

Code-Committee der Stratigraphischen Kommission der DUGW

Stratigraphische Richtlinien

Empfehlungen der Stratigraphischen Kommission der Deutschen Union
der Geologischen Wissenschaften zu stratigraphischen Verfahrensweisen

- 1 Einleitung / Introduction / Introduction
 - 2 Wesen und Aufgaben der Stratigraphie / Essence and function of stratigraphy / Nature et buts de la stratigraphie
 - 3 Methoden der Stratigraphie / Methods of stratigraphy / Méthodes de la stratigraphie
 - 3.1 Lithostratigraphie / Lithostratigraphy / Lithostratigraphie
 - 3.2 Biostratigraphie / Biostratigraphy / Biostratigraphie
 - 3.3 Geochronologie / Geochronology / Géochronologie
 - 3.3.1 Allgemeines / General remarks / Généralités
 - 3.3.2 Biochronologie / Biochronology / Biochronologie
 - 3.3.3 Geochronometrie / Geochronometry / Géochronométrie
 - 3.3.4 Die internationale Standardskala / International standard scale / L'échelle standard internationale
 - 3.4 Abschließende terminologische Übersicht / Concluding terminological summary / Conclusion aperçu terminologique
- Literatur / Reference / Référence

1 Einleitung

Ob die vom praktizierenden Stratigraphen angewendeten Methoden richtig sind, entscheidet sich nicht etwa anhand der oft theoretischen Überlegungen von Kommissionen, sondern mit dem Erfolg seiner Arbeit, nämlich der Richtigkeit seiner stratigraphischen Ergebnisse. Richtlinien zu stratigraphischen Verfahrensweisen können deshalb auch nicht mehr sein als Hilfe und Empfehlung für den stratigraphisch arbeitenden Geologen. Sie sollen durch ihre Anwendung zur Vermeidung formaler Fehler sowie zur Stabilität stratigraphischer Kategorien beitragen.

Erste internationale Übereinkünfte über stratigraphische Verfahrensweisen wurden auf dem 2. und 8. Internationalen Geologen-Kongreß in Bologna (1881) bzw. Paris (1900) getroffen. Seit 1952, dem Jahr der Gründung der „International Subcommission on Stratigraphic Terminology“ (jetzt „Classification“), wurde an dem „International Stratigraphic Guide“ (1976) gearbeitet. Außerdem entstanden mehrere nationale Kodes,

die sich z. T. an den internationalen Entwurf anlehnen, z. T. aber auch eigene, in Einzelheiten oft nicht unbeträchtlich voneinander abweichende Vorstellungen entwickeln.

Der vorliegende Text wurde im Anschluß an einen von H. K. ERBEN erstellten Entwurf von einer Arbeitsgruppe der Deutschen Union der Geologischen Wissenschaften ausgearbeitet (Mitglieder: E. BACKHAUS, G. VON DER BRELIE, H. HÖLDER, K. KRÖMMELBEIN, J. REMANE, K. SZUY, D. STOPPEL, O. H. WALLISER, J. WIEDMANN, A. ZEISS, W. ZIEGLER).

Die Arbeitsgruppe hat sich bemüht, in diesen Richtlinien die Grundzüge stratigraphischer Verfahrensweisen herauszuarbeiten. Diese Grundzüge haben sich in annähernd 1¹/₂ Jahrhunderten stratigraphischer Arbeit immer deutlicher herausgeschält und bewährt. Sie sind also nicht aufgrund abstrakter theoretischer Überlegungen entstanden, sondern an der Praxis orientiert. So beginnt die stratigraphische Erforschung im Regelfall mit der Erfassung der Gesteinskörper (Lithostratigraphie sensu lato). Die darüber hinausgehende überregionale zeitliche Gliederung und Parallelisierung (correlation)¹ kann aufgrund der in den Gesteinskörpern dokumentierten irreversiblen Vorgänge erfolgen. Im Phanerozoikum ist dies die Evolution der Organismen. Mit der Untergliederung der Gesteinskörper auf der Basis dieser Entwicklung befaßt sich die Biostratigraphie. Diese wiederum dient als Grundlage für die Erstellung von relativen biochronologischen Zeitskalen, aus denen eine internationale Standardskala abgeleitet wird.

Anmerkung 1: Das häufig gebrauchte Fremdwort Korrelation bezieht sich im Deutschen strenggenommen auf eine bestehende Wechselbeziehung, nicht aber auf deren Ermittlung. Es ist in der Stratigraphie aber auch in letzterem Sinne üblich.

Die Vielfalt der Gesteinskörper und deren Inhalte erfordern eine Vielfalt stratigraphischer Methoden; keine davon (z. B. Lithostratigraphie, Biostratigraphie, Biochronologie, Geochronometrie) stellt eine eigenständige Stratigraphie dar. In der Quartär-Stratigraphie und Urgeschichte sind zusätzliche methodische Gesichtspunkte erforderlich, die hier nicht behandelt werden.

2 Wesen und Aufgaben der Stratigraphie

- (1) Stratigraphie ist die Wissenschaft, welche die Gesteinskörper mit dem Ziel untersucht, ihre räumliche und zeitliche Anordnung zu rekonstruieren.
- (2) Eine erste zeitliche Ordnung der lokalen und regionalen Gesteinskörper ergibt sich aus ihrem ursprünglichen räumlichen Über- und Nebeneinander. Das Ziel ist jedoch die Einordnung in eine umfassende chronologische Skala (Standard-Skala).
- (3) Die Stratigraphie stützt sich auf *alle* Merkmale und Inhalte der Gesteinskörper, anorganische und organische².

Anmerkung 2: Grundsätzlich können alle Zweige der Geowissenschaften an der stratigraphischen Forschung beteiligt sein. Der Schwerpunkt liegt jedoch bei der historisch orientierten Geologie und Paläontologie.

- (4) Die Ergebnisse der Stratigraphie bilden die Grundlage der Erd- und Lebensgeschichte sowie mehr oder weniger auch der Regionalen, Allgemeinen und Angewandten Geologie.

3 Methoden der Stratigraphie

3.1 Lithostratigraphie³

Anmerkung 3: Lithostratigraphie im Sinne dieser Richtlinien entspricht weitgehend der lithostratigraphie des Entwurfs zum Int. stratigr. Guide. Andere Synonyme sind Prostratigraphie, rock stratigraphy, stratigraphie descriptive ou faciologique, Diagraphie Busson (Bohrloch-Korrelation).

(1) Die lithostratigraphische Methode dient dazu, lokale und regionale Gesteinseinheiten zu beschreiben und gegeneinander abzugrenzen sowie ihre räumlichen und über die Lagerung oft ebenfalls erkennbaren raum-zeitlichen Beziehungen festzustellen⁴.

Anmerkung 4: Die Bank-für-Bank-Stratigraphie (Stromatometrie) kann über geringe Entfernungen Lücken des biostratigraphischen Befundes überbrücken.

(2) Die lithostratigraphischen Methoden sind, da sie sich auf sämtliche Merkmale und Inhalte der Gesteinskörper stützen, entsprechend vielfältig. Es sind u. a. sedimentologische, petrographische, geochemische, geophysikalische, geomorphologische sowie biofazielle Methoden.

(3) Die lithostratigraphischen Einheiten sind Gesteinskörper, die durch ihre fazielle Besonderheit charakterisiert sind. Aus solchen Einheiten setzen sich die lokalen bis regionalen stratigraphischen Abfolgen zusammen.

(4) Die mit lithostratigraphischen Methoden erarbeitete Gliederung umfaßt in absteigender Reihenfolge die folgenden Einheiten:

Abteilung (Hauptgruppe)	(= supergroup)
Gruppe	(= group)
Formation	(= formation)
Formationsglied (= Member)	(= member)
Bank, Lage	(= bed) ⁵

Anmerkung 5: Auf eine weitergehende verbindliche Gliederung zwischen Formationsglied (Member) und Bank wird bewußt verzichtet. „Folge“ wurde als Synonym von Formation oder auch dieser untergeordnet (Subformation, Formationsglied) verwendet und sollte deshalb künftig vermieden werden.

Neben den Termini für die formalen lithostratigraphischen Einheiten können *a n d e r e*, z. B. genetische Begriffe (Zyklus, Zyklthem usw.) gebraucht werden.

Für die Anwendung der lithostratigraphischen Gliederung können folgende Beispiele dienen:

A. Abteilung = Supergruppe	
Gruppe	Kulm
Formation	Kieselschiefer
Formationsglied	Helle Lydite
Bank	Basis-Tuffit
B. Abteilung	Produktives Karbon
Gruppe	Westfal C
Formation	Dorsten-Schichten
Formationsglied	Obere Dorsten-Schichten
Bank	Flöz Loki
C. Abteilung	Buntsandstein
Gruppe	Mittlerer Buntsandstein
Formation	Hardeggen-Formation
Formationsglied	H ₁ -member
Bank	Grobschüttung H ₁

D. Abteilung	Weißer Jura
Gruppe	Oberer Weißer Jura
Formation	Zementmergel
Formationsglied	Zwischenkalke
Bank	—
E. Abteilung	—
Gruppe	Rhein-Terrassen
Formation	Mittelterrassen
Formationsglied	Obere Mittelterrassen
Bank	Interglazial von Frimmersdorf

(5) Grundeinheit der lithostratigraphischen Gliederung ist die Formation⁶.

Anmerkung 6: Für die Mächtigkeit einer Formation bestehen keine festen Regeln. Ein praktisches Merkmal ist ihre Kartierbarkeit, in der Regel im Maßstab 1:25000. Die Kartierbarkeit dient nur als Anhaltspunkt. Selbstverständlich können Formationen, also bestimmte Gesteinseinheiten, z. B. bis zur Unkartierbarkeit auskeilen. Andererseits können kleinste lithostratigraphische Einheiten (z. B. eine Tuffbank) als hervorragende Leitbänke in einer Kartierung ausgehalten werden.

(6) Die Definition lithostratigraphischer Einheiten ist von ihrem Alter unabhängig, auch wenn sich aus der gegenseitigen Lagerung bereits Anhaltspunkte dafür ergeben. Die anzustrebende Datierung erfolgt mit chronologischen Methoden.

(7) Formationen und ihre Untereinheiten sollen auf der Grundlage von Typusprofilen, die ihre Fazies typisieren, definiert werden. Diese Profile liefern damit ein beständiges Bezugssystem. Altersbestimmungen berühren die lithologisch festgelegten Grenzen nicht.

(8) Der Name einer lithostratigraphischen Einheit in Formationsrang soll von der Typuslokalität oder Typusregion abgeleitet werden. Er kann durch die Bezeichnung einer kennzeichnenden Gesteinsbeschaffenheit oder Fossilführung ergänzt werden. Es wird empfohlen, geographische Namen unflektiert zu benutzen⁷.

Anmerkung 7: Unflektierte Ortsnamen werden mit dem zugeordneten Lithotaxon durch einen Bindestrich verbunden (z. B. Münder-Mergel, benannt nach Bad Münder; Hunsrück-Schiefer, Wissenbach-Schiefer).

An altbewährten Namen sollte festgehalten werden⁸.

Anmerkung 8: Z. B. Stubensandstein; Germanische Trias.

3.2 Biostratigraphie

(1) Die biostratigraphische Methodik bemüht sich um die zeitliche Gliederung der Schichtgesteine aufgrund der in ihnen enthaltenen fossilen Organismen.

(2) Die Grundlage des von der Biostratigraphie erstrebten überregionalen Zeitvergleichs ist die Evolution der Organismen.

(3) Die Biostratigraphie führt damit zu einer von den konkreten Gesteinskörpern abstrahierten relativen biochronologischen Skala [3.3.1 (3)].

(4) Im Unterschied zur Biochronologie ist Biostratigraphie an konkrete Gesteinsfolgen gebunden.

(5) Im Unterschied zur Lithostratigraphie erlaubt sie gleichartige Gesteine durch unter-

schiedlichen Fossilgehalt zu gliedern oder zu trennen und verschiedenartige Gesteine durch gleichen Fossilgehalt zu verbinden.

(6) Biostratigraphie ist also zur Biochronologie einerseits [3.2 (3)] und zur Lithostratigraphie andererseits [3.2 (5)] hin offen. Biofazielle Einheiten oder Fossilanhäufungen können dieselbe Bedeutung wie lithostratigraphische Einheiten haben. Ökologisch bestimmte Fossilfolgen, z. B. pleistozäne Säugetiere, lassen sich sowohl in lithostratigraphischer als auch beschränkt biochronologischer Richtung auswerten.

(7) Die Einheiten der biostratigraphischen Gliederung sind in absteigender Reihe:

(Einheiten)	(Beispiele) ⁹	
Xonothem	Phanerozoikum	Phanerozoikum
Ärathem	Paläozoikum	Mesozoikum
System	Devon	Jura
Serie	Unterdevon	Oberjura
Stufe	Gedinne-Stufe	Oxford-Stufe
Zone	<i>elevata</i> -Zone	<i>cordatum</i> -Zone
	(Zone mit <i>Delthyris elevata</i>)	(Zone mit <i>Cardioceras cordatum</i>)

Nach Bedarf ist eine noch differenziertere Untergliederung unterhalb der Serie möglich.

Anmerkung 9: Entsprechend der alten europäischen Tradition spätestens seit ALBERT OPPEL werden diese Kategorien hier bewußt der Biostratigraphie zugeordnet. Man kann die Biostratigraphie nicht, wie von der ISSC vorgeschlagen, darauf beschränken, das stratigraphische Vorkommen der Fossilien zu beschreiben. Im Gegensatz zur Lithostratigraphie hat ein biostratigraphischer Befund zwangsläufig auch „chronostratigraphische“ Bedeutung.

Dabei vollzieht sich methodisch Folgendes: Ausgehend von der biostratigraphie werden durch den interregionalen Vergleich der Faunenfolgen abstrakte biochronologische Skalen erarbeitet. Erst diese Skalen ermöglichen es nun umgekehrt, konkrete Gesteinsfolgen mit Leitfossilien zeitlich in biostratigraphische Einheiten zu gliedern.

(8) Die Grundeinheit der biostratigraphischen Gliederung ist die durch die Zonenfossilien konkret belegbare Zone.

(9) Die Basis einer Zone wird durch das Erstauftreten der Zonen-Leitart *definiert* und ihre Obergrenze durch die Basis der folgenden Zone.

(10) Zur Kennzeichnung einer Zone werden außer der Zonen-Leitart (Index-Art) auch andere Organismen herangezogen.

(11) Da die Zone die Grundeinheit darstellt, wird auch die Untergrenze aller übergeordneten Einheiten (Stufe, Serie, System etc.) durch die Untergrenze einer Zone *definiert*.

(12) Aus praktischen Gründen empfiehlt es sich, die Grenzen der empirisch ermittelten biostratigraphischen Einheiten in repräsentativen Referenzprofilen zu markieren¹⁰.

Anmerkung 10: Damit wird deutlich gemacht,

a) daß die *Definition* biostratigraphischer Einheiten nicht durch ein Typusprofil erfolgt, sondern durch die jeweilige Leitart;

b) daß es aus praktischen Gründen jedoch ratsam ist, das Erstauftreten in einem Referenzprofil dennoch zu markieren. Damit wird auch die Möglichkeit der genauen zeitlichen Einordnung von neu in diesem Profil aufgesammeltem Material gewährleistet.

3.3 Geochronologie

3.3.1 Allgemeines

(1) Geochronologische Methoden dienen der zeitlichen Einstufung der Gesteinskörper.
 (2) Die geochronologische Gliederung beruht auf Zeitmarken, die in den Gesteinskörpern enthalten sind.

(3) Solche Zeitmarken ergeben sich in erster Linie aus dem Zerfall radioaktiver Atome und aus der Evolution der Organismen. Beide sind irreversibel und damit grundsätzlich geeignet, die Unterlagen für ein chronologisches Bezugssystem zu liefern. Dabei stellt die Radiometrie physikalische (innerhalb der technischen und methodischen Fehlergrenzen „absolute“), die organische Evolution relative Alterswerte bereit¹¹.

Anmerkung 11: Außer der biologischen Evolution und dem radioaktiven Zerfall können auch manche periodisch ablaufenden Prozesse (Erdrotation, Umlauf der Erde um die Sonne usw.) spezifische Spuren hinterlassen (Warven, Jahresringe von Bäumen, Anwachszonen in Hartteilen von Invertebraten u. ä.). Diese sind zwar in manchen Fällen als Zeitmarken geeignet; doch umfaßt das von ihnen ermöglichte chronologische Bezugssystem nur relativ kurze Zeitspannen und bedarf zudem stets der Eichung an einem bekannten Zeitwert.

(4) Im Phanerozoikum dient als Grundlage für die Zeitgliederung die Biochronologie, im Präkambrium die radiometrische Chronologie (Geochronometrie).

(5) Während die lithostratigraphischen und biostratigraphischen Einheiten konkrete Gesteinskörper enthalten, also selbst materiell sind, werden die chronologischen Einheiten von der Gesteinsfolge abstrahiert, sind also immateriell.

(6) Die Einheiten der chronologischen Gliederung sind in absteigender Reihe:

(Einheiten)	(Beispiele)	
Äon	Phanerozoikum	Phanerozoikum
Ära	Paläozoikum	Mesozoikum
Periode	Devon(-ium)	Jura
Epoche	Unter-Devon(-ium)	Oberjura
Alter	Gedinnium	Oxfordium
Chron	<i>elevata</i> -Zone	<i>cordatum</i> -Zone
	Zone der	Zone des
	<i>Delthyris elevata</i> (<i>elevata</i> -Zeit)	<i>Cardioceras cordatum</i> (<i>cordatum</i> -Zeit)

Nach Bedarf ist eine weitere Untergliederung unterhalb der Epoche möglich.

Anmerkung 12: Die Endung -ium kann zur Kennzeichnung zeitbezogener Alters- und Epochen-(mandmal auch Perioden-)Namen verwendet werden.

(7) Die verschiedenen chronologischen Zeitskalen dienen als Grundlage für die internationale Standardskala.

3.3.2 Biochronologie

(1) Die Biochronologie dient der Aufstellung relativer Zeitskalen und damit der Bestimmung des relativen Alters der Gesteinskörper.

- (2) Sie verzahnt sich methodisch aufs engste mit der Biostratigraphie, sucht aber die Zeitgrenzen durch Verknüpfung der regional gebundenen und lokal lückenhaften biostratigraphischen Befunde erdweit auszudehnen.
- (3) Die biochronologischen Einheiten ergeben sich also aus der Abstraktion der konkreten biostratigraphischen Beobachtungen. In vollständigen und kontinuierlichen Profilen gelangen biostratigraphische und biochronologische Einheiten zur Deckung.

3.3.3 Geochronometrie

- (1) Die Geochronometrie hat die Bestimmung des innerhalb der Fehlergrenzen absoluten Alters der lithographischen und biostratigraphischen Einheiten zum Ziel.
- (2) Die Maßeinheit der Zeitabschnitte der geochronometrischen Skala ist das Jahr oder ein Vielfaches von Jahren¹³.
- Anmerkung 13: 1000 Jahre (10^3); eine Million Jahre (10^6), eine Milliarde Jahre (10^9), im amerikanischen Sprachgebrauch auch = Billion.
- (3) Die Grundlage der geochronometrischen Skala liefern vor allem radiometrische Daten.

3.3.4 Die internationale Standardskala

- (1) Die stratigraphische Standardskala soll als weltweit gültiges chronologisches Richtmaß dienen.
- (2) Sie ist das durch internationale Übereinkunft zu erstrebende Fazit der gesamtchronologischen Arbeit.
- (3) Im Präkambrium werden die stratigraphischen Einheiten zur Zeit vorwiegend geochronometrisch datiert.
- (4) Im Phanerozoikum setzt sich die Standardskala aus biochronologischen Einheiten zusammen¹⁴.

Anmerkung 14: Es hat sich traditionsgemäß eingebürgert, für größere Zeitabschnitte bestimmte Tiergruppen vorrangig als Grundlage für die Standardskala zu verwenden.

Beispiele: Trilobiten für das Kambrium, Graptolithen vom Ordoviz bis Unterdevon, Ammonoiten von Unterdevon bis Ende Kreide.

Parallel dazu wurden Gliederungen nach anderen Fossilgruppen entwickelt; Beispiele: Conodonten, Foraminiferen, Rugosa, Brachiopoden.

Die Bedeutung einer Organismengruppe für die Chronologie ist häufig vom Stand ihrer Bearbeitung abhängig. Die Verwendung bestimmter Gruppen für die Standardskala stellt deshalb keine Rangfolge in der Wertigkeit dar, sondern erfolgt unter dem Gesichtspunkt der Zweckmäßigkeit, Einheitlichkeit und Stabilität.

- (5) Wenn die Grenzen innerhalb der Standardskala künftig durch die Zonen-Untergrenzen aufgrund internationaler Übereinkunft festgelegt sind ([vgl. 3.2 (12) und Anmerkung 10]), sollten sie nur durch eine erneute derartige Übereinkunft verändert werden.

3.4 Abschließende terminologische Übersicht

Lithostratigraphische Skala	Biostratigraphische Skala	Chronologische Skala	Geochronometrie-Skala
	Äonothem	Äon	Einteilung nach Jahren
	Ärathem	Ära	
Abteilung	System	Periode	
Gruppe	Serie	Epoche	
Formation	Stufe	Alter	
Formationsglied (= Member)	Zone	Chron	
Bank, Lage			

Stratigraphic Guide Lines*

Recommendations of the Stratigraphic Commission of the Deutsche Union der Geologischen Wissenschaften regarding the use of stratigraphic methods

1 Introduction

Whether the methods used by the practising stratigrapher are the right ones will not be decided on the basis of the often only theoretical considerations of commissions. Rather will this be decided by the success of this work, that means the correctness of his stratigraphic results. Consequently, the guide lines for stratigraphic methods cannot be more than a help and recommendation to the geologist working in the field of stratigraphy. They are supposed to help avoid formal mistakes and contribute to the stability of stratigraphic categories.

Initial international agreements on stratigraphic methods were made on the occasion of the Second and Eighth International Geological Congresses in Bologna (1881) and Paris (1900). The "International Stratigraphic Guide" (1976) has been worked on since 1952, the year of foundation of the "International Subcommittee on Stratigraphic Terminology" (now "classification"). In addition, several national codes have been established, which, in part, follow the international draft, but in part develop individual ideas which differ in details rather considerably from each other.

The present text was drawn up by the Code Committee of the Stratigraphical Commission of the DUGW.

The working group tried in these guide lines to work out clearly the fundamentals of stratigraphic methods. These fundamentals have gradually crystallized and proven successful in almost 150 years of stratigraphic work. They have not been developed on the basis of abstract theoretic considerations but according to practical experience.

* Translation by URSEL WILKENING, Hannover.

Normally, stratigraphic studies start with a survey of the bodies of rock (lithostratigraphie sensu lato). The overregional chronostratigraphic division and correlation¹ can be made on the basis of the irreversible processes documented in the bodies of rock, such as the evolution of organisms which took place during the Phanerozoic. Biostratigraphy refers to these evolutionary phases for the subdivisions of rock bodies. Biostratigraphy is also the basis for setting up relative biochronological time scales from which an international standard scale is derived.

Note 1: The often used word "correlation" refers in German (in the strict sense) to an already existing interrelation and not to its determination. In stratigraphy, however, it is also used in the latter sense.

The diversity of the bodies of rock and their contents requires the use of stratigraphic methods; none of these methods (e. g. lithostratigraphy, biostratigraphy, biochronology, geochronometry) can be used alone. Quaternary stratigraphy and prehistory require additional methodical viewpoints which are not discussed in this paper.

2 Essence and function of stratigraphy

(1) Stratigraphy is the science which studies the spatial and temporal arrangement of bodies of rock.

(2) An initial temporal classification of local and regional bodies of rock can be made on the basis of their original horizontal and vertical arrangement beside one another and on top of each other. The final goal, however, is the integration in a comprehensive chronological scale (standard scale).

(3) Stratigraphy relies on *all* characteristics and contents of the bodies of rock (inorganic as well as organic ones)².

Note 2: Valuable contributions to stratigraphic research can, in principle, be made by all fields of geosciences. The most important part, however, comes from historically oriented geology and paleontology.

(4) The results obtained by stratigraphic methods are fundamental for the history of the earth and evolution and to a certain extent also for regional, general, and applied geology.

3 Methods of Stratigraphy

3.1 Lithostratigraphy³

Note 3: Lithostratigraphy in the sense of these guide lines corresponds rather completely to "lithostratigraphy" as used in the International Stratigraphic Guide. Other synonyms are "prostratigraphy", "rock stratigraphy", "stratigraphie descriptive ou faciologique", "diagraphie Busson" (drillhole correlation).

(1) The lithostratigraphic method is used in order to describe local and regional rock units and to define their boundaries as well as their spatial relations. Moreover, the space-time relation is often recognizable from the bedding⁴.

Note 4: The bed-to-bed stratigraphy (stromatometry) can help to close gaps in the biostratigraphic succession.

(2) There are many lithostratigraphic methods due to the fact that they are based on all of the characteristics and contents of the bodies of rocks. Among them, sedimentological, petrographical, geochemical, geophysical, and geomorphological methods should be mentioned as well as those pertaining to the bio-facies.

(3) The lithostratigraphic units are bodies of rock which are characterized by a special facies. The local to regional stratigraphic sequences are made up of such units.

(4) The division drawn up on the basis of lithostratigraphic methods comprises, in descending order, the following units:

supergroup	(= Abteilung, Hauptgruppe)
group	(= Gruppe)
formation	(= Formation)
member	(= Formationsglied)
bed ⁵	(= Bank, Lage)

Note 5: A more defined and definitive division between member and bed is intentionally avoided. "Sequence" was used as a synonym of "formation" or subordinately to it (subformation, formation member) and should consequently be avoided in future.

Apart from the terms for the formal lithostratigraphic units, e. g. genetic terms (cyclus, cyclothem, etc.) can be used.

The following examples are given for a lithostratigraphic division:

A. supergroup	
group	Culm
formation	siliceous shale
member	light-coloured lydites
bed	basal tuffite
B. supergroup	productive Carboniferous
group	Westfalian C
formation	Dorsten Layers
member	Upper Dorsten Layers
bed	Loki seam
C. supergroup	Bunter
group	Middle Bunter
formation	Hardeggen formation
member	H ₁ -member
bed	coarse talus H ₁
D. supergroup	White Jurassic
group	Upper White Jurassic
formation	cement marl
member	intermediate limestone
bed	—
E. supergroup	—
group	Rhine terraces
formation	Middle terraces
member	Upper Middle terraces
bed	Interglacial of Frimmersdorf

(5) The basic unit for a lithostratigraphic division is the formation⁶.

Note 6: There are no strict rules as to the thickness of a formation. In practice it has to be asked whether it is mappable, in general at a scale of 1:25.000. If it is, this is only one indication. It may, of course, occur that a formation, i. e. a certain rock unit, wedges out to such an extent that it cannot be mapped any longer. On the other hand, the smallest lithostratigraphic units (e. g. a tuffaceous layer) can be distinguished as excellent key beds for mapping purposes.

(6) The definition of lithostratigraphic units does not depend on their age, even if the bedding gives any such indications. The desired dating is obtained by chronological methods.

(7) Formations and their sub-units ought to be defined on the basis of type profiles which typify their facies. Consequently, these profiles represent a constant reference system. Age determinations do not affect the lithologically fixed boundaries.

(8) The name of a lithostratigraphic unit which ranks as a formation, ought to be derived from the type locality or type region. It may be supplemented with the name of a characterizing rock feature or fossil. It is recommended that geographic names be used uninflected⁷.

Note 7 applies only to the placenames of hiphens in the German language.

Traditional names ought to be preserved⁸.

Note 8: Stubensandstein (Stuben sandstone); Germanische Trias (Germanic Triassic).

3.2 Biostratigraphy

(1) Biostratigraphic methods are used to get to a chronological division of the bedded rock on the basis of the fossil organisms contained in them.

(2) In order to get to an overregional comparison of time, biostratigraphy uses the evolution of organisms as a basis for an overregional time comparison.

(3) Biostratigraphy thus leads to a relative biochronological scale [compare 3.3.1 (3)] abstracted from the concrete bodies of rock.

(4) Contrary to biochronology, biostratigraphy is bound to rock sequences.

(5) Contrary to lithostratigraphy, biostratigraphy allows a division or separation of rocks of the same kind by their differing fossil content and a correlation of different kinds of rocks containing the same kind of fossils.

(6) The frontiers of biostratigraphy lie in the direction of biochronology on the one hand [3.2. (3)] and lithostratigraphy on the other hand [3.2. (5)]. Biofacies units or fossil accumulations may be of the same importance as the lithostratigraphic units. The fossil records, e. g. of Pleistocene mammals, which were determined by ecological factors, can be evaluated (interpreted) in the lithographic as well as in the biochronologic sense.

(7) The biostratigraphic division includes the following units in descending order:

(units)	(examples) ⁹	
eon	Phanerozoic	Phanerozoic
erathem	Paleozoic	Mesozoic
system	Devonian	Jurassic
series	Lower Devonian	Upper Jurassic
stage	Gedinnian stage	Oxfordian stage
zone	<i>elevata</i> zone	<i>cordatum</i> zone
	(zone with <i>Delthyris elevata</i>)	(zone with <i>Cardioceras cordatum</i>)

If necessary an even more differentiated subdivision of the series is possible.

Note 9: According to the old European tradition (at least since ALBERT OPPEL) these categories have intentionally been assigned to biostratigraphy. Biostratigraphy cannot, as suggested by the ISSC, be restricted to describing the stratigraphic occurrence of the fossils. Contrary to lithostratigraphy, biostratigraphic findings are necessarily as well of "chronostratigraphic" relevance.

The method is as follows: On the basis of biostratigraphy in the sense of ISSC and by inter-regional comparison of the fauna records, abstract biochronological scales are set up. On the other hand, it is only these scales, which make it possible to divide concrete rock sequences with key fossils chronologically into biostratigraphic units.

(8) The basic unit of the biostratigraphic division is the zone, which can be identified by zone fossils.

(9) The lower boundary of a zone is *defined* by the primary occurrence of the key species of a zone and its upper boundary by the lower boundary of the following zone.

(10) In order to identify a zone, organisms other than the key species of the zone (index species) can also be referred to.

(11) As the zone represents the basic unit, the lower boundary of all superordinate units (stage, series, system, etc.) is defined by the lower boundary of a zone.

(12) For practical reasons it is recommended that the boundaries of the empirically determined biostratigraphic units in key profiles be marked¹⁰.

Note 10: In this way the following is made clear:

a) the definition of biostratigraphic units is not effected by a type profile but by the key species concerned;

b) for practical reasons it is, however, recommended that the first occurrence in a key profile be marked. With this procedure the possibility of an exact chronological assignment of the material newly collected in this profile is guaranteed.

3.3 Geochronology

3.3.1 General remarks

(1) Geochronological methods are used for assigning bodies of rock to a certain period.

(2) The geochronological division is based on time marks contained in the bodies of rock.

(3) Such time marks depend mainly on the decay of radioactive atoms and the evolution of the organisms. Both are irreversible and therefore suited for furnishing the reference data for a chronological system. Radiometry yields physical (within the technical and methodical error tolerance "absolute") age values, whereas the organic evolution supplies relative age values¹¹.

Note 11: Besides the biological evolution and the radioactive decay also some periodical processes (rotation of the earth, rotary movements of the earth round the sun, etc.) left specific traces (varves, annual rings of trees, growth zoning in the sclerodomic parts of invertebrates, etc.). In some cases these are suitable for use as time marks, although the chronological reference system, which they allow, comprises only comparatively short periods of time and always needs to be calibrated to a known time value.

(4) Biochronology is referred to for a chronological division of the Phanerozoic, whereas radiometric chronology (geochronometry) is referred to for a chronological division of the Precambrian.

(5) While the lithostratigraphic and biostratigraphic units contain concrete bodies of rock and are thus material, the chronological units are abstracted from the rock sequence and are thus immaterial.

(6) According to the chronological division the following units (in descending order) have been set up:

(units)	(examples) ¹²	
eon	Phanerozoic	Phanerozoic
era	Paleozoic	Mesozoic
period	Devonian	Jurassic
epoch	Lower Devonian	Upper Jurassic
age	Gedinnian	Oxfordian
chron	<i>elevata</i> zone	<i>cordatum</i> zone
	zone of <i>Delthyris elevata</i>	zone of <i>Cardioceras cordatum</i>
	(<i>elevata</i> time)	(<i>cordatum</i> time)

If necessary a further subdivision of "epoch" is possible.

Note 12: This note is related to the latin ending "-ium" for geochronological units (p. e. Devonium) in the German language.

(7) The various chronological time scales are supposed to serve as a basis for an international standard scale.

3.3.2 Biochronology

(1) Biochronology helps to set up relative time scales and to determine the relative age of the bodies of rock.

(2) The methods of biochronology are most closely related with those of biostratigraphy. It tries, however, to extend the time limits all over the earth by correlating the regionally bound and locally fragmentary biostratigraphic findings.

(3) The biochronological units are set up by abstraction of the biostratigraphic findings. In complete and continual profiles, biostratigraphic and biochronological units coincide.

3.3.3 Geochronometry

(1) It is the aim of geochronometry to determine (within the error tolerances) the absolute age of the lithostratigraphic and biostratigraphic units.

(2) The unit of measure for the time periods of the geochronometric scale is the year or a multiple of a year¹³.

Note 13: 1000 years (10³); one million years (10⁶); one milliard (one thousand million years, 10⁹), in American English: billion.

(3) The geochronometric scale is based mainly on radiometric data.

3.3.4 The international standard scale

(1) The stratigraphic standard scale is meant to serve as a chronological standard of worldwide relevance.

- (2) This scale as the goal of all chronological work is to be reached by international agreements.
- (3) At the present time, stratigraphic units in the Precambrian are, for the most part, dated by geochronometric methods.
- (4) As to the Phanerozoic, the standard scale refers to biochronologic units¹⁴.

Note 14: In order to determine larger periods of time it has become customary to use one faunal group preferentially as a basis for the standard scale.

Examples: trilobites for the Cambrian, graptolites for the time-span from the Ordovician to the Early Devonian, ammonoids for the time-span from the Early Devonian to the end of the Cretaceous.

According to other fossil groups, a parallel division scheme has been developed. Examples: conodonts, foraminifers, rugoses, brachiopods.

The relevance of a group of organisms for chronology often depends on the state of knowledge which has been acquired about that group. The use of certain groups for the standard scale is therefore not meant as an order of precedence, but has to be seen under the aspect of suitability, standard, and stability.

- (5) If in future by international agreement the boundaries within the standard scale have been set by sub-boundaries of the zones [compare 3.2 (12) and Note 10], they should be changed only on the basis of a new agreement.

3.4 Concluding terminological summary

Lithostratigraphic scale	Biostratigraphic scale	Chronological scale	Geochronometry scale
	eon	eon	division
	erathem	era	according to
supergroup	system	period	years
group	series	epoch	
formation	stage	age	
member	zone	chron	
bed, layer			

Directives pour la terminologie stratigraphique*

Recommandations de la Commission stratigraphique de l'Union allemande des sciences géologiques concernant les méthodes stratigraphiques

1 Introduction

Les réflexions souvent purement théoriques des commissions ne permettent point de juger si les méthodes utilisées par le stratigraphe de terrain sont les bonnes, c'est le succès de son travail, la véracité de ses résultats stratigraphiques qui comptent. Pour cette raison, des directives concernant les méthodes stratigraphiques peuvent seulement avoir la valeur d'une aide et de recommandations pour le géologue stratigraphe. Leur appli-

* traduction par J. REMANE, Neuchâtel.

cation aidera à éviter des vices de forme et contribuera à la stabilité des catégories stratigraphiques.

Les premiers accords internationaux sur les catégories stratigraphiques furent conclus aux 2^e et 8^e Congrès géologiques internationaux à Bologne (1881) et à Paris (1900). Depuis 1952, année de la fondation de la "International Subcommittee on Stratigraphic Terminology" (aujourd'hui "Classification") le "International Stratigraphic Guide" (1976) fut préparé. En outre, plusieurs codes nationaux ont paru dont certains s'inspirent des avant-projets du guide international tandis que d'autres développent des idées propres, parfois assez divergentes entre elles dans le détail.

Le présent texte fut élaboré, sur la base d'un projet de H. K. ERBEN, par un groupe de travail de l'Union allemande des sciences géologiques.

Le groupe de travail s'est efforcé de faire sortir dans ces directives les principes fondamentaux des méthodes stratigraphiques. Pendant presque un siècle et demi de recherches stratigraphiques ces principes se sont dégagés avec une clarté croissante et ont fait leurs preuves. Ils ne sont donc pas le fruit de réflexions théoriques et abstraites mais le résultat de l'expérience pratique. Ainsi, la recherche stratigraphique commence, en règle générale, par l'inventaire des ensembles lithologiques (lithostratigraphie au sens large). Le prochain pas, la subdivision chronologique et mise en parallèle interrégionale (correlation)¹ est possible grâce aux évolutions irréversibles inscrites dans la roche. Pour le Phanérozoïque, c'est l'évolution du monde vivant. La biostratigraphie s'occupe de la subdivision stratigraphique des ensembles lithologiques sur la base de cette évolution. Elle fournit alors la base pour l'établissement d'échelles biochronologiques d'âges relatifs, desquelles dérive une échelle standard internationale.

Remarque 1: En allemand, le terme très courant de "Korrelation" traduit, strictement parlant, l'existence d'une relation réciproque et non sa recherche. Mais en stratigraphie le terme est aussi courant en ce dernier sens.

La diversité des ensembles lithologiques et de leurs caractères exigent une multitude de méthodes stratigraphiques; aucune de ces méthodes (ex.: lithostratigraphie, biostratigraphie, biochronologie, géochronométrie) ne correspond à une stratigraphie autonome. La stratigraphie du Quaternaire et l'archéologie posent des problèmes méthodiques supplémentaires qui ne seront pas traités ici.

2 Nature et buts de la stratigraphie

(1) La stratigraphie est la science qui étudie les ensembles lithologiques avec le but de reconstituer leurs relations spatiales et chronologiques.

(2) Une classification chronologique provisoire des ensembles lithologiques locaux ou régionaux résulte déjà de leurs relations horizontales et verticales primitives. Le but final est cependant de classer les roches selon une échelle chronologique généralisée (l'échelle standard).

(3) La stratigraphie s'appuie sur *tous* les caractères et constituants, inorganiques et organiques, des ensembles lithologiques².

Remarque 2: En principe, toutes les branches des sciences de la Terre peuvent participer à la

recherche stratigraphique. Le rôle principal revient cependant à la géologie historique et à la paléontologie.

(4) Les résultats de la stratigraphie forment la base de l'histoire de la Terre et de celle du monde vivant et aussi, à un degré variable, celle de la géologie régionale, générale et appliquée.

3 Les méthodes de la stratigraphie

3.1 Lithostratigraphie³

Remarque 3: La lithostratigraphie dans le sens de ces directives correspond largement à la lithostratigraphy du Guide stratigraphique international. D'autres synonymes sont prostratigraphie, rock stratigraphy, stratigraphie descriptive ou faciologique, diagraphie BUSSON (corrélation de sondages).

(1) La méthode lithostratigraphique sert à décrire et à délimiter mutuellement les ensembles lithologiques locaux et régionaux, ainsi qu'à déterminer leurs relations dans l'espace qui traduisent souvent, par la superposition, leurs relations chronologiques⁴.

Remarque 4: Les corrélations banc par banc (stromatométrie) sont susceptibles de combler les lacunes de la documentation biostratigraphique sur de plus courtes distances.

(2) Les méthodes lithostratigraphiques sont très variées puis qu'elles s'appuient sur tous les caractères et le contenu entier des ensembles lithologiques. On utilise, entre autres, des méthodes sédimentologiques, pétrographiques, géochimiques, géophysiques, géomorphologiques ainsi que biofaciologiques.

(3) Les unités lithostratigraphiques correspondent à des ensembles lithologiques caractérisés par un faciès propre. Ces unités constituent les successions stratigraphiques locales à régionales.

(4) La classification obtenue par les méthodes lithostratigraphiques comprend, par ordre décroissant, les unités suivantes:

Abteilung (Hauptgruppe)	(= supergroup)	supergroupe
Gruppe	(= group)	groupe
Formation	(= formation)	formation
Formationsglied (= Member)	(= member)	membre
Bank, Lage	(= bed)	banc, couche ⁵

Remarque 5: Nous renonçons volontairement à une subdivision plus détaillée entre membre et banc. Le terme "Folge" (suite) fut utilisé tantôt comme synonyme de formation, tantôt comme subdivision d'une formation (sous-formation, membre) et devrait pour cette raison être abandonné.

Parallèlement aux unités lithostratigraphiques formelles l'on peut introduire d'autres notions, génétiques par exemple (cycle, cyclothème).

L'emploi de la classification lithostratigraphique peut s'illustrer par les exemples suivants:

A. Abteilung = Hauptgruppe	—
Gruppe	Kulm
Formation	Kieselschiefer
Formationsglied	Helle Lydite
Bank	Basis-Tuffit
B. Abteilung	Produktives Karbon
Gruppe	Westfal C
Formation	Dorsten-Schichten
Formationsglied	Obere Dorsten-Schichten
Bank	Flöz Loki

C. Abteilung	Buntsandstein
Gruppe	Mittlerer Buntsandstein
Formation	Hardeggen-Formation
Formationsglied	H ₁ -member
Bank	Grobschüttung H ₁
D. Abteilung	Weißer Jura
Gruppe	Oberer Weißer Jura
Formation	Zementmergel
Formationsglied	Zwischenkalke
Bank	—
E. Abteilung	—
Gruppe	Rheinterrassen
Formation	Mittelterrassen
Formationsglied	Obere Mittelterrassen
Bank	Interglazial von Frimmersdorf

(5) La formation⁶ est l'unité de base de la classification lithostratigraphique.

Remarque 6: Il n'y a pas de règle fixe pour l'épaisseur d'une formation. Un critère pratique est qu'elle doit être cartographiable, en général à l'échelle de 1:25.000. Mais, le fait d'être cartographiable ne donne qu'une mesure approximative. Il est évident que des formations, certaines unités lithologiques donc, peuvent se terminer en biseau au point de ne plus être cartographiables. D'un autre côté, des unités lithostratigraphiques extrêmement minces (ex.: un banc de tuf volcanique) peuvent être des niveaux repère excellents qu'on peut suivre cartographiquement sur de grandes distances.

(6) La définition d'une unité lithostratigraphique est indépendante de son âge, même si les relations spatiales en donnent déjà une idée. La datation, que l'on ne devra pas négliger, se fait par des méthodes chronologiques.

(7) Les formations et leurs subdivisions doivent être définies sur la base de sections-type caractérisant leur faciès. Ces sections fournissent alors un système de référence durable. Les datations n'ont pas d'influence sur les limites qui sont déterminées par la lithologie.

(8) Le nom d'une unité lithostratigraphique au rang d'une formation doit être dérivé de la localité-type ou de la région-type. Il peut être complété par un terme faisant ressortir un caractère lithologique spécifique ou le contenu fossilifère. Il est recommandé d'utiliser les noms géographiques sous forme non déclinée⁷.

Remarque 7: Des noms locaux non déclinés sont reliés au taxon lithostratigraphique en question par un trait d'union (ex.: Münder-Mergel, nommées selon Bad Münder, Hunsrück-Schiefer, Wissenbach-Schiefer), Cf. rem. 5 B, C.

Des noms traditionnels courants devraient être conservés⁸.

Remarque 8: ex.: Stubensandstein (dans le Keuper moyen), Germanische Trias (Trias germanique).

3.2 Biostratigraphie

(1) Les méthodes biostratigraphiques aspirent à la subdivision chronologique des roches sédimentaires, basée sur les organismes fossiles qu'elles renferment.

(2) L'évolution du monde vivant est à la base des corrélations chronologiques inter-régionales que la biostratigraphie essaie d'établir.

(3) De cette manière, la biostratigraphie conduit à une échelle biochronologique qui fait abstraction des corps rocheux concrets [cf. paragr. 3.3.1 (3)].

(4) Contrairement à la biochronologie, la biostratigraphie reste liée aux successions lithologiques concrètes.

(5) Contrairement à la lithostratigraphie, elle permet de subdiviser ou de séparer des roches identiques grâce à leur contenu fossilifère différent, ou de réunir des roches différentes grâce à leur contenu fossilifère identique.

(6) La biostratigraphie demeure donc ouverte vers la biochronologie d'un côté [3.2 (3)] vers la lithostratigraphie de l'autre [3.2 (5)]. Des unités de biofaciès ou des accumulations de fossiles peuvent prendre la même valeur que des unités lithostratigraphiques.

Des successions de faunes dues aux facteurs écologiques, ex.: chez les Mammifères pléistocènes, peuvent s'interpréter lithostratigraphiquement ou, dans une certaine mesure, aussi biochronologiquement.

(7) Les unités de la classification biostratigraphique sont, par ordre décroissant:

(unités)	(exemples) ⁹	
Äonothem (éonothème)	Phanérozoïque	Phanérozoïque
Ärathem (érathème)	Paléozoïque	Mésozoïque
System (système)	Dévonien	Jurassique
Serie (série)	Dévonien inférieur	Jurassique supérieur
Stufe (étage)	Gédinnien	Oxfordien
Zone (zone)	zone avec <i>Delthyris elevata</i>	zone avec <i>Cardioceras cordatum</i>

Suivant les besoins, une subdivision plus différenciée en-dessous de la série peut être envisagée.

Remarque 9: Suivant l'ancienne tradition européenne, établie au moins depuis ALBERT OPPEL, nous avons volontairement attribué ces catégories à la biostratigraphie. On ne peut limiter la biostratigraphie à la pure et simple description de la répartition stratigraphique des fossiles, comme l'a proposé l'ISSC. Contrairement à la lithostratigraphie, une observation biostratigraphique a forcément en même temps une signification "chronostratigraphique".

Méthodologiquement, la démarche est la suivante: Partant de la "biostratigraphy" au sens de l'ISSC, on dégage, par le biais d'une comparaison interrégionale des successions de faunes, des échelles biochronologiques abstraites. Seules ces échelles nous permettent de procéder ensuite en sens inverse et de subdiviser chronologiquement les successions lithologiques concrètes en unités biostratigraphiques à l'aide de fossiles caractéristiques.

(8) L'unité de base de la classification biostratigraphique est la zone pouvant être documentée d'une manière concrète par les fossiles de zone.

(9) La base d'une zone est *définie* par l'apparition de l'espèce indice de la zone, sa limite supérieure par la base de la zone suivante.

(10) Pour *caractériser* une zone, d'autres espèces sont utilisées à côté de l'espèce indice de la zone.

(11) Puisque la zone est l'unité de base, les limites de toutes les unités de rang supérieur (étage, série, système etc.) sont également définies par la limite inférieure d'une zone.

(12) Pour des raisons pratiques, il est recommandable de marquer les limites des unités biostratigraphiques empiriques dans des coupes de référence représentatives¹⁰.

Remarque 10: Il est donc clair

- a) que la définition d'unités biostratigraphiques ne dépend pas d'une coupe-type mais de l'espèce indice en question,
 b) qu'il est toutefois conseillé, pour des raisons pratiques, de marquer le niveau d'apparition dans une coupe de référence. De cette manière, la possibilité d'une attribution chronologique exacte d'un matériel collectionné ultérieurement dans cette coupe est garantie.

3.3 Géochronologie

3.3.1 Généralités

- (1) Les méthodes géochronologiques servent au classement chronologique des ensembles lithologiques.
 (2) La classification géochronologique repose sur des événements marqueurs ayant laissé leur trace dans les roches.
 (3) De tels marques résultent en première ligne de la désintégration d'atomes radioactifs et de l'évolution du monde vivant. Les deux sont des processus irréversibles et par conséquent susceptibles de servir de base pour un système de référence chronologique. La radiométrie fournit des âges physiques ("absolus" dans le marges d'erreur techniques et méthodiques), l'évolution du monde vivant des âges relatifs¹¹.

Remarque 11: En dehors de l'évolution biologique et de la désintégration radioactive certains processus périodiques (rotation du globe, révolution de la Terre autour du Soleil etc.) peuvent aussi laisser des traces spécifiques (varves, couches annuelles des arbres, stries d'accroissement dans les parties dures d'Invertébrés etc.). Dans certains cas, celles-ci peuvent servir de marques chronologiques, mais les systèmes de référence chronologiques fondés sur elles n'englobent que des périodes relativement courtes et ont en outre besoin d'un point d'étalonnage d'âge connu.

- (4) Les bases des classifications chronologiques sont fournies par la biochronologie au Phanérozoïque et par la radiométrie (géochronométrie) au Précambrien.
 (5) Tandis que les unités lithostratigraphiques et biostratigraphiques correspondent à des corps rocheux concrets et sont par conséquent des unités matérielles, les unités chronologiques sont obtenues en faisant abstraction des successions de couches, elles sont donc immatérielles.

- (6) Les unités de la classification chronologique sont, par ordre décroissant:

(unités)		(exemples) ¹²
Æon (éon)	Phanérozoïque	Phanérozoïque
Æra (ère)	Paléozoïque	Mésozoïque
Période (période)	Dévonien	Jurassique
Epoque (époque)	Dévonien inférieur	Jurassique supérieur
Alter (âge)	Gédinnien	Oxfordien
Chron (chron)	Zone à <i>Delthyris elevata</i>	Zone à <i>Cardioceras cordatum</i>

Suivant les besoins, une subdivision ultérieure en-dessous de l'époque peut être envisagée.

Remarque 12: La terminaison -ium peut être employée pour caractériser les noms chronologiques d'âges, d'époques (et parfois aussi de périodes).

- (7) Les différentes échelles chronologiques servent de base pour l'échelle standard internationale.

3.3.2 Biochronologie

- (1) La biochronologie a pour but d'établir des échelles d'âges relatifs et de déterminer ainsi l'âge relatif des ensembles lithologiques.
- (2) En tant que méthode, la biochronologie est étroitement liée à la biostratigraphie, mais elle cherche à étendre mondialement les limites chronologiques par la synthèse des données biostratigraphiques qui, elles, sont régionalement limitées et localement incomplètes.
- (3) Les unités biochronologiques résultent donc d'une généralisation des observations biostratigraphiques concrètes. Dans des successions complètes et continues unités biostratigraphiques et biochronologiques deviennent congruentes.

3.3.3 Géochronométrie

- (1) La géochronométrie a pour but de déterminer — dans les limites d'erreurs inévitables — les âges absolus des unités lithostratigraphiques et biostratigraphiques.
 - (2) Les partitions d l'échelle géochronométrique sont des années ou un multiple d'années¹³.
- Remarque 13: 1.000 ans (10^3); un million d'années (10^6); un milliard d'années (10^9), dans l'usage américain aussi = billion.
- (3) Les fondements d l'échelle géochronométrique sont surtout constitués par les datations radiométriques.

3.3.4 L'échelle standard internationale

- (1) L'échelle stratigraphique standard doit servir de mesure chronologique valable à l'échelle mondiale.
- (2) Elle est la synthèse de toutes les recherches chronologiques et devra être fixée par un accord international.
- (3) Actuellement, les unités stratigraphiques du Précambrien sont surtout datées géochronométriquement.
- (4) Au Phanérozoïque, l'échelle standard est constituée d'unités biochronologiques¹⁴.

Remarque 14: Un usage consacré par la tradition veut que certains groupes de fossiles sont utilisés de préférence pour établir l'échelle standard d'une période majeure.

Exemples: Les Trilobites au Cambrien, les Graptolites de l'Ordovicien au Dévonien inférieur, les Ammonoïdées du Dévonien inférieur jusqu' à la fin du Crétacé. Parallèlement, des subdivisions basées sur d'autres groupes fossiles ont été développées; exemples: Conodontes, Foraminifères, Tétracoralliaires, Brachiopodes.

L'importance d'un groupe d'organismes pour la chronologie dépend souvent du niveau de nos connaissances actuelles. Ainsi le fait que certains groupes sont utilisés pour définir l'échelle standard ne leur attribue pas nécessairement une qualité supérieure, ce sont les aspects d'efficacité, d'homogénéité et de stabilité qui décident.

- (5) Lorsqu'un jour les limites d l'échelle standard seront fixées par un accord international et basées sur des limites inférieures de zones [cf. 3.2 (12) et remarque 10], leur modification ne devrait être possible qu'à la suite d'un nouvel accord international.

