

Tableau comparatif des échelles géochronologiques récemment publiées pour les temps phanérozoïques.**NOTICE EXPLICATIVE.**

A l'invitation de M. le Prof^r ROUBAULT, Président de la Commission de Géochronologie de l'I.U.G.S., la Société belge de Géologie est heureuse de pouvoir porter à la connaissance de ses membres les derniers résultats obtenus en géochronologie pour les temps phanérozoïques.

(La Rédaction du Bulletin.)

L'un des objets fondamentaux des études géochronologiques est l'établissement d'une échelle englobant l'ensemble des événements géologiques et capable de fournir des données aussi précises que possible sur l'âge absolu des formations. Les méthodes paléontologiques et lithologiques permettent fréquemment aux stratigraphes d'établir, pour les séries sédimentaires qu'ils étudient, une échelle très finement étalonnée dont les nombreux échelons sont généralement repérés par des fossiles caractéristiques. De telles échelles ne peuvent naturellement fournir aucune indication sur les âges absolus : elles demeurent des échelles relatives.

Dans l'état actuel des connaissances, les méthodes radiométriques sont les seules qui permettent de déterminer avec quelque sûreté ces âges absolus. De très nombreuses mesures ont été effectuées et les résultats obtenus par divers laboratoires utilisant des méthodes différentes sur des matériaux variés apparaissent souvent très concordants.

Les progrès énormes qui, sans conteste, ont été réalisés au cours des dernières années, ne doivent pas toutefois conduire à surestimer les possibilités actuelles de la géochronologie absolue, aussi bien dans la finesse des subdivisions que dans la précision des valeurs proposées.

Les principales difficultés ne semblent plus actuellement le fait des erreurs analytiques. La précision des spectromètres de masse modernes, en particulier la reproductibilité de leurs mesures, est extrêmement satisfaisante et atteint ± 2 à 5 %, y compris les erreurs dues aux dosages chimiques habituels. La principale cause de divergence entre les valeurs proposées, cause inhérente à l'emploi même des spectromètres, résulte d'une divergence au demeurant assez faible entre les valeurs de constantes de base utilisées dans les calculs,

constantes qu'il est nécessaire de connaître lorsque l'on veut comparer les mesures exécutées dans deux laboratoires différents.

En revanche, l'interprétation des valeurs numériques obtenues est généralement très délicate et les éléments nécessaires à la discussion ne sont pas toujours connus dans leur totalité.

Un premier point intéresse l'histoire de la substance analysée. Une datation sera exacte si la roche ou le minéral étudié s'est constamment comporté, pour les isotopes considérés, en « système fermé », excluant la possibilité de pertes ou d'enrichissements différentiels. L'expérience montre que, même pour des échantillons réputés tout à fait valables, des écarts, largement supérieurs à ceux admis pour l'erreur analytique, peuvent apparaître dans les résultats. Si le géochronologiste est en droit d'espérer réduire progressivement, par l'amélioration des techniques, la partie de ces écarts imputable à l'erreur analytique, il ne peut qu'enregistrer la dispersion restante dont l'origine est liée à des facteurs géologiques, connus ou non.

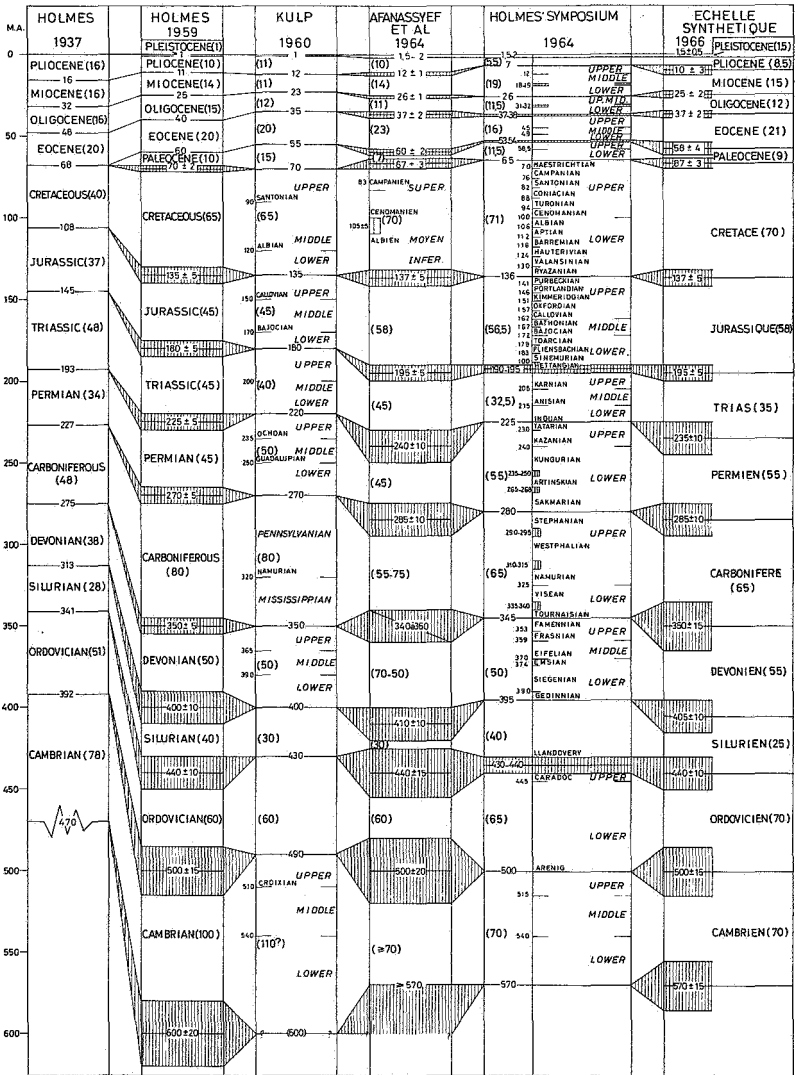
Le second point tient au choix lui-même des échantillons, c'est-à-dire à leur représentativité en tant que niveau repère dans une échelle géochronologique relative que l'on veut dater. C'est peut-être le problème le plus difficile à résoudre. Les échantillons devront être prélevés sur des gisements parfaitement définis du point de vue stratigraphique. Il leur faudra naturellement satisfaire en outre aux autres conditions évoquées plus haut (évolution en système fermé).

Un seul pays ne peut donc fournir à lui seul les échantillons nécessaires à l'établissement d'une échelle géochronologique couvrant tous les temps géologiques. Une collaboration internationale est indispensable pour atteindre cet objectif dans les meilleures conditions.

Ces erreurs de mesures et d'interprétation s'ajoutant les unes aux autres, il devient évident que *la géochronologie absolue ne peut actuellement dater des coupures trop fines dans les temps géologiques*. A vrai dire, et l'on retrouve ici le problème du choix des gisements, *il n'est pas certain que les limites considérées comme isochrones en stratigraphie le soient toujours véritablement*; le degré d'imprécision de ces limites risque d'être du même ordre, voire supérieur, à celui des mesures géochronologiques et interdit ou limite l'établissement d'une échelle trop détaillée.

*
**

Dans le tableau ci-joint, différentes échelles géochronologiques ont été juxtaposées afin de mettre en évidence les progrès réalisés depuis 1937, et de faire apparaître les concordances aussi bien que les désaccords entre les résultats obtenus au cours des dernières



années. Il ne s'agit que d'un travail de compilation, à caractère provisoire, qui devra être révisé en fonction des nouveaux résultats obtenus.

Le nom de A. HOLMES est indiscutablement lié au développement de la géochronologie. Le premier, en 1913, il a donné une échelle géochronologique de l'Archéen au Carbonifère, en fait assez peu précise car elle n'était fondée que sur 4 ou 5 mesures radiométriques.

Disposant par la suite de données plus nombreuses et plus exactes, il a publié d'autres échelles, dont celles de 1937 et de 1959 reportées dans les deux premières colonnes du tableau.

L'échelle Holmes 1937 a été construite à partir de 18 analyses U-He et de 12 analyses U-Pb. Utilisée pendant longtemps, elle n'a plus aujourd'hui qu'un intérêt historique.

En effet, la multiplication des mesures et l'apparition de nouvelles méthodes (K-Ar, Rb-Sr) ont permis au même auteur de corriger lui-même cette échelle en 1959. Il apparaît nettement sur le tableau que les échelles proposées ultérieurement sont dans leurs grandes lignes à peu près en accord avec celle de HOLMES 1959.

Un an plus tard, J. L. KULP présentait au Congrès Géologique International de Copenhague une nouvelle échelle géochronologique des temps phanérozoïques (troisième colonne) établie à partir de 18 échantillons très soigneusement repérés du point de vue stratigraphique et datés pour la plupart par les méthodes K-Ar ($K^{40}\lambda_e = 0,584 \cdot 10^{-10}a^{-1}$) et Rb-Sr ($Rb^{87}\lambda_\beta = 1,47 \cdot 10^{-11}a^{-1}$).

Même limité aux temps postcambriens, l'établissement de telles échelles dépasse en fait les possibilités d'un seul Chercheur et d'un seul Laboratoire. Deux groupes de géochronologistes, travaillant indépendamment, se sont mis au travail pour construire, sur des données beaucoup plus nombreuses et très strictement contrôlées, de nouvelles échelles.

La première a été publiée par l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. en 1964, d'après les travaux de G. D. AFANASSYEV et al. (quatrième colonne). Elle est accompagnée de renseignements détaillés sur les 222 échantillons datés dont 14 par la méthode Rb-Sr ($Rb^{87}\lambda_\beta = 0,147 \cdot 10^{-10}a^{-1}$), 37 par les différentes méthodes U-Th-Pb et les autres par la méthode K-Ar ($K^{40}\lambda_e = 0,557 \cdot 10^{-10}a^{-1}$). Les auteurs ont, à juste titre, renoncé à une précision illusoire et donné pour chaque limite mesurée une marge d'incertitude souvent bien supérieure à celle qu'entraînaient les seules erreurs analytiques.

Peu après ont paru les résultats du Symposium tenu à Glogow en 1964 en hommage à A. HOLMES. Les éditeurs ont rassemblé les datations présentées dans les articles stratigraphiques en une « *Geological Society Phanerozoic time scale* » reproduite dans la cinquième colonne. C'est l'échelle la plus détaillée jamais publiée, établie à partir de 337 datations particulièrement choisies pour la provenance des échantillons et la qualité des analyses ($Rb^{87}\lambda_\beta = 0,147 \cdot 10^{-10}a^{-1}$; $K^{40}\lambda_e = 0,584 \cdot 10^{-10}a^{-1}$).

A la différence des autres échelles qui, pratiquement, se bornent

à la datation des limites entre systèmes, celle-ci donne les limites d'âges pour la plupart des étages, du Dévonien au Crétacé. De telles valeurs sont certainement intéressantes à retenir pour la région où elles ont été définies; il serait en revanche imprudent de leur attribuer une représentativité à l'échelle du globe. En effet, sans qu'il soit possible d'entrer ici dans le détail d'une discussion sur ces datations des limites entre étages, il s'agit là surtout d'une tentative dont la signification ne saurait être comparée à celle que l'on peut d'ores et déjà attribuer aux âges proposés pour les limites entre systèmes ou ères; à l'appui de cette réserve, il suffit en effet de constater l'égalité de durée hautement improbable proposée pour les divers étages du Jurassique et du Crétacé, et qui n'est qu'une simple hypothèse de travail (« The theoretical time-scale for the Cretaceous period is based... on the proposition that the 12 stages recognized on paleontological criteria were of approximately equal duration, i.e., 6 m.y. This is set up purely as a basis for discussion in the absence of a more positive scale of calibration [The Phanerozoic Time-Scale, pp. 198-199] »).

Il a paru intéressant de compléter ce tableau par une *échelle synthétique* qui pourrait être adoptée jusqu'à ce que de nouvelles données permettent de la préciser. Cette échelle ne représente toutefois qu'une base de départ dans le travail de la Commission de Géochronologie et ne correspond à aucune prise de position scientifique de sa part.

Enfin, les principales phases orogéniques, telles qu'elles sont définies par STILLE et BRINKMANN, peuvent être datées approximativement, au vu des échelles géochronologiques les plus récentes, de la façon suivante (en millions d'années) :

OROGÉNÈSE ALPINE.	~ - 260 : Phase saaliennne.
~ - 2 : Phase valaque.	~ - 295 : Phase asturienne.
~ - 7 : Phase attique.	~ - 320 : Phase erzgebirgienne.
~ - 37 : Phase pyrénéenne.	~ - 325 : Phase sudète.
	~ - 345 : Phase bretonne.
OROGÉNÈSE LARAMIENNE.	OROGÉNÈSE CALÉDONIENNE.
~ - 65 : Phase laramienne.	~ - 395 : Phase ardennaise.
~ - 80 : Phase subhercynienne.	~ - 435 : Phase taconique.
~ - 100 : Phase autrichienne.	~ - 500 : Phase sarde.
~ - 140 : Phase néocimmérienne.	
~ - 195 : Phase cimmérienne ancienne.	
OROGÉNÈSE HERCYNIENNE.	OROGÉNÈSE ASSYNTIQUE.
~ - 225 : Phase palatine.	~ - 570 : Phase cadomienne.

En conclusion et après discussion approfondie, les Membres de la Commission Internationale de Géochronologie — dans un premier stade de leurs travaux — ont estimé devoir porter à la connaissance de l'ensemble des géologues les remarques et faits précédemment exposés; ils estiment en outre que dans l'état actuel des connaissances et lorsque l'on envisage la succession des phénomènes géologiques à l'échelle du globe, l'emploi de l'échelle synthétique qu'ils ont déduite des travaux exécutés jusqu'à ce jour leur paraît pouvoir être recommandée.

MM. M. ROUBAULT (Nancy, France), Président; G. D. AFANASSYEV (Moscou, U.R.S.S.); R. E. FOLINSBEE (Edmonton, Canada); M. F. GLAESSNER (Adelaïde, Australie); H. D. HEDBERG (Princeton, États-Unis); M^{lle} E. JAGER (Berne, Suisse); MM. T. MATSUMOTO (Fukuoka, Japon) et R. P. SUGGATE (Christchurch, Nouvelle-Zélande), Membres de la Commission.

MM. F. LEUTWEIN (Nancy, France) et A. I. TOUGARINOV (Moscou, U.R.S.S.), Conseillers; M. J. HILLY (Nancy, France), Secrétaire.

Octobre 1966.

RÉFÉRENCES.

- AFANASSYEV, G. D. et al., 1964, The project of a revised geological time-scale in absolute chronology. (*Contrib. Géol. Soviétiques Congr. géol. intern.* 22^e Sess., Inde, 287-324 [en russe, résumé anglais].)
- GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON, 1964, The Phanerozoic time-scale. A symposium dedicated to Professor Arthur Holmes. (*Quart. J. géol. Soc. Lond.*, vol. 120 s, 458 p. [Geological Society Phanerozoic time-scale 1964, pp. 260-262].)
- HOLMES, A., 1937, The age of the Earth (new edn, revised and rewritten). Nelson, London, 263 p.
- 1959, A revised geological time-scale. (*Trans. Edinb. geol. Soc.*, vol. 17, part 3, 183-216.)
- KULP, J. L., 1960, The geological time-scale. (*Report intern. geol. Congr.*, 21th Sess. Norden, part III, 18-27.)