

PRINCIPES DE SUBDIVISION STRATIGRAPHIQUE DE L'HISTOIRE DE LA TERRE ; LE CAS DU QUATERNAIRE, SA SIGNIFICATION ET SON RANG HIÉRARCHIQUE



Gilles S. ODIN¹ avec la participation de Nicole LIMONDIN-LOZOUET²
& Jean-Philip BRUGAL³

RÉSUMÉ

Historiquement, les unités stratigraphiques furent différenciées sur la base des caractéristiques de la biosphère. Pour les dépôts où les fossiles sont communs, l'unité de base est l'Étage ; chaque Étage correspondant, originellement, à une faune. Ils sont regroupés en unités de rang supérieur d'après l'importance des coupures biologiques.

Dans la pratique, les Étages historiques étaient des formations (ensembles de couches) fossilifères régionales. Ce fondement a conduit à des difficultés d'application au niveau des limites car la base de ces Étages était localisée dans des dépôts transgressifs sur la plate forme continentale succédant à une lacune de dépôt. On a alors proposé de fixer les limites à la base du stratotype de l'Étage. Ainsi tous les dépôts antérieurs, connus ou inconnus, appartenaient à l'Étage inférieur ; il restait qu'une portion du temps n'était pas représentée par des dépôts dans ces stratotypes historiques. Par la suite, la communauté des stratigraphes a élaboré un nouveau principe, celui des Points Stratotypiques Mondiaux (PSM). Selon cette convention, un Étage est défini par un point, choisi par les experts dans une succession continue ; ce point définit l'Étage situé au-dessus. Dès lors, la limite était parfaitement définie par des dépôts antérieurs et postérieurs.

Pour les stratigraphes francophones, le seul concept de PSM ne suffit pas à la définition complète d'une unité stratigraphique. Celle-ci nécessite trois composantes : le PSM de la limite inférieure, le PSM de la limite supérieure et un contenu dont l'essentiel est l'ensemble des couches du stratotype historique qui a donné son nom à l'Étage.

L'intérêt de ce type de définition est que les notions de couches et de temps coïncident parfaitement ce qui a conduit à proposer, pour les langues où les deux notions étaient distinguées jusque là, une terminologie unique pour désigner les unités représentées par les couches (Erathème, Système, Série, Étage, sous étage inférieur, sous étage supérieur), et les unités de temps correspondantes (Ère, Période, Époque, Âge, sous âge "ancien", "tardif").

C'est dans le cadre de l'Union Internationale des Sciences Géologiques (U.I.S.G) que sont élaborées les conventions internationales. La Commission Internationale de Stratigraphie est chargée de la question des unités stratigraphiques. Dans ce cadre, des sous commissions sont créées, lesquelles chargent des groupes de travail de prendre en main chaque convention. Ces conventions, proposées dans le cadre de ces Groupes de Travail, sont votées et avalisées par les instances de l'U.I.S.G. L'action, dans ces structures, est très influencée par un petit nombre de personnes sollicitant le travail d'un très grand nombre de personnes.

Les outils utilisés par les stratigraphes pour caractériser les couches ne sont pas disponibles de façon uniforme au cours des temps géologiques. Dans cette optique, il existe trois sortes de stratigraphies : 1- celle où les Étages sont adaptés à la subdivision de l'histoire de la planète avec leur concept fondateur actuel, les PSM et le moyen de corrélation le plus commun, les fossiles ; 2- pour les temps plus anciens, les moyens de corrélation sont différents et obligent à changer la règle ; aujourd'hui, les conventions acceptées le plus généralement sont des âges conventionnels ; 3- au Quaternaire, une large palette d'outils est applicable et, selon les milieux, l'un ou l'autre outil sera appliqué et conduira à une subdivision propre. L'exploitation de la diversité des outils disponibles nécessite de ne pas s'encombrer d'unités uniques, mondiales, quand de nombreux outils peuvent être associés avec des âges en années. Les conventions, concept fixe et contraignant, sont remplacées par des connaissances, concept variable laissant une plus grande liberté de progrès.

En outre, le Quaternaire n'est pas une subdivision comparable aux unités antérieures. Sa durée n'est pas supérieure à celle d'un Étage mais son rang hiérarchique doit aussi prendre en compte sa signification. Pour la première fois de l'histoire du globe, les temps quaternaires s'inscrivent dans une biosphère influencée, et même considérablement influencée à long terme, par une espèce unique. C'est une révolution fondamentale dans l'évolution. Cette prise en compte est aussi une nécessité pour la prise de conscience des responsabilités de l'homme vis à vis de son environnement ; elle se traduirait par le fait que l'unité Quaternaire pourrait se situer, de façon justifiable, au niveau d'une Ère succédant au Cénozoïque (ou Tertiaire) sinon d'un Éon de même rang que le Phanérozoïque.

La question de la position précise de sa limite inférieure est autre ; il ne manque pas d'exemples, dans la colonne stratigraphique, dans lesquels le fait dominant caractérisant une unité n'apparaît pas précisément au premier moment de l'unité en question. Cependant, il serait souhaitable que l'"événement guide" pour situer la base du Quaternaire soit en relation avec le fondement de l'influence de l'homme : l'apparition de la pensée conceptuelle, marquée par l'apparition des outils vers 2,6 Ma.

Mots-clés : stratigraphie, Quaternaire, terminologie, outils stratigraphiques.

¹ *Géochronologie et Sédimentologie Océanique, Université Pierre & Marie Curie, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.*

Courriel : gilodin@ccr.jussieu.fr

² *Laboratoire de Géographie physique CNRS, 1 Place A. Briand, 92195 Meudon Cedex.* Courriel : Nicole.Limondin@cnrs-bellevue.fr

³ *UMR 6636 du CNRS, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, 5 rue du Château de l'Horloge, BP 647, 13094 Aix-en-Provence cedex 2.* Courriel : brugal@msh.univ-aix.fr

ABRIDGED ENGLISH VERSION

PRINCIPLES OF SUBDIVISION OF THE EARTH HISTORY, THE CASE OF THE QUATERNARY, SIGNIFICANCE AND HIERARCHICAL RANKING

Throughout the history of geology, stratigraphical units have been identified and named according to the observation that macrofossils evolved over time from one deposit to the next. For example, the Aptian Stage is named after the particular fossils observed in deposits near Apt, SE France (Orbigny, 1840 in Moullade *et al.*, 2006) or the Campanian Stage named after the deposits of the Champagne Charentaise area, SW France (Coquand, 1857 in Neumann and Odin, 2001). The sections selected as typical for a stage are called stratotypes.

Thus, for deposits where fossils are common, the fundamental stratigraphical unit is the Stage which most commonly corresponds to a particular fauna found in a given three-dimensional-formation. The quite constant mechanism of evolution has led to the fact that those Stages have duration of the same order of magnitude (3 to 10 Ma) from the Cambrian System to the Neogene System, which lends to the concept of Stage an approximate time-significant value.

These Stages are grouped in higher ranking units according to the significance of the cuts in terms of changes in the biosphere. These changes are reported in figure 1 according to modern information gathered by Lethiers (1998). It is clear that the pioneer stratigraphers recognised most of the main cuts in the biological evolution and used them as major unit boundaries (Era or System).

So, from the practical point of view, historical Stages are defined as strata characterised by a particular fauna. This practice has led to some difficulties as far as the location of the boundaries is concerned. Often, the apparently "new fauna" results from transgressive deposits on the continental platform following a sedimentary break (and corresponding lack of record, see case 2, fig. 2). In a few other cases, the successive Stages defined in different basins include contemporaneous deposits with different faunas due to endemism or environmental differences (case 1, fig. 2)

In order to solve these problems, it was first accepted that boundaries would be defined at the base of the historical stratotypes ; in this situation, all deposits, known or unknown, and older than those located at the base of the stratotype pertain to the previous Stage. The remaining problem is that deposits immediately older than the boundary were not necessarily documented in the stratotypes.

In order to solve the latter problem, stratigraphers (mainly represented by experts of the Phanerozoic interval of time) have decided to create a new kind of convention using the concept of Global Standard Stratotype Section and Point (GSSP or PSM –Point Stratotypic Global– in French, see fig. 3). According to this new convention, Stage boundaries (instead of Stage bodies) become the key for defining Stages. The GSSP defines a Stage by a point selected in a section where deposition is continuous and the Stage located above the point is defined by this point (Remane *et al.*, 1996). According to this approach, the boundary becomes perfectly defined with deposits able to characterise the geological history above and below.

French speaking stratigraphers have discussed this kind of definition (see Odin *et al.*, 2004, 2005) and suggested that a single GSSP is not enough for the full definition of a stratigraphical unit. A complete definition needs three conventions : 1- the GSSP for the lower (older) boundary, 2- the GSSP for the upper (younger) boundary and 3- the historical stratotype which gives its name to the unit and generally documents the major portion of the unit's content.

This new approach using GSSP is interesting in that the distinct concepts of time on the one hand and strata deposited during (and documenting) this time on the other hand are fully coincident. This coincidence suggests that a single terminology is sufficient for designating time and rock units (Zalasiewicz *et al.*, 2004) i.e., the differentiation previously made in some languages between rock units (Erathem, System, Series, Stage, Lower and Upper sub Stages), and the corresponding time units (Era, Period, Epoch, Age, Early and Late sub Stages, see fig. 5) is no longer necessary. The question is : which are the best words to be selected ? Zalasiewicz *et al.* (2004) would prefer the words shown in the right hand column (fig. 5) while Odin *et al.* (2004, 2005) would recommend the words shown in bold type in the same figure because they are distinct from the confusing words of the common language (such as epoch or period) and because they have long been used in many languages (upper, lower), even when geological time is concerned.

These conventions are worked out within the International Union of Geological Sciences Organisation (IUGS). Within it, the International Commission of Stratigraphy is the appropriate body in charge for these conventions regarding stratigraphical units. This Commission is organised in sub commissions which create Working Groups each in charge for a particular convention (fig. 6). When a 60 % majority vote is obtained for a proposal within a Working Group, it is voted by the parent sub Commission, and the proposal is submitted to the Commission which votes and the accepted convention is submitted to IUGS for ratification. Within this organisation, a comparatively small number of people is usually able to significantly influence the work and decision of a large number of experts. An example of practical GSSP is given in figure 7.

The conventions discussed above are mainly valid and of easy application for the fossil-bearing deposits, those which are the subject of interest of a majority of stratigraphers. However, the stratigraphical tools (the techniques of investigation documented in the deposits) applicable in the rocks are not the same in the deposits of different geological age (fig. 8). From that point of view, there are three distinct stratigraphies (Odin, 1994) : 1- the one where Stages are applicable for subdividing the geological history using the presently accepted and fully relevant concept of GSSP ; there, there is an abundant documentation by fossils (biostratigraphy is the key unequivocal dating tool) ; 2- for older time, the key unequivocal dating tool is geochronology ; accordingly, the appropriate sub commission on Precambrian Stratigraphy decided to select numerical ages for definition of conventional unit boundaries (Plumb, 1991) ; 3- for the Quaternary history, there is a large variety of particular tools often applicable in particular deposits or more or less local areas each one being able to generate its own scale (fig. 10). In this situation, the best use of the information suggests that each particular tool may be accepted for subdivision of the geological history. The use of a single series of integrated boundaries would not be easily applicable because all tools do not necessarily locate cuts at the same place while each kind of cut is an interesting piece of information. The correlation between the diversified columns may be achieved with more or less precise connection, using the known age (in years) of the key events. As a result, the Quaternary interval of time does not need unique conventions but is better based on evolving knowledge. According to us, conventions which are constraining and fixed concepts should thus be replaced by knowledge which gives a wider freedom for adapting to evolving information.

The Quaternary is not similar to the older stratigraphical units. It is short but its hierarchical ranking must first depend on the significance one wants to give to it. Taking into account the major role of the biosphere in the previous subdivision of the geological history, the ranking of the Quaternary unit should reflect the considerable change in the process of evolution of life brought when the genus *Homo* appears. From that point of view, the history of the biosphere may be subdivided as shown in figure 9. Looking at this scheme, it is clear that there is a single taxon (man) which is able to influence the whole biosphere to its benefit (?) for the first time on Earth. This is not a detail of the history. The key role of this species is an observation but it is also necessary to point out this key role for becoming conscious of its responsibility with regard to its environment for the future. Taking this into account, the stratigraphical unit where man becomes a major actor of evolution must have the highest ranking, at least at the level of an Era (see fig. 5) distinct from the Cenozoic (or Tertiary) or possibly a sub Era if this kind of unit is useful in order to conform to the proposal of Pillans and Naish (2004). This means that the base of the Quaternary must cut all previous units of lower ranking in the hierarchy and cannot be part of a previous System as suggested in the proposal of inclusion in the Neogene System considered by Clague (2006).

The question of the location of the lower boundary of the Quaternary is different from that of its ranking. As far as the nature of the key character of the unit (influence of man on the biosphere) is concerned, there are plenty of units of the time scale for which the key factor is NOT perceptible immediately above the base of the unit (trilobites do not appear at the base of the Palaeozoic, large dinosaurs do not appear at the base of the Mesozoic ; mammals do not dominate at the base of the Tertiary). However, it would be advisable to locate the base of the Quaternary near the “guide event” related to the funding of the influence of man on biosphere which is the appearance of the conceptual thinking documented in the deposits by the first man artefacts about 2, 5 Ma ago (Semaw *et al.*, 1997, 2003).

Key-words: stratigraphy, Quaternary, terminology, stratigraphic tools.

1 - INTRODUCTION

La position du Quaternaire, son rang hiérarchique et la nécessité même du terme sont des questions qui divisent la communauté des stratigraphes. Cette situation est en partie liée au fait que les études concernant les derniers millions d’années de l’histoire terrestre ont souvent été envisagées par une communauté de chercheurs n’ayant pas de relations suivies avec les stratigraphes préoccupés par des temps plus anciens, les uns n’intégrant pas les préoccupations des autres.

Il devient alors souhaitable, dans un recueil réunissant les contributions présentées lors d’un colloque dont le thème phare était : « le Quaternaire, limites et spécificités » de rappeler brièvement, comment les unités stratigraphiques conventionnelles sont définies. On nomme unité stratigraphique un intervalle de temps ou un ensemble de roches formé durant ce temps, individualisé par le stratigraphe pour décrire l’histoire de la Terre. Cette question comporte plusieurs contextes qui seront abordés successivement (historique, actuel, administratif).

L’application pratique des principes de subdivision sera alors évoquée et l’on mettra en évidence les spécificités des divers intervalles de temps vis à vis des moyens dont on dispose pour retracer l’histoire de la terre. Il sera alors possible de proposer un éclairage suffisant pour une vision de cette histoire dans laquelle le Quaternaire paraît présenter une identité et une signification bien particulières. Cette signification autorise à suggérer que les règles édictées pour les temps plus anciens doivent être adaptées tandis que le problème du rang hiérarchique peut avoir diverses solutions qui ne doivent pas exclure les rangs les plus élevés dans la hiérarchie des unités stratigraphiques.

2 - ASPECTS HISTORIQUES

La définition originale des unités stratigraphiques notamment les *unités sédimentaires* fut, le plus souvent,

fondée sur un contenu faunistique caractérisant un type de roches. La biosphère joue alors un rôle prépondérant dans la caractérisation des dépôts.

Par exemple, Moullade *et al.* (2006) rappellent que le terme « Aptien » fut proposé par d’Orbigny, en 1840, dans les termes suivants : « on pourrait peut-être séparer entièrement cette faune et donner aux couches qui les renferment un nom spécial. Je proposerai celui d’aptiennes, les environs d’Apt en étant le siège principal... ». De même, Neumann et Odin (2001) rappellent que la définition historique de l’Étage Campanien par Coquand en 1857 était « troisième étage : Campanien, Craie à *Ostrea vesicularis*, septième horizon de Rudistes »... « le nom de Campanien... est emprunté à celui de Champagne, contrée dans laquelle il est généralement répandu dans la Charente ». On constate, dans ces définitions, que l’Étage se caractérise d’abord par sa faune laquelle est rattachée à la fois à un type de roche et à une région. On pourrait multiplier les exemples d’où il ressort que les éléments de la biosphère contenus dans des couches de nature lithographique particulière ont très souvent servi de base pour la désignation des unités stratigraphiques fondamentales : les Étages. Ces Étages historiques constituent alors un *ensemble de couches individualisées par leur contenu fossile dans une région*.

Le regroupement de ces unités fondamentales en unités de rang supérieur s’est fait en fonction de l’ampleur des “révolutions faunistiques”, du moins celles perçues à l’époque où la terminologie s’est établie. La coupure basale du Phanérozoïque fut liée à l’apparition des animaux à squelette. La coupure considérable entre l’Ère Primaire et l’Ère Secondaire est caractérisée par la disparition de 70 % des genres et 90 % des espèces ; les goniatites sont remplacées par les cératites et les ammonites ; les trilobites, les fusulines et bien des brachiopodes diversifiés auparavant, disparaissent... La coupure entre l’Ère Secondaire et l’Ère Tertiaire se voit immédiatement sur le terrain avec la disparition des ammonites et des globotruncanides omniprésents auparavant dans l’océan, en même temps que celle les

ÈRE	SYSTÈME	ss- système	ÉTAGE
QUATERNAIRE			
CÉNOZOÏQUE ère des mammifères	Néogène	Pliocène	
		Miocène	
	Paléogène		
disparition en masse		mer : 45% gen.; 75 % sp.	
MÉSOZOÏQUE ère des dinosaures ammonites	Crétacé		
	Jurassique		
	Trias		
	disparition en masse		mer : 70% gen.; 90% sp.
PALÉOZOÏQUE ère des trilobites	Permien		
	Carbonifère		
	Dévonien		mer : 50% gen.; 75 % sp. majeure
	Silurien		
	Ordovicien		mer : 60% gen.; 85 % sp. majeure
	Cambrien		
apparition des animaux à squelette			

Fig. 1 : Lien entre les coupures biologiques et les limites des unités stratigraphiques. Pour chaque crise, les pourcentages de genres (gen.) et d'espèces (sp.) qui disparaissent sont donnés en milieu marin (mer).

Fig. 1: Link between the biological cuts and the boundaries of the stratigraphical units. For each crisis the percentages of disappearing genera (gen.) and species (sp.) in the oceanic environment are given.

dinosaures qui constituaient le sommet de la pyramide trophique sur le continent.

Les connaissances modernes montrent que les pionniers de la stratigraphie avaient bien perçu ces révolutions mais pas toujours précisément leur ampleur relative. La figure 1 schématise la position de six coupures majeures telles que les a identifiées Lethiers (1998). On y note que des coupures majeures se situent entre deux Ères mais également entre deux Systèmes (Trias-Jurassique ou Ordovicien-Silurien) et même, entre deux Étages (coupure Frasnien-Famennien au Dévonien supérieur). La séparation marquant la base du Quaternaire a été laissée en blanc ; nous y reviendrons.

3 - ASPECTS ACTUELS

3.1- DÉFINITION DES ÉTAGES

La définition des Étages historiques est donc liée, le plus souvent, à des faunes marines, notamment de plates-formes côtières ; c'est dans les dépôts accumulés dans cet environnement que les restes sont abondants, formant des faluns qui ont attiré l'attention des pionniers de la stratigraphie. Ceci conduit assez communément à ce que deux Étages historiques soient séparés, entre une régression et une transgression sur la plate-forme, par un intervalle de non-dépôt (situation 2, fig. 2). Dans d'autres cas, les étages successifs étant définis dans des environnements ou des bassins distincts, ils peuvent se recouvrir temporellement ; les faunes sont certes distinctes mais elles sont en partie contemporaines (situation 1, fig. 2).

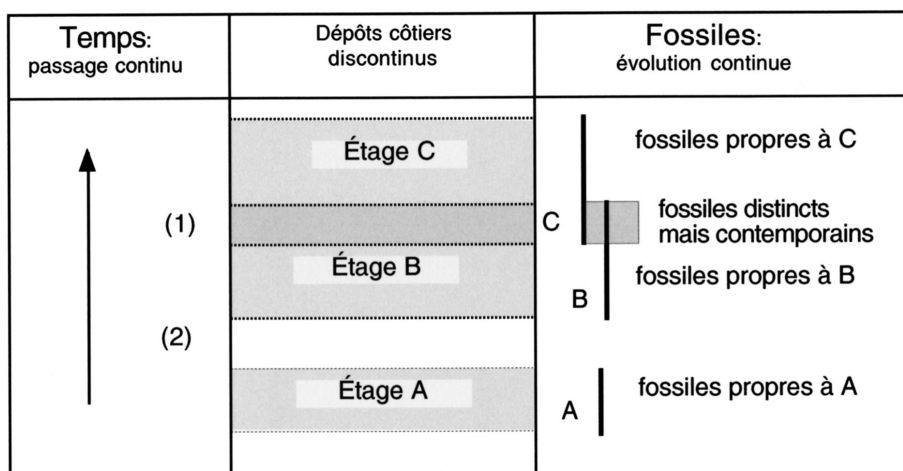


Fig. 2 : Définition historique des Étages. A chaque faune correspond un Étage. Si le temps se déroule de façon continue, son enregistrement dans les couches se fait de façon discontinue ce qui conduit à des discontinuités entre les Étages historiques (cas 2). Dans d'autres cas des Étages (faunes) distincts choisis dans des environnements différents peuvent se recouvrir (cas 1) : les fossiles sont distincts mais une partie d'entre eux sont contemporains.

Fig. 2: Historical definition of Stages. To each fauna corresponds a Stage. If time is continuous, its record in strata is made discontinuously which leads to discontinuities of characterization and definition in between the historical Stages (case 2). In other cases, distinct Stages (faunas) selected in different environments may include contemporaneous deposits though fossils are different.

Afin de clarifier la situation, on a proposé d'abord de définir des **stratotypes historiques** dont le contenu (fossiles et roches) était désigné en même temps que leur base (colonne de gauche, fig. 3). Dans ce cas, la limite d'Étage était définie automatiquement par la *base des couches du stratotype* qui, éventuellement, interrompait l'Étage précédent dans le cas de recouvrement. Cette solution peut laisser un intervalle mal défini lorsque aucun dépôt n'est connu ni dans l'Étage historique supérieur ni dans l'Étage historique inférieur. Le concept de **Point stratotypique mondial** (PSM) est la solution actuellement mise en œuvre pour améliorer les conventions.

En effet, depuis une trentaine d'années, la Commission Internationale de Stratigraphie a pris comme priorité de s'attacher à définir une succession unique d'Étages valables pour l'ensemble du globe. Ces Étages "globaux" sont définis conventionnellement entre des limites choisies dans des séries de dépôts continus ; c'est la condition primordiale requise pour le choix. Ainsi, l'objet de la définition n'est plus le contenu de l'Étage mais ses limites.

Comme pour les Étages historiques et les stratotypes historiques, un affleurement concret est désigné. Dans cet affleurement, on choisit un point particulièrement intéressant où l'on observe un changement significatif susceptible d'être retrouvé dans d'autres affleurements. Comme par le passé, l'évolution biologique joue un rôle important mais elle n'est plus le seul outil (moyen d'investigation) mis en jeu : on recommande, en particulier, de considérer les propriétés physiques et

chimiques des dépôts dont on pense qu'elles ont été communes sur une grande partie de la planète. C'est le cas de la polarité magnétique liée au champ créé par les mouvements du noyau de la terre ; c'est le cas de la composition de l'eau des océans (ex. les variations de la composition isotopique du strontium). L'ensemble de ces connaissances aide à choisir et à caractériser les dépôts à la limite et de part et d'autre. Pour être rigoureuse, la définition formelle désigne donc un **point** qui est le clou d'or (fig. 3, colonne de droite). Ce point est situé à un niveau que l'on considère synchrone de part et d'autre mais qui est déjà une extension de la définition et ce niveau est entouré de couches qui, par les caractères de leur contenu permettent d'extrapoler la définition en d'autres lieux.

La mise en œuvre du concept de PSM se heurte encore à des difficultés car un accord international sur la position de la limite ou la désignation d'une section est parfois difficile. De nombreuses limites d'Étage restent encore à définir car on manque de sections favorables. Dans un premier temps, les instances de la Commission de stratigraphie ont soutenu que la définition d'un Étage devenait effective dès lors que le PSM était établi (Remane *et al.*, 1996).

Pour ce qui est de la communauté francophone, des dispositions complémentaires sont considérées comme indispensables et ont été discutées par ailleurs (on pourra se reporter à l'exposé détaillé en anglais : Odin *et al.*, 2004 ou en français Odin *et al.*, 2005), en particulier sur la nature de la définition. Pour ces auteurs, la continuité requise dans les successions pour

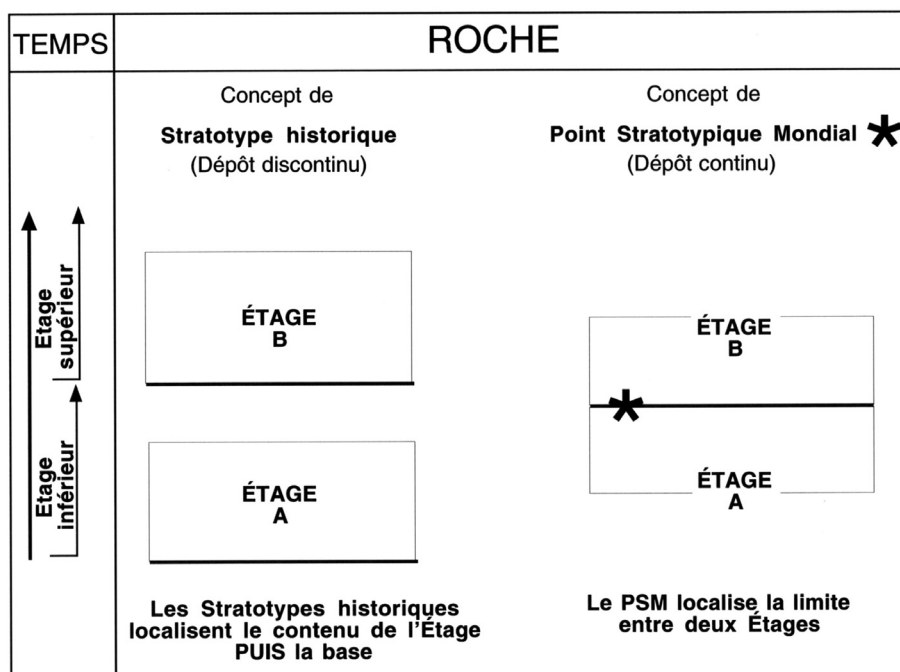


Fig. 3 : Stratotype historique et point stratotypique mondial. Si l'on admet que la base des stratotypes historiques définit aussi le sommet de l'Étage précédent, tout le temps de l'histoire géologique est défini. Mais il n'est pas représenté dans les couches servant à la définition. Si l'on utilise le concept de point stratotypique mondial choisi dans une section où le dépôt est continu, tout le temps de l'histoire géologique est défini et représenté dans la section de définition au niveau de la limite.

Fig. 3: Historical stratotypes and Global Standard Stratotype Points. If one accepts that the base of the historical stratotypes defines also the top of the previous Stage, all the time of the geological history is defined. But it is not necessarily documented in the strata used for definition. If one accepts the GSSP concept selected in continuous deposits, all the time around the boundary is documented in the defining section.

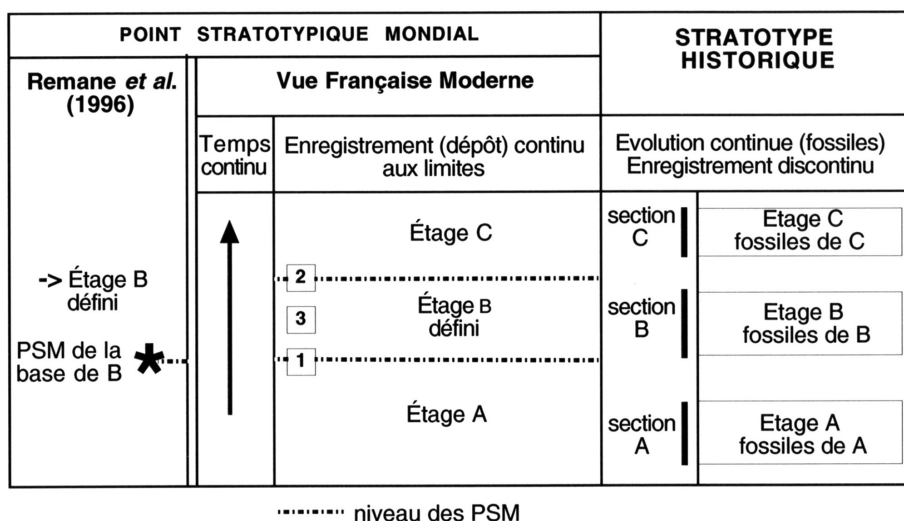


Fig. 4 : Stratotype historique, point stratotypique mondial et définition complète d'un Étage. Les stratotypes historiques ne représentaient qu'un témoignage discontinu de l'histoire ; le point stratotypique ne témoigne que d'un moment de l'histoire ; la définition complète comprend 1- la limite inférieure, 2- le contenu de l'Étage et 3- la limite supérieure.

Fig. 4: Historical stratotypes, Global Standard Stratotype Points and full definition of a Stage. The historical stratotypes document a discontinuous history; the GSSP documents a moment of the geological history; the full definition of a Stage must comprise documentation of the two boundaries and the content in between.

choisir un PSM permet au dit PSM de définir une *limite* (par exemple la limite Campanien-Maastrichtien) ; ce terme simple de limite doit remplacer avantageusement l'expression consacrée par un ancien usage à savoir, "la base d'une unité qui devient automatiquement le sommet de l'unité inférieure" (Remane *et al.*, 1996) généralement simplifié en base de l'unité (par exemple la base du Maastrichtien).

Les stratigraphes francophones rappellent en outre que la définition complète d'un Étage nécessite *trois composants* : les définitions des deux limites et le choix d'un nom pour le désigner (fig. 4). Ce nom est généralement dérivé d'un stratotype historique illustré par son contenu. La position "officielle" (Remane *et al.*, 1996) a conduit à admettre des étages dont la base était définie par le PSM de la limite inférieure sans que le sommet soit défini ce qui nous paraît ni souhaitable ni rigoureux.

Les règles admises par la Commission Internationale de Stratigraphie sont très strictes : le PSM définit l'unité, il est et doit rester unique. Cette règle a conduit à rejeter, parfois, la proposition faite pour une *section auxiliaire* c'est-à-dire pour une section autre que celle où est concrétisé le point stratotypique et étudiée parallèlement. Pourtant, une seule section n'illustre que rarement une palette large d'outils stratigraphiques (divers groupes biostratigraphiques complétés par les aspects chimio- et physico-stratigraphiques). Aussi, l'opinion de beaucoup de stratigraphes francophones (cf. Rey *et al.*, 1997 ; Odin *et al.*, 2005) est qu'il n'est pas inutile que la définition d'un PSM soit accompagnée de l'étude de sections auxiliaires prises dans des environnements de dépôt différents permettant d'illustrer d'autres événements que ceux visibles dans la section type. Ces détails pratiques étant résumés, il convient de présenter maintenant comment les unités se nomment ainsi que leur hiérarchie.

3.2 - TERMINOLOGIE DES UNITÉS STRATI-GRAPHIQUES

Le stratigraphe manie deux concepts différents lorsqu'il désigne ses unités : celui de temps et celui d'ensemble de couches déposées durant ce temps (voir par exemple : Rey *et al.*, 1997 ou Odin *et al.*, 2005 dont nous reprenons ici partiellement l'exposé). Ainsi, pour désigner les temps pendant lesquels vivaient les dinosaures, on écrit : les dinosaures vivaient durant le Secondaire (ou Mésozoïque). Lorsqu'on désigne les roches contenant les fossiles de dinosaures on écrit : les fossiles de dinosaures se trouvent dans le Mésozoïque (sous-entendu, dans les roches qui constituent l'ensemble de couches désigné sous le nom de Mésozoïque). On comprend là les deux concepts recouverts par le mot Mésozoïque : temps et couches déposées durant un intervalle de temps.

Afin de formaliser cette distinction, la terminologie à la mode (en pays anglophones surtout) recommande une double hiérarchie que nous avons adaptée (Odin et Odin, 1990). La figure 5 donne les termes français et les termes anglais correspondant entre parenthèses. On note que, dans la terminologie francophone, le temps est subdivisé en intervalles (Ère, puis Période, puis Époque, puis Âge) dont les noms sont distincts des noms des unités utilisées pour désigner les couches. Par contre, les qualificatifs des sous unités sont les mêmes (inférieur, supérieur) pour le temps et les couches tandis que l'anglais distingue "Early/Late" de "Lower/Upper" y compris pour le Quaternaire.

L'expérience a montré que l'instauration de cette dualité ne facilitait pas la communication, ni entre les géologues anglophones et non-anglophones, ni entre stratigraphes et géologues non-stratigraphes, ni dans le cadre de l'enseignement et qu'en outre, elle n'était pas utilisée avec succès par la majorité des stratigraphes.

Unités	Couches	Temps	Exemple
Hiérarchie principale	Érathème (<i>Erathem</i>)	Ère (<i>Era</i>)	Cénozoïque
	Système (<i>System</i>)	Période (<i>Period</i>)	Néogène
	Série (Sous-Système) (<i>Series</i>)	Époque (<i>Epoch</i>)	Miocène
	Étage (<i>Stage</i>)	Âge (<i>Age</i>)	Burdigalien
subdivisions	Inférieur - Moyen - Supérieur (Lower - Middle - Upper <i>Early - Middle - Late</i>)		

Fig. 5 : Hiérarchie et nomenclature des unités stratigraphiques. On a d'abord adapté une vue anglo-saxonne (entre parenthèses) à la terminologie francophone. Pour cette dernière, on suggère aujourd'hui une simplification (termes en caractères gras) tandis que les membres de la commission de stratigraphie de la Société géologique de Londres suggèrent les termes de la colonne "temps".

Fig. 5: Hierarchy and nomenclature of stratigraphical units. Firstly, an English derived view (in parentheses) has been adapted in French. Presently, it is suggested that a unique terminology (bold characters) should be used in French while the members of the Commission of Stratigraphy of the Geological Society of London would suggest the English terms in column "temps" as the unique hierarchy.

La Commission de Stratigraphie de la Société Géologique de Londres (Zalasiewicz *et al.*, 2004) verrait favorablement une simplification de cette terminologie. En effet, le concept de Point Stratotypique Mondial (GSSP en anglais, pour Global standard Stratotype Section and Point) permet une exacte coïncidence entre la base d'un Étage et le sommet du précédent dès lors que le PSM est choisi dans une succession continue. Tout le temps étant représenté par des dépôts, il n'y a donc pas de divergence entre le temps représenté par les couches et le temps désigné dans les unités de temps ce qui n'était pas garanti avec les stratotypes historiques souvent bornés par des arrêts de dépôt. On pourra alors utiliser un même mot recouvrant la même histoire pour désigner unités de temps et unités déposées, le contexte faisant comprendre, si nécessaire ce que l'on désigne.

Nos collègues britanniques plaident pour une hiérarchie temporelle (Era, Period, Epoch, Age) et pour les subdivisions Early/Late (colonne "Temps", fig. 5). Ce serait une nouveauté par rapport à de nombreux usages en différentes langues. Ainsi, l'usage francophone favorise depuis longtemps les termes Ère, Système, Étage avec les subdivisions inférieur/moyen/supérieur (termes en gras, fig. 5), voire avec des sous-unités là où le besoin s'en fait sentir (sous-systèmes dans le Cénozoïque). Les équivalents de ces termes qui désignent d'abord les ensembles de roches (Système, Étage, supérieur, inférieur) sont aussi d'usage historique en allemand, en espagnol, en grec, en italien, etc. Dès les débuts du développement de la stratigraphie l'emploi était commun et cet usage historique n'a pas généré de problème de compréhension. En outre, les termes ainsi retenus ont un sens propre, géologique, qui ne peut pas être confondu avec d'autres termes du langage courant. Ce serait, par exemple le cas de période ou époque qui, dans un exposé pourraient désigner soit un intervalle

quelconque, soit une unité spécifique de rang défini. Enfin, ce choix respecte l'expression concrète du temps géologique, à savoir les couches qui se déposent de bas en haut – ce qui caractérise l'histoire de la terre dont le déroulement de bas en haut conduit à ce qu'un temps plus ancien est immédiatement conçu comme représenté dans une couche inférieure par tout stratigraphe.

Avec la place du Quaternaire dans cette hiérarchie, ces questions de terminologie divisent la communauté des stratigraphes. Elle divise moins celle des quaternaristes dont la position peut se résumer simplement : le Quaternaire est une unité de haut rang, qui fut souvent nommé Ère. Vu de l'extérieur, sa subdivision ne paraît pas poser de problème fondamental, chacun étant amené à utiliser la terminologie la mieux adaptée à son objet d'étude, qu'elle soit locale, régionale ou mondiale. Les seuls problèmes posés semblent liés aux décisions extérieures à cette communauté telles que l'intégration au Néogène voire sa suppression dans certaines échelles "marines", propositions qui se heurtent à de vives et compréhensibles oppositions dans une communauté dont les méthodes et les objets sont particuliers.

4 - ASPECTS ADMINISTRATIFS ET PRATIQUES DES CONVENTIONS INTERNATIONALES

4.1 - ADMINISTRATION

Les conventions concernant la géologie sont choisies au sein de l'Union Internationale des Sciences géologiques (U.I.S.G.). Il existe, de même, une Union internationale pour la chimie, pour la physique etc... Cette U.I.S.G. investit des Commissions spécialisées chargées de traiter les problèmes nécessitant une coordination internationale. La Commission dédiée à la

Stratigraphie est dirigée par un Président qui s'entoure de trois personnes formant un bureau exécutif. Ce bureau établit des sous-commissions en désignant un président qu'elle charge de mener une activité spécifique. Ainsi la sous-commission de stratigraphie du Crétacé sera chargée de proposer des conventions pour les limites des Étages de ce Système. Là encore, le Président de la sous-commission s'entoure de membres qu'il choisit dans la communauté concernée. Pour réaliser le travail concret, le président de la sous-commission institue des Groupes de Travail en désignant un animateur qui, à son tour, s'entoure d'experts pour réaliser le travail scientifique et administratif. On voit ainsi que du sommet à la base, la composition des instances qui animent ces structures sont dépendantes d'un petit nombre de responsables qui, par ailleurs, s'habilitent à supprimer l'une ou l'autre sous-commissions quand elle le "juge opportun" mais assurent aussi une tâche lourde qui pose toujours le problème de son financement.

4.2 - PROCESSUS D'ACTION

Concrètement, le processus d'établissement d'une convention pour une limite entre unités stratigraphiques se déroule de la façon suivante. Le groupe de travail recherche de par le monde des sections candidates favorables. Une section favorable est une section dans laquelle sont présentes, dans de bonnes conditions d'observation, de nombreuses caractéristiques considérées comme déterminantes pour repérer l'âge stratigraphique et le reconnaître dans des sections situées dans une portion la plus large possible du globe terrestre. Le plus souvent, un marqueur de temps est choisi d'abord pour situer la limite (apparition, transition de forme ou disparition d'un fossile, événement physique ou géochimique) et c'est lui qu'on cherche en premier. Plus généralement, des recommandations sont suivies pour juger de la qualification d'une section. Nous avons nous même proposé un guide, sous la forme de 10 conditions qui comprennent des facteurs d'accessibilité, de préservation à long terme, de présence d'outils stratigraphiques variés (Odin, 1992).

Les diverses sections ayant été caractérisées pour ces facteurs, présentées et discutées lors de réunions internationales, la meilleure est sélectionnée par vote postal entre tous les membres du Groupe de Travail. Une majorité de 60 % doit être atteinte. Les exemples ne manquent pas de travaux qui ont demandé 5 ou 10 années pour obtenir cette sélection.

Lorsque le vote est positif, un dossier est préparé par l'animateur du GT donnant les raisons du choix et les caractéristiques. Ce dossier est proposé à la sous-commission qui le diffuse à ses membres ; un vote postal est organisé. Une majorité de 60 % autorise la présentation du dossier (éventuellement amélioré) à la Commission qui le diffuse à ses membres. Une majorité de 60 % de oui permet de soumettre la limite ainsi recommandée à la ratification de l'UISG.

Les clichés (fig. 7) montrent un exemple de réalisation. Le PSM de la limite Campanien-Maastrichtien (Odin, 2002) est située à la cote 115,2 sur le palier IV du site géologique de Tercis (près Dax, Landes, France). Il est concrétisé sur le terrain par un "clou d'or", en l'occurrence un clou d'acier, surmonté d'un panneau indiquant que là est située par convention la limite entre les Étages Campanien et Maastrichtien du Système Crétacé ; proposé en Septembre-1999, ratifié en Février-2002.

5 - DIVERSITÉ DES TEMPS GÉOLOGIQUES

Les principes de subdivision énoncés ci-dessus reflètent d'abord l'objet principal traité par la Commission de Stratigraphie : les temps phanérozoïques caractérisés par un enregistrement précis de l'évolution biologique illustré par la présence abondante de fossiles. La biostratigraphie est l'outil cardinal de corrélation (moyen d'investigation clé) entre 530 et 5 Ma. La définition des limites par l'utilisation du concept de PSM ne saurait se faire efficacement sans contrôle biostratigraphique. *Historiquement et pratiquement, les Étages sont d'abord une expression de l'évolution biologique telle qu'elle fut perçue par les pionniers de la stratigraphie.* Pour eux, c'est le changement de faune qui impliquait la création d'une unité stratigraphique. Cette pratique n'est pas adaptée à l'ensemble des couches géologiques et il convient d'envisager d'autres principes en dehors de l'intervalle de temps précisé ci-dessus.

Pour saisir cette nécessité de conventions différentes pour les différentes étapes de l'histoire de la terre, rappelons d'abord les caractéristiques des cinq groupes principaux d'outils stratigraphiques utilisés pour reconstituer cette histoire.

La géochronologie (caractérisation d'un niveau par un âge numérique mesuré) et la biostratigraphie (caractérisation d'un niveau par un âge relatif indiqué par les fossiles) sont des outils stratigraphiques univoques (Odin & Odin, 1990) car à chaque caractère correspond un *moment unique* de l'histoire de la terre. La lithostratigraphie (caractérisation d'un niveau par la nature de la roche), la chimiostratigraphie (caractérisation d'un niveau par une propriété chimique élémentaire voire isotopique) et la magnétostratigraphie (caractérisation d'un niveau par une propriété magnétique) sont des outils plurivoques car à une même caractéristique pourra correspondre *plusieurs moments* de l'histoire de la terre.

La figure 8 rappelle ces caractères des outils stratigraphiques. Bien qu'il ne s'agisse que d'un schéma (les coupures ne sont pas toujours franches d'un domaine d'application à l'autre : exceptions locales, caractères dépendants de l'environnement de dépôt) cette classification met en évidence les différences fondamentales entre trois intervalles de temps de l'histoire de la terre : l'intervalle pré-phanérozoïque (précambrien), l'intervalle phanérozoïque sans le Quaternaire et l'intervalle

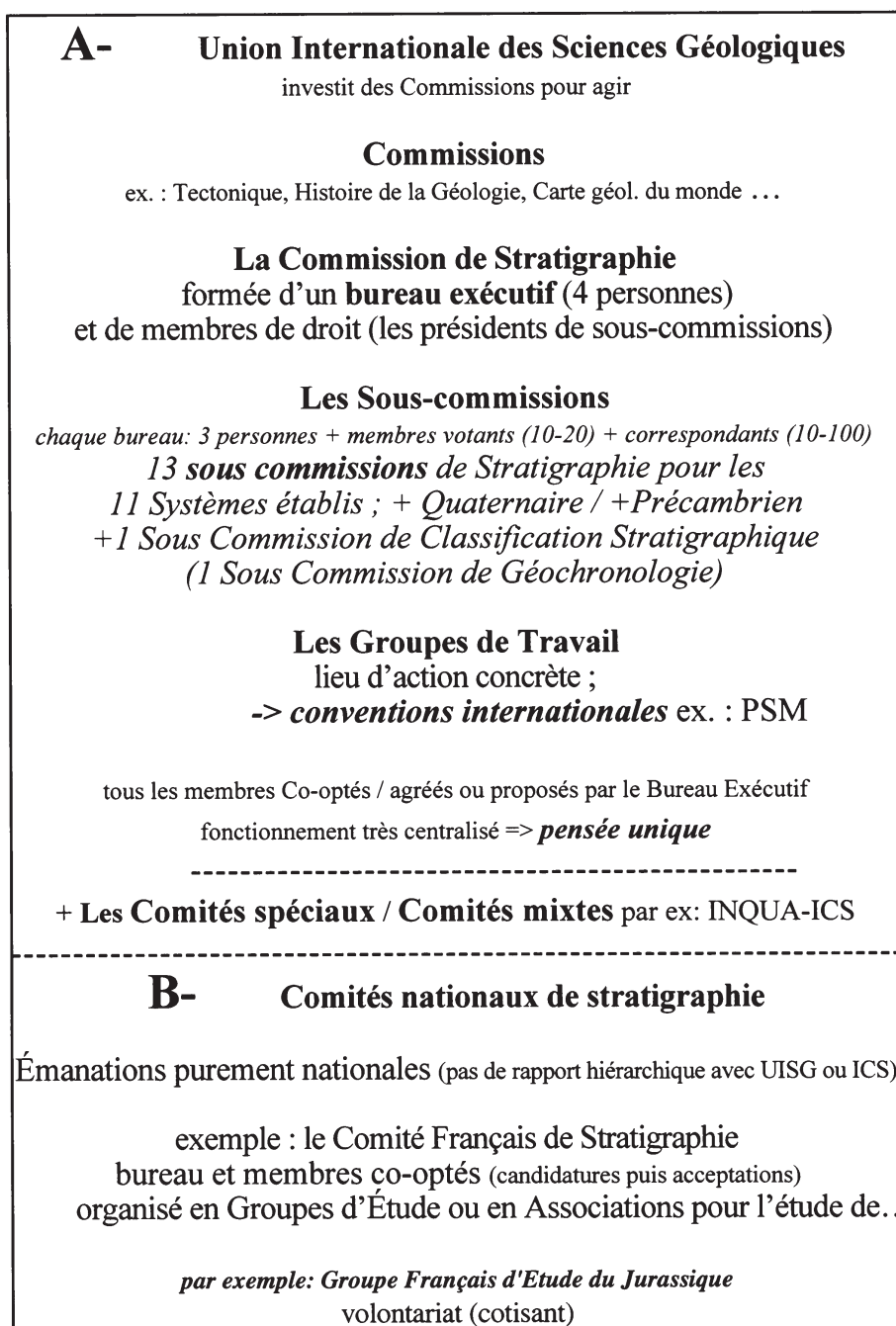


Fig. 6 : Instances de discussion et de décision pour les conventions en stratigraphie. Les instances internationales (A) sont distinctes des instances nationales (B). De la Commission Internationale de Stratigraphie aux groupes de travail, le choix des membres est très centralisé ce qui favorise l'efficacité mais présente des risques de restriction des idées.

Fig. 6: Organisation for discussion and decision about conventions in stratigraphy. International bodies (A) are independent from national bodies (B). From the bureau of the International Commission on Stratigraphy to the members of the Working Groups the selection of the contributors is very centralised which favours efficiency but also unique thinking.

quaternaire. C'est ce qui a été présenté, depuis une dizaine d'années, sous le vocable des trois stratigraphies (Odin, 1994).

Nous ne nous préoccupons pas de l'intervalle précambrien en signalant seulement que la sous commission chargée de cet intervalle de temps a admis, après de nombreuses années de réflexion, que les PSM étaient d'application tellement délicate dans ces dépôts que des âges numériques conventionnels devaient s'y substituer pour situer les limites des diverses unités (Plumb, 1991). Cette décision de bon sens résulte directement de nos considérations sur la disponibilité des outils stratigraphiques.

6 - LE QUATERNAIRE

Trois questions sont à distinguer dans la discussion concernant le Quaternaire : 1- son rang hiérarchique, 2- la position de sa limite inférieure, 3- sa subdivision. Bien qu'imbriquées, elles seront traitées séparément.

6.1 - RANG HIÉRARCHIQUE DU QUATERNAIRE

La durée du Quaternaire en fait un simple Étage si ce critère est retenu pour rendre compte de la signification de cet intervalle de temps. C'est une des raisons pour lesquelles, depuis les années 70, certains stratigraphes

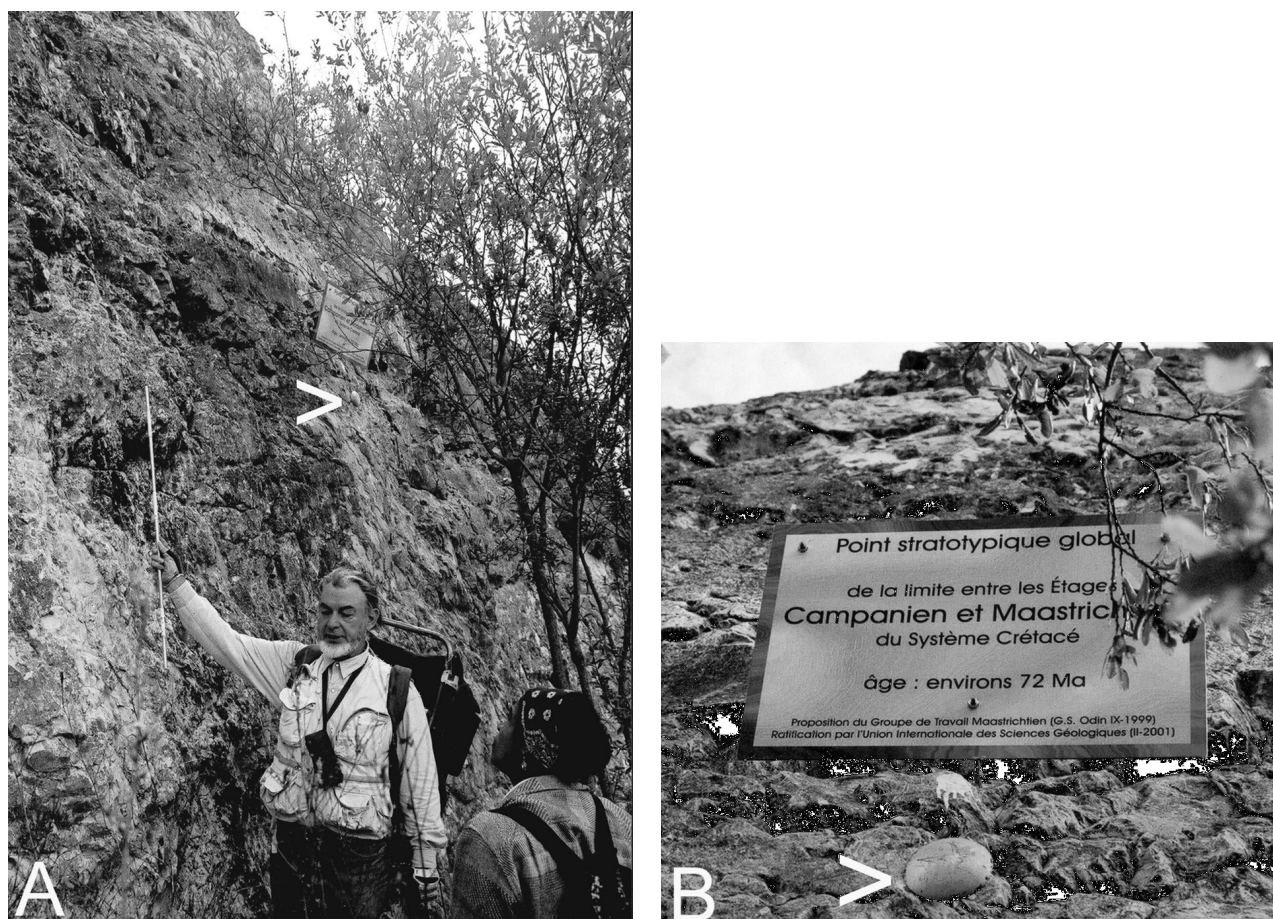


Fig. 7 : Le point stratotypique mondial de la limite Campanien-Maastrichtien. A : vue générale de la section dont les couches sont verticales ; B : détail du “clou d’or”. Le PSM est signalé par la flèche ; à droite les couches sont campaniennes, à gauche maastrichtiennes ; la sédimentation est continue et homogène sans coupure d’un Étage à l’autre. (clichés F. Robaszynski, IX-2002).

Fig. 7: The Global Standard Stratotype Section and Point for the Campanian-Maastrichtian boundary. A: general view of the section at Tercis near Dax, SW France; B: detail of the “golden nail”. Strata are vertical; the GSSP is located to the right of the white arrow; strata to the right of the picture are Campanian in age, those to the left are Maastrichtian in age. Deposition is continuous and homogeneous from a Stage to the next one (pictures F. Robaszynski, IX-2002).

APPROCHE	UNICITE	QUATERNAIRE	PRIMAIRE À TERTIAIRE	PRÉCAMBRIEN
Lithologie (lithostratigraphie)	plurivoque	très utilisé (cycles astronomiques, séquences)	parfois utilisé	utilisé (régional)
Géochimie (chimiostratigraphie)	plurivoque	très utilisé (âge)	utilisé	utilisé mais signal déformé
Paléomagnétisme (magnétostratigraphie)	plurivoque	très utilisé (âge)	utilisé / rare (jusqu’à 150 Ma)	peu utilisé signal déformé
Paléontologie (biostratigraphie)	univoque (relatif)	très utilisé (climat)	outil cardinal (âge : omniprésent)	peu utilisé (outil svt absent)
Datation isotopique (géochronologie)	univoque (numérique)	très utilisé	peu utilisé (rare)	outil cardinal (quoique rare)
DOMINANTE		outils diversifiés	biostratigraphie	géochronologie

Fig. 8 : Les outils de la stratigraphie. Du simple point de vue des possibilités d’approche des couches ayant enregistré l’histoire de la terre, il existe 3 domaines clairement distincts. Le Quaternaire se distingue par une variété de moyens d’investigation qui permet l’élaboration d’échelles diverses (fig. 9).

Fig. 8: As far as the applicability of stratigraphical tools is concerned, there are three domains distinctly different during the Earth history. The Quaternary interval of time is particular in the sense that a large variety of tools is applicable ; variety is wider than in strata deposited during previous time which results in a wider variety of potential scales (see fig. 9) each one being diagnostic for specific events of high interest.

ont poussé à inclure cet intervalle de temps dans la dernière unité de rang supérieur du Tertiaire des auteurs (le Néogène). Ceci conduisait *ipso facto* à supprimer le terme de Tertiaire qui n'était plus nécessaire remplacé qu'il était par le terme Cénozoïque. Depuis plus de 30 ans que ce 'glissement terminologique' est apparu, le terme Tertiaire s'est pourtant maintenu dans la littérature, très vivace vis à vis du Cénozoïque. C'est donc bien que, pratiquement, il avait une utilité et même qu'il avait une signification ancrée dans l'esprit des géologues. La négation de la signification propre des termes Tertiaire et Quaternaire ne tient pas compte des caractéristiques particulières des derniers millions d'années à de nombreux points de vue, qu'il s'agisse des méthodes, des témoignages ou des spécialistes qui en font l'étude.

Même dans l'optique de l'évolution de la biosphère qui régit pour une grande partie les subdivisions de l'histoire géologique (cf. *supra*), une identité propre du Quaternaire peut être mise en évidence. La figure 9 schématise une vision qui va dans ce sens et que nous soumettons au lecteur. On peut voir dans l'évolution de la biosphère 4 stades. Au cours du premier milliard

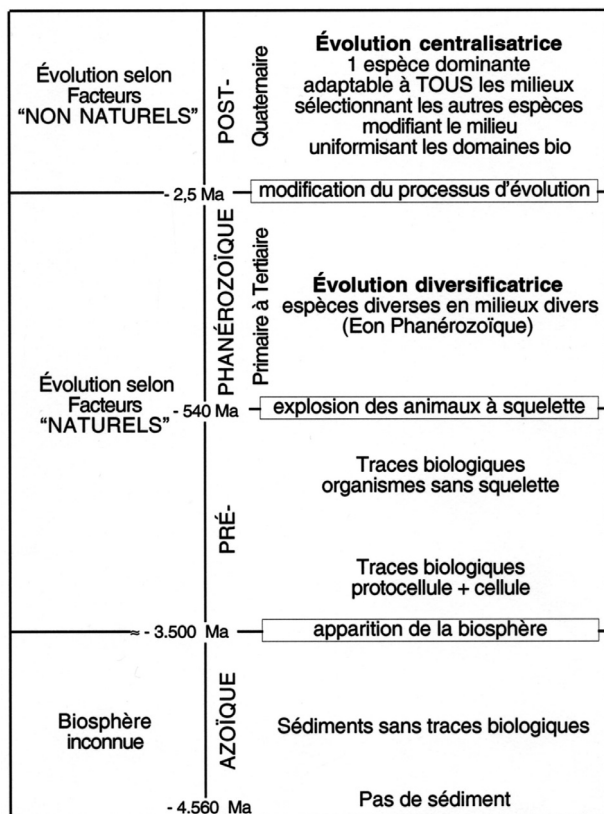


Fig. 9 : Une vision de l'histoire de la terre à travers celle de la biosphère. On individualise trois coupures majeures qui individualisent un intervalle azoïque, un intervalle pré-Phanérozoïque, un intervalle phanérozoïque et un intervalle post-phanérozoïque. La nature nouvelle de l'évolution biologique donne au Quaternaire une signification de tout premier rang hiérarchique (l'échelle des temps n'est pas respectée).

Fig. 9: A view of the Earth's history centered on the biosphere. The history of biosphere shows three major cuts; one is located at the base of the Quaternary. Note that the four main units have significantly different durations. This points to a high ranking of the Quaternary unit at the level of an Era or above.

d'années, la vie n'a pas laissé de trace. Par la suite et jusque vers 540 Ma, des cellules puis des organismes ont laissé des traces (activité biologique) ou des empreintes (marques du corps lui-même). Viennent alors, champ d'action d'une majorité des stratigraphes, les dépôts qui relatent une évolution naturelle du vivant qui colonise tous les biotopes par un processus d'évolution dont la diversification est la clé. Enfin, vient le Quaternaire, intervalle de temps où une espèce prend le pas peu à peu sur la quasi-totalité de la biosphère (c'est une observation, non une philosophie). Tout se passe comme si l'évolution avait changé de sens, changement majeur vers une tendance centralisatrice : la production biologique se fait au bénéfice d'une seule espèce qui a su modifier les facteurs naturels.

L'histoire de la terre se subdivise en intervalles significatifs dont la pertinence et la hiérarchie sont largement dépendantes de ce qui se passe dans la biosphère. L'émergence de l'homme n'est pas un détail de cette histoire ; cela peut être considéré, au moins, comme une caractéristique digne d'une Ère (ou sous-Ère si ce rang est acceptable pour se rapprocher de la position de Pillans et Naish, 2004). Donner au Quaternaire, dont la biosphère est dominée et modifiée par notre espèce, à son bénéfice (?), un rang majeur dans cette hiérarchie, c'est à la fois prendre acte de son action passée et c'est, surtout, prendre conscience de sa responsabilité pour l'avenir.

Si l'on admet pour le Quaternaire le rang d'Ère, la question se pose d'une hiérarchie rigoureuse des autres unités usuelles. Le tableau 1 donne une position cohérente qui prend comme position de principe de changer le moins possible la signification des termes utilisés dans le passé. Pour l'Ère quaternaire, le rang de Système resterait anonyme (le terme d'Anthropogène a été proposé mais peu utilisé). Au rang de sous-système on identifierait un Pliocène quaternaire distinct du Pliocène tertiaire, solution qui permet de maintenir le terme très usité de Pliocène sans changer son contenu.

6.2 - LIMITE INFÉRIEURE

Sans aller plus loin dans cette analyse, on pourrait réfuter cette vision en constatant que l'influence réelle de l'homme sur son milieu et sur la biosphère est bien plus tardive que l'une ou l'autre limite proposée par l'un ou l'autre groupe de la communauté des stratigraphes. Mais ce serait confondre la question de la signification du Quaternaire et la question de sa limite inférieure.

En effet, il n'y a nul besoin, pour caractériser un intervalle de temps de rang hiérarchique élevé, pour que la caractéristique dominante soit présente dès les premiers instants, dès la base des dépôts qui lui sont attribués. C'est même pratiquement une règle que les prémices de la caractéristique dominante d'une Ère, par exemple soit absentes au début de l'Ère en question. Ainsi les trilobites sont absents des premiers Étages du Primaire ; les dinosaures étaient loin d'avoir une

ÈRE	SYSTÈME	SOUS-SYSTÈME	SUBDIVISIONS
QUATERNAIRE	(anonyme)	Holocène	supérieur moyen inférieur
		Pléistocène	
		Pliocène quaternaire	
TERTIAIRE	Néogène	Pliocène tertiaire	
		Miocène	

Tab. 1 : Subdivisions et hiérarchie des unités autour de la base du Quaternaire.

Tab. 1 : Subdivisions and hierarchy of the units across the base of the Quaternary.

importance majeure au début du Secondaire tandis que les mammifères étaient bien modestes au début du Tertiaire. Il suffit que les couches renferment une annonce même indirecte. Et celle-ci est bien là puisque l'on reconnaît aujourd'hui que l'homínisation (la réalisation d'outils qui implique la dimension culturelle propre à l'homme) a débuté voici près de 2,6 Ma (Semaw *et al.*, 1997, 2003 ; Roche & Texier, 2006). Entre cette date et la dégradation climatique reconnue vers 2,6 Ma dans le domaine marin comme dans le domaine continental on peut envisager une limite aussi solide que la limite formelle suggérée par d'autres stratigraphes à 1,8 Ma date à laquelle les marques d'activité humaine sont encore plus évidentes. Ici, nous argumentons simplement pour indiquer qu'il existe de solides référents pour conclure que la limite inférieure du Quaternaire doit interrompre toutes les unités de rang hiérarchique égal ou inférieur à l'Ère (fig. 5). La rigueur basique de cette position n'autorise pas la récente suggestion (Clague, 2006) d'un Quaternaire (une sous-Ère) inclus dans le Néogène (un Système).

6.3 - SUBDIVISION DU QUATERNAIRE

Pour le Quaternaire (voire les temps précédents jusque vers 5 derniers Ma), une subdivision en Étages conventionnels définis par des PSM conduirait à des unités qui auraient une autre signification que celle des Étages du Phanérozoïque quant à leur durée. Cette durée étant elle-même liée, nous l'avons vu, aux changements de faune c'est à dire aux facteurs qui déterminent l'évolution biologique naturelle. Le terme d'étage est pourtant utilisé par les quaternaristes : étages isotopiques ou étages "glaciaires" ; ces intervalles ont une nature différente des Étages conventionnels car liés à un outil ou à un phénomène particulier et de durée bien différente ; pour éviter la confusion, il est suggéré de les qualifier (étage isotopique / étage glaciaire) par

opposition à Étage au sens du stratigraphe du Phanérozoïque.

Selon nous, bien plus nettement que pour les terrains plus anciens, de nombreux outils stratigraphiques complémentaires permettent de subdiviser efficacement l'histoire stratigraphique récente en unités claires pour tous. Chaque caractéristique des dépôts, chaque succession stratigraphique, sera mieux décrite au moyen de l'échelle qui lui est propre. Le Quaternaire a la particularité de combiner les informations de grands champs disciplinaires ; les Sciences de la Terre, les Science de la Vie et les Sciences de l'Homme et de la Société, s'ajoutant à un espace d'application fructueux pour les Sciences de la Matière. Évidemment, les coupures observées avec les différents outils ne sont pas précisément contemporaines ce qui conduira à des échelles parallèles (fig. 10).

Par ailleurs, la notion de précision est importante dans cette optique car si, pour le Précambrien, définir une limite à quelques millions d'années près n'est pas inadmissible, pour le Phanérozoïque, ces limites atteignent généralement une précision de l'ordre de 0,1 Ma tandis que, pour le Quaternaire, la précision de l'enregistrement (et de la connaissance) peut atteindre 0,01 Ma (et parfois moins). C'est une autre caractéristique de l'histoire géologique qui justifie d'adapter les principes de leur description historique. Pour ces temps récents, un langage commun peut être élaboré du fait que toutes ces catégories d'unité (géochimiques, biostratigraphiques, lithologiques, climatiques, magnétostratigraphiques, industrie humaine etc...) peuvent être *in fine* corrélées entre elles par des âges numériques mesurés ou des corrélations avec les variations climatiques elles-mêmes bien repérées dans le temps.

Dans cet intervalle de temps, chaque spécialiste peut alors utiliser les unités propres à l'outil dont il dispose dans les couches étudiées voire des environnements de dépôts concernés.

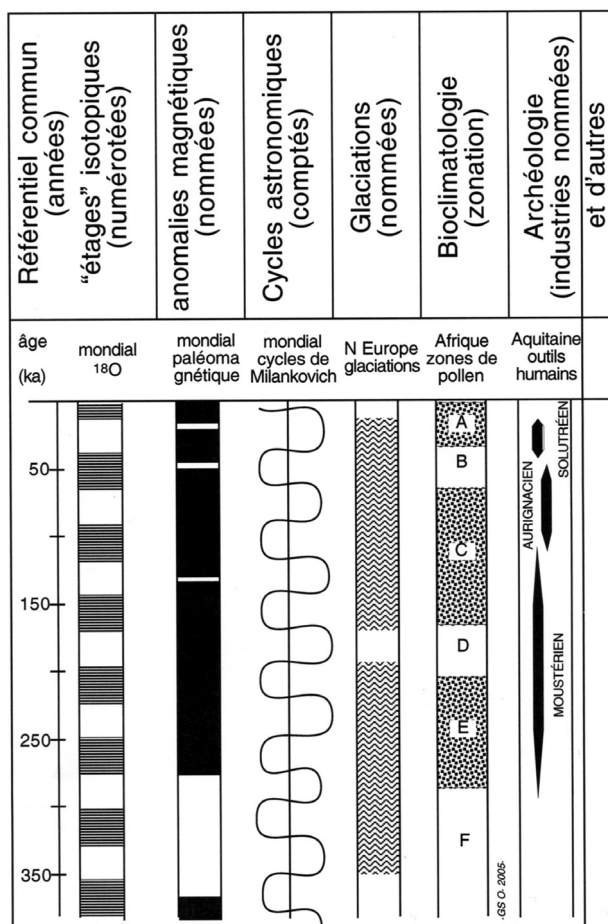


Fig. 10 : Les diverses subdivisions stratigraphiques du Quaternaire : des terrains divers, des outils divers, des unités diverses, un référentiel commun (en années, par exemple). Les colonnes sont données à titre d'exemple, il existe d'autres possibilités et chaque subdivision est indépendante bien que des causalités communes puissent conduire à des limites contemporaines.

Fig. 10: The diverse potential stratigraphical subdivisions for the Quaternary: diversified tools applicable in diversified areas or environments leading to diversified units all being correlatable (more or less precisely) with regard to a common reference scale (in years for example).

7 - CONCLUSIONS

La définition des unités stratigraphiques utilisées internationalement pour décrire l'histoire géologique s'est faite, historiquement, en fonction des témoignages immédiats dont on dispose dans les roches. Parmi ces témoignages, ceux inscrits par la biosphère jouent un rôle clé.

La communauté des stratigraphes dominée par les spécialistes intéressés par le Phanérozoïque a mis au point une procédure et des règles pour établir les conventions modernes qui définissent les limites des Étages ; ces derniers sont les unités fondamentales de description et de terminologie pour cette partie de l'histoire terrestre. Cette procédure et ces conventions sont adaptées à la majorité des temps ainsi considérés. Cependant, des difficultés apparaissent dans l'application de ces règles pour les temps plus anciens lesquels ont été subdivisés par des âges conventionnels en

unités bien plus longues que les Étages (des Systèmes de validité mondiale). Ces Systèmes conventionnels ne remplacent pas les subdivisions régionales toujours nécessaires pour décrire les histoires régionales pour ces temps ou le repérage univoque précis manque souvent. Ils donnent simplement un cadre conventionnel commun à l'ensemble de la planète auquel peuvent se rattacher les unités régionales.

La question se pose de la même façon pour le Quaternaire mais pour des raisons opposées. Cet intervalle de temps particulier, par la nature et le nombre des témoignages disponibles comme par l'échelle de temps concernée, demande à être traité de façon particulière pour rendre compte de la qualité des informations disponibles et de la nature des phénomènes étudiés.

Dans la pratique, des subdivisions parallèles impliquant l'outil stratigraphique le mieux adapté au cadre local, utilisera bien mieux la richesse et la particularité des données recueillies dans différents environnements qu'une échelle unique difficile à appliquer dans tous les domaines ou, plus simplement, peu parlante en dehors des lieux où les unités-types seraient établies. Ces diverses échelles doivent être maintenues et s'intercorrèlent naturellement à travers le référentiel unique que constitue la connaissance (et non la convention) que l'on a de l'âge des limites de ces unités. Les conventions de type Point Stratotypique Mondial sont superflues et pourraient se révéler inutilement contraignantes.

Quant à l'existence et à la signification du Quaternaire, si l'on adopte comme point de vue, dans la continuité des concepts établis pour les temps plus anciens, le rôle clé joué par la biosphère, on est amené à exiger, pour le Quaternaire un rang hiérarchique qui doit le rendre indépendant du Tertiaire qui le précède comme des diverses unités qui y sont établies. Il résulte de cette proposition que la logique veut que les termes Tertiaire et Quaternaire ne soient plus déconseillés comme il a été proposé par le passé.

La présente communication n'a pas valeur de conclusion pour la réunion scientifique qu'elle a inaugurée. Elle rappelle que rien n'est impossible selon que l'on veut souligner tel ou tel aspect de l'échelle des temps mais que des choix raisonnables peuvent être faits pour que le Quaternaire et l'Homme qui le caractérise prennent leur place dans l'histoire de la biosphère. En quantité, c'est à dire vis-à-vis de la Terre, objet astronomique, le Quaternaire est peu de chose. En signification, c'est à dire vis-à-vis de la planète support d'une biosphère, le Quaternaire doit être considéré comme un monde complètement nouveau. Sa limite inférieure exacte ne dépend pas univoquement et précisément du rôle actif que tend à prendre l'espèce humaine sur l'évolution de la biosphère. Ce rôle "centralisateur" d'une espèce unique qui tend à utiliser la biosphère dans son seul intérêt particulier et, par là à en modifier le devenir, n'a jamais existé sur notre planète d'après les témoignages dont on dispose aujourd'hui.

REMERCIEMENTS

Le premier auteur remercie Mr Philippe Courville, Président du Comité Français de Stratigraphie, qui a bien voulu le désigner comme volontaire pour présenter à la communauté des quaternaristes les arcanes de la terminologie stratigraphique. Mme S. Gardin, MM. F. Robaszynski et J. Thierry ont contribué à la discussion de ces questions avant cette adaptation quaternaire. La fréquentation de l'ensemble du Comité d'organisation du colloque durant 18 mois a été bénéfique au développement des idées présentées ci-dessus. M. A. Lamaurelle a bien voulu remédier autant que faire ce peut à nos déficiences en anglais.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CLAGUE J., 2006** - Status of the Quaternary : your opinion sought. *Quaternary Research*, **65**, 1-2.
- LETHIERS F., 1998** - *Évolution de la biosphère et événements géologiques*. Gordon & Breach Sciences Publishers, Ed., 321 p.
- MOULLADE M., TRONCHETTI G., BALME C., & KOUYOUMONTZAKIS G., 2006** - Le Gargasien (Aptien moyen) de La Tuilière - St-Saturnin-lès-Apt (région du stratotype historique de l'Aptien, Vaucluse, SE France) : localisation géographique et corrélations des affleurements.- *Carnets de Géologie - Notebooks on Geology*, Brest, Note brève 2006/01. [http : //paleopolis.rediris.es/cg/archives-spain.html](http://paleopolis.rediris.es/cg/archives-spain.html)
- NEUMANN M., & ODIN G.S., 2001** - Le stratotype historique du Campanien, définition, éléments de corrélation. In G. S. Odin (ed.), *The Campanian - Maastrichtian stage boundary : characterisation at Tercis les Bains (France) : correlation with Europe and other continents*. IUGS Special Publication (monograph) Series, 36, Developments in Palaeontology and Stratigraphy Series, **19**, Elsevier Sciences Publ. Amsterdam, 677-706.
- ODIN G.S., 1992** - New stratotypes for the Paleogene : the Cretaceous/Paleogene, Eocene/Oligocene and Paleogene/Neogene boundaries. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Geologie und Palaeontologie Abhandlungen*, **186**, 7-20.
- ODIN G.S., 1994** - Geological time scale, 1994. *Comptes rendus Académie des Sciences*, **318**, 59-71.
- ODIN G.S., 2002** - Définition d'une limite multicritère ; stratigraphie du passage Campanien-Maastrichtien du Site Géologique de Tercis (Landes, SW France). *Comptes rendus Géosciences*, **334**, 409-414.
- ODIN G.S., GARDIN S., ROBASZYNSKI F., & THIERRY J., 2004** - Stage boundaries, global stratigraphy, and the time scale : towards a simplification. - *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Article 2004/02, 12 p. [http : //paleopolis.rediris.es/cg/CG2004_A02/index.html](http://paleopolis.rediris.es/cg/CG2004_A02/index.html)
- ODIN G.S., GARDIN S., ROBASZYNSKI F., & THIERRY J., 2005** - Les unités de l'histoire géologique ; discussion sur les conventions et l'échelle des temps. *Annales Société géologique du Nord*, **12**, 63-68.
- ODIN G.S., & ODIN Ch., 1990** - Echelle numérique des temps géologiques, mise à jour. *Géochronique*, **25**, 12-21.
- PILLANS B., & NAISH T., 2004** - Defining the Quaternary. *Quaternary Science reviews*, **23**, 2271-2282.
- PLUMB K.A., 1991** - New Precambrian time scale. *Episodes*, **14**, 139-140.
- REMANE J., BASSETT M.G., COWIE J.W., GOHRBANDT K.H., LANE H.R., MICHELSON O., & WANG N., 1996** - Revised guidelines for the establishment of global chronostratigraphic standards by the International Commission of Stratigraphy (ICS). *Episodes*, **19**, 77-81.
- REY J., COUREL L., THIERRY J., & RAYNAUD J.F., 1997** - Les unités et corrélations chronostratigraphiques. In J. Rey (ed.), *Stratigraphie, Terminologie Française*. Bulletin Centres Recherche Exploration-Production Elf Aquitaine, Mém. **19**, 115-124.
- ROCHE H., & TEXIER P., 2006** - Chronologie et réflexion sur l'origine, la diffusion et la variabilité des comportements techniques au Paléolithique ancien en Afrique. Le Quaternaire, limites et spécificités Colloque International Q5, Paris 1-3 Février, volume de résumés, 126.
- SEMAW S., RENNERT P., HARRIS J.W.K., FEIBEL C.S., BERNOR R.L., FESSEHA N., MOWBRAY K., 1997** - Stone tools of 2.5 million years old from Gona, Ethiopia. *Nature*, **385**, 333-336.
- SEMAW S., ROGERS M.J., QUADE J., RENNE P.R., BUTLER R.F., DOMINGUEZ-RODRIGO M., STOUT D., HART W.S., PICKERING T., & SIMPSON S.W., 2003** - 2.6-million-year-old stone tools and associated bones from OGS-6 and OGS-7, Gona, Afar, Ethiopia. *Journal of Human Evolution*, **45**, 169-177.
- ZALASIEWICZ J., SMITH A., BENCHLEY P., EVANS J., KNOX R., RILEY N., GALE A., GREGORY F.J., RUSHTON A., GIBBARD P., HESSELBO S., MARSHALL J., OATES M., RAWSON P., & TREWIN N., 2004** - Simplifying the stratigraphy of time. *Geology*, **32**, 1-4.