

L'essor de la géologie française

Essais

Collection Histoire, sciences et sociétés

Dans la même collection

Johann Jakob Scheuchzer

Les fossiles témoins du déluge

Ouvrage coordonné par Jean Gaudant

Géologues et paléontologues

De la passion à la profession

Michel Toyer

Quand les poètes chantent la science

Madeleine Durand-Charre

Les Aciers damassés

Ouvrage coordonné par Jean Gaudant

Dolomieu et la géologie de son temps

René Lesclous

Histoire des sites producteurs d'aluminium

Les choix stratégiques de Péchiney – 1892 – 1992

Emmanuel Grison

Du Faubourg Montmartre au corps des mines

L'étonnant parcours du républicain Jean-Henry Hassenfratz

Ouvrage coordonné par
Jean Gaudant

L'essor de la géologie française

Essais



Photo de la couverture : Détail de la *Carte géologique de la France* (1841).

© Presses des Mines, 2009

60, boulevard Saint-Michel - 75272 Paris Cedex 06 - France

email : presses@mines-paristech.fr

<http://www.mines-paristech.fr/Presses>

ISBN : 978-2-911256-02-8

Dépôt légal : 2009

Achevé d'imprimer en 2009 (Paris)

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution réservés pour tous les pays.

AVANT-PROPOS

Si l'on admet que l'engagement financier de l'État marque la reconnaissance officielle d'une science par un pays donné, on peut considérer que la géologie française est née officiellement le 10 juin 1793, date de la nomination de Barthélemy Faujas de Saint-Fond (1741-1819) dans la chaire de géologie nouvellement créée au Muséum national d'Histoire naturelle. Quant au mot « géologie », il est à peine plus ancien puisqu'il fut utilisé pour la première fois en 1778 dans le sens que nous lui donnons aujourd'hui. Ce fut sous la plume de Jean-André De Luc (1727-1817), dans une note infrapaginale de la Préface de ses *Lettres physiques et morales sur les montagnes*. Toutefois, l'École des mines, recrée le 24 Messidor an II (12 juillet 1794) n'adopta pas immédiatement ce vocable. René-Just Haüy (1743-1822), qui y enseignait la minéralogie, s'y fit suppléer successivement, pour les cours de ce qu'on y appelait alors « géographie physique », par Charles-Étienne Coquebert de Montbret (en 1796-1797), Déodat de Dolomieu (en 1797-1798) et Alexandre Brongniart (en 1798-1799).

Pour en revenir à Faujas de Saint-Fond, force est de constater que, comme en témoigne *son Essai de Géologie* (1803), l'enseignement qu'il donnait au Muséum portait essentiellement sur les fossiles et sur les volcans, un sujet qu'il connaissait tout particulièrement pour avoir étudié personnellement ceux du Vivarais et du Velay. En revanche, alors même qu'il enseignait au milieu d'une vaste étendue sédimentaire, on n'y trouve rien sur la structure de la Terre, ni sur l'ordre de succession des terrains.

C'est évidemment l'École des mines qui dispensait, à l'intention de ses élèves ingénieurs, l'enseignement géologique le plus complet. En 1802, André Brochant de Villiers (1772-1840) y fut nommé professeur de minéralogie en remplacement de René-Just Haüy qui, compte tenu de la décision de transférer l'École des mines à Pesey, dans le département du Mont-Blanc (Haute-Savoie), avait préféré occuper la chaire de minéralogie du Muséum libérée par le décès de Dolomieu (1750-1801). Avec cet ancien élève d'Abraham Gottlob Werner (1749-1817), c'est l'enseignement du maître de la géognosie qui fit son entrée à l'École des

mines. En effet, dans son *Traité élémentaire de minéralogie* (1800-1802) les minéraux et les roches sont affectés d'une double terminologie (français/allemand), les roches étant, de surcroît, ordonnées suivant la classification du maître de Freiberg. L'influence de celui-ci se manifesta encore pendant une dizaine d'années après le décès de Werner, comme en témoigne la publication du *Traité de Géognosie* de Jean-François d'Aubuisson de Voisins (1819), que son auteur entreprit de republier en 1828.

Pendant que Brochant de Villiers était accaparé par l'organisation de son enseignement à l'École des mines du Mont-Blanc¹, un autre ingénieur des mines, Alexandre Brongniart (1770-1847) – qui allait, de 1809 à 1822, enseigner la « géognosie » à la faculté des sciences de Paris² –, entreprenait avec le concours de Georges Cuvier (1769-1832), d'étudier la géologie des environs de Paris et d'en dresser une « carte géognostique » qui fut, en 1811, la première carte géologique à être imprimée, devançant ainsi de quelques années l'impression de la fameuse carte – certes beaucoup plus grande – dressée en Angleterre par William Smith qui n'avait obtenu que très tardivement les concours financiers indispensables. Alexandre Brongniart et Georges Cuvier distinguèrent ainsi, dans leur *Essai sur la Géographie minéralogique des environs de Paris*, publié la même année, une succession d'une dizaine de « terrains » parmi lesquels ils reconnurent « deux formations d'eau douce », intercalées entre des « terrains » marins. Ces mouvements itératifs de la mer n'eurent pas l'heur de plaire à Constant Prévost (1787-1856), qui s'interrogea sur leur réalité en 1828 dans un article intitulé *Les continents actuels ont-ils été, à plusieurs reprises, submergés par la mer ?*

Une autre publication de Cuvier suscita l'opposition de Constant Prévost qui était un partisan convaincu des « causes actuelles ». Ce fut le *Discours préliminaire* par lequel Cuvier introduisit en 1812 la publication de la première édition de ses *Recherches sur les Ossements fossiles de Quadrupèdes*. Il y exprima sa conception catastrophiste de l'histoire terrestre dans un texte qui constitue une véritable théorie de la Terre, comme le révèle le titre de sa réédition : *Discours sur la théorie de la Terre* (1821), qui se transforma, quatre ans plus tard, en un *Discours sur les Révolutions de la surface du Globe* (1825). On sait aujourd'hui que ces versions successives du *Discours* dérivent du cours de géologie que donna Cuvier au Collège de France en 1808, et dans une moindre mesure, de celui de 1805³.

¹ Voir à ce sujet l'article de Philippe Grandchamp : *Deux cours de géologie professés en France...*

² *Ibid.*

³ Philippe Grandchamp en apporte les preuves dans un article intitulé *Cuvier et la reconstitution de l'histoire du Globe...*

L'année même de la publication du célèbre *Discours sur les Révolutions de la surface du Globe* commença, sous la direction d'André Brochant de Villiers, la préparation d'une *Carte géologique de la France* dont les levés furent confiés à deux jeunes ingénieurs des mines : André Dufrénoy (1792-1857) et Léonce Élie de Beaumont (1798-1874)⁴ qui, en cinq campagnes de terrain, furent en mesure d'explorer la majeure partie de l'Hexagone, avant de mettre à profit plusieurs campagnes supplémentaires pour combler certaines lacunes et parfaire leur travail en visitant ensemble les régions les plus complexes. La gravure des contours géologiques put ainsi être réalisée dès 1835 mais il fallut encore attendre six années supplémentaires pour disposer enfin d'un fond topographique. De ce fait, Brochant de Villiers, décédé en 1840, ne vit jamais la carte dont il avait conçu et dirigé l'élaboration.

Un événement de première importance pour l'essor de la géologie française se produisit le 17 mars 1830 lorsqu'une quarantaine de personnes se réunirent à Paris pour fonder la Société géologique de France dans laquelle s'unirent rapidement les forces vives de la géologie française, membres du Corps des mines, professeurs au Muséum national d'Histoire naturelle et à la faculté des sciences de Paris, auxquels se joignirent de nombreux amateurs. Le 1^{er} novembre 1830 le nombre de ses membres s'élevait déjà à 140 pour atteindre 221 (dont 28% d'étrangers) en 1833, 362 deux ans plus tard et 513 en 1850 avec, parmi eux, nombre d'ingénieurs civils, d'enseignants, de médecins, de propriétaires, d'ecclésiastiques et de simples amateurs.

C'est également en 1830 que Léonce Élie de Beaumont acheva la publication de ses *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du Globe...* – un titre qui n'est pas sans rendre hommage à Cuvier –, dans lesquelles il exprima pour la première fois sa conception du « redressement des couches de certains systèmes de montagnes ». Il y distingua à cette occasion neuf systèmes de montagnes, un nombre qui s'accrut progressivement au cours du temps pour atteindre une soixantaine en 1869⁵. Trois ans plus tard, Léonce Élie de Beaumont et Armand Dufrénoy appliquèrent au cas des volcans du Cantal et du Mont-Dore l'hypothèse des « cratères de soulèvement » empruntée à Leopold von Buch (1774-1853)⁶. Constant Prévost en fut l'opposant le plus déterminé, lui qui était allé étudier en 1831 l'éphémère île Julia apparue au sud de la

⁴ Voir à ce sujet l'article de l'auteur de ces lignes sur *André Brochant de Villiers (1772-1840) concepteur de la Carte géologique de la France...*

⁵ Sur ce thème, on se reportera à l'article de Michel Durand-Delga : *Trois systèmes de tectonique globale avant la lettre...*

⁶ Gabriel Gohau précise, dans son article sur la *Naissance de la théorie des cratères de soulèvement*, la chronologie des débats français relatifs à cette notion.

Sicile. Poursuivant ensuite son rêve de synthèse globale des « systèmes de montagnes », Élie de Beaumont se lança en 1850 dans l'aventure chimérique du célèbre « réseau pentagonal »⁷, secondé par son disciple préféré Béguyer de Chancourtois (1820-1886).

Les géologues britanniques furent extrêmement actifs pendant la première moitié du XIX^e siècle pour jeter les bases d'une histoire de la Terre car ce sont eux qui définirent les principaux systèmes du Paléozoïque : Carbonifère, 1822), Cambrien et Silurien, 1835, Dévonien, 1839 et Permien, 1841. Toutefois, les géologues francophones ne furent pas absents puisque c'est au géologue belge Jean-Baptiste d'Omalius d'Halloy (1783-1875) qu'on doit le Crétacé (1822) et que ce fut Alexandre Brongniart (1770-1847) qui convertit le « calcaire ou terrain du Jura » de Leopold von Buch en Jurassique (1829). Rappelons également que Gérard-Paul Deshayes (1795-1875) proposa en 1831 de diviser les terrains tertiaires en fonction du pourcentage d'espèces actuelles de coquillages marins qu'ils renferment, mais la gloire de définir l'Éocène, le Miocène et le Pliocène revint à Charles Lyell (1833). Ce fut toutefois Alcide d'Orbigny (1802-1857) qui, de 1840 à 1852, jeta les bases de l'échelle stratigraphique moderne du Mésozoïque en définissant tout d'abord quatre des étages crétacés encore actuellement valides (Aptien, 1840 ; Albien, et Turonien, 1842 ; Cénomaniens, 1847), puis huit des étages jurassiques (Sinémurien, Toarcien, Bajocien, Bathonien, Callovien, Oxfordien, Kimmeridgien et Portlandien), tous créés en 1849. Enfin, en 1852, il y ajouta le Stampien, auquel fut récemment substitué le terme de Rupélien⁸. Pour sa part, Edmond Hébert contribua dans les années 1860 à la zonation stratigraphique du Crétacé supérieur en utilisant comme marqueurs les bivalves (inocérames), les oursins et les bélemnites.

En 1868 fut créé le Service de la Carte géologique de la France, une institution qui allait exister durant un siècle jusqu'à sa fusion avec le BRGM et la création en 1968 du Service géologique national. On peut en rechercher l'origine dans l'exposition universelle qui se tint à Paris en 1855 car, à cette occasion, Léonce Élie de Beaumont avait fait préparer un petit lot de cartes au 1/80 000. Il récidiva en vue de l'exposition universelle de 1867 où il réussit à exposer une soixantaine de feuilles. L'année suivante Napoléon III signa le décret créant le Service de la Carte géologique de la France qui allait couvrir la France de cartes à 1/80 000,

⁷ L'article de Jacques Touret : *Élie de Beaumont (1798-1874), des systèmes de montagnes au réseau pentagonal*, est consacré à cette partie de l'œuvre de ce personnage.

⁸ Pierre Rat évoque cet aspect de l'œuvre d'Alcide d'Orbigny dans l'article intitulé *Regards sur deux siècles de stratigraphie*.

lesquelles allaient être remplacées à partir de 1924 par les cartes à 1/50 000⁹.

C'est à Paris que se tint, du 29 août au 4 septembre 1878, le premier Congrès géologique international, sous la présidence d'Edmond Hébert. Il fut la conséquence indirecte de l'organisation à Paris d'une exposition universelle qui se tint du 1^{er} mai au 31 octobre. À l'initiative de l'American Association for the Advancement of Science, les géologues du monde entier avaient été invités à y exposer des collections de roches, fossiles et minéraux, ainsi que des cartes géologiques. Le programme scientifique de ce congrès avait pour objectif principal de contribuer à la standardisation de la nomenclature et des symboles utilisés sur les cartes géologiques, ce qui se traduisit principalement par la création de deux commissions internationales de standardisation, chargées, l'une des symboles géologiques et l'autre de la nomenclature géologique. Deux autres commissions furent chargées d'élaborer les règles de nomenclature applicables aux fossiles et aux minéraux en vue du congrès suivant, qui fut convoqué à Bologne en 1881.

Approximativement à la même époque, grâce aux progrès réalisés dans le domaine de la minéralogie et de la cristallographie, et à l'émergence de l'étude micrographique des lames minces, Ferdinand Fouqué (1828-1904) et Auguste Michel-Lévy (1844-1911) prirent place, à la fin du XIX^e siècle, parmi les meilleurs connaisseurs des roches éruptives¹⁰. Un demi-siècle plus tôt deux autres chercheurs français, Joseph Fournet (1801-1869) et Joseph Durocher (1817-1860) s'étaient déjà illustrés dans ce domaine en mettant en évidence l'origine magmatique du granite et des roches éruptives. Le premier d'entre eux chercha également à expliquer le métamorphisme par l'action de « roches pyrogènes ».

Pour sa part, Marcel Bertrand (1847-1907) contribua, au cours des années 1880, à révolutionner la tectonique en soulignant l'importance des chevauchements et en mettant en évidence l'existence de nappes de charriage, notamment en Suisse (à Glaris) et en Provence. Pierre Termier (1861-1930) reprit le flambeau au début du XX^e siècle en appliquant ce concept à l'ensemble de la géologie alpine.

La mise en évidence de certains excès et d'erreurs importantes constatées en Afrique du Nord et dans les Pyrénées conduisit, à la fin des années 1920, au développement d'une réaction anti-nappiste orchestrée par Charles Jacob (1878-1962) et ses disciples. La notion de « géosynclinal » due à James Hall (1859) et James D. Dana (1873) s'imposa donc. Émile

⁹ René Médioni s'est chargé de retracer l'histoire du Service de la Carte géologique de la France et de la naissance du Service géologique national.

¹⁰ Lire à ce sujet l'article de Jacques Touret : *De la pétrographie à la pétrologie*.

Haug (1861-1927) s'était emparé de ce concept en 1900, auquel il ajouta celui de « géanticlinal médian ». La publication de son *Traité de Géologie* (1907-1911) contribua en effet à les populariser, notamment dans le monde francophone.

À partir de 1959, Jean Aubouin réexamina ces notions en proposant l'idée d'un « couple géosynclinal » associant, comme l'avait préconisé Hans Stille, un « eugéosynclinal » comportant des ophiolites et un « miogéosynclinal » qui en serait dépourvu. L'origine de ces ophiolites faisait débat depuis qu'Émile Argand en 1916, puis Maurice Gignoux en 1950 les avaient interprétées comme des injections de magma basique mises en place à la faveur des chevauchements de l'écorce terrestre, alors que Jan H. Brunn (1911-2006) et Louis Dubertret (1904-1979) les considéraient comme d'énormes coulées sous-marines. Son livre intitulé *Geosynclines* (1965) fit de Jean Aubouin le dernier théoricien des géosynclinaux.

En effet, en 1968 se produisit la révolution majeure qui ébranla l'ensemble de la géologie mondiale¹¹. Elle eut pour effet de réfuter définitivement la notion de géosynclinal et de lui substituer le paradigme de la tectonique des plaques.

La plupart des chapitres constituant cet ouvrage montrent que la science française ne s'est pas développée en vase clos et qu'elle a bénéficié d'échanges avec les meilleurs spécialistes, d'abord européens (principalement allemands et britanniques) puis du monde entier. Ainsi, la stratigraphie dont les précurseurs étaient allemands a commencé à s'épanouir au Royaume-Uni avant de trouver en France, avec Alcide d'Orbigny, celui qui la codifia en définissant les étages. Les progrès de la pétrographie furent, pour leur part, le résultat d'un relais entre les chercheurs britanniques, allemands et français. En matière de tectonique, les noms de von Buch et de Wegener se mêlent à ceux d'Élie de Beaumont et de Suess mais aussi à ceux de Marcel Bertrand et de Pierre Termier. Enfin la révolution de la tectonique des plaques découle principalement des travaux de chercheurs britanniques, américains et canadiens et si un Français y joua un rôle éminent, c'est en sa qualité de chercheur au Lamont-Doherty Earth Observatory.

Jean GAUDANT

¹¹ Marcel Lemoine a consacré son article à cet événement majeur qui bouleversa la géodynamique.

ÉVOLUTION DES CONCEPTS ET DES MÉTHODES D'ÉTUDE

REGARDS SUR DEUX SIÈCLES DE STRATIGRAPHIE

Pierre RAT

Résumé. - Notre échelle stratigraphique, construite au long du XIX^e siècle par des géologues ouest-européens à partir de la géologie continentale de l'Europe occidentale, aurait pu être tout autre. Elle a dépendu des hommes et des circonstances. Le Trias : c'est l'empilement de trois ensembles d'Allemagne. Éocène, Miocène, Pliocène : découpage par Lyell d'après la proportion d'espèces actuelles dans les inventaires de faunes tertiaires... D'Orbigny invente l'étage alors qu'Oppel définit la zone. Au XX^e siècle ? Impact de la prospection pétrolière : forages, diagraphies, micropaléontologie, concurrence. Accès au domaine océanique. Chiffrage de la durée. Mondialisation, il faut s'entendre par-delà la diversité des langues, des conceptions : colloques, codes, guide... Enfin, de descriptive, la stratigraphie se veut explicative : stratigraphie « génétique ». La stratigraphie aujourd'hui ? Un outil au service des diverses branches de la géologie, auxquelles elle donne le cadre-temps où situer toutes leurs informations.

Mots-clés : Échelle stratigraphique - corrélation - étage - biozone - stratotypes - durée - géologie historique - XIX^e siècle - XX^e siècle.

Abstract. - Our stratigraphic time scale was built during the XIXth century by West-European geologists from their knowledge of Western Europe. The result could have been very different. Trias came from the superposition of three formations in Germany. Eocene, Miocene, Pliocene: Lyell's divisions of the Tertiary Era, according to the proportion of present species in the catalogues of faunas. D'Orbigny invented the stage when Oppel defined the zone (our biozone). During the XXth century? Impact of oil prospection: boreholes, well-loggings, micropaleontology, economic competition. Access to the oceanic domain. Numbering the duration. Attempts towards a worldwide understanding beyond the diversity of languages and customs: colloquiums, stratigraphic codes or guides. Finally, from description, stratigraphy trends towards explanation: genetic stratigraphy. Stratigraphy today? A tool in attendance on the various branches of Earth sciences, to assign a place to their information within its time scale.

Key-words: Stratigraphic scale - correlation - stage - biozone - stratotypes - duration - historical geology - 19th century - 20th century.

REGARD(S)

Ce texte m'a demandé un travail fort intéressant, mais assez difficile. Il m'avait été initialement demandé une communication sur l'histoire de la stratigraphie qui ferait suite au livre de Gabriel Gohau (2003) sur *La naissance de la géologie historique*.

Un programme beaucoup trop ambitieux. En effet, l'ouvrage de Gabriel Gohau est le fruit d'une recherche approfondie et très réfléchie ; de plus, le développement de la stratigraphie au XIX^e siècle est cadré dans son *Histoire de la géologie* (1987).

D'autre part, je n'ai ni la compétence, ni les moyens, ni l'envie de me lancer dans une recherche vers les documents initiateurs. Et puis le temps manquait... Je ne pouvais donc faire qu'en fonction de ce que j'avais en mémoire ou sous la main. Néanmoins je me suis laissé tenter. D'où cette proposition de titre : *Regards sur deux siècles de stratigraphie*.

Un regard, c'est toujours à partir d'un point de vue, d'un point d'observation qui est personnel. J'en donnerai comme exemple Buffon qui a vu ses *Époques de la nature* depuis son château de Montbard¹.

De plus, un regard, c'est toujours partiel ; on n'embrasse jamais tout. On excusera donc les lacunes. Partiel, voire même partial : votre lecture de l'histoire pourra donc être différente de celle que je vais vous proposer.

Enfin j'ai mis « regards » au pluriel, ce qui permettra de changer le point d'observation en cours de route.

MAIS DÉJÀ SE POSE UNE QUESTION AU DÉPART : QU'EST-CE QUE LA STRATIGRAPHIE ?

Question que nous retrouverons tout au long de notre parcours.

En 1997², le Comité français de stratigraphie donnait cette définition : « La discipline qui étudie l'agencement, dans l'espace et dans le temps, des formations géologiques et des événements qu'elles matérialisent, afin de reconstituer l'histoire de la Terre et son évolution en fonction du temps. »

¹ Rat, P. (1987-88). Les *Époques de la nature* et la Bourgogne. *Mém. Acad. Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon*, 128, pp. 123-130. *Les Époques de la nature* reflètent ce que Buffon pouvait connaître depuis son château de Montbard : 2^e époque, « le roc vif », c'est le Morvan tout proche ; 3^e époque, « les dépôts des eaux ont formé les couches horizontales de la Terre, les premières d'argile » (voici les pentes argileuses du Lias de l'Auxois enveloppant le Morvan), « les supérieures de pierres calcaires » (les plateaux bajo-bathoniens de l'Auxois et de « la Montagne de Langres ») ; 4^e époque, les reliefs sont façonnés (dont ceux de la Montagne de Langres).

² Stratigraphie, terminologie française (1997). Cet ouvrage est une belle expression d'une collaboration entre universités, laboratoires pétroliers, BRGM, CNRS et INRA. Volume publié par le Comité français de Stratigraphie. Fait le point à la fin du XX^e siècle.

Si je souscris entièrement à la première partie (la stratigraphie étudie l'agencement, dans l'espace et dans le temps, des formations géologiques et des événements qu'elles matérialisent), je suis très réservé quant à la seconde (afin de reconstituer l'histoire de la Terre). Sans doute est-ce bien là l'un des points d'aboutissement de la stratigraphie, mais la préoccupation de l'utilisateur courant est plus immédiate et plus prosaïque. Gabriel Gohau (1987) l'a bien fait ressortir dans son *Histoire de la géologie*, avec les pages consacrées à l'incidence des besoins des mineurs (mines de charbon tout particulièrement aux XVIII^e et XIX^e siècles) sur l'avancée des recherches de terrain et leurs conséquences sur les vues des théoriciens.

PERMETTEZ MOI, À CE PROPOS, UNE NOTE TRÈS PERSONNELLE

Quand j'ai commencé à travailler pour ma thèse dans la Chaîne cantabrique autour de Santander et Bilbao (c'était au début des années 1950), je me suis trouvé en face d'une impressionnante masse verte, herbeuse et boisée, s'élevant du niveau de la mer à plus de 1700 mètres, et d'où jaillissaient d'énormes et capricieuses masses calcaires blanches, sans aucun ordre apparent. Comment s'y retrouver³?

Trois grands paquets pouvaient cependant être discernés, que Raymond Ciry (1886-1968) avait entrevus :

1. Celui dans lequel il y avait des calcaires : calcaires urgoniens des géologues subalpins, urgo-aptiens pour les géologues pyrénéens. Mais ils se trouvaient intriqués, emballés on ne savait comment dans des grès, des argiles schisteuses noires. On appela cet ensemble « complexe urgonien ».
2. Au-dessus un autre paquet à dominante gréseuse, parfois discordant sur les calcaires, ailleurs en continuité apparente sur les argiles et grès sous-jacents. Raymond Ciry l'avait appelé « complexe schisto-gréseux supra-urgonien ».
3. Autre paquet encore, cette fois au-dessous du « complexe urgonien ». Dans la région de Santander on y avait trouvé des argiles rouges et des paludines d'eau douce : on l'avait qualifié de « Wealdien ».

L'important était de *trouver quelque géométrie* dans ces ensembles et dans leur arrangement. Tout simplement déjà pour s'orienter dans le pays, puis pour cartographier. Les profondes vallées de la province de Santander ont été fort utiles. Ce fut ma première approche de la stratigraphie.

³ Rat, P. (1998). Avec les géologues dijonnais et quelques autres dans la chaîne cantabrique (des itinéraires de reconnaissance à la marge ibérique). *Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie*, (3), 12, pp. 79-104.

Il fallait pourtant donner un âge à ces terrains. Prenons le « complexe supra-urgonien » (Figure 1). Un paquet monotone et pourtant sympathique, malgré ses ajoncs, avec ses sentiers de sable jaune. Un paquet d'épaisseur très variable mais se chiffant toujours en plusieurs centaines de mètres. Sur plusieurs années, je suis parvenu à y trouver une dizaine de moulages ou empreintes d'ammonites, écrasés, incomplets, sur lesquels le général Collignon (1893-1978) mit une étiquette. Une étiquette qui ne dépassa pas toujours le nom de genre. Vous imaginez, dans ce volume, quelques échantillons à des kilomètres de distance ! Assez cependant pour situer ce complexe dans l'Albien... mais pas plus.

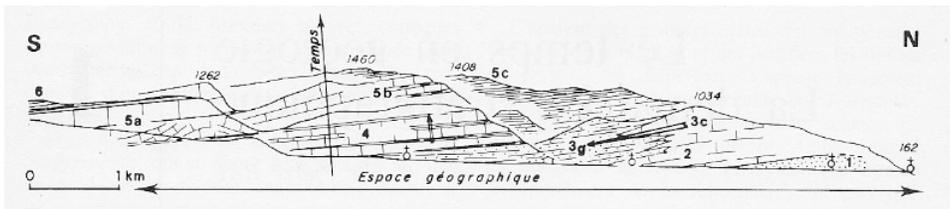


Figure 1. Les trois aspects du temps-espace de la stratigraphie.

Exemple dans le complexe urgonien (Aptien, Albien) de la chaîne cantabrique au sud-est de Santander.

Succession (chronologie) : superposition des formations sédimentaires (1 à 6).

Durée : une flèche symbolise la durée (non chiffrée) du dépôt de la formation 4.

Corrélation (contemporanéité, synchronisme) : les calcaires 3c et les grès 3g sont de même âge (passage latéral de faciès). De même, les calcaires 5a, les alternances calcaréo-gréseuses 5b et l'ensemble détritique à minces lits calcaires 5c sont mis, par continuité latérale (avec indentations), en corrélation stratigraphique.

Quel contraste lorsque je me retrouvais à Dijon, à côté d'Henri Tintant et ses tiroirs d'ammonites jurassiques : espèces, sous-espèces, zones, sous-zones, ... sur quelques décimètres parfois ! Nos conceptions de la stratigraphie ne pouvaient être les mêmes, à cause déjà de l'objet auquel nous étions confrontés. Henri Tintant, paléontologue, biostratigraphe, cherchant le détail de ses fossiles, les subtilités de leur succession. Et moi, géologue généraliste, ayant à comprendre un pays : la géométrie des terrains d'abord (une stratigraphie de rapports latéraux plus peut-être que de superposition, compliquée de tectonique). Les fossiles n'intervenaient qu'après : en premier lieu pour caser mes terrains dans l'échelle générale (datation) et pour pouvoir les raccorder avec ceux d'ailleurs ; ensuite pour ce qu'ils pouvaient m'apprendre de leur milieu de vie... (sur leur environnement dirions-nous aujourd'hui), marin ou saumâtre, superficiel ou profond.

REVENONS AU DÉBUT DU XIX^e SIÈCLE

Au tournant des XVIII^e et XIX^e siècles, on avait pris conscience que la Terre avait une histoire, et une histoire que l'on pouvait déchiffrer à partir de documents enfouis dans le sol, à partir des matériaux de l'écorce terrestre et de leur agencement. On sortait des « théories », construites sur de laborieuses spéculations, pour essayer de comprendre, en suivant l'histoire, ce qui avait pu se passer, grâce à la succession des événements déduite de l'observation.

Toutefois l'outil d'analyse n'était pas encore au point.

On peut reprendre ici les mots de François Ellenberger, relayés par Gabriel Gohau : « Le géologue actuel, s'il lui arrive de compulsier des livres du XVIII^e siècle, s'y sent dans un univers étranger. Abordant ensuite les écrits de la décennie 1830-1840, il ne s'y sent pas dépaysé. Il y reconnaît sans peine sa propre discipline à ses débuts. »⁴

Si, à l'entrée du siècle, une histoire géologique est bien entrevue, peut-on en dire autant de la stratigraphie ? En effet c'est dans le courant du XIX^e siècle que s'est fondée, que s'est développée... la stratigraphie. C'est au XIX^e siècle qu'a été construite notre échelle stratigraphique, celle qui donne encore aujourd'hui le cadre-temps de notre représentation de l'histoire (géologique).

Que pouvons-nous saisir de la manière suivant laquelle a été construite cette échelle que nous utilisons, et qui nous paraît évidente ? C'était au temps où les moyens de transport et de communication se développaient (ce qu'exprime l'ouvrage d'Albert de Lapparent, *La Géologie en chemin de fer*, 1888).

Notre échelle stratigraphique aurait-elle pu être différente ? Sans doute.

En effet, il y a bien, au départ, des documents... en attente. Mais leur mise à jour, leur étude, leur interprétation dépendent des circonstances qui ont permis d'y accéder. Ainsi, sans l'exploitation des schistes bitumineux d'Autun qui approvisionnaient, entre autres, Dijon pour s'éclairer à « l'huile de schiste », il n'y aurait jamais eu d'Autunien. Il y a enfin les interprétations qui en ont été tirées à l'époque.

⁴ Ellenberger, F. (1994). *Histoire de la Géologie*. Technique et Documentation (Lavoisier) Paris, t. 2, p. 318.

COMMENÇONS PAR LES GRANDES LIGNES DE NOTRE CADRE TEMPOREL

Tout d'abord nos quatre ères

Ce premier déchiffrement s'est réalisé en Europe occidentale, ce qui a donné sa marque à notre nomenclature. Plus exactement dans la partie hercynienne de cette Europe occidentale, Grande-Bretagne, France et Allemagne. Pour deux raisons sans doute : 1) La lecture de la géologie y était relativement plus facile qu'en pays alpin par exemple. 2) C'est là qu'il y avait la plupart des têtes pensantes. Il y avait aussi beaucoup d'exploitations minières (houille, fer, sel et potasse) ou de carrières disséminées qui, à la fois, donnaient des informations et créaient des besoins.

Très vite est apparue évidente, dans l'Europe hercynienne, la différence entre ce que nous appelons maintenant socle et couverture : des terrains stratifiés (« Flötzgebirge » des Allemands) sur une base plus ancienne complexe.

Le premier, Giovanni Arduino (1714-1795) – « le génial Vénitien » selon Ellenberger⁵ – est allé plus loin et a donné un tableau plus complet dès 1760 avec ses quatre « ordres » de terrains qui préfigurent nos quatre ères :

- « monti primari », « monti secundari » (formant tous deux des montagnes élevées),
- « monti o piuttosto colli terziari » (collines),
- « il quarto ordine » (les alluvions litées des plaines).

Je vous renvoie pour plus de précision aux ouvrages de François Ellenberger (1994), de Gabriel Gohau (2005) et de Desmond Donovan (1966).

Voilà donc nos quatre ères qui se dégagent. Elles furent conjuguées avec l'histoire du monde vivant par John Phillips (1800-1874) qui suggéra en 1841: Paléozoïque, Mésozoïque et Cénozoïque⁶.

Les ères se meublent : les périodes

C'est aussi dans cette première moitié du siècle que, cahin-caha, ces ères se sont meublées. J'emploie intentionnellement ce terme de « meubler » plutôt que celui, habituel, de « diviser ».

⁵ *Ibid.*, p. 258.

⁶ Phillips, J. (1841). *Figures and Descriptions of the Palaeozoic fossils of Cornwall, Devon and West Somerset...* (cf. Notices and Inferences, pp. 155-182).

Voici le cas du Trias, un nom des plus insolites.

En 1911, Émile Haug écrivait à propos du Trias⁷ : « C'est von Alberti qui, en 1834, réunit pour la première fois en un système unique les trois terrains connus depuis longtemps en Allemagne sous les noms de Buntsandstein, Muschelkalk et Keuper. Il proposa pour cet ensemble le nom de Trias ».

En fait l'histoire est moins simple. On lit dans l'*Abriss der Geologie* de Brinkmann (1959) que c'est à Lehmann et Füchsel que nous devons, en 1780, nos premières connaissances sur le Trias avec la distinction entre Buntsandstein et Muschelkalk. Leopold von Buch (1774-1853) aurait ajouté le Keuper, argileux et salifère. Si bien qu'en 1834, von Alberti (1795-1878) réunit ces trois unités sous le nom de « Trias-Formation ».

Ce fut d'ailleurs une cause d'erreur dans les corrélations. Tout ce qui était grès inférieur était Buntsandstein. Ainsi en était-il en Bourgogne, jusqu'à ce que Louis Courel (1962) démontre, microfossiles à l'appui, que les grès bourguignons étaient marins et contemporains du Muschelkalk. Ce qui fut largement confirmé par la suite.

Pourquoi cette trilogie locale a-t-elle pris une valeur universelle ? Je n'ai pas de réponse. « Trias », le mot est passé dans le langage courant, perdant alors l'honneur de la majuscule. Ainsi, dans le *Petit Robert* 2006 : « Terrain sédimentaire dont les dépôts comprennent trois parties : le grès bigarré, le calcaire coquillier, les marnes irisées. Par extension : période géologique la plus reculée de l'ère secondaire (où se sont déposées ces roches) ».

Le Jurassique, une autre histoire !

Le Jurassique, que l'on va empiler au-dessus de cette triade, nous irons le chercher dans le Jura souabe. Dès 1795, Alexandre de Humboldt se servait du terme de « Calcaire du Jura » pour désigner les terrains dont sont constitués en majeure partie le Jura suisse, le Jura souabe et le Jura franconien⁸. Plusieurs ensembles d'aspects différents s'y superposent calmement :

- Jura noir (*Schwarzer Jura*),
- Jura brun (*Brauner Jura*),
- Jura blanc (*Weisser Jura*).

On en fera, dans une nomenclature à prétention plus universelle, détachée des particularités locales : *Jurassique inférieur, moyen et supérieur*. Pourtant cela n'empêchera pas, avec Lias (« layers » des

⁷ Haug, É. (1911). *Traité de Géologie* (II - Les périodes géologiques). Armand Colin, Paris (cf. p. 848).

⁸ *Ibid.*, p. 946.

Anglais, « liais » des Français), Dogger (concrétions de silice et de fer du Yorkshire) et Malm (calcaire tendre de la région d'Oxford) le retour à des termes de carriers.

C'est Alexandre Brongniart (1770-1847), qui introduisit en 1829 la dénomination « Jurassique » dans le langage scientifique⁹. En Angleterre d'autres noms, Lias et « série oolitique », avaient été employés par William Smith (1769-1839) et ses successeurs pour désigner ce même ensemble. Nous y reviendrons.

Autre aventure encore que celle du Crétacé !

Comme pour le Carbonifère, il doit son nom à un certain type de sédiment. Le nom de craie est ancien. La craie était bien connue sur la plate-forme ouest-européenne (craie, chalk, Kreide). Le qualificatif de crétacé a été employé déjà au XVIII^e siècle. Le nom a été officialisé par Jean-Baptiste d'Omalius d'Halloy, en 1822¹⁰. (Notons que cette désignation est antérieure à celles de Trias et de Jurassique).

Comme pour le Jura (mais dans le Bassin parisien cette fois-ci) on y a distingué trois ensembles différents superposés : craie chloritée, craie marneuse, craie blanche. Et voilà les trois étages d'Alcide d'Orbigny (1842-1847) : Cénomaniens, Turonien, Sénonien.

Trias, Jurassique, Crétacé sont donc nés, indépendamment, d'études locales de terrain, en des lieux différents, non sans un certain décalage dans le temps. Après quoi il a fallu les ajuster.

Indépendamment ? Pas tout à fait. Les autres grandes périodes de notre échelle stratigraphique européenne ont été définies vers les mêmes moments :

- Carbonifère, l'époque du charbon, en 1822.
- En Grande-Bretagne encore. Gabriel Gohau fait remarquer qu'on ne savait alors que fort peu de choses sur les terrains antérieurs au dépôt de la houille et surtout sur ce qu'il y avait au-dessous de ce grand ensemble régional qualifié de « Vieux grès rouges ». De l'analyse émergèrent Cambrien et Silurien (1835), puis Dévonien (1839). Le Permien, on alla le chercher dans l'Oural (1841).

Un telle nomenclature correspondait donc à un besoin.

⁹ *Ibid.*, p. 929.

¹⁰ *Ibid.*, p. 1153.

TOUTE DIFFÉRENTE, LA DÉMARCHE POUR L'ÈRE TERTIAIRE ET SES ÉTRANGES « DIVISIONS ».

Ici, au lieu d'empiler, on divisa. Dans l'Europe occidentale, berceau de la stratigraphie, les conditions d'affleurement des formations tertiaires sont fort différentes de celles des périodes antérieures, du Secondaire en particulier. À la différence, par exemple, de la craie sous-jacente, reconnaissable sur de vastes étendues, les bassins tertiaires sont d'extension limitée. Ils s'avéraient indépendants et capricieux. « Ainsi donc, les strates du Tertiaire constituaient un défi pour le programme stratigraphique, au lieu de lui servir de premier exemple comme l'aurait voulu la logique »¹¹.

Charles Lyell attaqua donc le problème différemment. C'était en 1833, bien avant que son ami Charles Darwin l'ait convaincu de l'évolution des espèces. Il voyait les successions de faunes comme des renouvellements d'espèces, chacune de ces espèces étant une entité bien définie. De nouvelles espèces apparaissaient, puis elles s'éteignaient après un temps plus ou moins long (simple constat, en dehors de toute explication causale) si bien que, pour une époque donnée, la nôtre par exemple, la faune se trouve composée à la fois d'espèces nouvelles et de reliquats de faunes plus anciennes.

Charles Lyell procéda par division en prenant en compte le nombre d'espèces de la faune actuelle identifiées dans la faune de l'époque considérée. Il s'adressa aux mollusques, bien représentés et bien caractérisés dans les sédiments tertiaires. Il n'était pas paléontologue et utilisa les déterminations et les inventaires de son collègue français Gérard-Paul Deshayes (1796-1875). Donovan (1966) en expose ainsi les résultats :

- « Pliocene Period » (« plus récent ») : 49% d'espèces actuelles ;
- « Miocene Period » (« moins récent ») : 18% d'espèces actuelles ;
- « Eocene Period » (« aurore ») : 3,25% d'espèces actuelles.
- S'est ajouté ensuite « Pleistocene Period » (« le plus récent ») en 1839 : 90% d'espèces actuelles .
- « Oligocene » (« peu récent ») a rejoint le lot quinze ans plus tard (Beyrich, 1854).

Des noms bien étranges qui ont pourtant survécu. J'avoue préférer ceux de Crétacé ou de Carbonifère, plus évocateurs.

¹¹ Gould, S.J. (1987). *Aux racines du temps*. Traduction française. Grasset, Paris, pp. 249-265. Une réflexion fort intéressante sur « la datation du Tertiaire par l'imposant temps cyclique » et « sur le rêve lyellien d'une paléontologie statistique ».

Bref, dans les années 1840, le tableau des périodes, à l'intérieur des ères, est rempli, tel que nous l'avons gardé. Intervient alors Alcide d'Orbigny et ses étages¹².

L'INVENTION DE L'ÉTAGE

L'idée était dans l'air. Avec des termes comme Buntsandstein (1834), Muschelkalk, Keuper, un nom était donné à un objet : un ensemble de terrains identifiables sur une assez large étendue et que l'on pouvait reconnaître aussi en d'autres endroits. Autrement dit, c'était l'enregistrement palpable d'un moment de l'histoire.

De plus, c'était un moment singularisé et situé par rapport à d'autres (Muschelkalk après Buntsandstein et avant Keuper). Enfin, un nom, cela permet d'en parler. Le concept d'étage conservait le nom, mais il ajoutait à l'objet le contenu fossilifère en le mettant au premier plan. Les variations lithologiques s'en trouvaient estompées, sinon gommées. Cette introduction de l'étage, je dirai l'invention de l'étage, par Alcide d'Orbigny (Figure 2), a été un progrès fondamental.



Figure 2. Daguerriéotype d'Alcide d'Orbigny (1802-1857). (Document Muséum national d'Histoire naturelle).

¹² Orbigny, A. d' (1842-1847). *Paléontologie française* et (1849-1852). *Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphique*. À noter que d'Orbigny a construit son échelle d'étages par étapes : Sénonien et Turonien datent de 1842, le Cénomanien de 1847, Sinémurien, Toarcien, Bajocien... de 1849.

De descriptive et locale la stratigraphie devenait conceptuelle et prenait une dimension universelle. Adaptant un propos de Robert Laffitte¹³, on peut dire que, s'il semble n'y avoir guère de différence entre deux expressions telles que « Oxford Clay » et « Oxfordien », elles ont, en fait, des valeurs de portée totalement différente. La première désigne une formation géologique, limitée géographiquement. La seconde correspond à l'époque, au temps pendant lequel cette formation s'est déposée. Elle devient donc une unité de temps qui peut s'insérer dans un cadre chronologique général, celui de l'histoire du Globe.

En 1850, à propos du Sinémurien dans sa *Paléontologie française* (t. 3, p. 604), d'Orbigny définissait clairement ce que nous appelons aujourd'hui le stratotype : « J'ai fait dériver ce nom de la ville de Semur (Sinemurium) où se trouve le meilleur type, un gisement que je puis considérer comme étalon, c'est-à-dire pouvant toujours servir de point de comparaison ». Voilà donc forgée l'une de nos unités stratigraphiques des plus utilisées.

Et pourtant elle partait d'une idée inexacte. On peut lui appliquer la formule de Stephen Gould (*The Flamingo Smile*) : « False premise, good science ». Au départ il y a ce constat : faunes et flores sont différentes suivant l'âge des terrains, fonction de leur relation stratigraphique. D'où l'idée de populations qui se seraient succédé, chacune liée à une époque. Leur destruction (extinction « catastrophique ») aurait été suivie d'un renouvellement (nouvelle création pour certains). Un hiatus séparait donc deux peuplements successifs.

Il faut reconnaître que cette vue était favorisée par les lacunes de sédimentation des séries dans lesquelles les relevés étaient faits (séries de plates-formes dirions-nous). « C'est ainsi que d'Orbigny distingua dans les temps géologiques 27 créations successives, suivies d'autant de catastrophes. Des discontinuités biologiques fondamentales, ou « révolutions » formaient des coupures universelles et synchrones. La discontinuité de la vie fournissait à la stratigraphie un cadre discontinu »¹⁴.

On peut suivre ainsi la conversion en étages de la stratigraphie du bassin de Londres vue par Albert de Lapparent¹⁵.

¹³ R. Laffitte. Communication orale au Comité français de stratigraphie.

¹⁴ Rey, J. (1983). *Biostratigraphie et Lithostratigraphie*. Publications de l'Institut français du pétrole. Éd. Technip, Paris, p. 63.

¹⁵ Lapparent, A. de (1893). *Traité de géologie*. Savy, Paris, 3^e édition, entièrement refondue. « Durant cet intervalle », précise l'auteur dans la préface (cf. pp. V et VII), « que de conquêtes précieuses dont la science s'est enrichie ! Le zèle des commissions géologiques et des explorateurs volontaires ont plus que doublé la superficie géologiquement connue de notre planète... Pour ce qui concerne les changements apportés à la nomenclature et au classement des terrains stratifiés... ils sont le résultat de délibérations poursuivies de concert avec M. Munier-Chalmas » ; ils ont tenu compte aussi « des besoins des légendes d'assemblage » du Service de la carte géologique de la France.

« La série des couches jurassiques a été établie en Angleterre, au début de ce siècle, par William Smith. Tout en reconnaissant (et c'est là son grand titre de gloire) que chaque assise était caractérisée par une faune spéciale, Smith n'avait pu fonder sa classification sur l'argument paléontologique dont l'application eût été alors prématurée. Il s'était donc borné à relever l'ordre normal de succession d'un ensemble de couches, dont chacune se distinguait par la constance de ses caractères pétrographiques.

Cette série, précisée plus tard par William Buckland (1821), puis par William Daniel Conybeare et John Phillips (1822), a longtemps servi de type pour l'étude des terrains jurassiques sur le continent. Elle se composait des termes suivants :

1° Inferior oolite; 2° Fuller's earth; 3° Great oolite; 4° Bradford-clay and Forest-marble; 5° Cornbrash.

A partir de 1843, Alcide d'Orbigny déduisit, de la comparaison des faunes, une conversion systématique en étages. L'« inferior oolite », dont le type fossilifère le plus remarquable se trouvait aux environs de Bayeux, devint l'étage bajocien ; le nom de Bathonien fut appliqué à l'ensemble des assises 2, 3, 4 et 5, « en souvenir de la ville anglaise de Bath, où la couche dite great oolite est le mieux développée. »

Par la suite, la connaissance de l'évolution du monde vivant, la multiplication des échantillonnages ont totalement transformé cette façon de voir la relation entre étages successifs, d'où ces questions nouvelles : limites (conventionnelles), transition, couches de passage. Ainsi, « Mayer (1864) créait le nom aalénien pour la base du bajocien, considérée comme une zone de passage entre cet étage et le lias » (A. de Lapparent, 1893).

Aujourd'hui qu'en est-il de l'étage ? Dans son ouvrage intitulé *Stratigraphie, terminologie française* (1997), le Comité français de stratigraphie donne un commentaire que je nuancerai : « Unité concrète, la plus couramment employée, de notre terminologie », est-il dit. « Unité concrète », c'est à discuter. Certes l'étage donne généralement une image concrète (que l'on peut se représenter) dans sa localité type : le Calcaire à gryphées arquées pour le Sinémurien à Semur... Mais ailleurs ?

« Il répond aussi bien aux besoins locaux ou régionaux (cartographie en particulier) qu'aux soucis de corrélation à vaste échelle, voire mondiale ». J'en doute un peu. Déjà dans l'usage cartographique local ne plaque-t-on pas parfois, et même souvent, un nom d'étage sur la formation que l'on cartographie ?

« Les limites des étages ont été historiquement basées sur des changements naturels reconnus au moins en certains points, souvent liées à des lacunes de sédimentation ».

L'étage s'exprime :

- par diverses lithologies (qui permettent éventuellement sa cartographie). Je dirai qu'à l'échelle locale, il a un visage. Quant à la valeur cartographique de l'étage, ce n'est pas si évident.
- par un contenu paléontologique particulier. On est tous d'accord.
- par un contenu événementiel particulier. C'est moins clair.
- par des caractéristiques physiques et chimiques. Sur ce point il convient de distinguer : 1) les traits particuliers à la formation locale, comme pour ce qui est de la lithologie. 2) les traits liés à un certain état de la planète, qui peuvent se retrouver en divers points du Globe et ainsi peuvent contribuer à situer l'étage dans le déroulement de l'histoire.

ARRIVE OPPEL ET LA ZONE PALÉONTOLOGIQUE

Au moment où Alcide d'Orbigny, frappé par la rupture qu'il constatait entre faunes successives, inventait l'étage, Albert Oппel (1831-1865), en 1856, isolait la zone dans une suite fossilifère qu'il voyait continue. Deux façons d'exprimer le temps. Toutes deux ont connu le succès, peut-être parce qu'elles correspondent à deux conditions différentes d'observation : la première plus concrète ; la seconde plus idéale, mais plus fine... là où elle est applicable¹⁶.

Albert Oппel voyait ainsi la zone (ne parlons pas encore de biozone, le terme ne venant que plus tard au X^e siècle, tout comme « biostratigraphie » que l'on doit à Louis Dollo, 1909), disons la zone paléontologique : explorant l'extension verticale de chaque espèce dans des localités les plus diverses, en laissant de côté les traits lithologiques particuliers des couches successives, on peut mettre en évidence des zones qui, par la présence constante et exclusive de certaines espèces, se singularisent par rapport aux niveaux sous- et sus-jacents.

Par ce moyen, ajoutait-il, on obtient un profil idéal dont les composants de même âge en différents lieux sont toujours caractérisés par les mêmes espèces. Certaines d'entre elles sont particulièrement valables pour ces divisions, de sorte que l'on peut nommer chaque zone par une espèce particulière : l'espèce index.

¹⁶ Oппel, A. (1856-1858). Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands, nach ihren einzelnen Gliedern eingetheilt und verglichen. *Württemb. naturwiss. Jahresh.*, Jahrg. 12-14, Stuttgart. Partant des analyses minutieuses faites dans le Jura souabe, Oппel constatait que les 33 zones, qu'il avait distinguées et qu'il désignait du nom d'une ammonite caractéristique, se retrouvaient sur de grandes étendues en conservant, à travers les variations lithologiques, les mêmes caractères paléontologiques essentiels.

Par la suite le concept de biozone a été précisé, affiné, nuancé : zone d'association, zone de distribution (catégorie dans laquelle on peut placer la zone d'Oppel), zone d'abondance...

Très vite il a été utilisé par divers auteurs, peut-être même spontanément et indépendamment de la formulation d'Oppel. À partir de fossiles différents. Différents selon l'époque et le faciès des dépôts :

- zones d'Hébert (1863-1875) dans la craie du bassin Parisien, lesquelles, après quelques retouches, ont été adoptées en Grande-Bretagne : interviennent ammonites, inocérames, crinoïdes, bélemnites, échinides ;
- zones de graptolites dans l'Ordovicien de Grande-Bretagne (Charles Lapworth, 1878) ;
- zones de coraux et brachiopodes dans le « Carboniferous Limestone » anglais (Arthur Vaughan, 1905) ;
- sans oublier les zones d'ammonites, qui ont fait florès, dans le Jurassique.

REGARD SUR LA FIN DU SIÈCLE : LE TRAITÉ D'ALBERT DE LAPPARENT

Arrêtons un instant notre regard sur le *Traité de Géologie* d'Albert de Lapparent¹⁷. La première édition est de 1882, la troisième, « entièrement refondue », est de 1893.

En 1943, Maurice Gignoux¹⁸ soulignait le rôle important de ce traité, alors que la nomenclature stratigraphique était hésitante et quelque peu foisonnante (voir, à propos des stratotypes français¹⁹, cette floraison de noms, entre 1850 et 1900 : Jean Roger en a relevé plus de cent qui n'ont pas survécu, certains pratiquement mort-nés) : « Grâce principalement à la diffusion mondiale du *Traité de Géologie* d'A. de Lapparent », nous dit Gignoux, « un accord universel est intervenu. » Universel, c'est peut-être un peu trop dire, mais tout de même ! C'est aussi à ce moment que le

¹⁷ Lapparent, A. de, *op. cit.*

¹⁸ Gignoux, M. (1926). *Géologie stratigraphique*. Masson, Paris. 2^e éd., 1935, 3^e éd., 1943. « Écrit pour les étudiants », cet ouvrage a joué un rôle important pour, en quelque sorte, révéler la stratigraphie... « Au moyen d'un petit nombre d'exemples étudiés en détail, illustrer les méthodes de travail et les synthèses des stratigraphes ». Après l'austère somme d'Émile Haug (1911), c'est la stratigraphie rendue accessible, voire attrayante, non seulement pour les étudiants, mais aussi pour un public cultivé plus large.

¹⁹ Les stratotypes français (1980), *Mém. BRGM*, n° 109. On retrouve ce même souci de clarification de la nomenclature, avec référence aux lieux et aux travaux d'origine, dans la Synthèse géologique du Bassin de Paris, tout particulièrement dans le troisième volume, Lexique des noms de formations (*Mém. BRGM*, n° 103, 1980). Et aussi dans la Synthèse géologique du Sud-Est de la France (*Mém. BRGM*, n° 125, 1984).

premier congrès géologique international, qui se tint à Paris (1878), tentait une première hiérarchisation des termes que l'on employait.

Je vois aussi un autre intérêt de l'ouvrage d'Albert de Lapparent : il donne une présentation de la géologie dans laquelle nous nous retrouvons et qui va servir de modèle. Voir le traité de Haug (1911) qui porte cette présentation à un maximum de développement, une présentation que l'on retrouve encore dans l'*Abriss der Geologie* de Brinkmann (1959) et jusque dans les précis pour étudiants tels que, en 1947, « le petit Moret » (c'est ainsi qu'étudiants nous l'appelions) ou encore celui de Jean Aubouin *et al.* (1967).

La première partie du traité d'Albert de Lapparent examine les « phénomènes actuels » ; un chapitre est consacré aux « oscillations des lignes de rivage ».

La seconde partie, « Géologie proprement dite », débute par des « Notions fondamentales sur la composition de l'écorce terrestre », avant d'entreprendre la « Description des formations stratifiées » qui nous présente clairement l'état de la stratigraphie, en train de prendre consistance, en 1893.

Albert de Lapparent souligne ainsi « l'importance du caractère paléontologique » pour les « divisions de la série sédimentaire » : « L'observation nous enseigne que la population organique des continents et des océans a subi, depuis l'origine, des vicissitudes nombreuses, mais parfaitement ordonnées, en vertu desquelles chaque étape de l'histoire du globe a été caractérisée par certains types spéciaux [...]. L'examen des fossiles offre donc un moyen de caractériser chaque épisode, avec une précision qui dépasse de beaucoup celle de l'argument minéralogique ».

Il introduit la notion de « fossiles caractéristiques, dont la présence permettra d'affirmer le synchronisme de dépôts d'inégale nature, lors même que leur passage latéral n'aurait pas été observé. »

Les grandes divisions de l'histoire dans le *Traité* reflètent le schéma qui a été construit à partir du début du siècle, en conjuguant les grandes « coupures » vues dans les séries sédimentaires et les documents paléontologiques qui s'accumulaient :

- Terrain primitif : « Ensemble des roches que le refroidissement a dû faire naître à la surface du globe, lorsque la terre, passant de la phase stellaire à la phase planétaire, s'est recouverte d'une écorce solide. »
- Groupe primaire ou paléozoïque : « Comprend les formations sédimentaires et fossilifères qui se sont succédé depuis la formation de l'écorce primitive, jusqu'au moment où l'atmosphère ayant été purifiée par le développement et l'enfouissement d'une riche végétation terrestre en même temps que se constituaient et

s'affermis les massifs continentaux, la surface du globe est devenue normalement habitable pour les animaux à respiration aérienne. »

- Albert de Lapparent divise son ère primaire en cinq périodes dont la première est la période précambrienne, « ensemble des couches stratifiées dont le dépôt a précédé l'éclosion de la faune cambrienne ou faune primordiale de Barrande. »
- Groupe secondaire ou mésozoïque : « où commencent à apparaître les précurseurs du monde organique actuel [...]. Les reptiles sont prépondérants tandis que règne dans les mers la grande famille des ammonitidés.
- Groupe tertiaire ou néozoïque : « dans lequel la faune et la flore n'offrent pour ainsi dire que des types modernes, et où les mammifères se développent avec ampleur. »
- « Quant à l'ère où nous sommes, elle peut porter le nom d'ère *moderne* ou *quaternaire*. Elle est essentiellement caractérisée par l'apparition de l'homme sur le globe. »

Pour ses « divisions de la série médiojurassique », il fait appel aux zones d'ammonites. « Si nous nous en tenons, comme nous l'avons fait pour la série liasique, aux données fournies par l'étude des ammonites, nous serons conduits à distinguer environ 8 zones, se répartissant comme il suit entre les deux étages bajocien et bathonien ».

Bathonien.

8. zone à *Oppelia aspidoides*.
7. zone à *Oppelia fusca*, *Morphoc. polymorphum* et *Perisph. zigzag*.

Bajocien

6. zone à *Parkinsonia Parkinsoni*.
5. zone à *Cosmoceras Garantianum*, *C. subfurcatum*, *Cæloceras subcoronatum*
4. zone à *Sonninia Romani* et *S. pinguis*.
3. zone à *Sonninia Sowerbii* et *Sphaeroceras Sauzei*.
2. zone à *Harpoceras concavum* et *Zurcheria*.
1. zone à *Harpoceras Murchisonae*.

Les zones 1 et 2 forment l'Aalénien, auquel la plupart des auteurs allemands et anglais joignent nos zones liasiques à *Lyt. jurense* et *Harp. opalinum*.

Certes, depuis Albert de Lapparent, la biozonation a été très affinée, mais nous saisissons bien ici la progression de la démarche (Figure 3) :

- 1) Point de départ : l'unité lithologique locale, concrètement observée.

2) L'étage d'Alcide d'Orbigny conserve cette base concrète, mais ajoute des données paléontologiques permettant « d'affirmer le synchronisme de dépôts d'inégale nature, lors même que leur passage latéral n'aurait pas été observé ».

3) La biozone, en théorie indépendante du contexte lithologique, permet une chronologie relative.

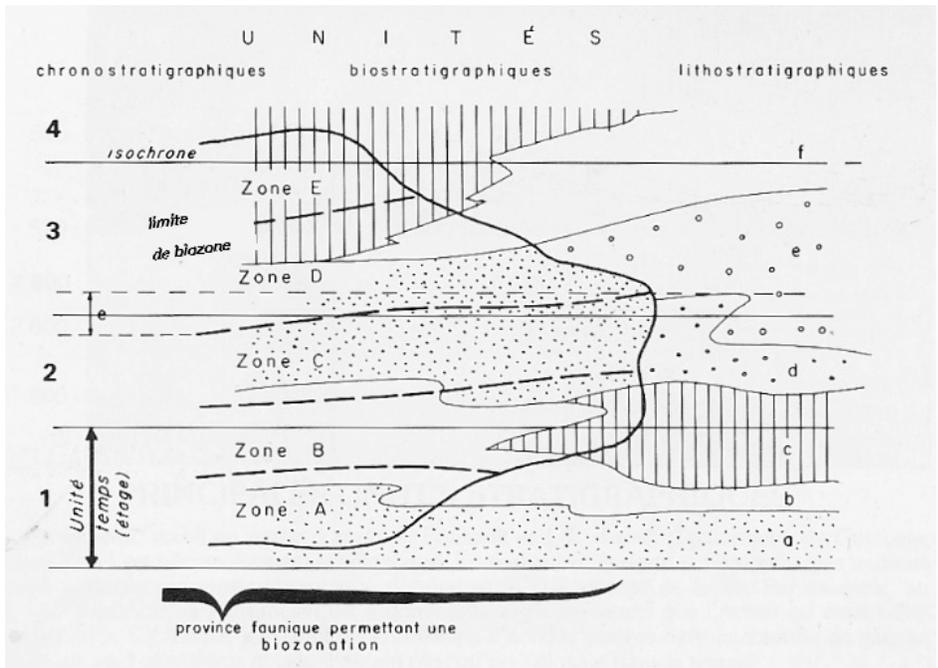


Figure 3. Relations entre les diverses unités stratigraphiques

- chronostratigraphiques (1, 2, 3, 4) ;
- biostratigraphiques (A, B, C, D, E) ;
- lithostratigraphiques (a, b, c, d, e, f).

Les isochrones sont des surfaces idéales représentées sur la coupe par des traits continus.

À l'intérieur d'une province biogéographique, l'évolution des espèces permet de définir des biozones dont les limites donnent une approche de ce que peuvent être les isochrones. Cependant, il n'est pas exclu que les zones aient un certain diachronisme (dû à la vitesse de diffusion des espèces), ce qui laisse une certaine imprécision (une certaine épaisseur « e ») aux isochrones quand on les assimile aux limites de zones.

Les unités lithostratigraphiques ont une valeur locale et peuvent être très hétérochrones.

AU XX^e SIÈCLE, QUOI DE NEUF ?

Pour commencer cette histoire, nous voici, comme en stratigraphie, confrontés à un problème de limite. Où placer la limite entre XIX^e et XX^e

siècle ? En fait, suivant le propos de Georges Millot, la géologie n'est vraiment sortie du XIX^e siècle qu'après la Seconde Guerre mondiale. La stratigraphie fait partie du lot.

Accomplissement du XIX^e siècle

Le *Traité de géologie* d'Émile Haug (1911) fait clairement le point. Se voulant un condensé des connaissances acquises, il nous apparaît aujourd'hui comme un inventaire très statique, réduit aux continents figés dans leur extension et leurs positions actuelles, séparés par le blanc, le vide, des océans, *terra incognita*. Une paléogéographie froide, simple juxtaposition cartographique de faciès (littoral, bathyal...). Le catalogue des fossiles, seuls moyens de corrélation, tient une large place. Par rapport au traité d'Albert de Lapparent (à peine vingt ans plus tôt) on mesure surtout la quantité de connaissances acquises, mais uniquement sur les continents.

Le nombre des ouvriers, chercheurs, ingénieurs..., s'est multiplié en même temps qu'ils se sont professionnalisés ; ainsi que les publications. De nouveaux moyens de travail se sont développés, ne serait-ce que dans les facilités de déplacement (moto, auto,...). La qualité des données recueillies s'est affinée. Cependant, au XX^e siècle, le progrès n'a pas été uniquement dans l'accroissement des connaissances : il y a aussi les révolutions (ou tout au moins des conversions) dans les façons de voir (concepts, objectifs, buts,...)

On continue d'abord sur la lancée

Les travaux des premières décennies enrichissent encore les connaissances, affinent l'approche, mais ils restent dans le même ton. En témoignent le manuel de Maurice Gignoux (1^{re} éd., 1926) ou encore le *Livre jubilaire* pour le centenaire de la *Société géologique de France* (1930) qui reste très descriptif : on décrit, on raconte, les auteurs sont individuels.

La thèse de René Mouterde (soutenue en 1951 et publiée en 1953), sur le Lias et le Bajocien des bordures nord et nord-est du Massif Central, est un exemple parfait d'un travail stratigraphique d'alors : levers de coupes très précis « au décimètre ou même au centimètre », faune recueillie avec soin « banc par banc ». Toutefois ce n'est pas une étude de paléontologie. Les fossiles ne sont pas étudiés pour eux-mêmes, mais avant tout pour leur signification chronologique (les déterminations sont faites par référence aux collections ou aux publications existantes ; d'autres sont dues à des spécialistes paléontologues).

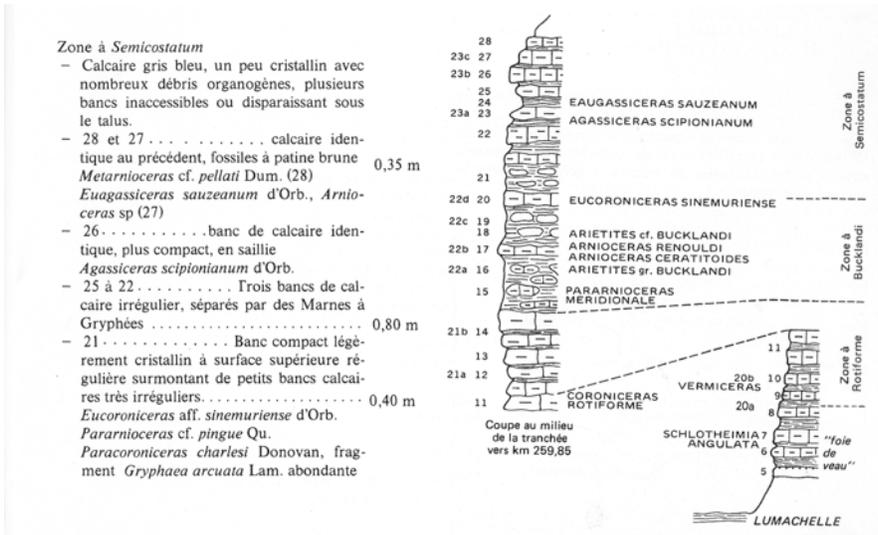


Figure 4. Levé « banc par banc » dans une optique strictement biostratigraphique. L'exemple du stratotype du Sinémurien étudié par R. Mouterde (1953) et R. Mouterde et H. Tintant (1980).

La recherche pétrolière change la donne

Déjà pointent des nouveautés : dans l'accès à l'objet d'étude, dans les besoins. La quête du pétrole arrive au premier plan.

Avec l'essor du pétrole, la recherche s'est industrialisée. Le but n'est pas le résultat scientifique à publier, mais la réussite économique : d'où un nouveau type de concurrence avec confidentialité des résultats.

Les objectifs sont autres. Ce qui importe en premier lieu, ce n'est pas la corrélation à distance, le rattachement à une échelle des temps géologiques, mais la compréhension du volume sédimentaire dans lequel l'huile peut être piégée. On est beaucoup plus proche de la conception anglo-saxonne de la stratigraphie que de la tradition française. Pour deux raisons sans doute : les nécessités pratiques, la dominance américaine.

Les moyens d'accès à l'objet ont aussi changé. Fini le nécessaire contact direct sur l'affleurement ou dans la galerie de mine. Les forages se sont multipliés à partir des années 30. Les échantillons sont le plus souvent des boues ou de menus débris, des cuttings plutôt que des carottes. D'où l'intérêt porté à la micropaléontologie (et le coup de pouce donné à ce volet de la paléontologie). D'où l'émergence de nouvelles techniques, en particulier les diagraphies qui permettent des corrélations, tout en donnant

des informations sur la nature et le comportement des corps sédimentaires traversés.

Incidence seconde : la représentation par « colonnes stratigraphiques » (logs) s'étend aux leviers de surface, remplaçant les profils traditionnels.

Pourtant des carottages ont été souhaités et réalisés, dans un but essentiellement scientifique, afin d'obtenir une vue moins restrictive de la faune et d'assurer de meilleures corrélations. Ce fut le cas de ceux de l'ANDRA²⁰ en Lorraine et des contrats qui s'ensuivirent avec les ammonitologues.

Le chiffrage du temps.

Changement radical par rapport au XIX^e siècle, le XX^e siècle a vu le chiffrage du temps, de la durée, jusque-là livré à la spéculation.

Avant l'utilisation de la radioactivité, des approches avaient été faites pour évaluer la durée, selon deux ordres de préoccupations :

1) Ce qu'a pu être le temps écoulé depuis les origines. Voir les expériences de Buffon sur des boulets de métal ou de pierre chauffés dans ses forges.

2) Plus concrètement : quelle a été la durée de tel ou tel événement fossilisé dans les matériaux de l'écorce (épisode sédimentaire, tectonique, morphologique...). Dans ce sens, des essais ont été faits prenant en compte des phénomènes dont on pouvait estimer la vitesse : accumulation de sel dans les océans, accumulations sédimentaires. On connaît les évaluations de Gerard de Geer (1910) sur les glaciers de Scandinavie à partir des varves, dépôts annuels. Cela n'avait qu'une application limitée.

En 1898, Pierre et Marie Curie découvraient la radioactivité. Très vite, on s'est attaqué à la datation d'échantillons de roches (Rutherford, 1904). Les premières échelles numérisées apparaissent à la fin des années 1920 (Holmes, 1927), les données s'accumulent. Pour les périodes récentes, les datations par le radiocarbone sont arrivées au cours de la décade 1950. Dans les années 80, les nouveaux spectromètres de masse relancent l'étude, si bien qu'à la fin du siècle, avec la participation de chercheurs français, on arrive à une échelle fiable que la Société géologique de France diffuse largement.

Se concrétise ainsi ce que divers auteurs (Teilhard de Chardin, Gould,...) ont appelé la profondeur du temps, ce que l'on peut appeler aussi « l'effet de perspective ». Les périodes récentes, proches de nous, riches en documents, chargées d'événements, ont été construites courtes.

²⁰ Agence nationale pour la Gestion des Déchets radioactifs.

Les périodes anciennes ont été construites, d'autant plus longues qu'elles étaient plus éloignées, avec beaucoup de mémoire perdue.

Chiffrer la durée, c'est aussi connaître la vitesse des processus en cause et, en conséquence, s'approcher un peu plus de leur compréhension (sédimentation, diagenèse, transgressions, déformations tectoniques...). De ce côté, toute méthode peut apporter sa contribution, la géochimie par exemple en mesurant le taux de concentration en iridium, ce qui permet d'évaluer le temps de formation d'une surface durcie.

L'ACCÈS À LA MER, LA DÉCOUVERTE DES FONDS ET DES MARGES OCÉANIQUES

En 1980, pour les 150 ans de la Société géologique de France, Alain Perrodon écrivait²¹ : « Le trait le plus marquant est incontestablement au cours des dix dernières années la connaissance des formations géologiques présentes sous les océans. Grâce aux deux grands projets « Deep Sea Drilling Project » (DSDP), « International Phase of Ocean Drilling » (IPOD) ensuite, auxquels ont collaboré de nombreux chercheurs français. » Le programme Joides (Joint Oceanic International Drilling Exploration Sampling) a été développé depuis 1975.

On a ainsi acquis une connaissance des fonds océaniques, domaine jusque-là totalement inconnu des géologues. Une conséquence de cette marche à la mer a été d'obtenir pour les périodes récentes, grâce aux carottages, des successions continues, à la différence de ce que permettent les formations continentales.

Parmi les résultats, notons la remise en question des quatre glaciations du Quaternaire. Au cours des deux derniers millions d'années, on voit un englacement maximal se reproduire une vingtaine de fois, soit environ tous les 100 000 ans. En somme, les quatre glaciations classiques sont un effet de perspective, chacune regroupant plusieurs épisodes de grands froids, une tendance de plus en plus marquée avec l'éloignement dans le temps.

LA TECTONIQUE DES PLAQUES

L'accès à la mer a permis la naissance et le développement de la théorie des plaques : « une révolution dans les sciences de la Terre » qui a eu, bien entendu, ses répercussions sur la stratigraphie. Elle a balayé, entre autres, l'ancien concept, laborieux et bien flou, de géosynclinal. Un concept qui n'était d'aucune aide pour guider la recherche, en particulier pour les relations entre les formations pelliculaires et les grandes accumulations. Or, ce qu'on demande à une théorie, ce n'est pas seulement de tenter une

²¹ Livre jubilaire du cent cinquantième 1830-1980. *Mém. Soc. géol. France*, hors série, n° 10, 1980, p. 18.

explication de ce que l'on voit, mais de suggérer de bonnes hypothèses de travail.

On calait... À la place voilà les marges continentales, ce qui a complètement changé les conceptions de la paléogéographie et ouvert de nouvelles voies à la stratigraphie.

IL FAUT S'ENTENDRE... NOMENCLATURE, CLASSIFICATION, COORDINATION DES TRAVAUX...

Devant l'accroissement du nombre des chercheurs, devant la diversification des voies de recherche, la multiplication des publications ainsi que des données enfouies dans des cartons (c'était avant l'arrivée de l'informatique) un minimum de coordination s'est vite avéré indispensable.

Il fallait déjà s'entendre entre Français. Ainsi sont nés le Comité français de Stratigraphie et les divers groupes spécialisés : Paléozoïque, Permien et Trias, Jurassique, Crétacé... Il y a plus qu'un souci de nomenclature : concertation, rencontres de terrain et colloques.

Il faut s'entendre aussi avec ceux d'ailleurs. Non seulement joue la langue, mais encore des différences de conceptions : la culture stratigraphique française vise à l'universalité (la notion d'étage prime), tandis qu'en milieu anglo-américain la formation, unité lithologique, est l'essentiel, l'âge n'étant pas pris en considération au premier chef. Nous l'avons éprouvé lorsqu'en 1972, réunis à dix à Cambridge, nous avons rédigé ce court texte, en allemand, anglais et français, intitulé prudemment : *Essai d'accord international sur les problèmes essentiels de la stratigraphie*²².

Les efforts de « codification » de la nomenclature ont été soutenus, voire dirigés, par la Sous-commission pour la classification stratigraphique de l'Union internationale des Sciences géologiques (International Subcommission on Stratigraphic Classification of IUGS).

Ils ont conduit à l'*International stratigraphic guide* édité en 1976 par cette sous-commission dirigée par Hedberg. Au départ cela voulait être un code. Toutefois il est contraire à la marche de la recherche (qui se doit inventive) de prétendre la mettre sur des rails, l'enserrer dans des règles (et qui plus est, des règles imposées dans le contexte d'une certaine époque). Ce ne fut donc pas un code, mais un guide.

²² Laffitte, R., Harland, W. B., Erben, H. K., Blow, W. H., Haas, W., Hughes, N. F., Ramsbottom, H. C., Rat, P., Tintant, H. et Ziegler, W. (1972). *Essai d'accord international sur les problèmes essentiels de la stratigraphie*. C.R. somm. Soc. géol. France, 1972, pp. 36-45.

On l'a traduit en français²³ avec cependant quelques réserves : « Traduction ne signifie pas forcément adhésion. Les traducteurs ne prennent pas la responsabilité des positions exprimées dans ce texte. »

Citons aussi, à partir du milieu du XX^e siècle, le *Lexique stratigraphique international Europe* (publié par le CNRS).

Des stratotypes d'étages ont été définis. Ils officialisent en quelque sorte ce qui avait été l'intuition d'Alcide d'Orbigny. Avec, toutefois, le souci croissant de précision. S'ajoutent ainsi des stratotypes de « limites ». Ils sont pris plutôt hors du stratotype d'étage, celui-ci ayant été défini en son temps, en un lieu où la « coupure » était franche avec les couches encadrantes. Le premier stratotype de limite, retenu par un accord international, après de laborieuses discussions en 1972, serait celui de la limite Silurien/Dévonien dans la coupe de Klonk en Bohême.

On a également recherché des parastratotypes dans le cas où le gisement éponyme se révélait par trop insuffisant²⁴.

Analyser, décrire, classer, ce n'est pas un but en soi, mais un pas vers la compréhension : pour savoir comment cela s'est passé, comment cela a pu marcher ?

Maintenant on ne se satisfait plus d'une stratigraphie purement descriptive : le relevé tend à détecter les conditions, les causes du dépôt. Nous assistons à une véritable révolution conceptuelle qui se manifeste clairement par le vocabulaire en rapide évolution. On parle de « stratigraphie génétique » avec diverses approches dont la « stratigraphie séquentielle ») : une démarche pour saisir des mécanismes, les processus de fonctionnement. L'analyse tend à détecter les causes et les conditions du dépôt.

On parle de « stratigraphie intégrée ». En fait, ce sont divers moyens de datation, de corrélation, diverses techniques, de nouveaux marqueurs... que l'on intègre à la démarche stratigraphique.

On recherche de nouveaux signaux d'événements les plus divers. Les uns sont répétitifs (magnétiques, variations du niveau marin...), tandis que d'autres sont liés à la flèche du temps (évolution biologique). Certains sont accidentels, telle la « couche à iridium » de la fin du Crétacé. La préférence est donnée à ceux dont la signification est la plus générale possible, les variations du niveau marin notamment. Toutefois, quelles que

²³ Hedberg, H.D. (1979). *Guide stratigraphique international*. Doin, Paris, 1979.

²⁴ Pour plus de détails :

- l'ouvrage du Comité français de stratigraphie coordonné par J. Rey (1997). *Stratigraphie, terminologie française*.

- Gradstein, F., Ogg, L. & Smith, A. (2004). *A geologic Time Scale*. Cambridge University Press.

- Rey, J. & S. Galeotti (2008). *Stratigraphy, terminology and practice*. Éd. Technip, Paris.

soient les observations et les analyses, elles ne peuvent acquérir une vraie signification que si elles sont rigoureusement ordonnées dans le temps : on rejoint les fondements même de la stratigraphie.

LA STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE, AUTRE RÉVOLUTION LIÉE À LA NOTION DE COUPLE « PLATE-FORME/BASSIN »

La séquence, unité d'analyse et de compréhension, introduit une logique dans la succession et devient outil de corrélation (Figures 5 et 6). Elle est contrôlée par des facteurs d'ordre général, en premier lieu les variations du niveau marin, mais aussi le climat et, tout particulièrement sur les plates-formes carbonatées, la vie...

Les séquences, unités de dépôt, sont séparées par des discontinuités, des vides (absence de dépôt, érosion, séries condensées) que la sismique peut suivre sur de vastes distances. Le fossile n'est plus l'unique moyen de corrélation.

Corrélativement, aucun enregistrement sédimentaire n'est complet. En fait les séries sédimentaires observées, surtout sur les plates-formes, sont, si l'on peut dire, pleines de vides, ce qui aide à comprendre la réussite de la notion d'étage. En effet, les étages ont été définis sur les plates-formes, séparés par de notables lacunes, de sorte que leur faune, déposée en un temps relativement court (quand la plate-forme était ennoyée) est homogène et caractéristique.

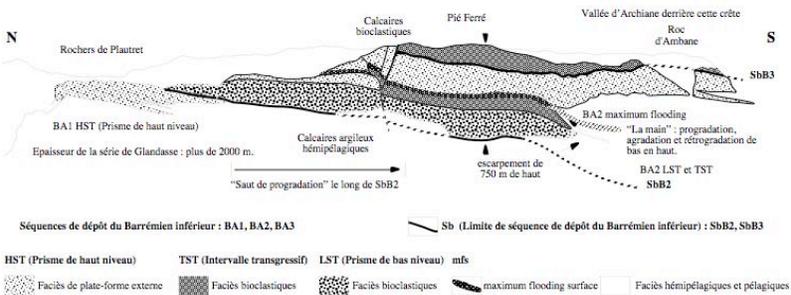


Figure 5. Lecture séquentielle des falaises d'Archiane en Vercors.

Transition plate-forme/bassin du nord vers le sud (d'après Annie & Hubert Arnaud, 1998).

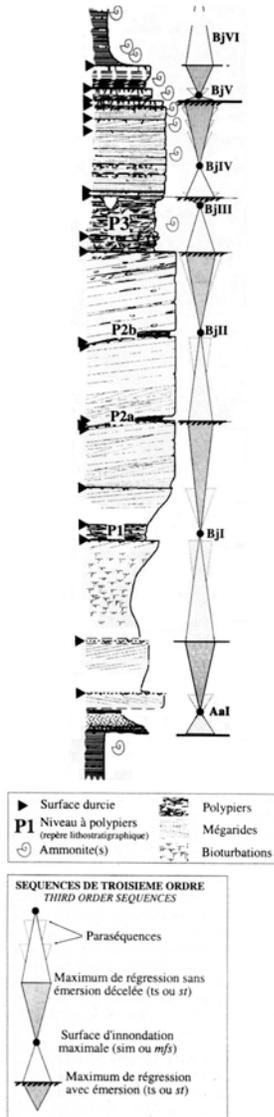


Figure 6. Levé en stratigraphie séquentielle.

Interprétation des calcaires bajociens de la carrière de Pouillenay (Côte d'Or), par C. Durllet & J. Thierry (2000).

- P1 à P3 : niveaux à polypiers (repères lithostratigraphiques) ;
- de AaI à BjVI (Aalénien - Bajocien) : séquences de troisième ordre (sensu Vail : entre 0,5 et 3 millions d'années) identifiées dans quatre coupes du haut-fond bourguignon.

L'INFORMATIQUE

L'informatique a ouvert de nouveaux moyens, inconcevables il y a encore peu, pour la collecte, le stockage, le traitement des données. Et même le traitement de données anciennes dormant dans les archives. Ainsi a-t-on pu reconstituer avec précision, en trois dimensions, la géométrie, l'organisation, de séries pétrolifères de subsurface. Je ne me hasarderai pas dans cette stratigraphie de demain.

Toutefois cela nous ramène à notre interrogation de départ :

- *Qu'est-ce que la stratigraphie ?*
- *Qu'est-ce que la stratigraphie aujourd'hui ?*
- *Et quelles sont ses relations avec les autres volets des sciences de la Terre ?*

Si la stratigraphie n'est plus, comme le voudrait l'étymologie du mot, la description, l'analyse des strates, autrement dit des couches sédimentaires et de leurs relations, elle reste plus que jamais « la clé du passé », la clé de la compréhension de l'écorce terrestre, de son histoire et, partant, de l'histoire de la Terre. Elle permet l'ordonnancement dans le temps de tout ce qui peut être détecté.

Mais est-ce une discipline scientifique? Ou simplement un outil, ou plutôt une méthode d'analyse au service des autres branches de la géologie : cartographie, prospection... (au service de la paléontologie aussi qui, avant de se mettre à son tour au service de la stratigraphie et de ses datations, doit situer ses fossiles dans une rigoureuse superposition).

Je vois dans la stratigraphie une démarche, plutôt qu'une discipline. Une démarche impliquant les disciplines les plus variées...

Une démarche qui peut s'étendre à des ensembles non-sédimentaires, non fossilifères : Précambrien, formations plutoniques et métamorphiques, sur la Lune ou sur Mars... Qui s'étend à l'archéologie : beaucoup de progrès dans la recherche archéologique ont été faits grâce à l'application d'une stratigraphie rigoureuse, jusque dans l'étude de monuments. Qui s'étend à d'autres échelles, comme celle de la plaque mince.

On peut terminer par cette interrogation : Mais qui, aujourd'hui, se dit stratigraphe ?