

0012-9402/05/030385-21
DOI 10.1007/s00015-005-1167-4
Birkhäuser Verlag, Basel, 2005

Eclogae geol. Helv. 98 (2005) 385–405

Richtlinien zur stratigraphischen Nomenklatur

Schweizerisches Komitee für Stratigraphie

Directives pour la nomenclature stratigraphique

Comité suisse de stratigraphie

Direttive per la nomenclatura stratigrafica

Comitato Svizzero per la Stratigrafia

Guidelines for stratigraphic nomenclature

Swiss Committee of Stratigraphy

JÜRGEN REMANE[†], THIERRY ADATTE¹, JEAN-PIERRE BERGER², RETO BURKHALTER³,
STEPHAN DALL'AGNOLO³, DANIELLE DECROUEZ⁴, HERMANN FISCHER⁵, HANSPETER FUNK⁶,
HEINZ FURRER⁷, HANS-RUDOLF GRAF⁸, YVES GOUFFON³, WERNER HECKENDORN⁹ & WILFRIED WINKLER¹⁰

† 15. 11. 2004

¹ Institut de Géologie, Université de Neuchâtel, 11 rue Emile Argand, CP2, CH-2007 Neuchâtel, Suisse. E-mail: thierry.adatte@unine.ch

² Département des Géosciences, Université de Fribourg, Pérolles, CH-1700 Fribourg, Suisse. E-mail: jean-pierre.berger@unifr.ch

³ Landesgeologie, BWG, CH-3003 Bern-Ittigen, Schweiz. E-mail: reto.burkhalter@bwg.admin.ch, stephan.dallagnolo@bwg.admin.ch, yves.gouffon@bwg.admin.ch

⁴ Muséum d'histoire naturelle, Route de Malagnou 1, CP 6434, CH-1211 Genève 6, Suisse. E-mail: danielle.decrouez@mhn.ville-ge.ch

⁵ Kuntmattring 7, CH-4107 Ettingen, Schweiz.

⁶ Seminarstrasse 26, CH-5400 Baden, Schweiz. E-mail: h.funk@swissonline.ch

⁷ Paläontologisches Institut und Museum, Universität Zürich, Karl Schmid-Strasse 4, CH-8006 Zürich, Schweiz. E-mail: hfurrer@pim.unizh.ch

⁸ Matousek, Baumann & Niggli AG, Mäderstrasse 8, CH-5401 Baden, Schweiz. E-mail: h.graf@mbn.ch

⁹ Mühlerain 25, CH-5200 Brugg 3 Lauffohr, Schweiz. E-mail: werner.heckendorn@holcim.com

¹⁰ Geologisches Institut, Departement Erdwissenschaften, ETH-Zürich, CH-8092 Zürich, Schweiz. E-mail: wilfried.winkler@erdw.ethz.ch

VORWORT

Leider ist der Hauptautor der vorliegenden Arbeit, Prof. Dr. Jürgen Remane, Neuchâtel, am 15. November 2004 nach langer, schwerer Krankheit verstorben. Er hat uns mit seinem Enthusiasmus für die Sache der Stratigraphie angetrieben und zur Hauptsache die vorliegenden Kapitel der Richtlinien verfasst. Wir sind ihm für seine kooperative und kompetente Arbeit zu grossem Dank verpflichtet und werden sein Andenken hochhalten.

Das Schweizerische Komitee für Stratigraphie (SKS) schliesst mit den Richtlinien zur Lithostratigraphie und Chronostratigraphie eine erste Etappe seiner im Herbst 2001 aufgenommenen Arbeiten ab. Es handelt sich um eine Aufdatierung der Arbeiten von 1973 (Schweizerische Geologische Kommission, Arbeitsgruppe für Stratigraphische Terminologie).

Parallel zu diesen Arbeiten wurde begonnen, ein internet-zugängliches Datenbanksystem aufzubauen, aus welchem in den nächsten Jahren die lithostratigraphischen Namen und deren Gültigkeit abgerufen werden können. Im Moment ist dieses System im Aufbau (www.stratigraphie.ch).

Zur Stratigraphie

Grundelemente der stratigraphischen Gliederung sind Gesteine, welche *lithostratigraphische Einheiten* aufbauen. Die Gesteinsabfolgen (oder auch bestimmte erdgeschichtliche Ereignisse) werden in eine international gültige Zeitskala eingeordnet (*Chronostratigraphie*).

Die *lithostratigraphische Einheit* ist ein dreidimensionaler Körper, normalerweise linsenförmig und unregelmässig begrenzt, mit einer Unter- und einer Obergrenze und mit benachbarten (z.T. gleichaltrigen) Einheiten seitlich verzahnt (Fig. 1). Unter- und Obergrenzen können isochron oder heterochron sein.

Die *Chronostratigraphie* liefert den zeitlichen Massstab, in den die lithostratigraphischen Einheiten eingepasst werden. Dazu benötigt man Hilfsmittel.

Wenn geeignete Mineralien vorhanden sind, lässt sich aufgrund des radioaktiven Zerfalls das radiometrische Alter eines Gesteins direkt bestimmen (der Ausdruck «absolutes Alter» sollte nicht verwendet werden). Die *Radiometrie* ist eines der wichtigsten Hilfsmittel.

Viel häufiger werden allerdings *relative* Datierungsmittel angewendet, welche in Kombination mit andern Methoden ein Gestein ins chronostratigraphische Gerüst einfügen lassen. Die älteste und wohl bekannteste Korrelationsmethode ist die *Biostratigraphie*. Genau genommen gibt es nicht **eine** Biostratigraphie, sondern viele (z.B. Ammoniten-, Calpionellen-, Nannofloren-, Trilobitenstratigraphie usw.). Weitere wichtige relative Korrelationsmethoden sind die *Magnetostratigraphie*, die *Chemostratigraphie*, die *Sequenzstratigraphie*, neben vielen andern.

Diese Korrelationsmethoden, welche unentbehrliche Hilfsmittel zur Eingliederung der Gesteine in ein zeitliches Schema darstellen, sind aber nicht Thema der vorliegenden Arbeit.

Aus praktischen Gründen hat das SKS beschlossen, dem Antrag von Jürgen Remane zu folgen und zukünftig auf die Unterscheidung zwischen Geochronologie und Chronostratigraphie zu verzichten. Gesteinskörper haben einen lithostratigraphischen Namen und wurden zu einer bestimmten Zeit gebildet. Die Unterscheidung zwischen der Zeit an sich (Geochronologie im bisherigen Sinn) und der durch die Gesteine verkörperten Zeit (Chronostratigraphie im bisherigen Sinn) ist nicht notwendig und hat in der Vergangenheit immer wieder zu Missverständnissen geführt. Damit erübrigen sich auch die Zusätze «unter» und «ober» im Zusammenhang mit dem Altersbegriff. Nur die Ergänzungen «früh» oder «alt» und «spät» oder «jung» sind künftig für Präzisierungen zulässig.

Das SKS kann keine Verfügungen erlassen, hat aber Richtlinien erarbeitet. Wir sind der Überzeugung, dass die gewählte Vereinfachung sich im Laufe der Zeit durchsetzen dürfte.

Ich danke D. Decrouez, T. Adatte, J.-P. Berger und C. Meister für die Übersetzung ins Französische, M. Felber für diejenige ins Italienische und H. Mort und T. Adatte für jene ins Englische. Dem GEOforumCH der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz sei für die finanzielle Unterstützung gedankt. Besonderer Dank gilt allen Mitgliedern des Komitees sowie vielen weiteren Schweizer Geologinnen und Geologen für ihre Anregungen und Unterstützung bei unserer Arbeit.

Hanspeter Funk, alt Präsident des SKS

Richtlinien für den Gebrauch der stratigraphischen Nomenklatur: Lithostratigraphie und Chronostratigraphie

1 Lithostratigraphie

1.1 Definition

Die Lithostratigraphie dient der lagerungsmässigen und räumlichen Gliederung von Gesteinsfolgen in unterscheidbare Gesteinseinheiten, unabhängig von deren Alter. Zur Definition von lithostratigraphischen Einheiten können alle im Gelände objektiv beobachtbaren lithologischen Merkmale inklusive Grenzen benutzt werden.

Eine lithostratigraphische Einheit kann sedimentärer, magmatischer, vulkanischer, metamorpher oder gemischter Zusammensetzung sein (z.B. vulkano-sedimentär).

Zweck der lithostratigraphischen Klassifikation ist es, für alle anderen stratigraphischen Untersuchungen den allgemeinen Rahmen zu liefern, d.h. ein möglichst objektives Bezugssystem, das andere methodische Ansätze nicht präjudiziert.

1.2 Lithostratigraphische Klassifikation

1.2.1 Formelle Einheiten

1.2.1.1 In Übereinstimmung mit den Vorschlägen des International Stratigraphic Guide (Salvador 1994) und den deutsch-österreichischen Empfehlungen (Steininger & Piller 1999) ergibt sich folgende Hierarchie:

Supergruppe	Super-Groupe	Super-Gruppo	Super Group
Gruppe	Groupe	Gruppo	Group
Formation	Formation	Formazione	Formation
Member	Membre	Membro	Member
Bank	Banc	Strato	Bed

Der Name einer lithostratigraphischen Einheit ist zweiteilig: An erster Stelle soll ein geographischer Begriff stehen, der von

der Typuslokalität oder der Typusregion abgeleitet ist (siehe Kap. 1.2.2.3); an zweiter Stelle folgt der entsprechende hierarchische Begriff (z.B. Quinten-Formation).

Alternativ zu «Formation» und «Member» sind auch Gesteinsbezeichnungen möglich, z.B. Münsingen-Schotter.

Vor der Aufstellung neuer Formationen sollte sorgfältig überprüft werden, wie weit bestehende traditionelle Namen, die meist schon vor der Veröffentlichung des International Stratigraphic Guide aufgestellt wurden, an das hier empfohlene Schema angepasst und verwendet werden können (s. Fig. 1).

Sinngemäss kann die Nomenklatur auch für eiszeitliche Ablagerungen verwendet werden, wobei sich allerdings spezielle Probleme ergeben, die in Kapitel 1.2.4 geregelt sind.

Es sei betont, dass neue Namen von Einheiten nur bei Vorliegen einer guten Begründung geschaffen werden sollten. Vor der Definition neuer Namen sollen das Schweizerische Komitee für Stratigraphie (SKS) und die Sektion Geologische Landesaufnahme der Landesgeologie konsultiert werden. Diese Gremien können in begründeten Fällen neue Namen ablehnen. In Beschreibungen (Synonymie-Listen) und auf geologischen Karten können altbekannte, obsolet gewordene Synonyma neben den korrekten Termini angeführt werden (Bommerstein-Formation – «Eisensandstein»).

1.2.1.2 Lithostratigraphische Grundeinheit ist die *Formation*. Eine Formation ist ein Gesteinskörper, der sich durch bestimmte lithologische Eigenschaften und/oder kartierbare Diskontinuitäten bzw. Übergänge von den angrenzenden Formationen unterscheidet. Zu den lithologischen Eigenschaften kann auch der Fossilinhalt gezählt werden, sofern Organismen gesteinsbildend auftreten. Für die Kartierbarkeit können geländemorphologische Kriterien berücksichtigt werden.

Für die Mächtigkeit einer Formation bestehen keine festen

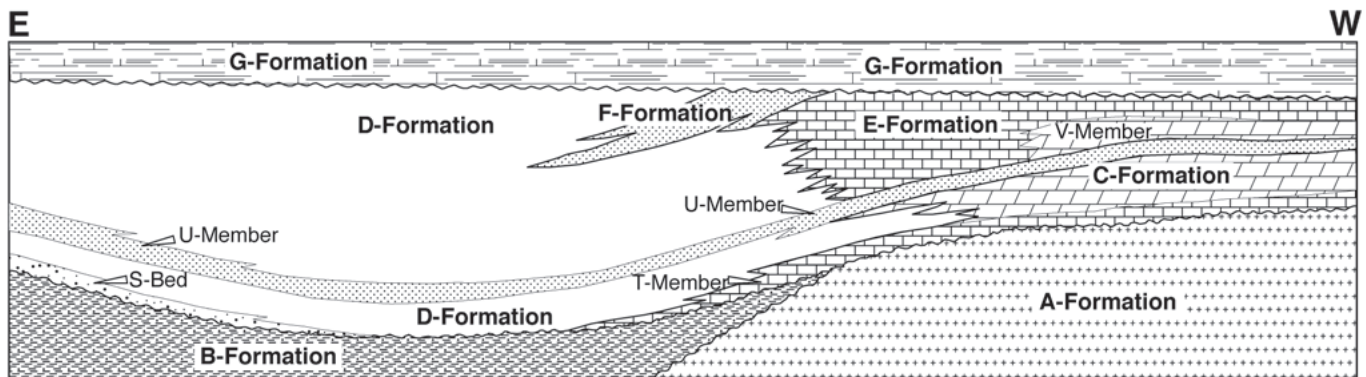


Fig. 1. Möglichkeiten von Beziehungen zwischen lithostratigraphischen Einheiten. Zur C-Formation gehört auch das T-Member. Die S-Bank (S-Bed) und das U-Member gehören zur D-Formation. Es gibt keine «Untere D-Formation» oder «Obere D-Formation» (siehe Abschnitt 1.2.2.1). Zur E-Formation gehört auch das V-Member. Die F-Formation enthält weder Members noch Beds. Die Formationen C–F können allenfalls zu einer Gruppe zusammengefasst werden (abgeändert nach Salvador 1994).

Regeln. Entscheidend ist ihre Kartierbarkeit, in der Regel im Massstab 1 : 25 000.

Lithostratigraphische Einheiten, die nur unter aussergewöhnlich günstigen Aufschlussbedingungen, also praktisch nur im Typusprofil erkannt werden können (Steinbrüche, Strassenprofile), sollten als informelle Einheiten (s. Kap. 1.2.3) behandelt werden, auch wenn sie im Typusprofil klar definierbar sind. Temporäre Aufschlüsse sollten nicht als Typusprofile für lithostratigraphische Einheiten gewählt werden.

1.2.1.3 Mehrere Formationen können zu einer *Gruppe* zusammengefasst werden. Für ihre Definition gelten dieselben Grundsätze wie für Formationen. Gruppen haben kein eigenes Typusprofil, sie sind durch die in sie eingehenden Formationen (mit ihren Typusprofilen) definiert. Mehrere Gruppen können eine *Supergruppe* bilden.

1.2.1.4 Formationen können in *Members* unterteilt werden. Für ihre Definition gelten dieselben Grundsätze wie für Formationen. Es ist nicht notwendig, dass eine Formation vollständig in Members unterteilt wird, es kann genügen, nur ein besonders charakteristisches Teilglied formell zu definieren. Einzelne charakteristische Schichten können auf gleiche Art als *Bank* besonders definiert werden.

1.2.2 Vorgehen beim Aufstellen formeller lithostratigraphischer Einheiten

1.2.2.1 Namensgebung

Die Formation wird nach einer Typuslokalität (s. Kap. 1.2.2.3) bezeichnet, der Ortsname wird dabei substantivisch verwendet und im Deutschen mit Bindestrich geschrieben (z.B. Wildegg-Formation). Gibt es für dieselbe Lokalität Namen in verschiedenen Sprachen (deutsch, französisch, italienisch, rätoromanisch), entscheidet die am Ort übliche Sprache über die Wahl der Variante.

Die hierarchische Stellung sowie die Herkunft des Namens sind zu begründen.

Formationen und darin enthaltene Member oder Bänke dürfen nicht den selben Ortsnamen enthalten (Also nicht: Öhrli-Formation mit den Members Öhrli-Kalk und Öhrli-Mergel!).

Namen, welche die räumliche Einordnung eines Schichtkomplexes präjudizieren (Obere Schiefer, Unterer Quinten-Kalk, Complexe de base), sind zu unterlassen.

1.2.2.2 Beschreibung

Wesentlich ist bei der Neuaufstellung oder Revision einer lithostratigraphischen Einheit die Festlegung der Kriterien, nach welchen ihre untere, obere und seitliche Begrenzung gezogen wird, sowie die Differentialdiagnose gegenüber benachbarten Einheiten. Dazu gehört eine detaillierte lithologische Charakterisierung der zu benennenden Einheit mit Angabe der wesentlichen Daten (z.B. Gesteinsbeschreibung, Mächtigkeit, Farbe, Mineral- bzw. Fossilinhalt usw.).

Das Alter der Einheit mit Angabe der Methoden der Altersbestimmung ist nach Möglichkeit anzugeben.

Die Grenzziehungen ausserhalb des Typusprofils können von späteren Bearbeitern modifiziert werden, falls sich dies durch neue Korrelationen als notwendig erweist.

1.2.2.3 Typusprofil

Bei der Aufstellung einer neuen Formation soll ein Typusprofil zu Grunde gelegt werden. Sind die Grenzen im Typusprofil nicht aufgeschlossen, müssen dafür als Referenzprofile so genannte Grenzstratotypusprofile definiert und detailliert beschrieben werden.

1.2.2.4 Typusgebiet

Das Gebiet, in welchem die lithostratigraphische Einheit typisch entwickelt, gut aufgeschlossen und zugänglich ist, wird als Typusgebiet bezeichnet. Es ist in der Beschreibung anzugeben, vorzugsweise mit den Nummern der betreffenden Kartenblätter der Landkarte der Schweiz 1 : 25 000. Das Typusprofil bzw. die Referenzprofile müssen im Typusgebiet liegen.

Angaben über die gesamte regionale Verbreitung der Einheit gehören ebenfalls in die Beschreibung.

1.2.2.5 Prioritäten

Falls sich verschiedene lithostratigraphische Begriffe als Synonyma erweisen, ist die Prioritätsregel anzuwenden, sofern dadurch nicht bereits eingebürgerte und gut definierte Namen verloren gehen.

1.2.2.6 Bemerkungen

Die Begriffe «Serie» und «Schichten» dürfen bei der Benennung formeller lithostratigraphischer Einheiten nicht mehr verwendet werden. Auch der Terminus «Zone» gehört nicht in die lithostratigraphische Nomenklatur.

In Zweifelsfällen ist zum Vorgehen die Arbeit von Salvador (1994; insb. Kap. 5) zu Rate zu ziehen. Auch können das Schweizerische Komitee für Stratigraphie und die Geologische Landesaufnahme (Landesgeologie) zur Beratung angefragt werden.

Empfehlung: Wichtige Typus- und Referenzprofile sollten wenn möglich als Geotope unter Schutz gestellt werden.

1.2.3 Informelle Einheiten

1.2.3.1 Informelle Einheiten sind in der Datenbank (www.stratigraphie.ch) als solche zu kennzeichnen. Sie sollen baldmöglichst durch formelle ersetzt oder eliminiert werden.

1.2.3.2 Bestehende, richtig definierte aber inkorrekt als «Serie», «Schichten» oder «Zone» bezeichnete Einheiten sollen ohne weiteres umbenannt werden können. Sie erhalten einen hierarchischen Status. Dabei soll aber der Zusammenhang mit älteren Schichtbezeichnungen klargestellt werden.

Typuslokalität und die Abgrenzungskriterien müssen, wenn nicht vorhanden, neu beschrieben werden (z.B. Prodkamm-Serie, Couches de Villarvolard). Dies trifft auch für manche ältere Namen zu (z.B. Öhrli-Kalk, Grès de Taveyannaz).

Bei manchen überlieferten Namen tritt an die Stelle einer Lokalität ein Fossilname (Opalinus-Ton, Couches à Mytilus) oder eine rein lithologische Bezeichnung (Hauptrogenstein, Couches rouges). Die Abschaffung dieser Begriffe lässt sich kaum erzwingen und ist in manchen Fällen, besonders bei lithologischen Namen, auch nicht notwendig. Es ist aber anzustreben, durch Festlegung von Typus- oder Referenzprofilen sowie der Abgrenzungskriterien solchen Einheiten den Status einer formellen Formation (bzw. eines Members) zu geben. Nur so lässt es sich vermeiden, dass derselbe Name für ganz verschiedene Gesteinsfolgen verwendet wird.

1.2.4 Ablagerungen des Eiszeitalters* und des Holozäns

Die Ablagerungen des Eiszeitalters weisen Eigenheiten auf, die sie von den übrigen Gesteinen unterscheiden:

- Sie zeigen eine ausgeprägte Heterogenität und Kleinräumigkeit der Verhältnisse. Die unterscheidbaren Einheiten sind oft nur in der näheren Umgebung ihrer Typuslokalität überhaupt vorhanden.
- Sie haben stets einen ausgeprägten Bezug zum Relief ihres Untergrundes (Fels- oder Lockergestein), weshalb ihre geographische Lage und geomorphologische Position (z.B. Höhenlage) wesentliche individuelle Merkmale sind.

Trotz dieser Eigenheiten können und sollen die Ablagerungen des Eiszeitalters gemäss den allgemein gültigen Grundsätzen der Lithostratigraphie behandelt werden (vgl. Kap. 1.2.2). Die Bezeichnung einer Gesteinseinheit besteht aus einem Lokaltätsbegriff und der Bezeichnung «Formation» oder «Member» (z.B. Engiwald-Formation). Alternativ kann, bei eindeutiger Ansprache, auch eine den betreffenden Gesteinskörper charakterisierende lithologische Bezeichnung gewählt werden (z.B. Rafzerfeld-Schotter).

Um ihren speziellen Charakteristiken gerecht zu werden, soll bei der Definition von lithostratigraphischen Einheiten grosses Gewicht auf die begrenzenden Diskontinuitäten gelegt werden. Begrenzende Diskontinuitäten sind z.B. die Auflageungsfläche auf dem Felsuntergrund, Erosionsdiskordanzen, Paläoböden oder die Geländeoberfläche (insbesondere deren Form). Mit Letzterer kann auch den geographischen und geomorphologischen Aspekten Rechnung getragen werden.

Die lithostratigraphische Prozedur soll nur für Ablagerungen, deren Entstehung und Formung im Rahmen ihrer ursächlichen Prozesse abgeschlossen ist, zur Anwendung kommen. Aktive Bachschuttkegel, Flussablagerungen und Rutschungen werden beispielsweise nicht benannt.

*Anstelle von «Quartär» wird hier der informelle Begriff «Eiszeitalter» verwendet, weil in der Schweiz auch eiszeitliche Gesteine existieren, die dem Pliozän (Tertiär) angehören.

2. Chronostratigraphie

2.1 Definition

Die Chronostratigraphie befasst sich mit der Altersbestimmung der Gesteine der Erdkruste, wofür die verschiedensten Methoden benutzt werden können.

Dabei müssen aber *zwei grundsätzlich verschiedene Aspekte* unterschieden werden:

2.1.1 Die Datierung der Gesteine,

entweder in Jahren (meist in Millionen Jahren: Ma) = *numerische Alter*,
oder als *relative Alter*, ausgedrückt in Einheiten einer konventionellen Zeitskala (s. Kap. 2.2.1.3).

2.1.2 Die Chronokorrelation

Sie besteht im lateralen Verfolgen von als isochron angenommenen Leithorizonten (Chronohorizonten). Die Event-Stratigraphie fällt z.B. in diesen Rahmen.

Damit können Datierungen von einer Lokalität mehr oder weniger genau und zuverlässig auf Schichten an einer anderen Lokalität übertragen werden, die selbst nicht datierbar sind. Chronokorrelationen können selbst da, wo überhaupt keine Datierungen möglich sind, die Altersbeziehungen z.B. innerhalb einer sedimentären Beckenfüllung klären.

Die Zuverlässigkeit und Präzision von Chronokorrelationen spielt auch eine entscheidende Rolle bei der Definition der Grenzen der Einheiten («Golden Spike») der Geochronologischen Standardskala, d.h. bei der Auswahl von Grenzstratotypen (GSSP = **G**lobal **B**oundary **S**tratotype **S**ection and **P**oint) (Cowie et al. 1986, Remane et al. 1996, International Commission on Stratigraphy 2002a, Remane 2003).

2.2 Die geochronologische Klassifikation der relativen Alter

2.2.1 Die internationale Geochronologische Standardskala

2.2.1.1 Die traditionelle Klassifikation, Grundlage der heutigen *Geochronologischen Standardskala* (International Commission on Stratigraphy 2002b), wurde im 19. Jh. entwickelt. Eine formelle Hierarchie wurde zuerst auf dem Internationalen Geologenkongress (IGC) von Bologna 1881 erarbeitet, ausführlich dargestellt in den Comptes-rendus des 10. IGC in Paris (Commission Internationale de Classification Stratigraphique 1900). Charakteristisch ist die Unterscheidung von zeitlich deckungsgleichen materiellen «stratigraphischen» und immateriellen «chronologischen» Einheiten, die den gleichen Namen tragen.

2.2.1.2. Dieses Prinzip der doppelten materiell-immateriellen Skala (chronostratigraphische vs. geochronologische Einheiten) wurde in den International Stratigraphic Guide (ISG:

Hedberg 1976: S. 67, Salvador 1994: S. 77f.) übernommen und ist seitdem allgemein üblich. Es ist in dieser Form auch in die deutsch-österreichischen Richtlinien eingegangen (Steininger & Piller 1999: S. 4).

Chronostratigraphische Einheiten umfassen nach dem ISG *alle während des entsprechenden Zeitraums gebildeten Gesteine und sind durch isochrone Flächen begrenzt.*

In der 2. Auflage des ISG wird die Definition zwar auf *un-layered rocks* ausgedehnt (Salvador 1994: S. 77), aber es wird trotzdem an der Bedingung festgehalten (S. 78: «*Chronostratigraphic units are bounded by isochronous horizons*»). Dieser Teil der Definition lässt sich allerdings nicht auf Intrusivkörper anwenden, auch nicht auf sedimentäre Sills und Dykes, wie sie z.B. im Lias von Arzo vorkommen.

In keiner dieser neueren Richtlinien ist berücksichtigt, dass es im 19. Jh. keine materielle stratigraphische Klassifikation wie die heutige Lithostratigraphie gab. Vielleicht ist deshalb in der Fachliteratur die Unterscheidung von chronostratigraphischen und geochronologischen Einheiten so willkürlich und widersprüchlich.

2.2.1.3 Abweichend vom ISG und den deutsch-österreichischen Richtlinien empfehlen wir deshalb, wie von Zalasiewicz et al. (2004) vorgeschlagen, **keine materiellen Einheiten mehr zu benutzen** und nur eine chronostratigraphische Hierarchie beizubehalten mit den Begriffen der Geochronologie gemäss ISG (also z.B. nicht mehr «die Obertrias», sondern konsequent «Späte Trias» oder «Spättrias» zu verwenden). Wenn die kleinste formelle chronostratigraphische Einheit entsprechend dem Vorschlag von Zalasiewicz et al. (2004) ausserdem als **Stufe** bezeichnet wird, hat dies den grossen Vorteil, dass der Begriff «Alter» wieder für den allgemeinen Gebrauch verfügbar ist (Harland et al. 1990).

CHRONOSTRATIGRAPHIE

Äon
Ära
Periode
Epoche
Stufe

BEISPIELE

Phanerozoikum
Känozoikum
Neogen
Miozän
Aquitanien

Grundeinheit ist die Stufe (stage), weil feinere Unterteilungen oft nicht weltweit anwendbar sind.

2.2.1.4 Die Chronostratigraphischen Einheiten können in offener Nomenklatur unterteilt werden, z.B. Frühes, Mittleres, Spätes Devon oder Früh-, Mittel-, Spätdevon; frühes, spätes Aquitanien. Grossschreibung der Adjektive, wenn es sich um international anerkannte Unterteilungen handelt, deren Umfang eindeutig definiert ist, sonst Kleinschreibung.

2.2.1.5 Die International Commission on Stratigraphy (2002b) hat eine auf dem Prinzip der Grenzstratotypen aufbauende *Geochronologische Standardskala* aufgestellt. Diese Nomen-

klatur muss bei Veröffentlichungen in Abbildungen und Tabellen verwendet werden. Soweit die chronostratigraphischen Grenzen durch GSSPs definiert sind, müssen auch sie im Sinne der internationalen Übereinkunft benutzt werden. Das hindert einen Autor nicht, seine abweichende, persönliche Meinung über die seines Erachtens beste Lage der Grenze im Text darzulegen, aber das Vorhandensein einer internationalen Übereinkunft muss in Abbildungen und Tabellen stets klar erkennbar sein.

Wenn die Benutzung regionaler chronostratigraphischer Einheiten unumgänglich ist, müssen sie als solche gekennzeichnet werden und, soweit möglich, mit der internationalen Standardskala korreliert werden.

2.2.2 Gründe für die Aufgabe materieller zeitbenannter Einheiten.

2.2.2.1 Wie schon gesagt, lässt sich die Forderung, chronostratigraphische Einheiten müssten durch isochrone Flächen begrenzt sein, nicht auf Intrusivkörper oder sedimentäre Dykes und Sills anwenden. Deren Alterseinstufung ist nur durch Datierung, nicht durch Chronokorrelation möglich.

2.2.2.2 Wie von Walsh (2001) gezeigt, ist der Zeitraum einer gegebenen Zeiteinheit oft nicht vollständig durch Ablagerungen repräsentiert, und folglich sind die materiellen Grenzen der «chronostratigraphischen» Einheit keine Isochronen. Besonders bei den höheren hierarchischen Kategorien existieren auch innerhalb einer Einheit grosse Lücken, so dass sich die Frage erhebt: Was bedeutet das «Späte Karbon der Schweizer Alpen» oder die «Trias des Schweizer Juras»?

2.2.2.3 Bei der Revision einer Datierung entsteht durch die Einführung neuer Namen für alte Einheiten unnötige Verwirrung, die vermieden werden kann, wenn mit einer Kombination von Lithostratigraphie und Chronostratigraphie gearbeitet wird.

Der ganze Problemkreis wird auch sehr ausführlich von Zalasiewicz et al. (2004) diskutiert. Zur weiteren Illustration der verschiedenen Auffassungen sind im Literaturverzeichnis die neueren Empfehlungen aus Frankreich und England aufgeführt: Comité français de stratigraphie (1997), Odin et al. (2004) und Rawson et al. (2002).

2.3 Empfehlung

Den Gebrauch von materiellen zeitbenannten Einheiten vermeiden. Die Benutzung von lithostratigraphischen Einheiten (selbst informellen) mit der Angabe des ± gesicherten chronostratigraphischen Alters gibt eine unmissverständlichere Auskunft. Eine Revision der Datierung schafft dann auch keine Verwirrung, weil der materielle (lithostratigraphische) Bezug unverändert bleibt.

AVANT-PROPOS

Le Prof. Jürgen Remane (Université de Neuchâtel), premier auteur de cette contribution, est malheureusement décédé le 15 novembre 2004, suite à une longue et cruelle maladie. Jürgen Remane était un des membres les plus enthousiastes du Comité suisse de stratigraphie (CSS), un élément moteur dans la défense de la stratigraphie. Jürgen Remane est le principal auteur de ce chapitre traitant des lignes directrices de la stratigraphie. Nous sommes très reconnaissants d'avoir pu bénéficier de ses compétences et de sa coopération toujours constructive. Son souvenir restera dans la mémoire de chacun, au travers de la présente contribution.

Depuis sa renaissance, en automne 2001, le Comité suisse de stratigraphie a atteint maintenant un premier but avec la publication des lignes directrices concernant la lithostratigraphie et la chronostratigraphie. Cette contribution est une mise à jour des publications de 1973 éditées par le groupe de travail pour la terminologie stratigraphique de la Commission Géologique Suisse.

Parallèlement à ce travail, une banque de données, accessible par internet, est en cours de construction, dans laquelle, tous les termes lithostratigraphiques en usage et les informations les concernant seront disponibles (www.stratigraphie.ch).

Stratigraphie

La base de toute approche stratigraphique est constituée par les roches qui sont classées en *unités lithostratigraphiques*. Par la suite, il est attribué à cette succession de roches et son cortège d'événements une échelle *chronostratigraphique* internationale.

Une *unité lithostratigraphique* est un corps tridimensionnel, de forme irrégulière, lenticulaire terminé par des limites inférieures et supérieures et latéralement intercalé avec d'autres unités lithostratigraphiques, partiellement contemporaines (Fig. 1). Ses limites inférieures et supérieures peuvent être isochrones ou diachrones. La *chronostratigraphie* est une mesure du temps appliquée aux unités lithostratigraphiques. Les méthodes d'application sont les suivantes:

En présence de minéraux utilisables, l'âge radiométrique (le terme «absolu» ne devrait pas être utilisé) d'une roche peut

être déterminé par les taux de désintégration des isotopes radioactifs. La *radiochronologie* constitue un de nos principaux outils. Les méthodes de datation *relative*, combinées aux outils radiochronologiques, sont appliquées beaucoup plus fréquemment et permettent d'attribuer un âge chronostratigraphique à une roche. La *biostratigraphie* est la méthode de corrélation la plus ancienne et la plus largement utilisée. La biostratigraphie est basée sur différents groupes de fossiles marqueurs tels que les ammonites, les calpionelles, les coccolithophores et les trilobites. Parmi d'autres méthodes importantes utilisées en stratigraphie relative, on peut encore citer la *magnétostratigraphie*, la *chimiostratigraphie* et la *stratigraphie séquentielle*. Ces méthodes de corrélation sont des outils indispensables pour l'attribution d'âges chronostratigraphiques aux roches; ces dernières ne seront cependant pas détaillées ici.

Pour des raisons d'ordre pratique, le CSS a décidé d'accepter la recommandation faite par Jürgen Remane, à savoir, de ne pas faire de distinction entre les termes «géochronologie» et «chronostratigraphie». Toute roche a un nom lithostratigraphique et a été formée à une certaine époque.

L'utilisation de termes différents pour attribuer un âge à une roche n'est pas nécessaire et empêche ainsi une confusion fréquemment observée dans le passé. A l'avenir, les qualificatifs «précoce» ou «ancien», «tardif» ou «récent» seront recommandés. En français, l'usage des termes «inférieur» et «supérieur» restera cependant autorisé.

Le CSS n'est pas habilité à légiférer; il ne peut qu'émettre des recommandations. Nous sommes toutefois convaincus que, au cours du temps, la simplification proposée ici rentrera dans l'usage.

Je tiens à remercier D. Decrouez, T. Adatte, J.-P. Berger et C. Meister pour la traduction française, M. Felber pour la traduction italienne et H. Mort et T. Adatte pour la traduction anglaise de ce texte. J'aimerais aussi remercier le GEOforum-CH de l'Académie suisse des sciences naturelles pour son support financier ainsi que tous les membres du Comité et beaucoup d'autres géologues suisses pour leurs conseils et leur aide dans l'élaboration de ce travail.

Hanspeter Funk, ancien Président du CSS

Directives pour l'usage de la nomenclature stratigraphique: Lithostratigraphie et chronostratigraphie

1. Lithostratigraphie

1.1 Définition

La lithostratigraphie divise les séries lithologiques en ensembles rocheux différents délimités horizontalement et verticalement, indépendamment de l'âge. Pour définir une unité lithostratigraphique, tous les caractères et les limites clairement observables sur le terrain sont utilisés.

Une unité lithostratigraphique peut être sédimentaire, magmatique, métamorphique ou composite (par exemple volcano-sédimentaire).

Le but d'une classification lithostratigraphique consiste à proposer des lignes directrices pour régler de la manière la plus objective possible tous les problèmes lithostratigraphiques.

1.2 La classification lithostratigraphique

1.2.1 Les unités formelles

1.2.1.1 En accord avec le Guide stratigraphique international (Salvador 1994) et les recommandations allemandes et autrichiennes (Steininger & Piller 1999), la hiérarchie des termes est la suivante:

Super-Groupe	Supergruppe	Super-Gruppo	Super Group
Groupe	Gruppe	Gruppo	Group
Formation	Formation	Formazione	Formation
Membre	Member	Membro	Member
Banc	Bank (Bed)	Strato	Bed

Le nom d'une unité lithostratigraphique est binaire et il est suivi d'un terme géographique, issu de la localité-type ou de la

région-type (cf. 1.2.2.3). Le nom de lieu est le complément d'objet (Formation de Reuchenette).

Les termes «Formation» et «Membre» peuvent être remplacés par celui de la roche prédominante, par exemple les Marnes bleues d'Hauterive.

Avant de créer une nouvelle formation, il est impératif de vérifier scrupuleusement si des noms traditionnellement utilisés depuis longtemps et établis avant la publication du Guide stratigraphique international ne peuvent pas être conservés en les adaptant aux recommandations proposées ici (voir Fig. 1).

Cette nomenclature est également applicable aux dépôts quaternaires avec cependant des problèmes spécifiques à cette époque qui sont traités dans le chapitre 1.2.4.

Il faut insister sur un point: la création de nouvelles unités doit s'appuyer sur des bases solides. Le Comité suisse de stratigraphie (CSS) et la Section Cartographie géologique du Service géologique national doivent être consultés. Ces organismes peuvent refuser de nouveaux noms dans certains cas justifiés.

Dans les descriptions (listes de synonymie) et sur les cartes géologiques, les noms (des termes connus depuis longtemps) devenus obsolètes peuvent être indiqués à côté des termes corrects (Formation de Pierre-Châtel – «Marbre bâtard»).

1.2.1.2 En lithostratigraphie, l'unité fondamentale est la *Formation*. Une formation est un ensemble rocheux qui se différencie des formations encadrantes par des caractères lithologiques déterminés et/ou des discontinuités ou transitions cartographiables. Le contenu faunistique, si les fossiles constituent une part importante de la roche, peut s'ajouter à ces particularités lithologiques. Pour la cartographie, des critères géomorphologiques peuvent être pris en considération.

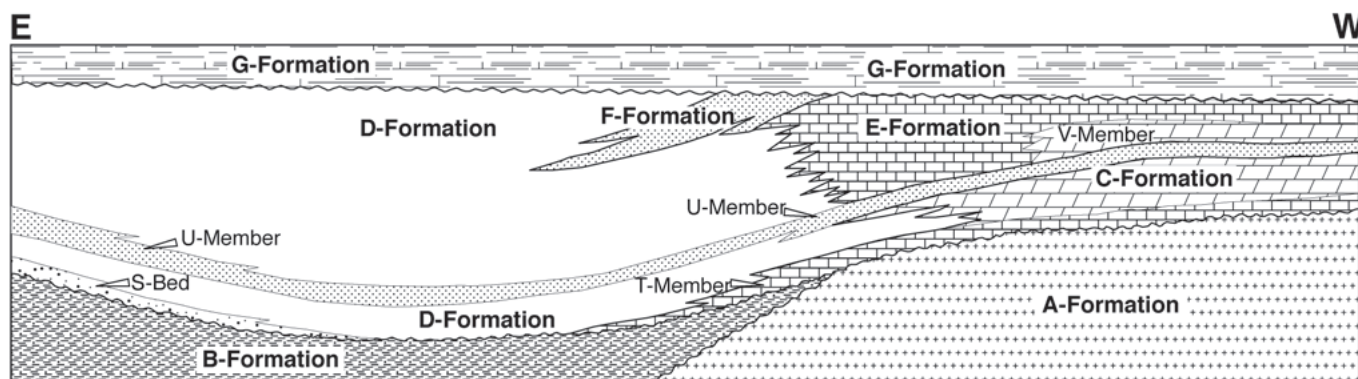


Fig. 1. Relations possibles entre les unités lithostratigraphiques. Le Membre T appartient à la Formation C. Le Banc S (S-Bed) et le Membre U appartiennent à la Formation D. Il n'y a ni «Formation D inférieure» ni «Formation D supérieure» (voir paragraphe 1.2.2.1). Le Membre V appartient à la Formation E. La Formation F ne comporte ni membres ni bancs. Les Formations C-F peuvent être éventuellement réunies dans un Groupe (modifié selon Salvador 1994).

Il n'y a pas de règles strictes pour fixer l'épaisseur d'une formation. Sa cartographie à l'échelle au 1 : 25 000 est un critère déterminant.

Quand la formation ne peut être reconnue que dans sa coupe-type en raison de conditions d'affleurement particulières (carrières, profils de routes), elle doit garder le statut d'unité informelle même si la coupe-type est clairement définie (cf. 1.2.3). Un affleurement temporaire ne doit pas être choisi pour la coupe-type d'une unité lithostratigraphique.

1.2.1.3 Plusieurs formations peuvent être réunies dans un *groupe*. Leur définition doit se conformer aux mêmes règles que celles de la formation. Un groupe ne possède pas de coupe-type, il est défini par les formations qui le composent et leurs coupes-types respectives. Plusieurs groupes peuvent constituer un *super-groupe*.

1.2.1.4 Une formation peut être subdivisée en *membres*. Leur définition doit se conformer aux mêmes règles que celles de la formation. Il n'est pas obligatoire de diviser complètement une formation en membres, on peut définir au sein de l'unité un seul membre. De même façon des couches caractéristiques seront définis comme *bancs*.

1.2.2 Procédure à suivre lors de l'établissement d'une unité lithostratigraphique formelle

1.2.2.1 Attribution du nom

La formation est dénommée d'après la localité-type (cf. 1.2.2.3). Le nom de lieu est le complément du nom de l'unité (Formation de Reuchenette). En français le terme Formation prend une majuscule.

Si pour la localité les appellations diffèrent selon la langue (français, allemand, italien, rhéto-roman), c'est le nom utilisé localement qui guidera le choix.

La position hiérarchique ainsi que l'origine du nom doivent être argumentées.

La formation ainsi que ses membres ou ses bancs ne doivent pas porter le même nom de lieu (A proscrire: Formation de Reuchenette, Calcaires de Reuchenette).

Les noms qui donnent une idée de la position de l'unité dans le complexe rocheux doivent être abandonnés (Complexe de base, Oolithe inférieure).

1.2.2.2 Description

Lors de la création d'une nouvelle formation ou de la révision d'une formation, il est impératif de définir les critères qui permettent de limiter l'unité à la base et au sommet et même latéralement ainsi que les différences avec les unités voisines. Une description lithologique détaillée doit être faite (description de la lithologie, puissance, couleur, contenu minéralogique, contenu fossilifère, etc.).

L'âge de l'unité ainsi que les méthodes de datation employées doivent être, si possible, précisés.

Les limites, en dehors de la coupe-type, peuvent être élargies à l'occasion de travaux ultérieurs, si cela s'avère nécessaire.

1.2.2.3 Coupe-type

Lors de l'établissement d'une nouvelle formation, une coupe-type doit être désignée. Si les limites ne sont pas exposées dans la coupe-type, une coupe de référence (coupe stratotype de limite) doit être définie et décrite en détail.

1.2.2.4 Région-type

La région-type correspond à l'aire sur laquelle l'unité lithostratigraphique est caractéristique, bien exposée et facile d'accès. Son extension doit être précisée, de préférence avec les numéros des cartes topographiques nationales de la Suisse au 1 : 25 000. La coupe-type et la coupe de référence doivent se trouver dans la région-type.

Les informations sur la répartition régionale complète de l'unité feront également partie de la description.

1.2.2.5 Priorité

Dans le cas où plusieurs termes lithostratigraphiques s'avèrent être synonymes, la règle de priorité sera appliquée, à condition que cela ne supprime pas un terme solidement établi et bien défini.

1.2.2.6 Remarques

Les termes «Série» et «Couche» ne devraient plus être utilisés en tant qu'unités lithostratigraphiques formelles. De même le terme «Zone» doit absolument être écarté de la nomenclature lithostratigraphique.

En cas de doute, il faut se référer à la publication de Salvador (1994; en particulier chap. 5). Le Comité suisse de stratigraphie et la section Cartographie géologique (Service géologique national) peuvent être consultés.

Recommandation: Les coupes-types et les coupes de référence devraient si possible être des géotopes protégés.

1.2.3 Les unités informelles

1.2.3.1 Les unités informelles seront indiquées en tant que telles dans la banque de données (www.stratigraphie.ch). Dès que possible, elles doivent être remplacées par des unités formelles ou éliminées.

1.2.3.2 Des unités bien décrites mais incorrectes telles que «Série», «Couche» ou «Zone» doivent être renommées. Un statut hiérarchique leur est attribué. Leur relation avec des appellations plus anciennes doit être clairement indiquée.

Pour certaines unités, la localité-type et les critères qui en définissent les limites (par exemple Couches de Villarvolard, Prodkamm-Serie) sont à préciser. Il en est de même pour un

certain nombre de termes plus anciens (par exemple Öhrli-Kalk, Grès de Taveyannaz).

Des dénominations anciennes et bien implantées dans l'usage courant comportent, à la place du nom de lieu, celui d'un fossile (Couches à *Mytilus*, Opalinus-Ton) ou une caractéristique lithologique (Couches rouges, Hauptrogenstein). Il est difficile de supprimer ces dénominations et dans de nombreux cas cela n'est pas nécessaire en particulier pour les termes lithologiques. Nous recommandons de leur accorder un statut formel (de Formation ou de Membre) en les dotant d'une coupe-type ou d'une coupe de référence et de définir leurs caractéristiques ainsi que leurs limites. Cela devrait empêcher que le même terme soit employé pour des ensembles rocheux tout à fait distincts.

1.2.4 Dépôts de l'époque glaciaire* et de l'Holocène

Les dépôts de l'époque glaciaire présentent des caractéristiques qui les distinguent des autres formations rocheuses:

- ils présentent une hétérogénéité marquée et des variations de faciès sur de courtes distances. Les unités identifiables ne sont souvent présentes que dans l'environnement immédiat de la localité-type.
- ils sont toujours étroitement liés au relief de leur substratum (roche ou sédiment meuble), si bien que leur localisation géographique et leur position géomorphologique (p. ex. l'altitude) en sont des caractères distinctifs significatifs.

Malgré ces particularités, les dépôts de l'époque glaciaire peuvent et doivent être traités selon les règles générales de la lithostratigraphie (cf. chap. 1.2.2). La dénomination d'une unité lithologique se compose du terme «Formation» et d'un nom de localité (p. ex. Formation d'Ecoteaux). Lorsque le caractère est évident, on peut utiliser aussi une dénomination lithologique caractérisant le corps sédimentaire concerné (p. ex. Gravier du Rafzerfeld).

Pour tenir compte de leur caractère particulier, il faut attacher une grande importance aux discontinuités délimitantes lors de la définition d'unités lithostratigraphiques. Ces discontinuités délimitantes peuvent être par exemple une surface de recouvrement du substratum rocheux, une discordance d'érosion, un sol fossile ou une surface topographique (en particulier sa forme). La surface topographique permet aussi de tenir compte des aspects géographiques et géomorphologiques.

La démarche lithostratigraphique ne devrait être utilisée que pour des accumulations dont la construction et la formation sont achevées. Des formes actives, tels que les cônes de déjection, les alluvions fluviales actuelles ou les glissements de terrain ne font pas l'objet d'une dénomination stratigraphique.

*On utilise ici le concept informel d'«époque glaciaire» au lieu du terme «Quaternaire», car il existe en Suisse aussi des dépôts glaciaires datant du Pliocène (Tertiaire).

2. Chronostratigraphie

2.1 Définition

L'objet de la chronostratigraphie est la datation des roches de l'écorce terrestre, avec des méthodes très variées.

Deux notions fondamentalement différentes doivent être distinguées:

2.1.1 La datation des roches

soit en années (la plupart du temps en million d'années: Ma) = âge *numérique*,
soit en âge *relatif*, d'après une échelle chronologique de référence (cf. chap. 2.2.1.3).

2.1.2 La chrono-corrélation

Elle consiste à corrélater latéralement des horizons repères considérés comme isochrones (chronohorizons). Par exemple, la stratigraphie événementielle rentre dans cette catégorie.

Ainsi, les datations d'une localité peuvent être appliquées d'une manière plus ou moins précise et sûre à des couches non datables d'une autre localité. Les chrono-corrélations peuvent ainsi clarifier les correspondances chronologiques dans un bassin sédimentaire quand aucune datation n'est possible.

La justesse et la précision des chrono-corrélations joue un rôle décisif pour la définition des limites des unités de l'échelle géochronologique standard, c'est-à-dire dans le choix des stratotypes de limites (GSSP = **G**lobal **B**oundary **S**tratotype **S**ection and **P**oint), point précis [«clou d'or»] dans la Section Globale et Standard du Stratotype (Cowie et al. 1986, Remane et al. 1996, International Commission on Stratigraphy 2002a, Remane 2003).

2.2 La classification géochronologique de l'âge relatif

2.2.1 L'échelle géochronologique internationale standard

2.2.1.1 La classification traditionnelle, base de l'échelle géochronologique standard actuelle (International Commission on Stratigraphy 2002b) a été développée au cours du 19^{ème} siècle. Une hiérarchie formelle fut proposée tout d'abord lors du Congrès Géologique International (IGC) de Bologne en 1881, et établie en détail dans les comptes-rendus du 10^{ème} IGC à Paris (Commission Internationale de Classification Stratigraphique 1900). Il faut noter la distinction entre les unités «stratigraphiques» matérielles et les unités «chronologiques» immatérielles, temporellement équivalentes, qui portent le même nom.

2.2.1.2 Ce principe d'une double échelle matérielle et immatérielle (unités chrono-stratigraphiques vs. unités géochronologiques) fut adopté dans l'International Stratigraphic Guide

(ISG: Hedberg 1976: p. 67, Salvador 1994: p. 77f.) et est dès lors généralement en usage. Ce même principe a également été intégré dans les directives germano-autrichiennes (Steininger & Piller 1999: p. 4).

Selon l'ISG, les unités chronostratigraphiques regroupent *des roches formées pendant une certaine période et délimitées par des surfaces isochrones*. Dans la 2^{ème} édition de l'ISG, la définition est étendue aux *roches non stratifiées* (Salvador 1994: p. 77), mais la condition fixée pour les limites est quand même maintenue (p. 78: «*Chronostratigraphic units are bounded by isochronous horizons*»). Il est évident que cette partie de la définition ne peut s'appliquer ni aux corps intrusifs, ni aux filons-couches (sills) et filons (dykes) sédimentaires, des formes fréquentes, par exemple dans le Lias d'Arzo.

Dans ces nouvelles recommandations ou directives, il faut tenir compte du fait qu'au 19^{ème} siècle il n'y avait pas de classification stratigraphique matérielle comme la lithostratigraphie actuelle. C'est peut-être pourquoi, dans la littérature spécialisée, la distinction entre unités chronostratigraphiques et unités géochronologiques est aussi arbitraire et contradictoire.

2.2.1.3 Contrairement à l'ISG et aux directives germano-autrichiennes, nous recommandons, comme Zalasiewicz et al. (2004) de **ne plus utiliser les unités matérielles** et de ne conserver que la hiérarchie chronostratigraphic avec les termes de la géochronologie dans le sens de l'ISG. Seule exception: la plus petite unité formelle est désignée en tant qu'**étage**, conformément à la recommandation de Zalasiewicz et al. (2004), cela a le gros avantage de rendre à nouveau disponible le concept de l'«âge» pour l'usage général (Harland et al. 1990).

CHRONOSTRATIGRAPHIE	EXEMPLES
Eon	<i>Phanérozoïque</i>
Ere	<i>Cénozoïque</i>
Période	<i>Néogène</i>
Epoque	<i>Miocène</i>
Etage	<i>Aquitainien</i>

L'unité de base est l'étage parce que des subdivisions plus fines ne sont pas souvent applicables à l'échelle du Globe terrestre.

2.2.1.4 Les unités chronostratigraphiques peuvent être subdivisées en unités laissées en nomenclature ouverte, par exemple Dévonien précoce, Dévonien moyen, Dévonien tardif; Aquitainien précoce, Aquitainien tardif.

En français et en italien, l'usage des termes «inférieur» et «supérieur» restera cependant autorisé (cf. discussion dans Odin et al. 2004).

La première lettre de l'adjectif sera en majuscule quand il s'agira de subdivisions approuvées internationalement, dans le cas contraire elle sera en minuscule.

2.2.1.5 L'International Commission on Stratigraphy (2002b) a établi une *échelle géochronologique standard* selon le principe des stratotypes de limites. Cette nomenclature doit être utilisée dans les figures et les tableaux des publications. Dans la mesure où les limites géochronologiques sont définies par des GSSP, elles doivent aussi être employées selon la convention internationale. Cela n'empêche pas un auteur d'exposer dans le texte une opinion personnelle divergente sur la position des limites, mais l'existence d'une convention internationale doit toujours apparaître dans les figures et les tableaux.

Quand l'emploi d'unités géochronologiques régionales est inévitable, celles-ci doivent être désignées en tant que telles et si possible être corrélées avec l'échelle internationale standard.

2.2.2 Motifs pour abandonner des unités chronostratigraphiques matérielles

2.2.2.1 Comme cela a déjà été mentionné, l'exigence de limiter des unités chronostratigraphiques par des surfaces isochrones ne peut pas s'appliquer aux corps intrusifs, dykes sédimentaires et sills sédimentaires. Une attribution d'âge n'est possible que par une datation et non par une chrono-corrélation.

2.2.2.2 Comme Walsh (2001) l'a démontré, l'intervalle de temps d'une unité géochronologique donnée n'est pas souvent représenté en totalité par des dépôts et ainsi les limites matérielles de l'unité «chronostratigraphique» ne sont pas des isochrones. De grandes lacunes existent aussi dans des unités de niveau hiérarchique élevé, ainsi la question suivante se pose: que signifie le «Carbonifère Tardif des Alpes suisses» ou encore le «Trias du Jura suisse»?

2.2.2.3 Lors de la révision d'une datation, l'introduction de nouveaux noms pour d'anciennes unités entraîne une confusion inutile, qui peut être évitée par une combinaison de la lithostratigraphie et de la chronostratigraphie.

L'ensemble des problèmes est discuté de manière très détaillée par Zalasiewicz et al. (2004). Pour illustrer des conceptions différentes, les nouvelles recommandations françaises (Comité français de stratigraphie 1997, Odin et al. 2004), et anglaises (Rawson et al. 2002) sont citées dans la liste bibliographique ci-dessous.

2.3 Recommandation

Eviter l'utilisation d'unités matérielles nommées d'après les unités d'âge.

L'utilisation d'unités lithostratigraphiques (même informelles) avec l'indication de l'âge chronostratigraphique plus ou moins certain donne une information qui ne laisse pas le moindre doute. Une révision de la datation ne créera pas de confusion car l'objet matériel (lithostratigraphique) reste immuable.

PREMESSA

L'autore principale del presente lavoro, il Prof. Dr. Jürgen Remane di Neuchâtel, è purtroppo deceduto il 15 novembre 2004 a seguito di lunga e dolorosa malattia. Con il suo entusiasmo ci ha stimolati per la tematica della stratigrafia ed è stato il motore per la redazione di queste direttive sulla nomenclatura. Gli siamo grati per il suo competente e stimolante contributo; il suo ricordo rimarrà vivo attraverso questa pubblicazione.

Il Comitato Svizzero per la Stratigrafia (CSS) conclude con queste “*direttive per la nomenclatura stratigrafica*” una prima tappa iniziata nell'autunno del 2001. Si tratta di una revisione e di una attualizzazione dei lavori del 1973 eseguiti dalla Commissione Geologica Svizzera, Gruppo di lavoro per la terminologia stratigrafica.

In parallelo a questi lavori si è iniziata la realizzazione di una banca dati accessibile via internet nella quale, nei prossimi anni, si possa reperire la terminologia litostratigrafica valida. Attualmente questo sistema è in fase di costruzione (www.stratigraphie.ch).

Stratigrafia

Elementi fondamentali per la suddivisione stratigrafica delle Scienze della Terra sono le rocce, le *unità litostratigrafiche*. Le successioni rocciose (oppure determinati e ben definiti eventi delle Scienze della Terra) vengono inseriti in una scala temporale valida a livello internazionale, la *cronostratigrafia*.

L'*unità litostratigrafica* è costituita da un corpo tridimensionale, di regola lenticolare e irregolare con un limite inferiore e uno superiore e indentazioni laterali con unità vicine (in parte coeve) (Fig. 1). I loro limiti inferiori e superiori possono essere isocroni o diacroni.

La *cronostratigrafia* fornisce la scala temporale nella quale vengono inserite le unità litostratigrafiche.

Ciò è possibile tramite una serie di supporti:

Nel caso in cui sono presenti determinati minerali, si può stabilire direttamente l'età radiometrica di una roccia (quindi il termine “assoluto” dovrebbe essere evitato), basata sulla velocità di decadimento isotopico. La *radiometria* (denominata anche *geocronologia*) ne costituisce un importante supporto.

Molto più frequentemente vengono applicati metodi di datazione relativa, che, in combinazione con altri metodi, per-

mette l'inquadramento di una roccia nella successione cronostratigrafica.

Il metodo di correlazione più antico ma anche più conosciuto è rappresentato dalla *biostratigrafia*. Più precisamente, non esiste **una sola** biostratigrafia, bensì diverse, come ad esempio la stratigrafia a ammoniti, a calpionelle, a nannoflora, a trilobiti ecc.

Altri importanti metodi di correlazione sono la *magnetostratigrafia*, la *chemostratigrafia*, la *stratigrafia sequenziale* e tante altre ancora.

I metodi di correlazione, che costituiscono un supporto insostituibile per l'attribuzione di una roccia a uno schema temporale, sono oggetto del presente lavoro.

In base a motivi pratici, il Comitato ha deciso di seguire la proposta di Jürgen Remane e di rinunciare in futuro a una suddivisione fra geocronologia e cronostratigrafia. Corpi rocciosi hanno un nome litostratigrafico e sono stati originati in un determinato momento. La suddivisione fra il tempo stesso (la geocronologia così come definita fino ad oggi) e l'età attribuita alla roccia (nel senso della cronostratigrafia) non è necessaria e nel passato ha sempre condotto a malintesi. In futuro sarà raccomandato l'uso dei termini “precoce” o “antico” e “tardivo” o “recente”. Nella terminologia italiana e francese l'utilizzo di “inferiore” e “superiore” sarà comunque autorizzato.

Il Comitato per la stratigrafia non può emanare disposizioni vincolanti, nel caso specifico si tratta di direttive. Siamo comunque convinti che le semplificazioni adottate si faranno valere e si consolideranno nel corso del tempo.

Ringrazio D. Decrouez, T. Adatte, J.-P. Berger e C. Meister per la traduzione in lingua francese, M. Felber per quella in lingua italiana, H. Mort e T. Adatte per la versione inglese. Si ringrazia il GEOforumCH dell'Accademia Svizzera di Scienze Naturali per il supporto finanziario e un grazie particolare vada a tutti i membri della Commissione ma anche ai geologi svizzeri che hanno contribuito al presente lavoro con utili consigli.

Hanspeter Funk, Presidente uscente del CSS

Direttive per l'uso della nomenclatura stratigrafica: Litostratigrafia e cronostratigrafia

1. Litostratigrafia

1.1. Definizione

La litostratigrafia stabilisce i rapporti deposizionali di successioni rocciose suddividendole in unità rocciose definite, indipendentemente dalla loro età. Per la definizione di unità litostratigrafiche si può far capo a tutte le caratteristiche litologiche, inclusi i limiti, che possono venire rilevati oggettivamente nel terreno.

Un'unità litostratigrafica può essere sedimentaria, magmatica, vulcanica, metamorfica o di composizione mista (ad esempio vulcano-sedimentaria).

Scopo della classificazione litostratigrafica è quello di fornire un quadro generale per tutte le altre indagini stratigrafiche, cioè indicare un sistema di riferimento oggettivo che non pregiudichi altri approcci metodici.

1.2. Classificazione litostratigrafica

1.2.1. Unità formali

1.2.1.1. In accordo alle proposte della International Stratigraphic Guide (Salvador 1994) e conformemente alle raccomandazioni austriache e germaniche (Steininger & Piller 1999) si ottiene la seguente gerarchia:

Super-Gruppo	Super-Groupe	Supergruppe	Super Group
Gruppo	Groupe	Gruppe	Group
Formazione	Formation	Formation	Formation
Membro	Membre	Member	Member
Strato	Banc	Bank	Bed

Il nome di un'unità litostratigrafica è composta da due parti (binaria): al primo posto (in lingua inglese e tedesca) figura un concetto geografico riferito alla località o alla regione tipo (vedi cap. 2.2.3); in seconda posizione segue il rispettivo concetto gerarchico (ad es. Quinten-Formation). In lingua italiana e francese è il contrario (ad es. Formazione di Quinten), la posizione stratigrafica precede il riferimento geografico; l'iniziale dell'unità formazionale è scritta in maiuscolo.

In alternativa a "Formazione" e "Membro" sono possibili anche definizioni riferite alla roccia (ad es. Dolomia del San Giorgio).

Prima di istituire nuove formazioni sarà necessaria una accurata verifica circa la possibilità di applicare o adattare allo schema proposto (vedi Fig. 1) denominazioni già in uso prima della pubblicazione della International Stratigraphic Guide.

Logicamente tale nomenclatura può essere adottata anche per i depositi glaciali, pur rilevando che emergono problemi particolari che sono regolati nel capitolo 1.2.4.

Si sottolinea che per l'istituzione di nuove denominazioni occorre far valere buone motivazioni. Prima di introdurre nuove definizioni si procederà con la consultazione della Comitato Svizzero per la Stratigrafia (SKS) e della Sezione rilevamenti geologici del Servizio Geologico Nazionale. In casi giustificati, queste due istanze possono rifiutare l'uso di nuove denominazioni. Terminologie obsolete e superate in uso in vecchie descrizioni e su carte geologiche storiche possono venire indicate in elenchi dei sinonimi accanto alle denominazioni corrette (ad es. Bommerstein-Formation – "Eisensandstein"; Formazione di Moltrasio – "Calcere selcifero lombardo").

1.2.1.2. L'unità litostratigrafica di base è la *Formazione* (Formation). La formazione rappresenta un corpo roccioso che si differenzia grazie a caratteristiche litologiche e/o sulla base di

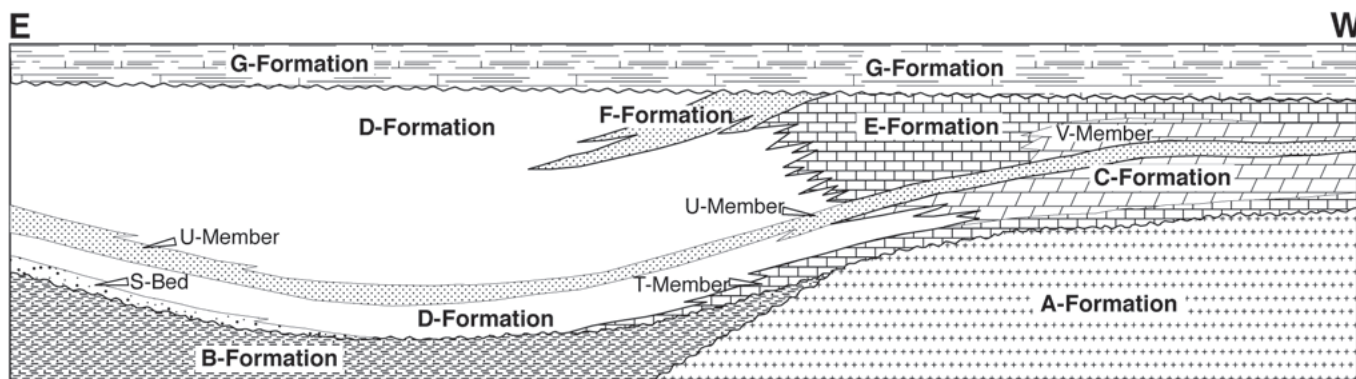


Fig. 1. Possibili relazioni fra unità litostratigrafiche. Il Membro T fa parte della Formazione C. Lo Strato S (S-Bed) e il Membro U appartengono alla Formazione D. Non c'è una "Formazione D superiore" o una "Formazione D inferiore" (vedi paragrafo 1.2.2.1). Il Membro V fa pure parte della Formazione E. La Formazione F non comprende né membri né strati. Le Formazioni C-F possono eventualmente essere riunite in un Gruppo (modificato da Salvador 1994).

discontinuità cartografabili, rispettivamente si distingue da formazioni confinanti. Il contenuto paleontologico fa parte della caratteristiche litologiche quando gli organismi sono parte costituente della roccia. Per la cartografia si possono considerare criteri morfologici del terreno.

Lo spessore di una formazione non è subordinato ad alcuna regola. Determinante è la possibilità di cartografarla, di regola alla scala 1 : 25 000.

Unità litostratigrafiche che possono essere riconosciute solo in situazioni o affioramenti eccezionali, quindi solo nella sezione-tipo (ad es. cave, scavi stradali ecc.), dovrebbero venire considerate come unità informali (vedi cap. 1.2.3), anche se sono chiaramente definite sulla base del profilo-tipo. Affioramenti temporanei non dovrebbero essere considerati come sezioni-tipo per la definizione di unità litostratigrafiche.

1.2.1.3 Diverse formazioni possono venire associate in un *Gruppo* (Group). Per la loro definizione valgono le medesime considerazioni applicate per le formazioni. I gruppi non presentano una singola sezione-tipo, ma sono definiti sulla base delle formazioni che li contengono (con le rispettive sezioni-tipo). Più gruppi possono costituire un Supergruppo.

1.2.1.4 Formazioni possono venire suddivise in *Membri* (Member). La loro definizione si basa sui medesimi criteri validi per le formazioni. Non è necessario che una formazione sia interamente suddivisa in Membri; può anche essere sufficiente definire formalmente solo una parte particolarmente caratteristica. Alcune stratificazioni caratteristiche possono venire definite specificamente come *Strato* (Bed).

1.2.2 Procedura per l'istituzione formale di unità litostratigrafiche

1.2.2.1 Attribuzione del nome

La formazione viene definita secondo la località-tipo (vedi cap. 1.2.2.3), il toponimo viene quindi utilizzato come sostantivo e, nella lingua tedesca e inglese separato da un trattino (ad esempio Wildeg-Formation). Per la lingua italiana vale la regola indicata all'inizio del cap. 1.2. Nel caso dovessero esistere più nomi nelle diverse lingue (italiano, tedesco, francese e retoromancio) per la medesima località, si deciderà in base al nome più in uso. La posizione gerarchica ma anche la provenienza del nome sono da giustificare.

Formazioni e membri o strati inclusi nella formazione stessa non devono contenere il medesimo toponimo (sono quindi da evitare: Formazione di Öhrli, Membro del Calcare di Öhrli e Marne di Öhrli!).

Nomi, che pregiudicano l'attribuzione spaziale di un complesso di strati rocciosi (ad es. Scisti superiori, Calcare inferiore di Meride, Complesso di base), sono pure da evitare.

1.2.2.2 Descrizione

Determinanti per l'istituzione o la revisione di una unità litostratigrafica sono sia la definizione dei limiti inferiori, superiori

ri e laterali sia la diagnosi differenziale rispetto a unità contigue. Ne fa parte una dettagliata caratterizzazione litologica comprensiva di dati essenziali come ad esempio la descrizione del corpo roccioso, lo spessore, il colore, il contenuto mineralogico rispettivamente fossilifero ecc.

L'età dell'unità con l'indicazione del metodo di datazione applicato sono da indicare a seconda del caso.

Il tracciamento dei limiti della sezione-tipo può essere modificata da autori successivi nel caso si rendessero necessarie nuove correlazioni.

1.2.2.3 Sezione-tipo

Con l'istituzione di nuove formazioni deve essere allestita una sezione-tipo. Qualora i limiti della sezione-tipo non fossero affioranti sarà necessario definire e descrivere, in qualità di profili di riferimento, cosiddetti profili stratotipo.

1.2.2.4 Regione-tipo

La zona nella quale la sezione-tipo è affiorante e risulta bene accessibile, viene definita come regione-tipo. Una descrizione deve essere allegata, preferibilmente con il numero del/i foglio/i della relativa carta nazionale in scala 1 : 25 000. La sezione-tipo rispettivamente la sezione di riferimento devono situarsi entro la regione-tipo. La descrizione è accompagnata anche da indicazioni sulla distribuzione regionale delle unità.

1.2.2.5 Priorità

Nel caso diversi concetti litostratigrafici fossero sinonimi, sarà necessario stabilire una regola della priorità, tenuto però conto che eventuali terminologie già acquisite non vadano perse.

1.2.2.6 Osservazioni

I concetti "Serie" e "Strato" non possono più venire applicati nella definizione di unità litostratigrafiche formali; anche il termine di "Zona" non fa parte della nomenclatura litostratigrafica.

In caso di dubbio occorre riferirsi al lavoro di Salvador (1994, vedi in particolare cap. 5). Parimenti si può chiedere parere al Comitato Svizzero per la Stratigrafia e alla Sezione rilevamenti geologici (Servizio Geologico Nazionale).

Raccomandazioni: Sezioni-tipo importanti o sezioni di riferimento dovrebbero, se possibile, essere protetti come geotipi.

1.2.3 Unità informali

1.2.3.1 Unità informali devono essere definite nella banca dati in quanto tali (www.stratigraphie.ch) e dovranno essere al più presto sostituite da definizioni formali o eliminate.

1.2.3.2 Unità già esistenti, descritte correttamente ma definite erroneamente come "Serie", "Strato" o "Zona" devono essere ridefinite senza indugio. Esse ottengono così un'attribuzione gerarchica; i loro rapporti con vecchie definizioni di stratificazione devono però essere chiariti.

Località-tipo e i criteri che ne definiscono i limiti, qualora non presenti, devono essere nuovamente descritti (ad esempio Prodkamm-Serie, Couches de Villarvolard). Ciò riguarda anche vecchie definizioni (ad esempio Öhrli-Kalk, Grès de Taveyannaz).

In numerose situazioni con nomi tramandati figura spesso un nome di fossile al posto della località (ad esempio Opalinus-Ton, Couches à Mytilus) oppure una semplice attribuzione litologica (ad esempio Hauptrogenstein, Couches rouges). L'eliminazione o anche la semplice sostituzione di questi concetti saranno pressoché impossibili, ma in numerosi casi non saranno nemmeno necessarie, soprattutto quando si tratta di nomi litologici. Sarà comunque necessario sforzarsi nell'attribuzione di uno statuto formale (di formazione o di membro) attraverso la definizione di sezioni-tipo o sezioni di riferimento e definendo i loro limiti.

Solo in questo modo si esclude l'utilizzo di stessi nomi per successioni rocciose completamente diverse.

1.2.4 Depositi del periodo glaciale* e dell'Olocene

I depositi del periodo glaciale presentano caratteristiche che li distinguono dalle altre formazioni rocciose:

- mostrano una marcata eterogeneità e ridotti rapporti spaziali. Di regola gli elementi caratteristici che differenziano le singole unità sono presenti solo nelle immediate vicinanze della località-tipo,
- presentano un marcato rapporto con il rilievo sepolto (roccia o depositi sciolti), per cui l'ubicazione geografica e la collocazione morfologica (ad es. altezza) sono caratteristiche individuali e peculiari.

Malgrado queste particolarità, i depositi del periodo glaciale devono essere considerati secondo i principi generali validi per la litostratigrafia (cfr. cap. 1.2.2). La definizione di un'unità rocciosa è costituita da un concetto geografico e dal termine “formazione” o “membro” (ad esempio Engiwald-Formation). In alternativa e nel caso di chiari riferimenti si può optare anche per definizioni basate su caratteristiche litologiche (ad esempio Rafzerfeld-Schotter). In lingua italiana vale quanto già detto sopra, cioè l'inversione dei due concetti: il riferimento gerarchico formazionale precede quello geografico.

Nella definizione di unità litostratigrafiche e per sottolineare le loro particolari caratteristiche, occorrerà prestare particolare peso alle discontinuità che separano le unità stesse.

Discontinuità sono ad esempio superfici deposizionali sul substrato roccioso, discordanze erosionali, paleosuoli o la superficie del terreno (e in particolare la sua forma). Questi ultimi comprendono anche aspetti geografici e geomorfologici.

*al posto del termine “Quaternario” si applica nel caso specifico il concetto di “periodo glaciale”, in considerazione del fatto che in Svizzera esistono anche depositi glaciali che appartengono al Pliocene (Terziario).

La procedura per l'assegnazione litostratigrafica si riferisce solo a depositi la cui origine e genesi risultano concluse. Conoidi attive, depositi fluviali e dissesti in corso non vengono ad esempio definiti dal punto di vista stratigrafico.

2. Cronostratigrafia

2.1 Definizione

La cronostratigrafia si occupa di definire l'età delle rocce della crosta terrestre, facendo capo ai più disparati metodi di indagine.

In questo ambito devono essere differenziati *due aspetti fondamentalmente diversi*:

2.1.1 La datazione delle rocce

sia essa in anni (di regola in milioni di anni: Ma) = *età numerica* oppure in *età relativa* espressa in unità temporali di una scala convenzionale (vedi cap. 2.2.1.3).

2.1.2 La correlazione cronologica

Essa consiste nel confronto laterale di orizzonti guida ritenuti isocroni (crono-orizzonti).

La “stratigrafia a eventi” (*event stratigraphy*) rientra ad esempio in questa categoria.

In questo modo datazioni di una determinata località possono essere rapportati in modo più o meno attendibile a stratificazioni di altre località che da sole non sono databili.

Correlazioni cronologiche possono chiarire rapporti temporali anche là dove singole datazioni non sono possibili, come ad esempio all'interno di bacini sedimentari. L'attendibilità e la precisione delle correlazioni cronologiche giocano un ruolo decisivo anche nella definizione dei limiti delle unità (“Golden Spike”) secondo la scala geocronologica standard, cioè nella scelta dei limiti degli stratotipi (GSSP = **G**lobal **B**oundary **S**tratotype **S**ection and **P**oint) (Cowie et al. 1986, Remane et al. 1996, International Commission on Stratigraphy 2002a, Remane 2003).

2.2 La classificazione cronologica di età relative

2.2.1 La scala geocronologica standard internazionale

2.2.1.1 La classificazione tradizionale, base dell'attuale *Scala geocronologica standard* (International Commission on Stratigraphy 2002b), è stata sviluppata nel 19° secolo. La gerarchia formale è stata inizialmente definita nel Congresso internazionale di Geologia (IGC) di Bologna nel 1881 e poi descritta dettagliatamente nei Comptes-rendus del 10° congresso IGC di Parigi (Commission Internationale de Classification Stratigraphique 1900). E' necessario evidenziare la distinzione fra unità temporali materiali “stratigrafiche” e di unità immateriali “cronologiche” che portano lo stesso nome.

2.2.1.2 Questo principio della duplice scala materiale-immateriale (unità cronostratigrafiche e unità geocronologiche) è stato adottato dalla International Stratigraphic Guide (ISG: Hedberg 1976: p. 67, Salvador 1994: p. 77f.) e da allora è comunemente accettato. In questa forma è stato introdotto anche nelle direttive austro-germaniche (Steininger & Piller 1999: p. 4).

Secondo la ISG, le unità cronostratigrafiche comprendono *tutte le rocce formatesi in un determinato periodo e che sono delimitate da superfici isocrone.*

A dire il vero, nella seconda edizione della ISG, la definizione viene estesa a “*unlayered rocks*” (Salvador 1994: p. 77), ma ci si attiene comunque alle condizioni di pagina 78, cioè: “*Chronostratigraphic units are bounded by isochronous horizons*”. Questa parte della definizione non si lascia fra l’altro estendere ai corpi intrusivi e nemmeno a filoni sedimentari o ai dicchi, come presenti ad esempio nel Liassico di Arzo.

In nessuna di queste nuove direttive si considera che nel 19° secolo non esisteva una classificazione stratigrafica materiale come l’attuale litostratigrafia. Forse è per questo motivo che nell’attuale letteratura specialistica la differenza fra unità cronostratigrafiche e geocronologiche è tanto arbitraria quanto contraddittoria.

2.2.1.3 Contrariamente alla ISG e alle direttive austro-germaniche, il Comitato Svizzero per la Stratigrafia propone (analogamente a Zalasiewicz et al. 2004) di **non più utilizzare le unità materiali**, ma di attenersi a una gerarchia esclusivamente cronostratigrafica applicando i concetti della geocronologia. Inoltre, se la più piccola unità formale cronostratigrafica venisse definita come **Piano**, conformemente alla proposta di Zalasiewicz et al. (2004), ciò avrebbe il grande vantaggio di rendere nuovamente disponibile il concetto di “età” per l’uso generale (Harland et al. 1990).

CRONOSTRATIGRAFIA	ESEMPI
Eon	<i>Fanerozoico</i>
Era	<i>Cenozoico</i>
Periodo	<i>Neogene</i>
Epoca	<i>Miocene</i>
Piano	<i>Aquitano</i>

L’unità di base è il Piano (stage), poiché ulteriori suddivisioni non sono di regola applicabili a livello mondiale.

2.2.1.4 Le unità cronostratigrafiche possono venir ulteriormente suddivise con nomenclatura aperta come ad esempio in Devoniano precoce, medio-, tardivo (o Tardo-Devoniano) oppure Aquitano precoce o tardivo. In lingua italiana e francese l’utilizzo dei termini “inferiore” e “superiore” (cfr. discussione in Odin et al. 2004) resterà comunque autorizzato. L’aggettivo viene scritto con iniziale maiuscola quando si tratta di suddivisioni riconosciute internazionalmente; in caso contrario con iniziale minuscola.

2.2.1.5 La International Commission on Stratigraphy (2002b) ha stabilito una scala geocronologica standard sulla base degli stratotipi. Questa denominazione ufficiale deve essere applicata per pubblicazioni, in immagini e tabelle. Qualora i limiti cronostratigrafici sono definiti come GSSP devono essere utilizzati in accordo alla normativa internazionale. Ciò non esclude che l’Autore possa esprimere nel testo il suo personale e discordante parere circa una migliore definizione del limite, ma l’esistenza di una convenzione internazionale deve essere chiaramente rispettato in raffigurazioni e tabelle.

Nel caso in cui l’uso di unità cronostratigrafiche a carattere regionale fosse inevitabile, le stesse dovranno essere chiaramente definite e, nel limite del possibile, correlate alla scala standard internazionale.

2.2.2 Motivi per l’abbandono di unità materiali temporali

2.2.2.1 Come già specificato, l’esigenza, che unità cronostratigrafiche debbano essere limitate da superfici isocrone, non si lascia applicare a corpi intrusivi, a dicchi o filoni sedimentari. La loro attribuzione temporale è quindi possibile solo tramite datazione diretta e non attraverso relazioni cronologiche.

2.2.2.2 Come dimostrato da Walsh (2001), lo spazio-tempo di un’unità temporale spesso non è interamente rappresentato da deposizioni, nel cui caso i limiti materiali dell’ “unità cronostratigrafica” non costituiscono delle isocrone. Soprattutto nel caso di categorie gerarchicamente superiori sussistono notevoli lacune anche all’interno di una stessa unità, per cui occorre interrogarsi su cosa significhi il “Tardo-Carbonifero (o Carbonifero tardivo) delle Alpi svizzere” oppure il “Triassico del Giura svizzero”.

2.2.2.3 Durante la revisione di datazioni, con l’introduzione di nuovi nomi al posto di altri già in uso, si assiste spesso a una inutile confusione. Tale situazione può essere evitata con la combinazione di litostratigrafia e cronostratigrafia.

Tutta questa problematica viene dettagliatamente discussa anche da Zalasiewicz et al. (2004). Le direttive francesi (Comité français de Stratigraphie 1997, Odin et al. 2004) e inglesi (Rawson et al. 2002) sono contenute nella bibliografia allo scopo di presentare ulteriori punti di vista e pareri.

2.3. Suggestioni

Si eviti l’uso di unità materiali temporali. L’utilizzo di unità litostratigrafiche (anche solamente informali) con l’indicazione di età geocronologiche più o meno accertate fornisce una informazione che non lascia alcun dubbio. In tal caso, la revisione di una datazione eviterà confusione in quanto il contesto materiale (litostratigrafico) rimane invariato.

FOREWORD

Prof. Jürgen Remane (University of Neuchâtel), first author of this contribution, sadly died on November 15, 2004, following a long and distressing illness. Jürgen Remane was one of the most enthusiastic members of the Swiss Committee of Stratigraphy. He was passionate in the defense of stratigraphy and its principles. We are very grateful to have been able to benefit from his competence and unfailing constructive cooperation. As we present this contribution, we will remember him.

Since its rebirth, in autumn 2001, the Swiss Committee of Stratigraphy (SCS) has achieved its first goal with the publication of the guidelines for the use of lithostratigraphic and chronostratigraphic nomenclature. This contribution is an update of the publications made in 1973 by the working group for Stratigraphic Terminology of the Swiss Geological Commission. Parallel to this work, an Internet database is in the course of construction. All the lithostratigraphic terms of use and information will be available there (www.stratigraphie.ch).

Stratigraphy

The basis of the stratigraphic approach comprises rocks which are grouped in *lithostratigraphic units*. The successions of lithostratigraphic units (or of geological events) are classified into the international time scale (*chronostratigraphy*).

A *lithostratigraphic unit* is a three-dimensional, irregularly double convex lens shaped body bounded by lower and upper limits which can be synchronous or diachronous and are laterally dovetailed with other lithostratigraphic units of similar age (Fig. 1).

Chronostratigraphy forms the temporal framework into which the lithostratigraphic units are inserted. This is done by the following means:

In the presence of usable minerals, the radiometric age of a rock can be determined by the disintegration rates of its radioactive isotopes (the term “absolute age” should not be used). *Radio chronology* is one of the main tools. More commonly, *relative dating methods*, combined with other tools, are applied to give a chronostratigraphic age to a rock. Biostratigraphy is the oldest and most frequently used method of correlation. It is based on various groups of fossils such as ammonites, calpionellids, coccolithophorids, trilobites and others. Other important methods used in relative dating include *magnetostratigraphy*, *chemostratigraphy* and *sequence stratigraphy*. These correlation methods are essential tools for attributing chronostratigraphic ages to rocks but will not be detailed here.

For practical reasons, the SCS decided to adopt a proposal made by Jürgen Remane, namely, not to differentiate between the terms “geochronology” and “chronostratigraphy”. Any rock body has a lithostratigraphic name and was formed at a certain time. The distinction between time per se (geochronology as hitherto used) and time represented by rocks (chronostratigraphy as hitherto used) is unnecessary and has led to many misunderstandings in the past (mainly in German and French). Thus, the specifications “upper” and “lower” should no longer be used to denominate ages. Only the terms “early”, “old”, “late” and “recent” are to be used for this purpose. The SCS is not entitled to legislate; it can only recommend. We are however convinced that, in due course, the simplification suggested here will come into use.

I wish to thank D. Decrouez, T. Adatte, J.-P. Berger and C. Meister for the French, M. Felber for the Italian and H. Mort and T. Adatte for the English translation of this text. I would also like to thank the GEOforumCH of the Swiss Academy of Natural Sciences for their financial support as well as all the members for the committee and many other Swiss geologists for their ideas and assistance in the development of this work.

Hanspeter Funk, former President of SCS

Guidelines for using stratigraphic nomenclature: Lithostratigraphy and chronostratigraphy

1. Lithostratigraphy

1.1 Definition

Lithostratigraphy classifies a succession of rocks into distinguishable lithological units, both vertically and horizontally, and regardless of their age. In order to define a lithostratigraphic unit, all observable rock characteristics and boundaries seen in the field should be used. A lithostratigraphic unit may be sedimentary, magmatic, metamorphic or composite (for example volcanosedimentary). The goal of lithostratigraphy is to provide an objective framework for further geological investigations.

1.2 Lithostratigraphic Classification

1.2.1 Formal units

1.2.1.1 In agreement with the International Stratigraphic Guide (Salvador 1994) and the German-Austrian recommendations (Steininger & Piller 1999), the hierarchy of the units is as follows:

Super Group	Supergruppe	Super-Groupe	Super-Gruppo
Group	Gruppe	Groupe	Gruppo
Formation	Formation	Formation	Formazione
Member	Member	Membre	Membro
Bed	Bank	Banc	Strato

The name of a lithostratigraphic unit consists of two parts: a geographical term, resulting from its type section or type area (cf 1.2.2.3) is followed by a hierarchic term (e.g. Reuchenette Formation). The terms “Formation” and “Member” can be replaced by that of the prevalent rock-type, for example the “Marnes bleues d’Hauterive”.

Before creating new formations it is important to carefully check if traditional names, which were introduced before the publication of the International Stratigraphic Guide, can be adapted to the scheme recommended here (see Fig. 1).

The lithostratigraphic nomenclature can also be applied to deposits of the last ice-age. Special issues with these units are addressed in chapter 1.2.4.

It is necessary to point out that new units should only be defined if this fulfils a need. Prior to the definition or renaming of units the SCS and the Swiss Geological Survey (Geological Mapping section) should be consulted. These organisations can refuse new names in justified cases. In descriptions (lists of synonymes) and on geological maps, traditional but obsolete names can be listed next to the correct terms (e.g. Bommerstein Formation – “Eisensandstein”).

1.2.1.2 In lithostratigraphy, the *formation* represents the fundamental unit. A formation is a rock unit whose lithological characteristics differ from surrounding formations and/or which is bounded by mappable discontinuities. If the rock is made up of a significant quantity of fossils, this may also be added to its lithological characteristics. In mapping, geomorphological criteria can be taken into account. There are no strict rules to determine the minimal thickness of a formation. Mappability at a scale of 1 : 25 000 is the limiting criterion. However, if a formation can only be recognized in its type section (e.g. quarry, street outcrop), it must keep the ruling of an informal unit even if its type section is clearly defined (cf. 1.2.3). A temporary outcrop should not be selected as a type section of a lithostratigraphic unit.

1.2.1.3 Several formations can be joined together within a *group*. Definitions of groups must conform to the same rules as

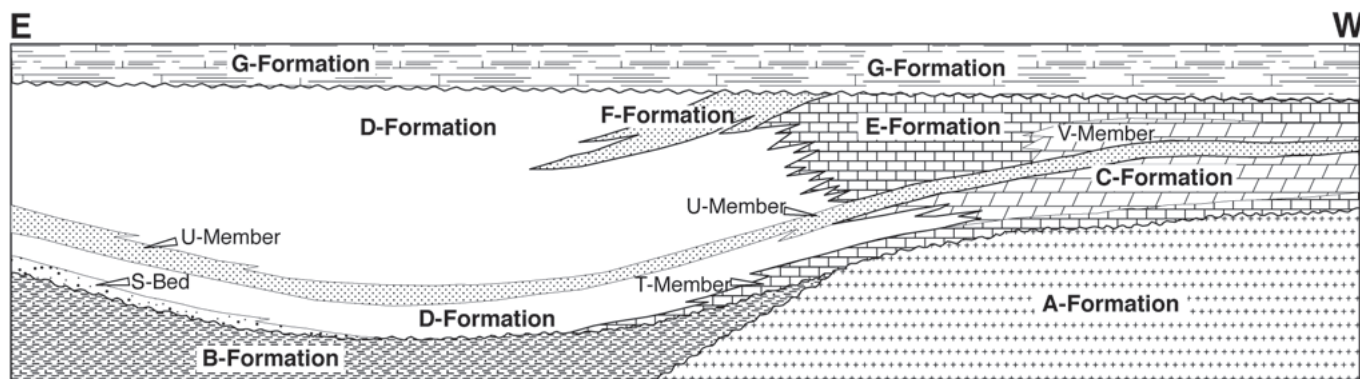


Fig.1. Possible relations between lithostratigraphic units. The T-Member forms part of the C-Formation. The S-Bed and the U-Member form part of the D-Formation. Neither a “Lower D-Formation” nor an “Upper D-Formation” exists (see paragraph 1.2.2.1). The V-Member forms part of the E-Formation. The F-Formation contains neither members nor beds. The Formations C–F can be united into a group if required (modified after Salvador 1994).

those of the formation. If a group does not have a type section, it is defined by the formations of which it is comprised and their respective type sections. Several groups can constitute a *super-group*.

1.2.1.4 A formation can be subdivided into *members*. Their definition must conform to the same rules as those of the formation. It is not essential to fully divide a formation into members; one can identify these individually within the unit. In the same way a characteristic layer may be defined as a *bed*.

1.2.2 Procedure to be followed during the establishment of a formal lithostratigraphic unit

1.2.2.1 Naming

A formation is called after the type locality (cf 1.2.2.3). The place name is added to the name of the unit (e.g. Reuchenette Formation). The name of the formation is given a capital letter. If the locality name is different according to the language (e.g. German, French, Italian, Rhaeto-Romanic), it is the name used locally which will be chosen. The hierarchical position as well as the origin of the name must be explained. The formation and its members, or its beds, should not bear the same place name (e.g. Reuchenette Formation, Reuchenette Limestone). Names which predetermine the position of the unit within the rock complex (e.g. basal Complex, Lower Oolite Member) should not be used.

1.2.2.2 Description

During the definition or revision of a formation it is important to name the criteria which define top, bottom and lateral extent of the unit as well as its differences from the surrounding units. A detailed lithological description should be made (e.g. of lithology, colour, mineral contents, fossil content, etc.). The age of the unit as well as the dating methods used, should also be specified if possible. The boundaries, apart from the type section, can be corrected at a later date, if necessary.

1.2.2.3 Type section

When defining a new formation, the type section must be chosen. If the boundaries of the type section are not clear, a reference (boundary stratotype section) must be defined and described in detail.

1.2.2.4 Type area

In its type area, the lithostratigraphic unit needs to be typically developed, well exposed and easily accessible. The type area must be specified in the description of the unit, preferably with the numbers of the corresponding Swiss National Topographic Maps 1 : 25 000. Both the type section and the reference sections must be located in the type area. Information on the regional extent of the unit will also form part of the description.

1.2.2.5 Priority

If several lithostratigraphic terms prove to be synonymous, the rule of priority will be applied, provided that this does not remove a firmly established and well defined term.

1.2.2.6 Remarks

The terms “Series” or “Layer” should no longer be used to describe formal lithostratigraphic units. In the same way the term “Zone” does not form part of the lithostratigraphic nomenclature. In case of doubt it is recommended to use Salvador (1994; in particular chapter 5). The SCS and the Geological mapping section of the Swiss Geological Survey should also be consulted.

Recommendation: The type and the reference sections should, if possible, be placed under protection as geotopes.

1.2.3 Informal units

1.2.3.1 The informal units will be identified as such in the database (www.stratigraphie.ch). They must be replaced by formal units or eliminated as soon as possible.

1.2.3.2 Well defined but incorrectly named units (with “Series”, “Layer” or “Zone”) should be renamed and be given an agreed hierarchical order. Their relationship to former names must be clearly indicated. If missing, a new type section needs to be established and lithologic criteria which define its limits should be provided (e.g. Couches de Villarvolard, Prodkamm Series).

The same holds for a certain number of older terms (e.g. Öhrli limestone, Taveyannaz sandstone).

Old and well established denominations often use the name of a fossil (e.g. Couches à Mytilus, Opalinus-Ton), or lithological characteristics (Couches rouges, Hauptrogenstein) instead of a place name. It is difficult to abolish such denominations and in many cases it is not necessary in particular for the lithological terms. Nevertheless we recommend to give such denominations the formal status of a formation (or member) by providing a type section or a reference section which defines their characteristics and their limits. This helps to prevent that the same term is employed for different strata.

1.2.4 Deposits of the glacial period* and the Holocene

Deposits of the glacial period exhibit characteristics which distinguish them from all other rock formations:

- They present a marked diversity and display a variety of facies over short distances. Often the identifiable units are only present in the immediate neighbourhood of the type-locality.
- They are always closely related to the relief of their subsurface (bedrock or drift), so that their geographical localization and their geomorphological position (e.g. altitude) are significant and distinctive characteristics.

*Here we use the term “glacial period” instead of “Quaternary”, because Pliocene (Tertiary) glacial deposits also exist in Switzerland.

In spite of these characteristics, the deposits of the glacial period can and must be treated according to general rules of the lithostratigraphy (cf. 1.2.2). The name of a lithological unit is composed of the name of a locality and the term “Formation” or “Member” (e.g. Ecoteaux Formation). Where the lithological composition is obvious, one can also use the lithology for characterizing the sedimentary body concerned (e.g. Rafzerfeld Gravels).

To take account of their particular nature, great importance should be given to bounding discontinuities when defining lithostratigraphic units. These bounding discontinuities can be for example: a surface covering of the rock substratum; an erosional unconformity; a paleosoil or a topographic surface (in particular its form). A topographic surface also makes it possible to take account of the geographical and geomorphological aspects.

The lithostratigraphic procedure should be used only for accumulations whose formation is completed. Active landforms, such as alluvial cones, modern fluvial deposits or landslides are not subject of a stratigraphic denomination.

2. Chronostratigraphy

2.1 Definition

Chronostratigraphy is concerned with the dating of rocks of the Earth’s crust, based on a variety of methods.

Two fundamentally different concepts need to be discussed:

2.1.1 Dating of rocks,

either in years (for the most part in millions of years: My/Ma), i.e. *numerical age*, or in *relative age*, according to a chronological reference scale (cf. 2.2.1.3).

2.1.2 Temporal correlations

This involves the lateral correlation of reference horizons considered as isochrones (chronohorizons). For example, event stratigraphy enters into this category. Thus, the datings provided for a given locality can be applied in a more or less precise and sure way to non-datable layers at another locality. The temporal correlation can thus clarify the chronological relationships in a sedimentary basin when no dating is possible. The accuracy and the precision of temporal correlations play a crucial role for the definition of the limits (“Golden Spikes”) of the units of the standard geochronological scale, i.e. in the choice of the boundary stratotypes (GSSP = **G**lobal **B**oundary **S**tratotype **S**ection and **P**oint) (Cowie et al. 1986, Remane et al. 1996, International Commission on Stratigraphy 2002a, Remane 2003).

2.2 Geochronological classification of relative ages

2.2.1 The international geochronologic scale standard

2.2.1.1 The traditional classification, based on the current *standard geochronological scale* (International Commission on Stratigraphy 2002b), was developed during the 19th century. A formal hierarchy was proposed for the first time at the International Geological Congress (IGC) of Bologna in 1881, and was established in detail in the reports of the 10th IGC in Paris (International Commission of Stratigraphic Classification 1900). It is important to note that often a distinction is made between the material “stratigraphic” units and the non-material “chronological” units, which are temporally equivalent, where- by both have the same name.

2.2.1.2 The principle of two parallel scales, material and immaterial (chronostratigraphic units vs. geochronologic units), was adopted in International Stratigraphic Guide (ISG: Hedberg 1976: p. 67, Salvador 1994: p. 77f.) and has been generally used since then. This same principle was also integrated in the German-Austrian directives (Steininger & Piller 1999: p. 4).

According to the ISG, chronostratigraphic units gather rocks formed *during a certain period and surrounded by isochronous surfaces*. In the 2nd edition of the ISG, the definition is extended to *unlayered rocks* (Salvador 1994: p. 77), but the predetermined condition for the limits is nevertheless maintained (p. 78: “*Chronostratigraphic units are bounded by isochronous horizons*”). It is obvious that this part of the definition can neither be applied to intrusive bodies, nor to sedimentary sills and dykes which are commonly found, e.g. in the Lias of Arzo. None of these new recommendations considered that no material stratigraphic classification such as the current lithostratigraphy existed in the 19th century. This is perhaps the reason why distinctions between chronostratigraphic and geochronologic units are often arbitrary and contradictory in the literature.

2.2.1.3 Contrary to the ISG and the German-Austrian directives, we follow Zalasiewicz et al. (2004) and recommend that **material time units should no longer be used** and that only one time hierarchy (chronostratigraphy) should be maintained, with geochronological terms according to ISG. The only exception will be the smallest formal chronostratigraphical unit, the **stage**, in accordance with the recommendation of Zalasiewicz et al. (2004). This has the additional advantage of making the term “age” available for general use (Harland and al. 1990).

CHRONOSRATIGRAPHY

Eon
Era
Period
Time
Stage

EXAMPLES

Phanerozoic
Cenozoic
Neogene
Miocene
Aquitainian

The **basic unit** is provided by the stage because finer subdivisions are not often applicable on a global scale.

2.2.1.4 The chronostratigraphic units can be subdivided in units with open nomenclature, for example Early Devonian, Mid (or Middle) Devonian, Late Devonian; early Aquitanian, late Aquitanian. The first letter of the adjective will be in capital letter in the case of internationally approved subdivisions, otherwise it will be in lower case.

2.2.1.5 The International Commission on Stratigraphy (2002b) established a *standard geochronological scale* according to the stratotype principle. This nomenclature should be used in figures and tables of any publication. Insofar as the chronostratigraphic limits are defined by a GSSP, they should also be used according to international convention. This does not prevent an author from expressing a different personal opinion regarding the position of the limits in the text, but the existence of an International Convention must always appear in the figures and the tables. Should the use of regional geochronological units be unavoidable, these have to be identified and, as far as possible, be linked with the standard international scale.

2.2.2 Reasons to discard material time units

2.2.2.1 As already mentioned, the requirement to limit chronostratigraphic units by isochronous surfaces cannot apply to intrusive bodies, sedimentary dykes and sedimentary sills. Their dating is not possible by chronological correlations.

2.2.2.2 As Walsh (2001) demonstrated, the interval of time attributed to a given geochronological unit is often not entirely represented by deposits. In such cases the material limits of the “chronostratigraphic” unit do not represent isochrones. Large gaps particularly occur in units at higher hierarchical levels. Hence the following question arises: What does the “Late Carboniferous of the Swiss Alps” or the “Triassic of the Swiss Jura” really mean?

2.2.2.3 When revising a date, the introduction of new names for old units may create unnecessary confusion. This can be avoided by working with a combination of lithostratigraphy and chronostratigraphy.

All these problems are discussed in detail by Zalasiewicz et al. (2004). The new French (Comité français de stratigraphie 1997, Odin et al. 2004) and English (Rawson et al. 2002) recommendations illustrate the different concepts.

2.3 Recommendation.

The use of material age units is to be avoided.

The use of lithostratigraphic units (even informal ones), together with the information regarding the approximate

chronostratigraphical age provides the necessary information and removes uncertainty. Any later revision of the dating will not create confusion because the material object (lithostratigraphic unit) remains unchanged.

REFERENCES

- COMITÉ FRANÇAIS DE STRATIGRAPHIE, J. REY (Coord.) 1997: Stratigraphie, terminologie française. Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine, Mém. 19.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE CLASSIFICATION STRATIGRAPHIQUE 1900: Rapport par E. Renevier.
- COWIE, J.W., ZIEGLER, W., BOUCOT, A.J. & REMANE, J. 1986: Guidelines and statutes of the International Commission on Stratigraphy (ICS). Courier Forschungsinst. Senckenberg 83, 1–14.
- HARLAND, W.B., ARMSTRONG, R.L., COX, A.V., CRAIG, L.A., SMITH, A.G. & SMITH, D.G. 1990: A geologic time scale 1989. Cambridge Univ. Press.
- HEDBERG, H.D. 1976 (Ed.): International Stratigraphic Guide. J. Wiley, New York.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY 2002a: <http://www.stratigraphy.org/gssp.htm>
- INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY 2002b: <http://www.stratigraphy.org/ceno.htm>
<http://www.stratigraphy.org/meso.htm>
<http://www.stratigraphy.org/paleo.htm>
- LEXIQUE STRATIGRAPHIQUE INTERNATIONAL 1964ff: Vol. I, Europe, Fasc.7, Suisse. – Congrès Géologique International – Commission de stratigraphie, Paris.
- 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 (CG2004_A02).
- RAWSON, P.F., ALLEN, P.M., BRENCHELY, P.J., COPE, J.W.C., GALE, A.S., EVANS, J.A., GIBBARD, P.L., GREGORY, F.J., HAILWOOD, E.A., HESSELBO, S.P., KNOX, R.W.O'B., MARSHALL, J.E.A., OATES, M., RILEY, N.J., SMITH, A.G., TREWIN, N. & ZALASIEWICZ, J.A. 2002: Stratigraphical procedure. Geol. Soc. Profession. Handb.
- REMANE, J. 2003: Chronostratigraphic correlations: their importance for the definition of geochronologic units. Paleogeogr., Paleoclimat., Paleoecol. 196, 7–18.
- REMANE, J., BASSETT, M.G., COWIE, J.W., GOHRBANDT, K.H., LANE, H.R., MICHELSEN, O., WANG, N. 1996: Revised guidelines for the establishment of global chronostratigraphic standards by the International Commission on Stratigraphy (ICS). Episodes 19/3, 77–81.
- SCHWEIZERISCHE GEOLOGISCHE KOMMISSION, Arbeitsgruppe für Stratigraphische Terminologie 1973: Empfehlungen zur Handhabung der stratigraphischen, insbesondere lithostratigraphischen Nomenklatur in der Schweiz. – Recommendations pour l'utilisation de la nomenclature stratigraphique (particulièrement lithostratigraphique) en Suisse. Eclogae geol. Helv. 66/2, 479–492.
- SALVADOR, A. 1994 (Ed.): International Stratigraphic Guide. 2nd ed., Geol. Soc. America.
- STEININGER, F.F. & PILLER, E. 1999 (Eds.): Empfehlungen (Richtlinien) zur Handhabung der stratigraphischen Nomenklatur. Courier Forschungsinst. Senckenberg 209, 1–19.
- WALSH, S.L. 2001: Notes on geochronologic and chronostratigraphic units. GSA Bull. 113/6, 704–713.
- ZALASIEWICZ, J., SMITH, A., BRENCHELY, 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.

Manuscript received October 25, 2005

Revision accepted November 25, 2005

