3 ^e » :	ÉPOQUES	=	Séries; valeur plutôt européenne;
74 » 4 ^e » :	AGES	=	Étages; valeur seulement régionale.

Quant au cinquième ordre (sous-étages ou assises), prévu également à Bologne, il n'a plus qu'une valeur purement locale, et j'en ai fait abstraction dans la classification générale.

J'ai cherché à donner aux étages une amplitude aussi équivalente que possible, en me basant pour cela sur l'évolution biologique, qui me paraît le seul moyen rationnel de mesurer les temps.

Pour cette mesure, beaucoup d'auteurs se sont basés sur l'épaisseur des sédiments. C'est là un élément essentiellement accidentel et variable, suivant les lieux et les faciès, et il me paraît absolument illusoire d'y chercher une base chronométrique.

C'est aussi sur les relations biologiques, principalement, que je fais reposer le groupement hiérarchique des subdivisions, et non point sur les grands mouvements de transgression, comme le fait M. de Lapparent et en général l'école française. Les mouvements d'exhaussement et d'affaissement du sol sont des phénomènes accidentels, qui n'ont affecté que des régions restreintes, et dont les effets se sont produits à des moments différents selon les pays. Les transgressions et les régressions des mers ont dû exercer une grande influence sur la stratigraphie régionale, mais n'ont pas le caractère de généralité voulu pour une classification internationale. Il faut remarquer toutefois que ces mouvements du sol influent sur la distribution géographique des êtres, et par conséquent aussi sur la modification des faunes et des flores; mais ce n'est là qu'une action indirecte. La seule base logique de classification stratigraphique internationale me paraît donc être la base paléontologique.

(1) *Compte rendu du Congrès géologique de Bologne, 1881, pp. 92-122.*

NOMENCLATURE.

Pour une classification générale, il importe d'avoir une nomenclature claire, bien définie, utilisable dans toutes les langues, sans traduction, mais avec de simples modifications conformes au génie de chaque langage. La méthode qui consiste à prendre pour base les noms géographiques, en leur adjoignant une désinence homophone, modifiable suivant les langues, se répand de plus en plus, et je la crois excellente. En conséquence, pour tenir compte de critiques justifiées, j'ai renoncé à certains noms tirés de fossiles (Opalinien, Cymbien, etc.), qui ne manquaient pourtant pas de précision. J'ai également abandonné les noms vulgaires ou pétrographiques (Culm, Houiller, Corallien), qui se rapportent plutôt à des faciès régionaux. Ces termes trouveront leur emploi dans les nomenclatures locales, où tous les noms pétrographiques ou paléontologiques ont leur raison d'être, pourvu qu'ils aient une signification juste dans la contrée où ils sont en usage.

Il serait même à désirer qu'on s'en tint dans la stratigraphie locale aux noms *paléonto-pétrographiques* (ex. : calcaire à..., grès à... tel et tel fossile, réellement habituel dans la localité), plutôt que de créer pour des faciès locaux, d'âge souvent incertain, de nouveaux termes homophones, qui ne disent rien par eux-mêmes et qui encombrant la synonymie.

D'autre part, pour la nomenclature générale, les noms d'origine géographique me paraissent décidément les meilleurs, mais, pour désigner les étages, on devrait toujours partir de gisements classiques connus, bien définis par leur faune (p. ex. : Bartonien, Barrémien, Bajocien, Raiblien, Wenlockien), et non pas prendre pour type des régions étendues, où sont représentés plusieurs étages, que ces noms soient empruntés à l'antiquité ou à la géographie actuelle (ex. : Ouralien, Juvavien, Norien, Ladinien). De tels noms sont très convenables pour désigner de grandes périodes (Silurique, Jurassique), mais manquent décidément de précision pour les subdivisions de quatrième ordre.

Dans les choix que j'ai dû faire entre de nombreux synonymes, je me suis réglé autant que possible sur la *loi de priorité*, toutes les fois que les noms les plus anciens étaient suffisamment clairs et précis, ou

consacrés par l'usage, et que leur point de départ n'était pas décidément fautif.

Certains auteurs sont à cet égard trop restrictifs et voudraient exclure de la nomenclature générale les dénominations basées sur des formations terrestres (p. ex. : Stéphanien, Lodévien, Pontien), et n'acceptent pour base que des types marins. Cette restriction ne me paraît pas justifiée. L'essentiel est que le type du nom soit précis et bien connu. On prend parfois ce prétexte pour créer de nouvelles dénominations, qui ne valent pas les anciennes. Gardons-nous de cette manie de faire des noms nouveaux, là où ce n'est pas absolument nécessaire pour désigner des choses réellement nouvelles. Je puis certifier que j'ai suivi moi-même ce précepte. Dans ma première édition, j'avais créé un petit nombre de termes indispensables, mais dans mes tableaux actuels, sur plus d'une centaine de noms, je n'en propose qu'un seul nouveau, celui de Prépliocène, qui se comprend de lui-même et dont je dirai plus loin la raison d'être.

Quant aux désinences homophones, j'estime de la plus grande utilité de leur donner un sens précis, pour caractériser les divers ordres de divisions, et de ne pas les employer indifféremment pour l'un ou l'autre ordre. Cet emploi méthodique a une grande importance pour l'enseignement et ne limitera en rien la liberté scientifique, car ceux qui auraient des raisons pour attribuer une autre valeur ordinale à un nom de terrain, n'ont qu'à changer sa désinence. C'est une mesure de bon ordre, qui a l'avenir pour elle et que la routine seule pourrait repousser.

Tenant compte des usages les plus répandus, j'ai employé les désinences suivantes :

- 1^{er} ordre ...aire = ...är (allemand) = ...ary (anglais) = ...ario (ital., etc.);
 2^e » ...ique = ...isch (all.) = ...ic (anglais) = ...ico (ital., etc.);
 4^e » ...ien = ...ian (allemand et anglais) = ...iano (ital., etc.).

Pour le troisième ordre de subdivisions, qui est d'une importance moindre et pour lequel l'usage n'a pas encore consacré une désinence uniforme, je n'ai pas voulu en introduire une artificiellement. Dans le Tertiaire, la désinence ...cène est en usage et va très bien. Dans le Secondaire et le Primaire, on emploie généralement la désinence ...ien, qu'il vaudrait mieux pouvoir réserver au quatrième ordre. Il y a là une lacune de langage que l'avenir comblera peut-être. Je m'estimerais

déjà heureux si mon Chronographe pouvait contribuer à généraliser l'emploi méthodique des trois désinences ci-dessus.

Deux points de vue inverses règnent quant à la valeur des divisions de premier ordre.

Alcide d'Orbigny en avait fait complètement abstraction. Il divisait immédiatement en Périodes, et admettait au même rang les Périodes crétacée, jurassique, triasique et paléozoïque. Il subdivisait cette dernière en quatre étages : Permien, Carboniférien, Dévonien et Silurien; donnant à ceux-ci la même valeur ordinale qu'aux étages jurassiques : Bajocien, Bathonien, Callovien, etc. Il admettait de même une seule Période pour tout le Tertiaire, ce qui pourrait déjà mieux se comprendre. C'était évidemment une exagération de la valeur des temps secondaires, par rapport aux autres.

A l'opposite se placent divers géologues anglais et américains, qui, influencés par le rôle considérable que jouent chez eux les terrains anciens et par la grande épaisseur qu'ils y atteignent, voudraient leur attribuer une valeur au moins égale aux temps secondaires et tertiaires réunis. M. Lapworth, entre autres, préconise le groupement suivant :

Néozoïc , subdivisé en	{	CAÏNOZOÏC = Tertiaire.
		MÉSOZOÏC = Secondaire.
Paléozoïc , subdivisé en	{	DEUTOZOÏC = Dévonique + Carbonique.
		PROTOZOÏC = Silurique (av. Cambrien).

Entre deux points de vue aussi contradictoires, sur la valeur attribuable aux subdivisions des temps organiques, j'avais déjà pris dans ma première édition, avec la grande majorité des auteurs modernes, une position intermédiaire. Je n'ai pas de raison pour m'en départir, car je me trouve d'accord en cela avec la plupart des traités récents, entre autres ceux de MM. Geikie, Prestwich, de Lapparent, Kayser, etc.

Je conserve donc, comme précédemment, trois divisions de premier ordre :

PRIMAIRE OU PALÉOZOZAIRE, SECONDAIRE OU MÉSOZOZAIRE,
TERTIAIRE OU CÉNOZOZAIRE,

précédées d'une division d'ordre douteux, qui même pour le plus grand nombre serait *anté-organique* : ARCHÉIQUE.

Je passe à la justification des subdivisions que j'ai admises, et de leur nomenclature, en remontant la série des temps, des plus récents aux plus anciens.

Ère tertiaire ou CÉNOZOÏRE.

Je dis *Cénozoaire*, et non *Cénozoïque*, comme c'est l'usage, afin de caractériser par la désinence ...*aire* la valeur ordinale de la division. D'autre part, je préfère la forme douce *Céno...* au radical dur *Kaïno...* C'est d'ailleurs plus conforme à la construction des mots *Pliocène*, *Miocène*, *Éocène*, etc. La racine étant la même, si l'on dit *Kaïnozoaire*, il faudrait dire aussi *Pliokaïne*, etc.

Comme je le faisais déjà dans ma première édition, je comprends dans l'Ère tertiaire les Époques pliocène et actuelle. Pour légitimer ce point de vue, qui me paraît de plus en plus juste, je reproduis ce que je disais à ce sujet dans mon texte explicatif de 1874 (1).

« Il n'y a aucune modification organique importante entre le Tertiaire (anc. style) et le Quaternaire. Fort peu de types disparaissent. Seuls les Mastodontes cessent en Europe, mais ils persistent en Amérique. Il n'y a guère d'apparition nouvelle, sinon l'homme, et encore son existence dans le Pliocène d'Italie et de Belgique est-elle affirmée par plusieurs. Les genres se continuent presque tous les mêmes; un grand nombre d'espèces (de mollusques) passent de l'un à l'autre. Quelle différence, au contraire, entre les faunes et flores des Ères primaire, secondaire et tertiaire! Les types organiques qui les composent sont éminemment différents, et quoiqu'on puisse s'attendre à voir les limites de ces trois Ères s'effacer de plus en plus, celles-ci n'en resteront pas moins trois divisions primordiales, parfaitement naturelles au point de vue paléontologique.

» Du reste, cette opinion me paraît de plus en plus partagée par les paléontologistes. Mon maître regretté, F.-J. Pictet, l'exprimait déjà en 1857 (2). M. Gervais est encore beaucoup plus explicite quand il dit (3) :

« L'époque que l'on continue, *on ne sait trop pourquoi*, à appeler » Quaternaire, comme si elle constituait une nouvelle grande série de » faunes et de flores... »

» J'ajoute que les usages sont très divers sur ce point : Alc. d'Or-

(1) *Bulletin Soc. vaudoise des sciences naturelles*. XIII, p. 232.

(2) *Traité de paléontologie*, IV, p. 703.

(3) *Bulletin géologique Fr.*, 2^{de} s., XIX, p. 95.

bigny et M. C. Mayer laissent à part l'époque actuelle, mais joignent l'Époque quaternaire au Tertiaire. Lyell et M. Gaudry terminent le Tertiaire au-dessus du Plistocène à *Elephas meridionalis*, c'est-à-dire au milieu du Quaternaire de la plupart des auteurs. Naumann enfin subdivise le Cénozoïque en Quartär et Tertiär. Ces divergences confirment ma thèse qu'il n'y a point là de division primordiale naturelle. »

Depuis lors cette question a fait l'objet d'une intéressante discussion au Congrès de Londres (1).

Mon point de vue y a été soutenu par M. Blanford et combattu par divers confrères. Les arguments que l'on m'a opposés ne m'ont point convaincu. Les uns sont basés sur les changements physiques du sol européen : creusement des vallées, empiètement des glaciers, etc. ; changements dont le point de départ est probablement bien antérieur au soi-disant Quaternaire. La principale objection consistait dans l'apparition de l'homme, dont le moment est bien loin d'être certain, puisque plusieurs découvertes reporteraient cet événement à l'époque pliocène.

Plus je vais de l'avant, plus je suis persuadé que ce que l'on appelle Quaternaire, ce sont les formations terrestres de l'Époque pliocène, s'étendant jusqu'à maintenant, c'est-à-dire l'ensemble des temps représentés par mon tableau I.

L'usage paraissant prévaloir, de plus en plus, de subdiviser l'Ère tertiaire seulement en deux Périodes, je m'y suis conformé dans mes nouveaux tableaux ; mais pour rester d'accord avec les trois couleurs consacrées par la carte internationale d'Europe, j'ai réparti la Période néogénique sur deux feuilles.

PÉRIODE NEOGÉNIQUE.

Au nom de Néogène, usité maintenant pour désigner le groupement des temps Pliocène et Miocène, j'ajoute par motif d'ordre hiérarchique la désinence de second ordre *...ique*.

En raison de sa répartition sur deux tableaux, imprimés sur des papiers jaunes de nuances différentes, j'ai dû subdiviser le Néogénique en deux Sous-périodes :

(1) *Compte rendu*, quatrième session, p. 233.

a) **NÉOGÉNIQUE RÉCENT.** Tableau I, jaune pâle, subdivisé en :

NÉOGÉNIQUE RÉCENT.	}	HOLOCÈNE (Gerv. 187?) [tout à fait récent]	{ Actuel. Palafittien.
		PLISTOCÈNE (Lyell 184?) [beaucoup plus récent]	{ Acheulien (Mortil. 1878). Durnténien (May.-Ey. 1881). Sicilien (Doderl. 1872).
		PLIOCÈNE (Lyell 1833) [plus de récent]	{ Astien (Rouv. 1853). Plaisancien (May.-Ey. 1857).

Je ne veux pas expliquer ici toutes ces subdivisions et dénominations; je renvoie pour cela au *Répertoire*. Je dois seulement insister sur quelques points litigieux, de méthode ou de taxinomie.

Je dis **PLISTOCÈNE** et non *Pleistocène*, comme l'usage s'en est abusivement introduit, parce qu'on dit *Pliocène*. La racine du premier étant le superlatif de celle du second, il faut les interpréter de la même manière. Il serait peut-être plus étymologique de dire *Pleistocène*, mais alors il faudrait dire *Pleiocène* et *Meiocène*; en agir autrement est illogique.

Le **Sicilien** est classé par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent dans le Pliocène, et non dans le Plistocène, comme on le fait généralement. Le fait est que c'est un étage de transition. Ce qui me l'a fait adjoindre au Plistocène, c'est son synchronisme presque certain avec une ancienne extension des glaciers.

Du reste Sicilien est défini par ces auteurs de deux manières différentes. Dans la troisième édition du *Traité de géologie*, M. de Lapparent lui donne un sens restreint, comme dans mon tableau I. Au contraire, dans leur classification de 1894 (1), ces deux auteurs lui donnent un sens extensif, en y assimilant la faune du Val d'Arno à *Mastodon arvernensis*, tandis qu'ils laissent dans l'Étage astien le Fossonian de Sacco, qui contient absolument la même faune.

Il y a là des difficultés de parallélisme qui devront être résolues par de nouvelles études. C'est un des rares points où, bien à contre-cœur, je n'ai pas pu m'accorder entièrement avec mon collègue de Lyon, M. le professeur Depéret, dont j'ai en général suivi les idées, pour tout ce qui concerne les faunes mammalogiques. Pour des terrains dont les plus beaux types sont en Italie, je n'ai pas cru devoir trop m'écarter du point de vue des stratigraphes italiens.

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 3^e sér., XXI, p. 488.

b) **NÉOGÉNIQUE ANCIEN**. Tableau II; sur papier jaune vif.

C'est à peu près l'équivalent du Molassique de mes anciens Tableaux.

Je le divise en :

NÉOGÉNIQUE ANCIEN.	}	PRÉPLIOCÈNE (Ruv. 1896) . . .	Pontien (Marny 1869).
		[précédant le Pliocène]	Tortonien (May.-Ey. 1857).
		MIOCÈNE (Lyell 1833)	Helvétien (May.-Ey. 1857).
		[moins de récent]	Burdigalien (Depér. 1892).
			Aquitainien (May.-Ey. 1857).

Je dois m'expliquer ici sur divers points :

L'étage supérieur, Pontien, forme un trait d'union entre le Pliocène et le Miocène. Il possède une faune mammalogique spéciale, à caractère intermédiaire; aussi est-il classé par l'école anglaise et allemande à la base du Pliocène et par l'école française au sommet du Miocène. J'ai cherché à rendre cette position intermédiaire en lui faisant entre les deux une place à part, justifiée par l'indépendance et l'importance de sa faune à *Hipparion*. En le plaçant dans le Tableau II, je l'ai rapproché du Miocène, mais j'ai voulu manifester son affinité aux étages supérieurs par le nom de **PRÉPLIOCÈNE**, qui me paraît plus heureux que celui de Mio-Pliocène, employé dans la même intention par divers auteurs. L'inconvénient, c'est d'en faire une Époque, représentée par un seul Age ou Étage; mais comme les formations marines en sont encore fort mal connues, il se peut que par la suite celles-ci donnent lieu à une subdivision ou, au contraire, provoquent son rattachement définitif à la série supérieure, ou à l'inférieure.

Quant au nom de **Pontien**, il a été critiqué, comme basé sur des formations estuariennes. Le nom de Messinien, employé par M. Mayer-Eymar, n'aurait pas cet inconvénient et serait plus ancien; mais il paraît douteux que les couches marines de Sicile, sur lesquelles ce nom est basé, soient homotaxes du Pontien.

MM. de Lapparent et Munier-Chalmas placent en dessous du Pontien un Étage sarmatien. Je ne l'ai point admis, par la raison que les couches à *Cerit. pictum*, sur lesquelles il est basé, paraissent n'être qu'un faciès estuarien de la partie supérieure du Tortonien. Ici, comme pour le Miocène en général, j'ai suivi les conseils de M. Depéret.

C'est encore pour me conformer aux idées de mon collègue de Lyon que j'ai remplacé le nom si connu de Langhien par celui de **Burdigalien**, proposé par lui, et adopté par le service de la carte géologique

de France. Cette substitution est motivée sur le fait, affirmé par M. Depéret, que les marnes blanches à ptéropodes des Langhe, type du Langhien, appartiennent à un niveau plus élevé. Du reste, la mollasse d'eau douce inférieure, que seule nous appelions, en Suisse, Langhien, ne correspond qu'à la partie inférieure du Burdigalien. La partie supérieure de cet étage est représentée chez nous par le *Muschelsandstein*, que mes précédents tableaux confondaient avec l'Helvétien.

Vient enfin la question de l'**Aquitanién**, qui se trouve à la limite des Périodes néogénique et nummulitique, à l'une ou l'autre desquelles il est réuni suivant les auteurs. Ici je me suis vu obligé de me séparer de mon excellent guide, M. Depéret, qui, avec l'école allemande, réunit cet étage à l'Oligocène. Je me suis peut-être laissé impressionner par nos formations régionales de la Suisse, et du pied nord-ouest des Alpes en général, mais il m'a paru difficile de séparer l'Aquitanién de notre série mollassique, pour le rejeter dans la Période nummulitique, dont son faciès habituel est si parfaitement différent. J'ai donc adopté de préférence le point de vue de M. le Dr Fallot, directeur du musée de Bordeaux, qui vit au milieu des plus beaux types marins de l'Aquitanién et préconise leur rattachement au Miocène.

Je suis prêt à reconnaître toutefois que c'est encore là un de ces étages transitifs, qu'il faudrait laisser flottant aux confins de deux Périodes.

PÉRIODE NUMMULITIQUE.

Dite aussi *Éogène*. Tableau III, sur papier jaune foncé.

En plaçant au-dessous de l'Aquitanién la ligne de séparation entre les deux Périodes tertiaires, j'ai conservé au Nummulitique les limites qu'il avait déjà dans mes anciens Tableaux. Je maintiens également ce nom de Nummulitique, qui est parfaitement approprié, très caractéristique, plus ancien et beaucoup mieux connu que la dénomination qui lui a été substituée par divers auteurs. Éogène a en outre le grave inconvénient de se confondre facilement avec Éocène, et de plus d'avoir une étymologie absurde. Je comprends Néogène (nouvellement formé), mais Éogène (aurore formée), c'est ridicule ! On aurait dû dire Paléogène, mais ici encore il y aurait trop de similitude avec Paléocène et Paléozoïque. Pourquoi donc ne pas conserver le bon vieux nom de Nummulitique, bien distinct, rigoureusement exact, et homophone avec les autres noms de périodes ?

La période nummulitique se subdivise très naturellement en trois Époques, comme suit :

NUMMULI- TIQUE.	}	OLIGOCÈNE (Beyrich 1835) . . . [peu de récent]	{ Rupélien (Dumont 1849). Tongrien (Dumont 1839).
		ÉOCÈNE (Lyell 1833) [aurore du récent]	{ Bartonien (May.-Ey. 1865). Lutézien (Lappar. 1883).
		PALÉOCÈNE (Schimper 1874) . . [Éocène ancien]	{ Suessonien (Orb. 1852). Thanétien (Rnv. 1873). Montien (Dewalque 1868).

A part l'étage inférieur, qui résulte de découvertes récentes, ce sont les mêmes divisions que dans mon tableau de 1873, mais avec des noms pour la plupart différents, nécessités par les raisons que je vais énumérer.

Pour les divisions de troisième ordre, j'ai substitué aux dénominations en *...ien* de d'Orbigny, les expressions très répandues maintenant de Oligocène, Éocène, Paléocène, homophones aux noms d'époques du Néogénique.

Par suite de la place attribuée à l'Aquitaiien, l'Oligocène se trouve réduit à deux étages, pour lesquels j'ai adopté la terminologie belge et allemande, décidément plus ancienne et mieux appropriée. En effet, **Rupélien** date de 1849, et son synonyme Stampien seulement de 1835. Le premier nom est basé sur le type bathyal, le second sur le type littoral de l'étage.

Quant à **Tongrien**, créé par Dumont en 1839, pour désigner l'ensemble de l'Oligocène plus le Boldérien, il fut restreint par le même auteur en 1849 à l'Oligocène inférieur seul. C'est dans ce sens qu'il est employé en Belgique et en Allemagne, pour désigner l'étage des gypses de Montmartre, c'est-à-dire le Sannoisien et la majeure partie du Ludien de Munier-Chalmas et de Lapparent; c'est le Sestien de Rouville et de mon Tableau de 1873, en même temps que le Ligurien de Mayer-Eymar. C'est donc à tort que d'Orbigny a transporté ce nom à l'Oligocène supérieur et moyen, à l'exclusion des gypses, qu'il laissait dans son Parisien (Éocène).

Entre le Tongrien (*s. str.*) et le Bartonien, je ne vois pas qu'il y ait place pour un étage Ludien. Si plus tard on en reconnaissait la nécessité, il devrait être formé aux dépens du Bartonien supérieur, et comprendrait le calcaire de Saint-Ouen.

Le **Bartonien** a le privilège d'être admis dans toutes les classifica-

tions modernes. C'est comme un pilier inébranlable, qui n'est pas sujet à contestation.

Quant au **Lutétien**, il n'est pas discuté non plus. C'est l'âge du calcaire grossier de Paris = Parisien inf. de d'Orbigny. On lui a seulement donné un nom plus précis (*Lutetia* est le nom ancien de Paris). Dans mon tableau de 1875, je l'avais désigné par le nom belge de Bruxellien, qui est moins approprié, puisqu'il ne correspond qu'au calcaire grossier inférieur. J'y renonce volontiers, les Parisiens paraissant s'accorder pour employer le terme Lutétien.

La limite entre l'Éocène et le Paléocène n'est pas toujours fixée au même niveau. Je m'en suis tenu à l'usage français et anglais. M. von Kœnen descend un peu cette limite et comprend encore dans l'Éocène le London-clay et les sables de Cuise. La légende de la carte géologique de Belgique restreint le nom de Paléocène à l'Étage montien seul.

Pour l'étage supérieur du Paléocène, je reprends le nom de **Suesonien** de d'Orbigny, qui est le plus ancien. Je ne vois pas de raison pour le démembrer, comme font MM. Munier et de Lapparent, en Yprésien et Sparnacien, lesquels ne sont en définitive que deux faciès d'un même étage; non plus que pour le remplacer par le Londonien de M. Mayer-Eymar, comme je l'avais fait dans ma première édition.

Le **Thanétien** paraît participer au privilège d'être accepté par tous.

Enfin, quant au **Montien**, son introduction a été rendue nécessaire par la découverte, relativement récente, à la base du Tertiaire belge, du calcaire grossier de Mons, si analogue à celui de Paris, quoique bien plus ancien. La plupart des auteurs y assimilent le calcaire pisolitique de Paris, dont la faune est encore très mal connue, mais paraît s'en rapprocher.

MM. de Lapparent et Munier-Chalmas placent le Montien à la fin du Crétacique, à titre de Danien supérieur, mais cette manière de voir est repoussée énergiquement par tous les géologues belges et par la plupart des Parisiens. Si la place du calcaire pisolitique peut sembler discutable, celle du calcaire de Mons, dont la faune a été si bien décrite et figurée par MM. Cornet et Briart, paraît incontestablement appartenir à la base du Tertiaire. Toutefois il y a là encore un indice de transition entre les deux Ères tertiaire et secondaire.

Ère secondaire ou MÉSOZOÏRE.

A part la divergence de détail que je viens de mentionner à propos du Montien, on est très généralement d'accord sur les limites de l'Ère secondaire, qu'on subdivise habituellement en trois périodes : Crétacique, Jurassique et Triasique.

PÉRIODE CRÉTACIQUE.

Malgré l'usage ancien de dire Crétacé, j'applique à ce nom la désignation *...ique* des divisions de deuxième ordre. Cette méthode se répand graduellement, et j'espère qu'elle finira par prévaloir sur l'usage traditionnel.

Le Congrès de Bologne a consacré la couleur verte pour représenter le Crétacique, mais en admettant l'emploi de nuances diverses pour les subdivisions. Vu l'importance de cette période et son nombre d'étages, je l'ai répartie sur deux tableaux, l'un vert clair et l'autre vert foncé.

a) CRÉTACIQUE RÉCENT. Tableau IV, sur papier vert clair.

Beaucoup d'auteurs coupent ainsi la Période crétacique en deux moitiés, mais ils placent souvent la ligne de séparation au-dessus de l'Albien. J'estime, au contraire, que l'Étage albien a ses principales affinités paléontologiques, non avec le Néocomien, mais avec le Cénomaniens, et forme avec lui une Série crétacique moyenne très naturelle (1), assez distincte de la Série crétacique supérieure ou Sénonien (*s. lat.*). Le seul point sur lequel j'aie hésité, c'est la place à attribuer, dans l'une ou dans l'autre, au Turonien, qui leur sert de transition.

Je me suis arrêté au groupement suivant :

CRÉTACIQUE	}	sup. ou SÉNONIEN	{ Danien (Desor 1850).
		(Orb. 1843)	{ Campanien (Coq. 1857).
RÉCENT.	}		{ Santonien (Coq. 1857).
			{ Turonien (Orb. 1843).
		moy. ou CÉNOMANIEN	{ Rotomagien (Coq. 1857).
		(Orb. 1852)	{ Vraconnien (Rnv. 1867).
			{ Albien (Orb. 1842).

(1) RENEVIER, *Faune de Chevillon*, p. 201 (BULL. VAUD. SC. NAT., IX, 1867).

La nomenclature ci-dessus est celle de d'Orbigny, complétée par Coquand et généralement usitée en France; mais je supprime quelques-uns des étages de ce dernier, qui n'avaient que la valeur de faciès.

Quant aux divisions, voici quelques explications.

Danien Je conserve à cet étage l'extension que son auteur Desor lui avait donnée. J'y comprends en conséquence les deux sous-étages Garumnien et Maestrichtien.

Campanien. C'est le niveau fort bien connu de la craie à Bélemnites de Meudon, de Champagne, etc., bien défini par Coquand. Je ne comprends pas que MM. Munier-Chalmas et de Lapparent aient abusivement remplacé ce nom par celui de Aturien, sans tenir aucun compte de la loi de priorité. Si chaque auteur voulait substituer ainsi, selon sa fantaisie, de nouveaux noms aux anciens, sous prétexte de légères modifications de limites, nous aboutirions à la Tour de Babel.

Santonien. Même observation relativement au nouveau nom de Emschérien, des mêmes auteurs. Ils réunissent, il est vrai, sous ce vocable malsonnant, les deux étages de Coquand : Santonien et Coniacien; mais il y a longtemps qu'on avait proposé cette réunion sous le nom du plus important des deux, Santonien. Cotteau en usait ainsi dans la Paléontologie française. J'avais consacré la même contraction dans mon tableau créacé de 1873. Beaucoup d'autres auteurs avaient agi de même. Il n'y avait absolument pas lieu à introduire une nouvelle dénomination.

Turonien Je conserve, comme la plupart des auteurs, cet ancien étage de d'Orbigny, comprenant les deux sous-étages de Coquand : Angoumien et Ligérien. On a signalé depuis quelques années ses affinités paléontologiques de plus en plus frappantes avec les étages supérieurs; c'est ce qui m'a décidé à le comprendre dans le Sénonien plutôt que dans le Crétacique moyen. Il joue en tout cas un rôle transitoire.

Rotomagien. Usant du mot Cénomaniens (*s. lat.*) pour la série moyenne, j'ai naturellement recouru au nom créé par Coquand pour en désigner l'étage supérieur. Par contre, j'ai supprimé, comme étage, le Carentonien du même auteur, qui n'en est, au point de vue biologique, qu'une petite subdivision supérieure, sans importance et sans généralité.

Vraconnien. L'étage à *Schlaenbachia inflata*, méconnu au nord

de la France, où il est habituellement réuni au précédent, joue un rôle paléontologique si important dans le Jura (Vraconne), dans les Alpes (Cheville, etc.), en Allemagne (Flammenmergel), en Angleterre (Up. Greensand), et jusque sur la côte occidentale de l'Afrique, que je revendique pour lui le droit d'étage. Sa faune présente d'ailleurs, sur plusieurs points, beaucoup plus d'affinité avec celle de l'Albien qu'avec la faune du Rotomagien, de sorte qu'on le nomme très souvent Gault supérieur (1). C'est donc un Étage distinct, important par sa vaste extension, transitif entre le Rotomagien et l'Albien, et qui entraîne la réunion de ce dernier à la Série cénomaniennne. Hébert avait parfaitement reconnu ce fait et l'a plusieurs fois proclamé.

Albien. Encore un étage de d'Orbigny qui a le privilège d'être conservé par tous les auteurs. Le nom de Gault, par lequel on le désigne très souvent, ne devrait être appliqué qu'à son type bathyal, tel qu'il existe au sud de l'Angleterre et sur la bordure occidentale du bassin de Paris.

b) **CRÉTACIQUE ANCIEN.** Tableau V, sur papier vert foncé.

Le Crétacique inférieur, généralement connu sous le nom de Néocomien (*s. lat.*), forme paléontologiquement un groupe très naturel. L'importance de cette époque a poussé quelques auteurs à en faire une Sous-période, on même une Période à part. Si cette idée venait à prévaloir, on pourrait le nommer Néocique, pour lui appliquer la désinence de second ordre et le distinguer du Néocomien (*s. str.*). Je me suis arrêté au groupement suivant :

CRÉTACIQUE ANCIEN.	}	URGONIEN <i>s. lat.</i>	}	Aptien (Orb. 1842).
		(Orb. 1850)		Rhodanien (Rnv. 1854).
		NÉCOMIEN <i>s. str.</i>	}	Hauterivien (Rnv. 1873).
		(Thurm. 1835)		Valangien (Desor 1853).
				Berriasien (Coq. 1876).

J'emploie le terme **URGONIEN** dans un sens plus étendu que ne l'entendait Alcide d'Orbigny. Le grand massif calcaire d'Orgon, origine du nom, est reconnu maintenant comme le type récifal de tout le Néocomien supérieur, y compris l'Aptien. On ne peut donc plus employer Urgonien comme nom d'étage, mais je ne vois aucun inconvénient à conserver ce nom pour désigner les trois étages supérieurs, qui dans les Alpes et le Jura se présentent fréquemment sous ce faciès

(1) RENEVIER, *Faune de Cheville*, p. 195.

spécial, constituant une même masse calcaire difficile à subdiviser. C'est ce que Coquand avait nommé par contraction Urg-Aptien, nom que j'avais employé en 1875 à titre provisoire.

Aptien. Le type bathyal d'Apt, qui a donné son nom à l'étage, est relativement rare. Il me paraît indiscutable que cet étage est représenté en Provence, dans l'Isère, dans les Alpes suisses, etc., par la partie supérieure du calcaire urgonien (*Oberer Schrattenkalk*).

Rhodanien. Cet étage fut basé d'abord sur un type littoral, constaté à la Perte-du-Rhône, dans le Jura, la Haute-Marne, l'île de Wight, l'Espagne, etc. D'Orbigny le comprenait dans son Urgonien; Hébert de même; tandis que beaucoup d'auteurs le réunissent à l'Aptien. Sa grande extension géographique et l'intérêt de sa riche faune transitive légitiment la valeur d'étage que je lui attribue. M. de Lapparent (1) fait du Rhodanien un sous-étage supérieur du Barrémien, mais il place à la base de l'Aptien le Bedoulien, qui est le type pélagal du Rhodanien.

Barrémien. Coquand a donné ce nom au type pélagal de l'Urgonien inférieur. Nous en connaissons le type littoral dans le Jura, sous forme de marno-calcaire jaune à *Goniopygus pellatus* et *Pseudocidaris clunifera*; ainsi que le type récifal, calcaire blanc à *Requienia ammonia*.

Hauterivien. Étage supérieur du Néocomien (*s. str.*). Quoique sa valeur d'étage soit assez généralement reconnue, MM. de Lapparent et Munier-Chalmas n'en font qu'un sous-étage. C'est du reste affaire d'appréciation, suivant l'importance du développement local.

Valangien. Les Français écrivent en général Valenginien! En Suisse, où le nom a été créé, nous disons toujours Valangien. L'auteur de cet étage, Desor, emploie, il est vrai, les deux formes, mais Valenginien ne se trouve que dans le titre de sa notice (2), tandis qu'à la page 177 il dit positivement: « Je propose de le désigner sous le nom de Valangien. » Ce vocable est d'ailleurs plus bref, ce qui est un avantage. En tout cas la racine du nom est Valan....., non Valen.....

Berriasien. Coquand a donné ce nom aux calcaires de Berrias

(1) *Traité de géol.*, 3^e édit., p. 1138.

(2) *Bull. sc. nat. Neuch.*, III, p. 172.

(Ardèche), dont la faune avait été mise en lumière par Pictet. Quelques auteurs veulent maintenant placer cette assise au sommet du Jurassique, dans le Portlandien (ou Tithonique). Avec Pictet, Kilian, etc., j'estime que sa faune a au contraire de plus grandes affinités avec le Valangien, tout en présentant un caractère transitoire entre les deux Périodes. Nous en connaissons le type littoral dans le Jura, où il est toujours appelé Valangien inférieur.

Je suis d'ailleurs assez disposé à admettre que le Purbeck supérieur d'Angleterre en est le type limmal.

PÉRIODE JURASSIQUE.

Dans ma première édition, j'avais distingué le Lias comme Période à part, selon l'usage de beaucoup d'auteurs, en Angleterre surtout. Au point de vue paléontologique, la question est discutable, mais, pour me conformer aux conventions du Congrès de Bologne, je les réunis maintenant en une seule Période, avec la couleur conventionnelle bleue. Vu le grand nombre des étages, je répartis ceux-ci sur deux tableaux de nuances différentes.

a) JURASSIQUE RÉGENT. Tableau VI, sur papier bleu clair.

C'est le Jurassique proprement dit, appelé souvent aussi Oolithique, terme pétrographique qui doit être rejeté, puisqu'on a des faciès oolithiques de tout âge. La plupart des auteurs modernes subdivisent cet ensemble en Malm et Dogger, mais on est loin d'être d'accord sur les limites de ces deux sections. Beaucoup d'auteurs font du Dogger l'exact correspondant du *Brauner Jura* de Quenstedt, et y comprennent par conséquent le Callovien et le Divésien. D'autres, au contraire, placent la ligne de démarcation sous le Callovien, ou entre lui et le Divésien. Plusieurs enfin admettent une subdivision moyenne, comprenant les étages Argovien, Divésien et Callovien. En raison de leurs affinités paléontologiques, je me suis arrêté à ce dernier parti, qui a en outre l'avantage de donner plus d'équivalence aux divisions de troisième ordre. J'ai désigné cette série moyenne par le terme Oxfordien, pris dans son sens large, tel qu'il a été entendu à l'origine, jusqu'en 1846. C'est alors que d'Orbigny en a détaché le Callovien, qu'il appelait en premier lieu Kellovien. Subséquemment, on a même restreint le nom de Oxfordien à l'étage supérieur seul. Vu ces variations, ce nom ne

peut plus être appliqué, sans confusion, à l'un des trois étages, mais il est excellent pour l'ensemble.

J'ai donc admis le groupement suivant :

JURASSIQUE RÉCENT ou proprement dit	}	MALM (Opp. 1858)	Portlandien (Brongn. 1829). Kiméridgien (Orb. 1847). Séquanien (Marcou 1848).
		OXFORDIEN (Brongn. 1829). . .	Argovien (Marcou 1848). Divésien (Rnv. 1874). Gallovien (Orb. 1846).
		DOGGER (Opp. 1858)	Bathonien (Omalius 1843). Bajocien (Orb. 1846). Aalénien (May.-Ey. 1864).

Je n'ai que peu d'explications à donner relativement aux étages.

Portlandien. Je conserve le plus ancien nom donné à ce dernier étage du Jurassique; ce nom est basé sur le type littoral. Le nom de Tithonique en représente le type pélagal alpin; celui de Purbeckien, les types terrestres.

Kiméridgien. L'étage et le nom ne donnent lieu à aucune contestation. On écrit souvent Kimmé...., mais il paraît que c'est contraire à la vraie orthographe du nom géographique.

Séquanien. Cet étage correspond à peu près à l'ancien *Corallien* de d'Orbigny. Depuis qu'il a été reconnu qu'il y a des Coralliens (types récifaux coralligènes) à tous les niveaux du Malm, ce nom ne peut plus être conservé que comme nom de faciès. On a successivement détaché de l'étage les calcaires coralliens se rapportant à d'autres niveaux, et l'on a un peu élargi le sens du nom Séquanien, donné primitivement par M. Marcou aux calcaires astartiens. Je groupe ici trois étages de mon Tableau de 1874, qui ne sont que des faciès différents, à peu près de même âge. Le Rauracien paraîtrait, d'après les dernières études de M. Rollier, n'être que le type récifal de l'Argovien.

Argovien. Étage supérieur de la Série oxfordienne, auquel divers auteurs modernes, entre autres MM. de Lapparent et Munier-Chalmas, appliquent exclusivement le nom d'Étage oxfordien. Le type primitif de ce dernier nom est, au contraire, l'Oxford-clay, c'est-à-dire le Divésien; mais, comme je l'ai dit ci-dessus, ce serait une source de confusion de conserver Oxfordien comme nom d'étage.

Divésien. J'avais créé ce nom en 1874 pour l'étage moyen de la

série oxfordienne, comprenant l'argile de Dives, l'Oxford-clay et les *Ornatenthone*. Le sous-étage Neuvisyen de M. de Lapparent, c'est-à-dire le niveau à *Card. cordatum*, me paraît devoir s'y rattacher aussi, plutôt qu'à l'Argovien.

Callovien. Dans mon ancien Tableau, j'avais inscrit cet étage sous son nom primitif de Kellovien, que d'Orbigny avait créé en 1814, et changé deux ans plus tard en Callovien. La forme latine ayant prévalu, je me conforme à l'usage. L'étage n'est d'ailleurs contesté par personne.

Bathonien. D'Omalius, en créant ce nom, lui avait donné une acception plus étendue, = Dogger. C'est le sens que je lui avais conservé dans mon Tableau de 1874. En 1849, d'Orbigny avait restreint ce nom à l'étage supérieur du Dogger seul. Ce sens restreint ayant prévalu et étant généralement adopté, je m'y conforme, renonçant volontiers à la subdivision en Bradfordien et Vésulien, lesquels représentent plutôt deux faciès.

Bajocien. Étage moyen du Dogger, accepté sous ce nom dans toutes les classifications, mais dont la base, niveau à *Harp. Murchisonæ*, doit être détachée, selon l'avis de beaucoup d'auteurs.

Aalénien. Étage inférieur du Dogger, qui forme transition au Lias. Dans mon Tableau de 1874, je n'y avais compris que le niveau à *Harp. Murchisonæ*, laissant celui à *Harp. opalinum* au sommet du Lias. Depuis lors l'usage opposé m'a paru prévaloir; d'autre part, j'ai constaté dans les Alpes l'union intime, parfois même la fusion, de ces deux zones. Je me conforme donc à l'usage en les réunissant.

b) **JURASSIQUE ANCIEN ou LIASIQUE.** Tableau VII, sur papier bleu foncé.

Dans ma première édition, j'avais admis le Liasique comme division de second ordre. Tout en me conformant maintenant à l'usage, qui prévaut, de n'en faire qu'une Époque de la Période jurassique, je dois émettre des scrupules. J'ai l'impression très formelle qu'au point de vue paléontologique c'est une division plus importante, méritant de former au moins une Sous-période. La classe des reptiles n'y est-elle pas représentée par des types assez spéciaux; les Ammonites par des familles particulières et très différentes de celles du Jurassique!

Le Lias doit avoir eu une durée comparable à celle du Trias.

Les cinq étages que j'y distingue sont assez généralement adoptés.

Je les groupe selon leurs analogies en trois sections, pouvant avoir à peu près la valeur d'Époques.

JURASSIQUE	{	SUPRA-LIAS	}	Toarcien (Orb. 1849).
		LIAS pp. dit ou		Pliensbachien (Opp. 1858).
ANCIEN				Sinémurien (Orb. 1849).
OU LIASIQUE.	{	INFRA-LIAS.	}	Hettangien (Rny. 1864).
				Rhétien (Gümb. 1861).

Le Lias originel anglais correspond presque exactement à l'Étage sinémurien de d'Orbigny. Cet auteur a méconnu ce fait, et voulant donner des noms homophones aux trois étages, qu'on distinguait alors en Lias supérieur, moyen et inférieur, il eut la malchance, ou la maladresse, d'appliquer le nom de Liasien au Lias moyen, plutôt qu'à l'inférieur, qui seul pouvait le porter.

De divers côtés, on s'est élevé contre cette fausse application. Déjà en 1858, Ooppel avait proposé de remplacer *Liasien* par Pliensbachien (1). En 1864, M. Mayer-Eymar créa dans le même but le terme de Charmouthien (2). Enfin, en 1872, Leymerie (3) proposait à son tour le nom de Cymbien, que j'adoptai dans mon Tableau de 1874. Leymerie allait plus loin : il voulait même reporter au Sinémurien la dénomination malheureuse de Liasien, ce qui aurait augmenté la confusion. En présence de ces divergences, la seule chose à faire, c'est d'obéir à la loi de priorité, en adoptant le terme Pliensbachien.

Toarcien. Ce nom, généralement admis, est pris ici dans un sens restreint, par l'exclusion du niveau à *Harp. opalinum*, passé à l'Aalénien. M. Mayer-Eymar avait proposé pour ce sens restreint la forme française Thouarsien, que j'avais adoptée en 1874. J'y renonce très volontiers, vu l'usage prédominant.

Pliensbachien. C'est le Liasien de d'Orbigny, ou le Charmouthien de M. Mayer-Eymar. Ce dernier nom est conservé à tort par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, malgré le droit de priorité du nom donné par Ooppel.

Sinémurien. C'est l'étage de d'Orbigny, restreint par la séparation de l'Infralias, ce qui aujourd'hui est l'usage habituel. Dans mon Tableau

(1) *Jura-formation*, p. 815.

(2) *Tableau synchronistique des terrains jurassiques*.

(3) *Bull. géol. Fr.*, XXIX, p. 168.

de 1874, j'en avais séparé la partie supérieure, sous le nom de *Oxynotien*. J'y renonce pour me conformer à l'usage.

Hettangien. Ce nom, que j'avais proposé en 1864 pour l'*Infralias* proprement dit, à *Psiloceras planorbis*, a trouvé faveur et paraît assez généralement admis.

Rhétien. Étage encore plus incontestable, et admis par tous, mais classé par beaucoup d'auteurs au sommet du Trias. J'ai fait en 1864 (1) une analyse critique de sa faune, d'où résultait une prédominance d'affinités avec le Lias. Ces affinités peuvent d'ailleurs varier suivant les régions. C'est en tout cas un étage transitoire entre les deux Systèmes. L'orthographe *Rhätien*, que j'avais employée en 1874, est plus conforme à l'étymologie latine; on l'a généralement francisée.

PÉRIODE TRIASIQUE.

A part la divergence dont je viens de parler, le Trias est une période admise par tous, avec les mêmes limites, et à laquelle le Congrès de Bologne a consacré la couleur violette. Mais là où les opinions varient, c'est dans le parallélisme du Trias classique avec le Trias alpin, ainsi que dans la subdivision de celui-ci en étages.

Dans mon Tableau triasique de 1874, je m'étais basé sur les premiers travaux de M. von Mojsisovics. Mais celui-ci a tellement varié depuis lors dans ses appréciations, que tout a été remis en question, même l'ordre de superposition des niveaux fossilifères du Trias supérieur alpin. Je me suis basé cette fois essentiellement sur les publications récentes de MM. Mojsisovics, Waagen et Diener (2), en les combinant éclectiquement avec les résultats de l'école opposée, en tenant compte des critiques de MM. Bittner, Haug, etc.

Deux points principaux restent actuellement en litige. Je dois légitimer la position que j'ai prise à leur égard.

Tout d'abord une question de parallélisme entre le Trias classique et le Trias alpin : M. Mojsisovics considère le *Haupt-Muschelkalk* à *Ceratites nodosus*, comme homotaxe de la zone à *Cerat. trinodosus* des Alpes. Ses contradicteurs parallélisent les deux zones alpines à *C. tri-*

(1) RENEVIER, *Infralias*, p. 53 (BULL. VAUD. SC. NAT., VIII).

(2) *Classific. des pelagischen Trias* (AKAD. WISS. WIEN, CIV, 1895) et autres notices récentes de M. MOJSISOVICS.

nodosus et *C. binodosus* avec le *Wellenkalk* classique, et considèrent le *Haupt-Muschelkalk* comme plus récent. Il en résulte qu'ils font descendre dans le Conchylien les *Wengener-Schichten* et les calcaires de Esino, Marmolata, etc., du versant sud des Alpes (**Ladinien**, Bittner). Obligé de prendre un parti, malgré mon incompetence, il m'a paru que ce dernier avis tendait à prédominer, et je m'y suis rangé, vu les grandes analogies fauniques signalées entre le Ladinien et le *Muschelkalk* supérieur de Silésie.

En second lieu, une question de nomenclature : M. Mojsisovics ayant été amené, par ses nouvelles études, à intervertir absolument l'ordre stratigraphique des lentilles fossilifères des calcaires de Hallstadt, il se trouve que celles qu'il avait précédemment groupées sous le nom de *Norisch* sont supérieures à son *Karnisch*, au lieu de lui être inférieures, comme il l'avait admis antérieurement. Toutefois, l'auteur n'intervertit pas ses noms en même temps que les couches, mais conserve le terme *Norisch* aux zones à *Trachyc. Archelaüs* et *Curioni* du versant sud des Alpes, et crée un nouveau nom *Juvavisch* pour le calcaire supérieur de Hallstadt, type primitif du *Norisch* (Alpes noriques).

M. Bittner, au contraire, estimant qu'on ne peut pas détourner un nom de son sens primitif, conserve le nom de *Norisch* à l'étage supérieur au *Karnisch*, et nomme *Ladinisch* l'étage inférieur.

Nous avons donc :

Calcaire supérieur de Hallstadt = *Juvavisch*, Mojs. = *Norisch*, Bittn.
 Calcaire inférieur de Hallstadt = *Karnisch*, Mojs. = *Karnisch*, Bittn.
 Calcaire de Esino, etc. = *Norisch*, Mojs. = *Ladinisch*, Bittn.

Le nom de *Norisch*, ayant ainsi revêtu deux sens différents, sinon trois, il ne peut plus être qu'une source de confusion, et il me paraît préférable de l'abandonner entièrement, malgré sa priorité.

Voici donc le groupement et la nomenclature que j'ai adoptés, en conservant autant que possible les noms les plus anciens :

TRIASIQUE.	}	sup. ou KEUPERIEN	}	Juvavien (Mojs. 1892).
		(Thurm. 183?)		Raiblien (Stöp. 1860).
		inf. ou CONCHYLIEN		Ladinien (Bittn. 1892).
		(Brongn. 1819).		Virglorien (Rnv. 1874).
				Werfénien (Rnv. 1874).

Juvavien = *Norisch*, Bittn., Haupt-dolomit, Obere Hallstädter-Kalke et leurs équivalents; correspondant au *Haupt-Keuper* du Trias classique.

Raiblien = *Karnisch*, Mojs., Raibler-Schichten, Untere Hallstädter-Kalke, etc.; correspondant au Keuper inférieur ou *Lettenkohle* du Trias classique. Le nom de Raiblien est plus ancien et beaucoup plus caractéristique que celui de Carnien, employé par MM. de Lapparent et Munier-Chalmas.

Ladinien = *Norisch*, Mojs. (nouveau style). C'est l'ancien Larien de mon Tableau triasique de 1874, nom basé sur le gisement de Esino (*Lario* = lac de Côme), dont les équivalents fossilifères se retrouvent abondamment dans le Tyrol italien. D'après l'avis qui paraît prédominer maintenant, il correspondrait au *Haupt-Muschelkalk* du Trias classique.

Virglorien = *Dinarisch*, Waag. et Dien. (1895). Zones à *Ceratites trinodosus* et *Cer. binodosus*; correspondant au *Wellenkalk*, etc. du Trias classique.

Werfénien = *Skytisch*, Waag. et Dien. (1895). Werfener-Schichten à *Tirolites cassianus*, etc.; étage comprenant le grès bigarré du Trias classique.

Ces deux derniers étages ont été adoptés par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent.

Ère primaire ou PALÉOZOÏQUE.

Les limites de l'Ère primaire sont les mêmes pour tous les auteurs modernes. Personne ne songe plus maintenant à placer le Permien dans l'Ère secondaire. Il y a désaccord en revanche sur le nombre des Périodes. Dans ma première édition, je n'en avais admis que deux : Carbonique et Silurique, correspondant aux groupes Deutozoïc et Protozoïc de M. Lapworth. Dans cette seconde période, j'en admetts trois, en faisant du Dévonique une Période à part. Beaucoup d'auteurs en admettent cinq, en distinguant encore comme périodes le Permien et le Cambrien, qui ne sont à mes yeux que des divisions de troisième ordre.

PÉRIODE CARBONIQUE.

La liaison paléontologique entre le Permien et le reste du Carbonique est si intime, que je ne saurais admettre sa séparation comme

Période distincte. C'est, en somme, le même régime végétal et le même régime animal, d'un bout à l'autre. Beaucoup d'espèces sont communes, et les genres sont en grande partie les mêmes. Les dépôts pélagaux, mieux connus maintenant, confirment à mes yeux cette association, par la présence des calcaires à *Fusulina*, aussi bien dans le Permien que dans le Carbonique moyen. La teinte grise a été adoptée comme couleur conventionnelle.

Je me suis arrêté au groupement suivant :

CARBONIQUE	} <i>s. lat.</i>	sup. ou PERMIEN	{ Thuringien (Rnv. 1874).
		(Murch. 1848).	{ Lodévien (Rnv. 1874).
			{ Artinskien (Karp. 1874).
		moy. ou DÉMÉTIEN	{ Stéphanien (May.-Ey. 1878).
		(Woodw. 1856).	{ Moscovien (Nikitin 1890).
		inf. ou BERNICIEN	{ Viséen (Dupont 1883).
		(Woodw. 1856).	{ Tournaisien (Koninck 187?).

Le terme de Dinantien, créé par MM. de Lapparent et Munier-Chalmas en 1893, est inutile puisque, déjà en 1856, S.-P. Woodward avait proposé les noms de **BERNICIEN** pour le Carbonifère inférieur et de **DÉMÉTIEN** pour le Carbonifère supérieur, indiquant le Millstone-grit comme plan de séparation. Démétien remplace avantageusement le nom de terrain houiller, trop restrictif et qui n'est pas polyglotte.

Thuringien. Ce nom que j'avais proposé en 1874, pour désigner le Permien supérieur, a été adopté par les auteurs qui tiennent à une nomenclature homophone internationale.

Lodévien. Je ne vois pas de raison pour substituer à ce nom, datant aussi de 1874 et bien caractérisé, celui de Penjabien, et encore moins celui de Saxonien, imaginés en 1892 par MM. de Lapparent et Munier.

Artinskien. Étage de transition, dit souvent *Permo-Carbonifère*. Le terme de Autunien, datant de 1881, en représenterait les formations terrestres, mais cette dualité de nomenclature me paraît plutôt une source de confusion. On doit subordonner le terme Autunien au nom plus ancien.

Stéphanien. Même observation pour Ouralien (1892), qui se rapporte à un faciès spécial du Stéphanien. Gshélien (Nikit. 1890) serait d'ailleurs plus ancien et plus caractéristique. Décidément MM. Munier-Chalmas et de Lapparent ont étrangement abusé du néologisme.

Moscovien. Bonne dénomination de l'étage inférieur du Démétien; ses formations terrestres ont reçu plus récemment, des néologistes précités, le nom de Westphalien.

Viséen. Nom usité en Belgique et au nord de la France pour l'étage supérieur du Bernicien. C'est le Kulm des Allemands.

Tournaisien. Étage inférieur du Bernicien, si bien représenté à Tournai (Belgique). Le *Waulsortien* est une formation récifale, qui représente la partie supérieure du Tournaisien et peut-être aussi l'inférieure du Viséen. Le Ursien, que j'avais inscrit dans mon Tableau de 1874, se confond probablement avec le Tournaisien; le nom en est peut-être plus ancien, mais le type moins connu et moins caractéristique.

Ces deux divisions du Bernicien paraissent être de bons étages, d'une valeur égale à ceux du Dévonique.

PÉRIODE DÉVONIQUE.

Pour m'accorder avec l'usage habituel, et quoique cette subdivision du temps me paraisse d'une valeur bien moindre que le Silurique, j'accepte le Dévonien comme division de second ordre, et lui applique la désinence *...ique*. Cela étant, les trois sections généralement admises, sous les noms de Dévonien supérieur, moyen et inférieur, deviennent des divisions de troisième ordre, auxquelles se subordonnent les six étages proposés par M. Gosselet, qui sont assez généralement acceptés. J'en ajoute un septième, à l'instigation de M. le professeur Ém. Kayser.

Ce groupement, assez naturel, devient le suivant :

DÉVONIQUE.	sup. ou CONDUSIEN	{	Famennien (Gosselet 1880).
			Frasnien (Gosselet 1880).
	moy. ou EIFÉLIEN	{	Givétien (Gosselet 1880).
			Gouvinien (Dupont 18.?).
	inf. ou RHÉNAN.	{	Coblencien (Dum. 1848).
			Taunusien (Dum. 1848).
		{	Gedinnien (Dum. 1848).

Dans ma première édition, j'avais appliqué le nom de Condrusien au niveau du calcaire carbonifère, mais il paraît que je l'avais mal interprété, et qu'il comprend surtout le Dévonique supérieur. C'est sur la proposition de M. Ch. Barrois que je l'emploie maintenant au lieu de Famennien (*s. lat.*).

Famennien. Étage de M. Gosselet. Clymenien-Kalk et Cypridien-Schiefer.

Frasnien. Aussi un étage de M. Gosselet ; généralement adopté.

Givétien. Même cas, seulement M. Gosselet le groupe avec les deux précédents dans le Dévonique supérieur.

Couvinien. C'est le niveau à *Calceola sandalina*, qui pour M. Gosselet forme seul l'Eifélien, soit le Dévonique moyen.

Coblencien. Ancien nom de Dumont, que M. Gosselet avait pris dans un sens un peu plus large. C'est sur la proposition de M. Ém. Kaiser que j'en sépare le suivant :

Taunusien. Aussi un ancien nom de Dumont, qui paraît se rapporter à un niveau paléontologique de l'Allemagne occidentale, ayant valeur d'étage, au même titre que les précédents.

Gedinnien. Subdivision belge, à faune peu connue, qui paraît n'avoir guère été retrouvée ailleurs. Admis comme étage par M. Gosselet et les auteurs belges et français.

PÉRIODE SILURIQUE.

Période importante, à l'instar du Crétacique, ou Jurassique. M. Lapworth lui accorde même une valeur de premier ordre, sous le nom de *Ère protozoïque*. J'y comprends, à titre d'Époque subordonnée, le **CAMBRIEN**, dont beaucoup d'auteurs font une Période à part.

Le démembrement de la période Silurique serait :

SILURIQUE.	}	sup. ou SILURIEN	}	Ludlowien (Murch. 1839).
		(Murch. 1835, restreint).		Wenlockien (Murch. 1839).
				Landovérien (Murch. 1852?).
		moy. ou ORDOVICIEN		Caradocien (Murch. 1839).
		(Lopw. 1879).		Landeilien (Murch. 1839).
				Arénigien (Sedgw. 1847).
		inf. ou CAMBRIEN		Potsdamien (Emmons 1888).
		(Sedgw. 1835, restreint)		Ménévien (Salt. et Hicks 1865).
				Géorgien (Hitchcock 1861).

Le Silurique moyen a donné lieu à d'interminables contestations entre deux écoles anglaises. Celle de Sedgwick en fait du Cambrien supérieur, tandis que pour celle de Murchison, c'est du Silurien infé-

rieur. Pour les mettre d'accord, M. Lapworth a proposé le nom de **ORDOVICIEN**. C'est une heureuse solution du conflit. L'Ordovicien est en effet une Époque intermédiaire, qui correspond à la *Faune seconde* de Barrande.

Quant à la série supérieure, qui est du **SILURIEN** pour les deux écoles, je lui conserve ce nom, auquel d'Orbigny a voulu substituer celui de Murchisonien, M. Lapworth le terme de Salopian et M. de Lapparent, dans sa deuxième édition, celui de Bohémien, et dans sa troisième, celui de Gothlandien.

Sauf ceux du Cambrien, les noms d'Étage sont tous d'anciennes dénominations usitées en Angleterre, auxquelles on a seulement ajouté la désinence homophone. Voici quelques explications à leur sujet :

Ludlowien. Cet étage comprend mon Ledburien de 1874, basé sur des couches qui paraissent n'être qu'un faciès local du type estuariar.

Wenlockien. Étage bien connu, fondé sur les riches gisements du nord-ouest de l'Angleterre.

Landovérien. C'est à dessein que, en francisant ce nom, je supprime le second *l* en tête. M. Lapworth a proposé d'y substituer le nom de Valentian, qui aurait l'avantage d'être plus euphonique, mais qui est encore peu usité. Cet étage présente un caractère transitionnel à l'Ordovicien.

Caradocien. Dénomination assez usitée pour l'Ordovicien supérieur.

Landeilien. De même, pour l'Ordovicien moyen. En francisant le nom, je retranche le second *l* en tête, qui compliquerait la prononciation.

Arénigien. Nom usité pour l'Ordovicien inférieur.

Potsdamien. Comprend le Trémadocien et le Lingulien de mon Tableau silurique de 1874. M. Lapworth nomme cet étage Olénidien, à cause de la prédominance des *Olenus*, genre de trilobites; mais on rejette maintenant ces dénominations basées sur des fossiles.

Ménévien. C'est le nom le plus anciennement donné à cet étage. Il mérite d'être conservé, étant basé sur le gisement classique de Saint-Davids, dans le Pays de Galles. M. Lapworth emploie le nom de Paradoxidien, à cause de la prédominance du *G. Paradoxides*. M. Wal-

cott et avec lui MM. de Lapparent et Munier préfèrent le nom de Acadien, qui ne date que de 1867.

Géorgien. C'est l'âge le plus ancien dans lequel la vie organique soit certaine et incontestée, mais la faune en est peu abondante et imparfaitement connue. La fréquence relative de pistes d'annélides lui avait fait donner le nom d'Annélidien. M. Lapworth voudrait appliquer à cet étage l'ancien nom américain de Taconien, mais ce terme serait une source de confusion. M. Walcott (1) affirme en effet qu'il n'y a pas trace de fossiles de la faune primordiale dans le Taconic-Range; donc le type est fautif. D'autre part, le nom de Taconien a été revendiqué pour la série entière du Cambrien par M. Marcou et par d'autres. Il manquerait absolument de précision pour désigner l'un des étages.

ÈRE ou PÉRIODE ARCHÉIQUE.

En l'absence de fossiles bien caractérisés et incontestés, il n'est pas possible de dire avec certitude si ces terrains anciens représentent une division de premier ou de second ordre. Leur énorme épaisseur ferait pencher la balance en faveur de la première solution. D'autre part, les subdivisions sont basées nécessairement sur les seuls caractères pétrographiques, joints aux discordances. Elles ne sont donc pas comparables aux divisions de troisième et quatrième ordre de l'Ère primaire. Comme mes tableaux se rapportent spécialement aux temps organiques, l'Archéique ne figure ici qu'à titre dubitatif et éventuel.

Voici le groupement provisoire qui m'a paru le plus conforme à l'usage général :

ARCHEIQUE.	{	HURONNIEN (Logan 1854)	{ Kéweenawien (Brooks 1876).
			{ Pébidien (Hicks 1878).
	{	LAURENTIEN (Logan 1854) . . .	{ Arvonien (Hicks 1878).
			{ Dimétien (Hicks 1878).
			{ Léwisien (Hicks 1878).

J'ai d'ailleurs utilisé pour les grandes divisions les noms américains anciens, généralement admis, de Huronien et Laurentien; puis pour les subdivisions, les étages proposés par M. Hicks, en les faisant concorder aussi bien que j'ai pu. Il est évident qu'ici le fil directeur nous manque, et que toute synthèse est hasardée.

(1) Bull. 81 of U. S. A. Geol. Survey.

Dans ces dernières années, les Américains ont restreint le nom de Huronien à une subdivision de leur Algonkien (van Hise, 1892), qu'ils mettent au même rang que Laurentien. Il y a là une interversion qui ne me paraît pas naturelle. Le nom le plus ancien est généralement le plus vague et, sauf exception bien légitimée, il doit s'appliquer de préférence à la division d'ordre supérieur.

Je résume tout ce groupement hiérarchique en un petit tableau succinct (voir le tableau annexe, hors texte), dans lequel je cherche à mieux accuser les transitions graduelles, en substituant aux barres de séparation trop rigides un système d'accolades plus malléable.

En finissant ce sujet, je tiens à rappeler que j'admets la légitimité de toute classification stratigraphique régionale et de toute nomenclature locale.

Ce que j'ai voulu établir, c'est une commune mesure des temps, qui serve d'étalon international, auquel on puisse comparer les diverses échelles locales.

Pour cela, il faut une nomenclature systématique, autant que possible polyglotte, qui se base sur les régions classiques les mieux étudiées, et qui soit comprise de tous.

C'est dans l'intérêt de chacun, et cela n'apporte absolument aucune entrave à la liberté scientifique.
