



HAL
open science

Giovanni Arduino (1714-1795) : le génial vénitien

François Ellenberger

► **To cite this version:**

François Ellenberger. Giovanni Arduino (1714-1795) : le génial vénitien. Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, 1992, 3ème série (tome 6), pp.93-108. hal-00938813

HAL Id: hal-00938813

<https://hal.science/hal-00938813>

Submitted on 29 Jan 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TRAVAUX DU COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE - Troisième série - T.VI (1992)

François ELLENBERGER
Giovanni ARDUINO (1714-1795) : le génial vénitien.

COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE (COFRHIGEO) (séance du 25 novembre 1992)

Un géologue d'avant-garde.

Il n'est que temps de rendre pleinement hommage à Giovanni Arduino et de le placer définitivement parmi les pionniers majeurs de la géologie moderne. C'est notamment de lui que nous avons hérité de la subdivision du bâti terrestre et des temps géologiques en Primaire, Secondaire, Tertiaire et Quaternaire.

En 1760, ayant en vue les Alpes de Vénétie et leur piémont, il y distingue sur des bases rationnelles dans le sous-sol, quatre "ordres" de terrains, à savoir les *monti primari*, les *monti secondari* (formant à eux deux des montagnes élevées) ; les *monti terziari* (correspondant à des collines) ; et les terrains du "quatrième ordre" (*il quatto ordine* = les alluvions litées des plaines). - Notons d'emblée que, chez lui, le terme "monti" est l'équivalent de l'allemand "Gebirge", dont le sens est à la fois géographique et lithologique.

Il importe pour nous de savoir comment il les justifie, et quelle en est exactement la valeur intrinsèque. Qu'apporte-t-il de neuf par rapport aux tentatives de ce genre déjà alors esquissées ailleurs, binaires ou ternaires (Stanon, Moro, Lehmann, etc.) ? Y a-t-il un lien de filiation historique entre sa classification et la nôtre ? Vivons-nous réellement enracinés dans sa terminologie ? Quels sont ses autres apports à la Géologie naissante ?

Disons quelques mots sur l'homme et ses activités, en renvoyant le lecteur aux publications de Tommaso Catullo (1839) (1), de Giuseppe Stegagno (1929) (2) et aux études approfondies en cours de Ezio Vaccari (3).

Inspecteur des mines du Vénétien, du Vicentin et de Toscane, professeur de minéralogie, surintendant de l'agriculture, Arduino était depuis toujours en relations étroites avec les minéralogistes (sensu lato) germaniques (il avait débüté à Clausen). Essentiellement dévoué à ses obligations professionnelles et homme de terrain, ce sont les applications (sources thermales, questions minières) qui l'ont formé à l'étude du sous-sol. A ce titre, cet Italien est typiquement un représentant du vaste mouvement de la Géognosie pré-vernérienne.

Il a exercé une féconde influence tant par ses contacts humains (vaste correspondance, multiples visiteurs) que par ses trop rares écrits proprement géologiques (4). Par bonheur, Ferber, dans ses Lettres à von Born (5) très diffusées, a donné un précieux aperçu complémentaire de ses idées, notamment sur la répartition des fossiles dans les couches "secondaires" du Vicentin et sur les subdivisions reconnues dans celles-ci. Il précise (début des Quatrièmes et Cinquièmes Lettres), qu'ayant séjourné à Venise du 7 octobre au 12 novembre 1771, Arduino eut la bonté de lui communiquer ses manuscrits inédits, et qu'il a pu lui-même vérifier sur le terrain l'exactitude de ses observations. - De plus, Desmarest en 1794 (6) a donné un résumé court mais assez précis de la vision d'Arduino. Les historiens modernes de la Géologie ne lui consacrent en général que des notices cotes élogieuses, mais fort brèves.

C'est fondé sur son excellente connaissance des roches de la Vénétie qu'Arduino a pu, avec assurance, subdiviser en grand son bâti régional entier, en se fondant sur l'ensemble des caractères des masses constituantes, gîtes minérales compris. L'essentiel de sa vie professionnelle avait trait au détail le plus concret. La plupart s'y seraient noyés. Mais son génie lui a permis de s'élever et d'embrasser le tout dans une vaste synthèse inductive, d'inspiration expressément baconnienne ("Incomparable Verulamio", 1760, p.CXXXIV) ; démarche pénétrante, toujours modeste, prudente, faisant le moins possible appel aux théorisations : "Je ne désire que cette vérité que la nature même des choses démontre manifestement" (ibid, p.C).

La méthode : partir de l'analyse litho-structurale,

C'est dans ses deux mémorables Lettres à Antonio Vallisneri (junior), publiées (en italien) en 1760, qu'Arduino nous montre comment il y est arrivé, par inférences successives. Leur texte vivant et précis s'est trouvé singulièrement éclairé par les dessins commentés retrouvés dans ses manuscrits par Giuseppe Stegagno. Il y manque bien évidemment nos caractérisations biostratigraphiques des couches, mais tout le reste est de facture remarquablement moderne ; le géologue de terrain d'aujourd'hui n'y est nullement dépaycé. On a peine à croire que nous sommes au milieu du XVIIIème siècle, cinquante ans avant les vrais débuts de la stratigraphie. Arduino nous confronte de façon exemplaire au grand problème des pionniers dans la formation de la science.

Le point de départ technique est en l'occurrence l'étude des sources thermo-minérales de Recoaro (35 km au NE de Vérone) et de leur cadre. L'un des croquis de terrain (cf. Stegagno, 1929, pl.VIII ; ici fig. 1) donne le relevé précis, à l'échelle du détail, des multiples bancs affleurant dans leur bassin versant : littéralement, une page de carnet de terrain de l'un de nous. Arduino met en évidence que la séquence lithologique affleurant vers le bas des pentes se retrouve à nouveau au-dessus, et en donne une coupe interprétative fort judicieuse.

Un autre dessin (pl.IX ; ici fig. 2) nous donne la coupe structurale et stratigraphique renseignée, très précise et détaillée, cette fois à l'échelle des grandes unités, relevée au long d'une partie de la vallée de l'Agno, unique du genre au XVIIIème siècle. En s'aidant du texte complémentaire transcrit par Ferber sur les six subdivisions des Alpes calcaires (= "monts secondaires", 1776, p.50-53), nous découvrons qu'Arduino avait clairement identifié dix-sept étages ou formations allant du Permien à l'Oligocène, dont trois intercalations magmatiques, le tout dénivelé par des accidents. Performance exceptionnelle en vérité, attestant qu'il possédait lui aussi ce don rare, inné, qui fait les grands géologues de terrain (jadis isolés dans le temps : Léonard de Vinci, Johann Scheuchzer, De Sauvages, Füchsel, etc. ; en notre siècle, noyés dans la masse).

Arduino, tout comme Targioni Tozzetti et d'autres compatriotes (et contemporains français), est un actualiste instinctif, tant en ce qui concerne la lente et tranquille formation des strates jadis dans la mer, qu'en matière d'érosion. Il note que, pour dénivelées ou tordues qu'elles soient, les strates se correspondent parfaitement de part et d'autre des vallées. C'est le mouvement impétueux des eaux courantes, au prix d'un travail extrêmement long, qui a rompu leur continuité primitive. Elles ont ouvert les viscéres rocheux les plus durs des montagnes, "...Ce qui nous permet d'en faire comme l'anatomie, et d'arriver à la connaissance de l'origine, la structure et la nature de la surface moderne de ce Globe" (p.CXII).

Admirateur déclaré de Leibniz, Arduino insiste sur les changements que la Terre a connus. Les strates ont perdu leur horizontalité originelle ; elles ont été souvent redressées, comme renversées, une partie s'affaissant, une autre partie étant poussée et soulevée par une force souterraine. Pragmatique avant tout, lorsqu'il introduit (1774, p.239) le terme *Orogenesia*, il n'a en vue que la formation des grands ensembles lithologiques (les *Gebirge* des Allemands), et non une théorie orogénique au sens moderne.

Les quatre ordres de terrain.

Voyons maintenant comment il décrit ses quatre "ordres" tels qu'il les a identifiés dans la région par lui étudiée (il ne leur confère pas explicitement une valeur universelle). Ils sont, dit-il, comparables à quatre strates colossales composites, partout placées l'une sur l'autre de façon identique. Leurs particularités attestent une formation en des temps et aussi dans des circonstances différentes.

Le premier Ordre est celui des "*montagnes primitives*", ou "*primaires*", "*primigènes*" (mais non "primordiales"), ou encore montagnes "minérales" ou "métalliques", car c'est là que se trouvent les minerais.

Elles sont formées de substances "vitrescibles" (fondant au feu vil des fourneaux ; pour nous, silico-alumineuses), disposées en innombrables strates très irrégulières, tortueuses, elles-mêmes faites de feuilletés "talqueux" (= sériceux) ou micacés, avec des veines capricieuses de quartz, sans le moindre reste organique, ni débris remaniés (pour nous, ce sont des micaschistes et phyllades d'âge paléozoïque inférieur ou plus ancien). Pour Arduino, leur origine est mixte, à la fois aqueuse et ignée, et l'on peut penser à des fusions, des ébullitions, en des temps variés (1774, p.244). Il ne va pas jusqu'à imaginer qu'il s'agit d'anciens sédiments modifiés (ce pas capital ne sera franchi qu'avec James Hutton en 1795 : peut-être son apport majeur).

A leur sommet ou à leur flanc, l'auteur leur adjoint un ensemble mixte, peu épais et irrégulièrement développé de matières stratifiées ou non, vitrescibles (grès durs, etc.), ou parfois calcaires, avec des galets et de la "poudre" des pierres primigènes, de rares restes de plantes ou animaux, et par surcroît des minerais métalliques. (Très clairement, le Permo-Werfénien, peu puissant dans cette région ; la discordance de base est si apparente).

Les montagnes du deuxième ordre, qu'elles surmontent les précédentes, ou leur soient juxtaposées, sont essentiellement formées de marbres et de calcaires, en strates parallèles régulières. Ce sont de "*vraies filles de l'antique Océan*" (1774, p.237). Les coquilles marines ou leurs débris y sont fréquents.

Dans ses trop rares écrits géologiques, Arduino n'en parle que de façon succincte, alors que d'après ses manuscrits, il en avait fait dans le Vicentin une étude des plus attentives. Heureusement, comme on l'a dit, Ferber nous en fait un résumé plus détaillé (1776, p.49-53). Six "couches" ou "lits" (ce sont en fait des ensembles) sont distingués par lui. Leur concordance avec les données actuelles (7), jusqu'ici sous-estimée, est remarquable. Il vaut la peine de citer ce texte en entier, en indiquant les équivalents actuels (il s'agit clairement de la zone de faciès condensés spécifiques de la "ride tridentine", que l'auteur paraît avoir étudiés dans la région de Recoaro - Montecchio Maggiore).

1) "*En considérant ces montagnes calcaires depuis leur pied jusqu'à la moitié de leur hauteur, elles sont composées d'un nombre infini de très petites couches, coupées extérieurement d'une quantité prodigieuse de fentes perpendiculaires, formées par l'écoulement des eaux, qui ont produit des élévations pyramidales d'une couleur de plomb sombre dégagées du corps du rocher. Les pétrifications, qu'on rencontre assez rarement dans ce premier lit, n'offrent communément que de petites moules & tellines striées, dont il n'existe quelquefois que le noyau, ou l'animal même sans coquille, dont l'intérieur est également creux & rempli de cristaux de spath calcaire ou de spath*".

[= Clairement le Trias moyen (ici d'affinités germaniques, à Lamellibranches, Brachiopodes, etc.), et la Hauptdolomit norienne].

2) "*Ce premier lit est surmonté d'un autre petit lit de pierre à chaux plus dense, plus blanche et moins brisée, dont on peut faire quelque usage pour des chambranles de portes, de fenêtres &c. au lieu que les fentes de la couche précédente en rendent les pierres inutilles. On trouve près du lit inférieur de cette seconde couche quelques petites ostracites dessus desquelles il n'y a plus de pétrifications*".

[= Lias inférieur, néritique, peu fossilifère].

3) "*Le troisième lit calcaire consiste ordinairement en beaucoup de petites couches, sans aucun corps étranger en quelques endroits, en d'autres au contraire renfermant chacune différentes espèces de coquilles de mer pétrifiées. Les couches les plus voisines du quatrième lit sont un composé de grandes ou petites Oolites*".

[= Lias supérieur et Doggié, néritique].

4) "*Ce quatrième lit est encore formé d'un grand nombre de petites couches calcaires ; les unes, d'où l'on tire le marbre rouge de Vérone orné de cornes d'amon, sont rouges et remplies d'amonites, qui pèsent jusqu'à 150 livres ; les autres, blanches comme neige, sont sans pétrifications, à l'exception de quelques cornes d'amon, qui y sont clairement parsemées*".

[= Jurassique supérieur, d'abord à faciès ammonitico rosso classique, puis ammonitico rosso blanc].

5) "*Il y a encore par-dessus ce quatrième lit une prodigieuse quantité de petites couches d'une pierre calcaire blanche ; quelques-unes de ces couches, sur-tout celles des plus hautes montagnes, ne renferment aucun corps marin. On n'en voit point par exemple au monte Torrano dans le Vicentin ; mais chacune de ces petites couches contient des corps marins différents*".

[= Le Bianco, d'âge tithonique à crétacé inférieur].

6) "*La couverture supérieure de ces Alpes est appelée Scaglia ; c'est une croûte calcaire remplie de cailloux de différente couleur placés par nids & par petites couches, qui font feu avec l'acier. Cette croûte couvre la superficie des Alpes & s'enfoncé sous les montes tertiaris bencé & reparoit de l'autre côté vers les montagnes volcaniques du Padouan, sur les penchans desquelles elle est encore appuyée...*".

[= L'actuelle Scaglia rossa (il est remarquable que le nom se soit maintenu), formation diachrone de marno-calcaires écaillés pélagiques à silice, d'âge surtout néocrétacé, montant dans le Paléocène].

Selon Arduino, toutes ces couches, déposées horizontalement par la nature, ont été bouleversées : affaissées ou soulevées, inclinées, devenues "*perpendiculaires*", quelquefois même "*entièrement renversées*". Parmi les causes de ces dérangements, il invoque les tremblements de terre (très vieille notion), et "*les éruptions des volcans*" (idée qui prendra une importance énorme avec Leopold von Buch dans les années 1810-1835).

Les montagnes et collines du Troisième ordre dans le Vicentin sont caractérisées selon Arduino par la présence d'innombrables débris, notamment issus de la destruction des montagnes des deux autres ordres (= Flysch et autres dépôts tertiaires).

Elles sont formées (écrit-il en 1760, en se référant à la coupe de l'Agno), de deux types de substances qui alternent en épaisses couches. L'un d'eux comporte des tufs ponceux, spongieux, et une pierre très dure, comportant des matières d'allure vitrifiée ou scorifiée. Il l'identifie plus tard formellement comme un basalte. L'autre type, principalement de nature calcaire, est "*concrétionné*" et rempli de "*productions marines*". Les têtes de ces couches sont orientées vers les Alpes ; elles s'abaissent vers la plaine.

Le croquis reproduit ci-après (fig.2) du Val dell'Agno et sa légende permettent de compléter cette description. Nous y reconnaissons fort bien, surmontant le Bianco et la Scaglia, une première coulée de basalte, [finicrétacée] ; puis une seconde coulée sépare deux formations calcaire-détritiques fossilifères. L'une est pour nous d'âge éocène inférieur et moyen, la seconde éocène supérieur à oligocène - le tout en concordance stratigraphique.

Le texte élaboré par Ferber donne maintes précisions additionnelles sur les "*collines*" tertiaires du Vicentin. Parmi leurs abondantes "*pétrifications*", on a surtout un peu partout des "*nummulaires*" (= Nummulites, etc.). Le texte mentionne toute une série de gisements de fossiles fort divers, dont évidemment le "*Bolca*", avec ses fameuses impressions de plantes et poissons. Allerdings, on trouve des coquilles pétrifiées parfois très belles.

De plus, dans le Véronais et le Vicentin, on observe de nombreux types de roches tantôt proprement volcaniques (laves, cendres, basalte en colonnes, etc.) et de matériel déposé dans les eaux, allant de calcaires fins à des produits de remaniement et de mélange.

Tout cela est à nos yeux de l'excellente géologie concrète. Ces formations sont toujours pour nous d'âge tertiaire (Éocène et Oligocène surtout) ; dans la contrée étudiée, nulle discordance angulaire très nette de base ne les sépare des couches du Deuxième ordre ; les grandes divisions d'Arduino ne sont pas d'abord définies par une tectono-stratigraphie simple de nature géométrique. Il est remarquable dans ces conditions que, sur la base des faciès lithologiques, il ait placé sa coupure entre ses couches secondaires et tertiaires, précisément au bon endroit, du fait de l'apparition de roches à éléments remaniés [= détritiques].

Arduino attribue aussi au Troisième ordre les collines de "tuf" et d'argile de Toscane ("secondaires" pour Targioni) et du versant lombard de l'Apennin (il s'agit là principalement de terrains pliocènes).

Enfin, le Quatrième ordre comprend toutes les plaines, formées de couches d'alluvions, dépôts issus des matériaux des montagnes, apportés par les fleuves et torrents, réduits par le frottement en galets, graviers, sable, vase.

Notons que l'auteur a remarqué la présence de gros blocs de roches issus des montagnes primaires, juchés à de grandes hauteurs sur les montagnes secondaires. Il pense que jadis d'Adige et la Brenta avaient leur cours à cette hauteur, et que le simple cours paisible des eaux a suffi pour creuser les profondes vallées séparatrices (in Ferber, p.56).

La succession des faunes.

Au vu de ses publications, on a, au premier abord, l'impression qu'Arduino n'accordait pas dans la hiérarchie de ses pensées autant d'importance que nous à ses propres observations sur les fossiles. Dans son long mémoire de 1774, il en parle à peine. E. Vaccari a tout récemment publié enfin l'intégralité d'un curieux texte manuscrit, *Risposta allegorico-romanzesca...*(5) envoyé par Arduino à Ferber, apparemment peu après son départ de Venise. L'auteur prend plaisir à dramatiser sa vision génétique en mettant en scène quatre grandes "Époques", à coup sûr extrêmement longues, durant lesquelles s'est formée l'actuelle croûte visible de la Terre ; il décrit allégoriquement le conflit titanessque entre "Vulcain" et "Neptune", autrement dit l'antagonisme du Feu (volcanique) et de l'Eau (marine). La vision suggérée, très différente de celle des *Époques* de **Buffon**, est tout autant unidirectionnelle ; mais elle n'envisage dans ce document que l'aspect minéral des choses, avec beaucoup d'insistance sur les processus chimiques supputés en jeu. Il dit ailleurs (1774, p.234) que, dès sa prime jeunesse, il avait le désir de s'instruire dans la "*Physique souterraine*". Cette préminence accordée à la minéralogie et aux grandes superpositions lithologiques est typique de l'esprit, dés avant Werner, de toute l'école germano-suédoise, très influente alors en Italie septentrionale (8), et de ce que l'on commence alors à nommer la Géognosie. Notons en passant l'intérêt accordé par Arduino aux matières charbonneuses, dont il affirme l'origine végétale (1760, p.CLXX ; 1774, p.285sq.).

Cela dit, malgré les silences décevants des propres écrits publiés de notre auteur sur ce sujet (9), nous découvrons en lui un pionnier capital de la stratigraphie paléontologique.

Nous l'avons vu, il avait fort bien perçu que les coquilles pétrifiées de ses "montagnes secondaires" alpines sont en général différentes de strate en strate ; or, il ajoute qu'elles diffèrent de plus de celles des "collines" tertiaires.

En 1782, il écrit à Leske à Leipzig : "*Un fait mérite réflexion, car il intéresse la théorie de la terre : dans les montagnes, ou Alpes, on observe qu'en parlant des parties basses et en s'élevant jusqu'à leurs cimes, les espèces des coquilles testacées pétrifiées changent le plus souvent d'une strate à l'autre, et que, de plus, on y retrouve peu des innombrables espèces qui abondent dans nos collines, ou basses montagnes. Inversement, parmi ces dernières, il manque nombre de celles qui abondent dans les Alpes*"(10).

Douze ans plus tôt, dans une lettre (non publiée) adressée à Vallisnier le 7 juillet 1760, il allait plus loin et écrivait : "*(Il y a) différents degrés de perfection dans les dites espèces d'animaux pétrifiés, les plus frustes et imparfaites dans les plus basses strates dans les montagnes que j'ai désignées comme secondaires... puis plus parfaites au fur et à mesure (que l'on s'élève dans les strates supérieures) dans l'ordre de leur formation successive, si bien que dans les dernières strates, celles qui forment les monts et collines tertiaires, elles se présentent comme des espèces tout-à-fait parfaites, en tous points semblables à celles observées dans la mer actuelle*" (in Stegagno, loc.cit., p. 13, pl.II).

Une autre fois, dans une lettre non datée adressée à Ferber, il dit : "*Aux espèces déjà éteintes, succédaient d'autres, nouvelles, pour le développement et la survie desquelles on avait un nécessaire concours correspondant de causes physiques favorables, qui faisait défaut aux premières. Leurs vestiges, ensevelis et empâtés au sein des strates, sont en fait des monuments de ces changements successifs des espèces...*" (Ibid., p. 14). (Il est muet sur le mécanisme ; mais, à nos yeux du moins, il était beaucoup plus important à l'époque d'établir solidement la réalité du fait de la succession orientée des faunes concrètes, que de spéculer abstraitement sur les causes).

Or, nous savons que cette similitude croissant avec le temps entre faunes fossiles et faune actuelle, a été l'un des grands thèmes moteurs collectifs de la jeune géologie du XIX^{ème} siècle (avec Giraud **Soulaire** en 1780 et **De Luc** en 1790-1798 comme principaux annonciateurs). Dans quelle mesure cette prise de conscience capitale a-t-elle bénéficié des remarquables observations d'Arduino ? D'une façon générale, quelle a pu être son influence, ayant si peu publié ? On répondra déjà que, d'emblée, l'examen des textes atteste qu'il n'est nullement resté ignoré de ses contemporains. Lui fut référence, au minimum : Raspe 1777, Burin 1789, Desmarest 1794 (longuement), Kirwan 1799 ("the celebrated Arduino"), Playfair 1802 ; et plus tard **Ami Boué** 1836, Keferstein 1840, Faxell 1847, etc.

De façon plus significative, notons que parmi ses nombreux visiteurs, **Horace-Bénédict de Saussure**, encore jeune, a rencontré Arduino à Venise durant son voyage en Italie en 1772-1773 ; on peut imaginer que le visiteur en reçut une empreinte durable. Déjà en 1775, dans son carnet manuscrit de notes d'exploration intitulé "*Voyage au St Gothard*" (†.66)(7), il réfléchissait sur "*la différence qu'on observe entre les anciens coquillages et les nouveaux... Les plaines et basses collines ont été couvertes par les eaux de la Mer beaucoup plus longtemps que les autres secondaires*". Il invoque (comme Arduino) l'effet possible de la modification du milieu.

Ce problème lui tenait à cœur. Dans son célèbre *Agenda* (*Voyages dans les Alpes*, 1796, §§2304-2327), parmi les fort nombreuses questions qu'il légua à la génération qui vient, il y a celle-ci : "*Constater s'il y a des coquillages fossiles qui se trouvent dans les montagnes les plus anciennes, & non dans celles d'une formation plus récente, & classer ainsi, s'il est possible, les âges relatifs & les époques de l'apparition des différentes espèces*". L'audience de De Saussure en France et en Europe était immense. Par son canal au moins, l'une des grandes idées d'Arduino a été indirectement répétée.

Dès le début du XIX^{ème} siècle, l'étude des terrains tertiaires, notamment par l'école parisienne, va confirmer de mieux en mieux cette liaison entre l'âge relatif et la plus ou moins grande ressemblance des fossiles avec leurs homologues vivants. Elle trouvera son plein accomplissement en **Deshayes** (1831) avec ses admirables *Tableaux comparatifs* chiffrant dans les différentes divisions du Tertiaire la proportion des espèces encore existantes (diffusés par **Charles Lyell** et monnayés habilement à son profit comme l'on sait avec la création et le lancement des termes "*Eocene*", "*Miocène*" et "*Pliocène*").

Arduino, à l'origine des grandes subdivisions modernes.

Il se trouve que les quatre Ordres d'Arduino, si clairement définis par lui localement, correspondent fort bien à nos quatre Eres universelles du même nom. En voici un essai d'explication.

A la différence des pays connus de l'école germanique, la région clef étudiée par lui (centrée sur les Alpes du Vicentin et leur piémont) a été façonnée par deux grandes orogénèses successives, l'une paléozoïque, l'autre alpine. Elles encadrent donc vigoureusement un ensemble sédimentaire essentiellement mésozoïque, bien différent de son substratum, ensemble lui aussi tectonisé (mais ici non affecté par le métamorphisme alpin). A son tour, il s'ennoie sous d'autres terrains sédimentaires, peu dérangés, caractérisés par une lithologie largement détritique et par des faunes bien différentes. Un observateur hors pair, rompu à la méthode géognostique et sachant donc voir à la fois le détail et l'ensemble, pouvait d'emblée reconnaître l'individualité des trois grands complexes lithologiques constituants, fruits de cette histoire tectonique complexe.

Or, à l'échelle de l'Europe (abstraction faite de sa frange nord et NW), ces deux grandes discontinuités naturelles se retrouvent un peu partout, fût-ce sous une forme atténuée (discordance régionale et non plus angulaire, etc.). Confirmées par la discontinuité profonde des faunes (les deux grandes extinctions permienne et fini-crétacée sont en très gros concomitantes des deux crises tectoniques), ce sont elles qui ont au départ servi de base à la délimitation de nos quatre ères. Voilà pourquoi les divisions d'Arduino sont devenues les nôtres.

Ouvrons une parenthèse en retraçant sommairement l'histoire assez laborieuse de ces vocables.

L'introduction des termes "*primaire*" et "*secondaire*", dans un sens descriptif, est ancienne : elle remonte à Marsigli en 1711 (aux dires de Keferstein, 1840) ; en tout cas à Moro en 1740 ("*monti Primari*", formés de roches en masses, et "*monti Secondari*", faits de couches litées). Très longtemps, on nommera "secondaires" en bloc, l'ensemble des grandes formations sédimentaires, notre Tertiaire compris : ainsi en 1811, Georges **Cuvier** et **Alexandre Brongniart** pour les formations des environs de Paris. De même, à leur base, on y classera longtemps le Permien et souvent le Houiller.

Le terme "*Tertiaire*" a une histoire embrouillée. - En 1814 (1834), Brocchi lui conserve, en Toscane et dans le piémont nord-apennin, le sens originel d'Arduino, et y adjoignant une fine paléontologie. - Mais le sens actuel ne se généralise qu'à la fin des années 1810, appliqué aux formations postérieures à la craie des environs de Paris et à leurs équivalents (**Constant Prévost** 1820, De Férussac 1821, Conybeare et Phillips 1822, etc.), avec des variantes isolées ("*Ternary*", W. Watson vers 1825 ; "*terrains tertiaires*", **d'Omalius d'Halloy** 1831).

Auparavant, en dehors d'Arduino (répercuté par Desmarest en 1794), le terme "*tertiaire*" n'avait qu'un sens relatif : Ferber, en 1782 souligne l'absence de valeur chronologique de ces "classes". De longue date, on était habitué à la trilogie géognostique Primitif-Flötz-masses meubles remaniées. En 1777, **Palas** nomme "*montagnes tertiaires*" les terrains bordiers de l'Oural, gréseux et marneux (= Permien élevé). - Pour **Delamétherie** en 1795, les terrains tertiaires comprennent la craie, les faluns, etc. - Pour De Saussure en 1779, 1786 et 1796, ce sont des produits de remaniements issus des montagnes secondaires ; au §1065, il utilise le terme "*montagnes du troisième ordre*" : soit l'expression même d'Arduino.

Le terme "*Quaternaire*" est suggéré en 1829 par **Desnoyers**, qui y englobe le Tertiaire récent, tout comme **Constant Prévost** en 1832. - Marcel De Serres en 1831, puis Rebolou en 1833, lui donnent son sens actuel, mais qui ne se généralisera que dans les années 1850. - **Charles Lyell** en 1839 préfère "*Pleistocene*". (Beaucoup d'auteurs parlent de "*Diluvium*" et "*Alluvium*").

Conclusion.

Aux yeux de l'historien de la Géologie, Arduino n'est pas seulement le plus "moderne" des géognostes du XVIII^{ème} siècle ; il doit être mis au rang des très grands pionniers de cette science. N'a-t-il pas eu notamment l'immense mérite de comprendre toute la différence qu'il y a entre le principe de superposition (qu'il considère d'emblée comme allant de soi), et l'attitude actuelle des couches ? Songeons que **Gottlob Werner** et bien d'autres, à la fin du siècle, en étaient encore à tout expliquer par un retrait graduel de la mer primitive. Sur presque tous les points, il est largement en avance sur son époque (**Ami Boué**, en connaissance, disait de lui en 1836 : "*Ses écrits sont presque complètement à l'ordre du jour*"(11)). Le lecteur a pu s'en rendre compte à la lecture de ce qui précède (et encore, on a laissé ici de côté toutes ses excellentes observations sur le volcanisme). Il a eu la sagesse de ne pas nous asséner des théories générales, condamnées par essence à un rapide discrédit. Il n'invente pas d'explications de la genèse des montagnes ; il nous l'expose sous forme de données irréfutables. Modestement exprimé en passant, son fluvialisme actualiste n'a rien à envier à celui d'auteurs plus connus, en général postérieurs. Il pose implicitement, dès avant Giraud **Soulaire**, les principes de la stratigraphie paléontologique (peut-être sans mesurer lui-même l'énorme intérêt de ses propres constatations). Sa vision du bâti terrestre est à coup sûr celle d'un de ces privilégiés, de ces géologues-nés, qui ont reçu le don de voir à trois dimensions : n'est-il pas l'un des rares auteurs du siècle à user du terme si significatif de "*sotteranea Geografia*", cette "géographie souterraine" dont l'établissement reste l'un des buts majeurs de notre science ?

Arduino nous donne à tous, encore aujourd'hui, une merveilleuse leçon de géologie de terrain concrète, précise, ne sollicitant jamais les faits, exempté de toute vaine spéculation. Elle n'a nullement vieilli. Ainsi s'est peu à peu formée notre science : avant tout, simplement en faisant de la géologie, sur le terrain, à pied, au marteau, l'esprit tendu pour voir puis tenter de comprendre ("*merite et malice*"). Et cela, bien plus qu'en échauffant des théories (fausses le plus souvent). Les outils physico-chimiques dont il disposait sont constamment sollicités, mais uniquement comme auxiliaires.

Au-delà du simple intérêt historique, la vie et l'oeuvre d'un homme tel que Giovanni Arduino nous donnent des leçons, toujours d'actualité. Puissent nos jeunes s'en inspirer ! La Nature est toujours neuve pour les âmes ardentes et les chercheurs libres et curieux.

Bibliographie.

- (1) Catullo T.A. (1839) - Discorso inaugurale..., Padova (44p).
- (2) Stegagno G. (1929) - Il Veronese Giovanni Arduino e il sui contributo al progresso della scienza geologica, Verona, 42p., 9pl.
- (3) Vaccari E. (1990) - "Primo contributo all'inventario del carteggio di Giovanni Arduino", Nuncius - Annali di storia della scienza, Firenze, anno V, 1990, fasc. 1, p.79-126 ; -(1991a) "Lo sviluppo delle scienze della terra nella repubblica veneta del secondo settecento attraverso l'opera di Giovanni Arduino", extrait des Actes du Congrès Tra conservazione e novità : il mondo veneto innanzi alla Rivoluzione del 1789, Verona, Accademia di Agricoltura, Scienze e Lettere, p.37-56 ; -(1991b) "Storia della terra e tempi geologici in uno scritto inedito di Giovanni Arduino : la "Risposta allegorico-romanzesca" a Ferber", Nuncius..., anno VI, 1991, fasc.2, p. 171-212 ; -(1992a) Scienze e tecniche agrarie nel Veneto dell'ottocento, Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, 33p. ; (1992b) "Geologia e attività mineraria in Italia settentrionale tra settecento ed ottocento : l'influenza della "scuola di Freiberg" su alcuni scienziati italiani", Nuncius..., anno VII, fasc.1, p.93-107.
- (4) Arduino G. (1760) - "Due lettere del sig. Giovanni Arduino... al Chiariss. Sig. Cavalier Antonio Vallisnieri", Nuova raccolta di opuscoli scientifici e filologici, Venezia, t.LVI, 1760, p.CLV-CLXIX ; Leipzig, 1762. - "Saggio fisico-mineralogico e orognesia", Atti dell'Accademia delle scienze di Siena, t.V, p.228-300 (Rééd. dans Raccolta di memorie..., Venezia 1775 ; trad, allemande Dresden 1778).
- (5) Briefe aus Wälchland..., 1773 ; - édition française : Lettres sur la minéralogie et sur divers autres objets d'histoire naturelle de l'Italie..., 1776 (p.43-75) ; - édition anglaise 1776.
- (6) Desmarest N. (1794) - Encyclopédie méthodique, Géographie physique, t.I, p. 1-7.
- (7) M. Bonneau, in litt. : J. Aubouin, "Essai sur la paléogéographie post-triasique et révolution secondaire et tertiaire du versant sud des Alpes orientales (Alpes méridionales ; Lombardie et Vénétie, Italie ; Slovénie occidentale, Yougoslavie)", Bull. Soc. géol. Fr., (7), t.V, 1963, p.730-766.
- (8) Voir Vaccari, 1991b, loc. cit.
- (9) Catullo (loc. cit., p.40-44) donne les références de quelques quarante écrits d'Arduino : quatre ou cinq à peine traitent de stratigraphie et de fossiles. - Vaccari (1990) a fait le recensement de sa correspondance : ses lettres étaient pour la plupart adressées à des Italiens ; un certain nombre à des Allemands ; très peu concernent les fossiles.
- (10) "Lettera Ortologia al sig. N. G. Leske", Nuovo Giornale d'Italia, anno 1783, p.22 (cf. Stegagno, loc. cit., p. 14).
- (11) Guide du géologue-voyageur, Bruxelles, t.I, 1836, p.394.



Fig.1. - Le flanc nord du Monte Spitz, et le cadre géologique des sources minérales de Reccoaro (Stegagno, 1929, pl.IX). (Croquis fait en Octobre 1758).

Traduction de la légende donnée à gauche par Arduino :

*Esquisse faite de mémoire, de la montagne, d'où sourd l'eau acidulée, en face du bourg de Reccoaro depuis la partie (orientée ?) au midi.

A. Sources d'eau vitriolique séparées de la Fontaine. Cette eau acidulée est pétillante, du fait que son ocre, qu'elle dépose où elle passe, se change en un tuf rouillé, dans lequel on voit moulées les feuilles qu'il enveloppe. Sont également pétillantes les eaux douces qui naissent au voisinage.

B. Les strates entre les deux B étant de façon correspondante semblables à celles entre BB et BB, semblent être une portion des mêmes ayant glissé jusqu'au lieu où elles se retrouvent, et (il semble que) le Lardaro [= les micaschistes] est continué sous toutes deux comme le montre le profil dessiné ci-dessus*.

Arduino a découvert aux environs de la "fontaine" des niveaux présentant à ses yeux une importance majeure, car ils apportent une preuve définitive de l'origine végétale du charbon, sujet à l'époque encore très discuté.

Se référant aux lettres les désignant sur son dessin, il les décrit ainsi :

*C. Strate de pierre semi-argilacée micacée remplie de végétaux réduits en charbon fossile, et de charbon tout-à-fait semblable à de la braise, avec de la marcasite sombre noirâtre... Fleurs de vitriol, imprégnation de rouille.

D. Strate de pierre comme esquissée.

E. Strate de pierre remplie des dits végétaux et charbon, et de coquilles à peine reconnaissables. Traversée de vitriol et rouille*.

Arduino, ayant fait le relevé des couches aux environs des sources remonte le vallon de Righelamor (à droite), et en relève également la coupe, à partir d'une réapparition du socle ("Lardaro piombato"). Elle correspond au Permien, au Werfénien et à l'Anisien inférieur (qui semble affecté par une faille minéralisée). La perspective écrase les pentes supérieures de Trias calcaire massif. (Noter à gauche en haut les indications : "Ici on trouve différentes espèces de petites coquilles", et "Ici on extrait du marbre brèche").

On retrouve cette même coupe décrite dans la première des Due lettere... de 1760, p.CII-CX, avec de plus amples descriptions des roches et de leurs constituants, minéraux ou d'origine organique. Le premier banc au-dessus des micaschistes est une "pierre arénacée" propre à faire des meules ("molaro"), à graviers quartzeux, dont les éléments proviennent des "schistes fissiles" sous-jacents (= Permien basal).

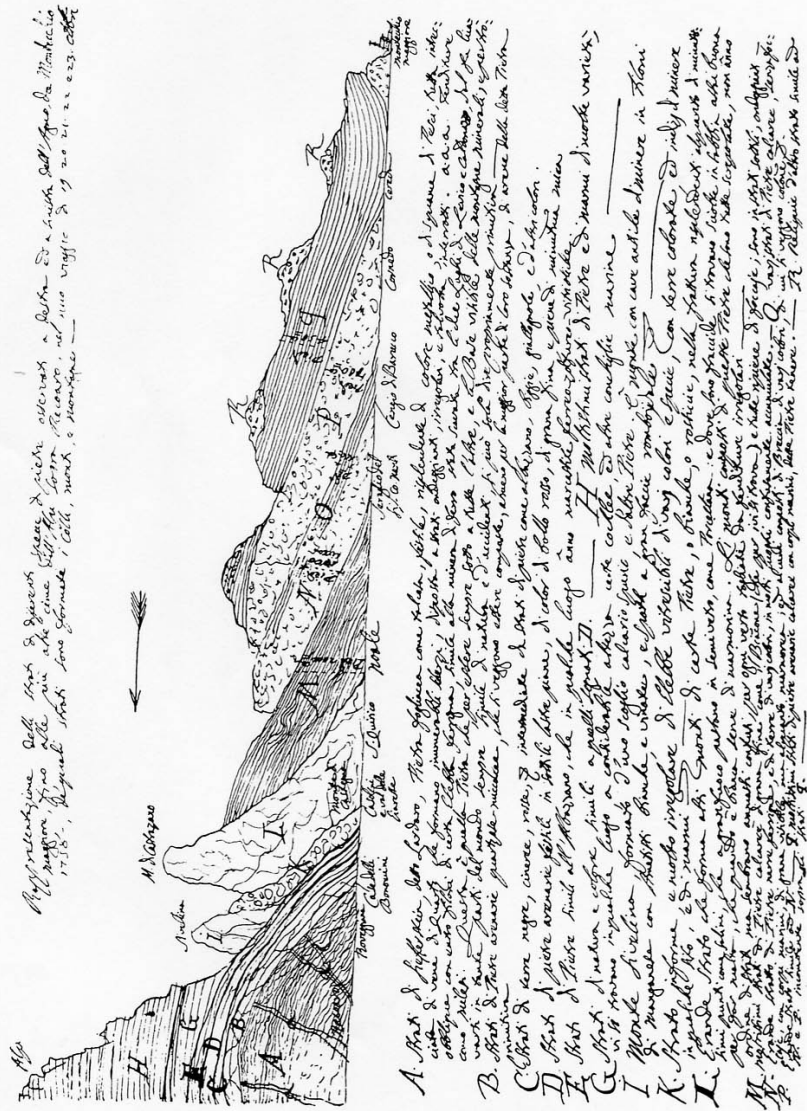


Fig. 2. - Coupe synthétique du Val dell'Agno, depuis Recoaro jusqu'au débouché dans la plaine (longueur : 26 km ; direction globalement, NW-SE, Stegagno, loc. cit., pl. VIII). Légende de l'auteur : "Représentation des strates de différentes espèces de pierres observées à droite et à gauche de l'Agno, depuis Montecchio Maggiore jusqu'à la plus haute cime des Alpes au-dessus de Recoaro, durant un voyage des 19, 20, 21, 22 et 23 octobre 1758 - de quelles strates sont formées les collines, les monts et les montagnes".

La carte géologique actuelle éclaire les choses : une faille nord-sud sépare l'ensemble continu A-H des masses I-K-L. Celles-ci sont séparées à leur tour de l'ensemble continu M-Q par un accident longitudinal important qui affaisse les avant-monts par rapport au massif proprement alpin.

Intéressons-nous à la légende manuscrite de la coupe :

Ensemble A-H : C'est la coupe schématique des montagnes entourant Recoaro. - A : le "Lardaro", les roches du Premier Ordre, "sciefferstein" (sic) = socle paléozoïque, micaschistes à veinules capricieuses de quartz. - a.a.a : fractures obliques formant des filons ferrugineux. - B à G = les diverses couches allant du Permien à l'Anisien inférieur. - H : "Très nombreuses strates de pierres et de marbres de multiples variétés, où l'on trouve en certains lieux de grande altitude certains gastéropodes ("cochlee") et autres coquillages marins [= principalement Anisien calcaro-dolomitique]."

I. - (A l'arrière-plan) : le Monte Siveina "formé d'un rocher de calcaire bizard, et d'autres pierres" [= Calcaire dolomitique du Monte Spitz (Ladinien)].

K. - "Strate informe de Elebbe vitrescible de couleurs et de types variés." [= Laves dacitiques et latitiques d'âge ladinien supérieur].

L. - "Grande strate qui forme de hautes montagnes d'une certaine pierre, ou blanche, ou rougeâtre... Les montagnes formées de cette pierre sont toutes escarpées, n'ont pas d'ordre dans les strates mais semblent des amas confus, taillés en tous sens de fentes irrégulières". [D'après la carte, il s'agit d'un ensemble Norien-Lias-Jurassique, mais la description correspond mal].

M. - "Très nombreuses strates de pierre calcaire à grain fin comme le Biancone (qui peut aussi s'y trouver), et toutes remplies de silix ; sont en lits minces ondulés. (Puissance) 2000 pieds". [= Le Biancone et la Scaglia].

N. - "Grande strate de pierre noire ferrugineuse, et de terres de couleurs variées, en bien des endroits accumulée de façon confuse. Environ 1000 pieds". [= Tufs et hyaloclastites basaltiques en partie sous-marines].

O. - "Strates variées de pierres calcaires, sans silix, avec des corps marins, à grain visible, mais parfois marmoréen, et quelques parties de brèches...". [= Eocène inférieur et moyen calcarénoïque, etc., à grands Foraminifères].

P. - "Grande strate semblable à N. Environ 1800(?) pieds". [= Basalte columnaire, massif, ou scoriacé, ou en coussins].

Q. - "Très nombreuses strates de pierre arénacée-calcaire avec des corps marins, dites Pierre tendre. Environ 450 pieds". [= Marne du Priabonien et calcaire bioclastique oligocène].

R. - "Restes d'une autre strate semblable à N et P, sur les strates Q". [= Restes d'une autre nappe basaltique].

Remarque : dans la seconde des *Due lettere* ... les unités N à R sont décrites avec plus de détails.