

Le Crétacé terminal et le Paléocène basal de l'Europe nord-occidentale*

Gérard BIGNOT ⁽¹⁾
Florence QUESNEL ⁽²⁻³⁾
Chantal BOURDILLON ⁽²⁾

The end Cretaceous and basal Paleocene in northwest Europe

Géologie de la France, n°3, 1997, pp. 21-27, 3 fig.

Mots-clés : Maastrichtien, Danien, Limite K/T, Europe nord-ouest.

Key words: Maastrichtian, Danian, K/T boundary, Northwest Europe.

Résumé

A l'aide de coupes régionales synthétiques des sédiments maastrichtiens et daniens, il est montré que la limite K/T se situe en Europe nord-occidentale, à l'exception du Danemark, au sein d'une lacune de deux Ma comprise entre une surface d'érosion continentale entaillée dans les sédiments d'âge maastrichtien et/ou campanien supérieur et la transgression montienne correspondant au haut niveau eustatique TA1.2 de Haq et al.

respond to the eustatic high TA1.2 of Haq et al. (1987) and covered the whole of northwest Europe.

The K-T boundary in this area (apart from Denmark where sedimentation seems to have been continuous) falls within a hiatus of about 2 Ma marked by a continental erosion surface cutting into the Maastrichtian and/or Campanian sediments prior to the Danian II transgression.

ou remaniées dans des dépôts postérieurs (Curry, 1962 ; Graindor, 1963 ; Blanc et Guillevin, 1974 ; Quesnel et al., 1996), indique, comme le soupçonnaient certains auteurs (Håkansson et al., 1974), que la mer a recouvert une partie du bassin anglo-parisien jusqu'à l'extrême fin du Maastrichtien. Elle y a déposé des craies à silex en domaine circalittoral (Hampshire, Haute-Normandie), et des tuffeaux en milieu infralittoral (Vertus et Mont Aimé). Au-delà de ce bassin, en Belgique (Villain, 1988), dans le Limbourg hollandais (Hofker, 1966 ; Villain, 1977) et en Allemagne du nord-ouest (Voigt, 1951), les tuffeaux maastrichtiens sont localement préservés en place. Des lacunes de sédimentation ont été décelées dans les craies maastrichtiennes autour de Mons (Robaszynski et Christensen, 1989). Il est probable que des études minutieuses en révéleraient également en d'autres régions.

Abridged English version

The recent discovery of fossils in autochthonous and reworked alterites indicates that Cretaceous sedimentation in northwest Europe continued until the end of the Maastrichtian.

Les sites où le passage K/T s'exprime par une sédimentation continue sont peu nombreux. Le plus souvent, la limite considérée se situe au sein d'une lacune d'importance variable, sans que l'on connaisse avec certitude la nature de cette lacune : absence de sédimentation en milieu sous-marin ou érosion accompagnant une émergence. C'est au travers de l'examen des sédiments du Crétacé terminal et du Paléocène basal en Europe du nord-ouest que nous tentons d'apporter une réponse à cette question.

Following the end-Maastrichtian regression, marked by a period of karstification, northwest Europe was affected by two successive transgressions at different scales. The first, at the beginning of the Danian (Danian I), was restricted to a narrow trough along the axis of the North Sea extending southeast into Denmark and probably southward along a gulf between Maastricht and the Vertus-Mont Aimé region. The second transgression, during the Middle Danian (Danian II = Montian), seems to cor-

S'ajoutant aux affleurements du Cotentin (Hofker, 1959) et à ceux, immergés, de la Manche centrale et occidentale (Curry, 1963 ; Curry et al., 1965 ; Bignot et Larsonneur, 1969), la découverte de fossiles dans des altérites en place

Parallèlement, des travaux synthétiques récents ont précisé l'âge des premiers sédiments paléocènes (Vinken, 1988 ; Bignot et Janin, 1994 ; Neale, 1996). Le Danien stratotypique est désormais bien corrélé avec les zones de foraminifères P1 et P2, et avec celles de nanofossiles calcaires NP1 à NP5 basales (Bignot, 1993).

* Communication présentée sous forme de "poster" lors de la séance spécialisée "La limite Crétacé-Tertiaire : aspects biologiques et géologiques" à la Société Géologique de France, Paris 2-3 décembre 1996.

Manuscrit reçu le 25 février 1997, accepté définitivement le 1er octobre 1997.

- 1) Laboratoire de Micropaléontologie et CNRS (URA 1761), Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, T15-25, E4, C104, 75252 Paris Cedex 05, France.
- 2) BRGM/SGN/12G, avenue de Concy, 45060 Orléans Cedex 2, France.
- 3) Laboratoire de Géologie et CNRS (URA 1694), Université de Rouen, 76821 Mont-Saint-Aignan Cedex, France.

Les foraminifères planctoniques et les nannofossiles trouvés dans les faciès montiens de Mons (Moorkens, 1962) et de Maastricht (Hofker, 1966) appartiennent d'une part à la zone P1d, d'autre part à la zone NP3 et/ou à la partie inférieure de la NP4, ce qui correspond au Danien moyen. Un âge identique est attribué aux dépôts montiens d'Allemagne du nord (Kiesel, 1970 ; Liebau, 1994) et du bassin de Paris (Bignot, 1990b et 1992), à l'exception de la formation de Vertus-Mont Aimé qui, renfermant *Laffiteina bibensis*, l'un des rares grands foraminifères à passer la limite K/T, serait un peu plus ancienne et à rapporter au Danien inférieur (Bignot, 1987).

Dans une publication récente, les stratigraphes néerlandais (Jagt, 1996 ; Witte et Schuurmann, 1996 ; Smit et Zachariasse, 1996 ; Romein *et al.*, 1996) viennent d'étudier 1,5 m de calcaires admettant des passées argileuses, situés à Geulhemmerberg, près de Maastricht, à l'extrême sommet de la Formation de Maastricht et au-dessous des faciès montiens de Houthem. Les niveaux considérés livrent des inocérames, des nannofossiles calcaires et des foraminifères tant planctoniques que benthiques, d'âge crétacé indiscutable, associés à quelques foraminifères benthiques inconnus ailleurs avant le Paléocène et à trois espèces de nannofossiles caractéristiques de la zone NP1. La conclusion des auteurs néerlandais est que ces niveaux pourraient être d'âge danien inférieur et corrélables aux Calcaires à *Cerithium* de Stevns Klint. L'argumentation n'est pas totalement convaincante, d'autant que des calcaires de la carrière de Curf considérés par les mêmes auteurs comme étant équivalents aux niveaux de Geulhemmerberg renferment des ammonites : *Baculites* et *Scaphites* (Smit et Brinkhuis, 1996).

Au-delà du territoire polonais, la maigre littérature en notre possession sur le Crétacé supérieur et le Paléocène de Lituanie (Grigelis, 1960 ; Mertiniené, 1993), de Belarus (Golubtsova *et al.*, 1978) et d'Ukraine (Moroz et Krach, 1967 ; Yartseva et Zhmur, 1972 ; Makarenko, 1973 et 1974), n'autorise que des conclusions incertaines et les colonnes correspondantes 14 et 15 proposées ici le sont sous toute réserve.

En Europe du nord-ouest, la sédimentation crétacée s'est poursuivie jusqu'à la fin du Maastrichtien, vers 65 Ma. Le Danien basal n'est connu, avec certitude, qu'au Danemark. La falaise de Stevns Klint, stratotype du Danien, montre la superposition, sans hiatus (Bang, 1980), de la craie danienne sur la craie maastrichtienne par l'intermédiaire d'un lit d'argile sombre, riche en iridium. Le Danien inférieur semble également représenté en certains endroits de la Mer du Nord, probablement à Vertus-Mont Aimé, et peut-être autour de Maastricht. Cependant en ces deux régions, il n'a pas été décelé de concentrations d'iridium.

Dans la région considérée, en dehors des gisements cités précédemment, les premiers dépôts du Paléocène, sous faciès montien, sont d'âge danien moyen. Ces sédiments sont largement distribués en divers endroits d'un bombement compris entre la Manche occidentale à l'ouest, la Mer du Nord et son prolongement, le sillon dano-polonais, au nord et à l'est.

Après la régression fini-maastrichtienne au cours de laquelle se place un épisode karstique (Bignot, 1990a), l'Europe du nord-ouest a été le théâtre de deux transgressions successives. La première, au tout début du Danien, vers 65 ou 64 Ma, s'est limitée, semble-t-il, à l'ennoyement d'une étroite structure dans l'axe de la Mer du Nord, se prolongeant vers le sud-est par le sillon dano-polono-ukrainien, et, peut-être, vers le sud par le golfe allant de Maastricht à Vertus-Mont Aimé (Bignot, 1987). Cette première transgression, que nous nommerons "Danien I", s'est faite après la régression fini-maastrichtienne, si peu après que l'érosion des derniers niveaux crétacés a été nulle, à Stevns Klint, ou limitée, à Vertus-Mont Aimé et à Maastricht.

Ce n'est qu'au Danien moyen, vers 63 Ma, que la surface inondée a atteint son amplitude maximum. Nous proposons de nommer cette transgression qui paraît correspondre au haut niveau eustatique TA1.2 de Haq *et al.* (1987) "Danien II = Montien". La mer a recouvert alors des affleurements crayeux ayant subi une émergence dont la durée peut être estimée à deux Ma. Une surface d'érosion entre les Calcaires à *Cerithium* et les Calcaires à Bryozoaires dans la falaise de Stevns Klint suggère un bref repli entre les deux avancées marines "Danien I" et "Danien II".

Ainsi, sauf dans les localités où la sédimentation a été continue, la limite K/T se place au début d'une émergence d'une durée de deux Ma au cours de laquelle l'érosion à dominante karstique (Bignot 1990a) a fait disparaître les sédiments crétacés les plus jeunes datant du Maastrichtien et les plus anciens du Campanien supérieur.

A cause de la rareté des témoins sédimentaires, l'histoire géologique de l'Europe du nord-ouest, de part et d'autre de la limite K/T, reste difficile à reconstituer, et l'ébauche proposée ici suppose une paléogéographie instable contrôlée par une évolution structurale modérée et de minimes oscillations du niveau marin.

D'innombrables travaux ont mis l'accent sur la disparition brutale et le renouvellement des microfossiles planctoniques entre la fin du Crétacé et le début du Paléocène. L'évolution, à ce moment des associations néritiques, et spécialement celles des foraminifères, est, dans les régions considérées ici, encore mal connue. La datation précise des sédiments maastrichtiens et daniens, et la signification de la lacune qui les sépare, devraient permettre d'établir des bilans d'érosion (Quesnel, 1997) et de ré-examiner le sort des populations néritiques qui, selon quelques travaux préliminaires (Bignot, 1984), auraient été peu affectées.



Les caissons et les chiffres portés sur la carte indiquent l'emplacement des 15 colonnes stratigraphiques.

Dans les colonnes, les traits horizontaux ondulés représentent des limites d'érosion.

Les parties hachurées correspondent à des lacunes d'érosion et/ou de sédimentation.

Les hachures sont discontinues quand il reste des témoins sédimentaires ou paléontologiques d'âge maastrichtien ou danien dans des altérites en place ou remaniées dans des dépôts postérieurs.

Quand ils sont en tirets, les traits indiquant les transgressions et les limites d'érosion sont de position stratigraphique incertaine.

A gauche, sur les colonnes, les âges en Ma sont disposés de part et d'autre de la limite K/T = 65 Ma.

The numbered boxes on the map mark the locations of the 15 stratigraphic columns.

Stratigraphic columns:

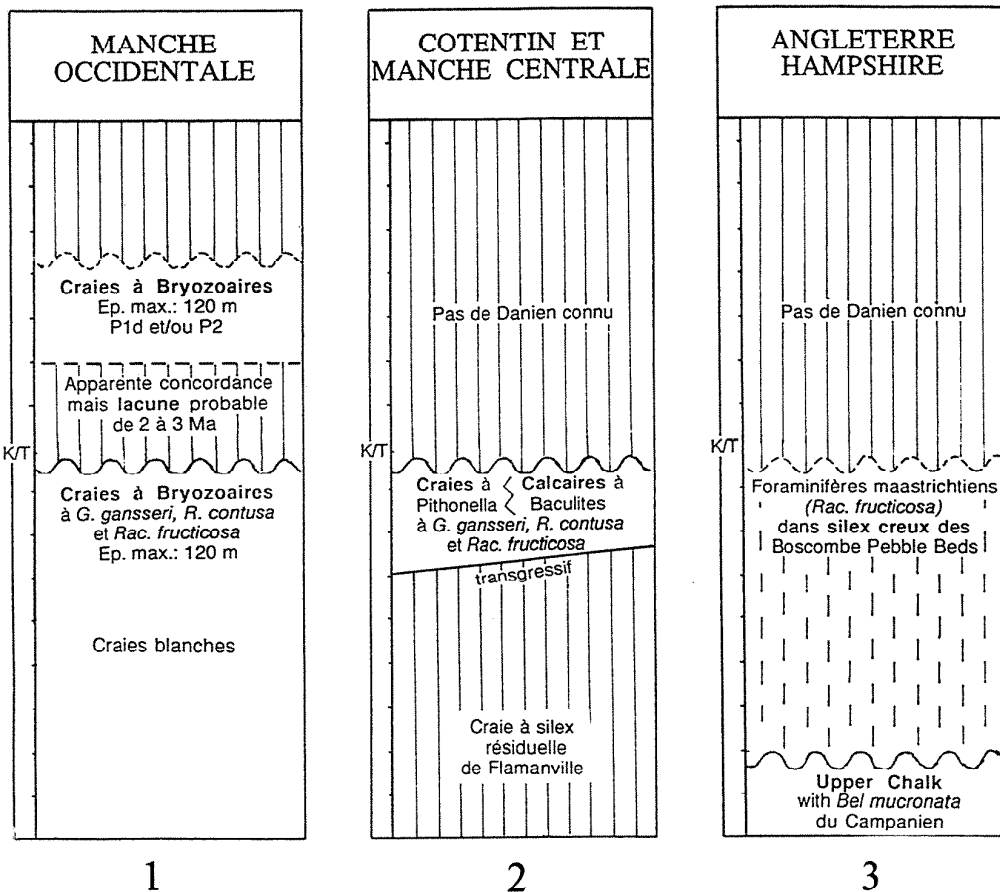
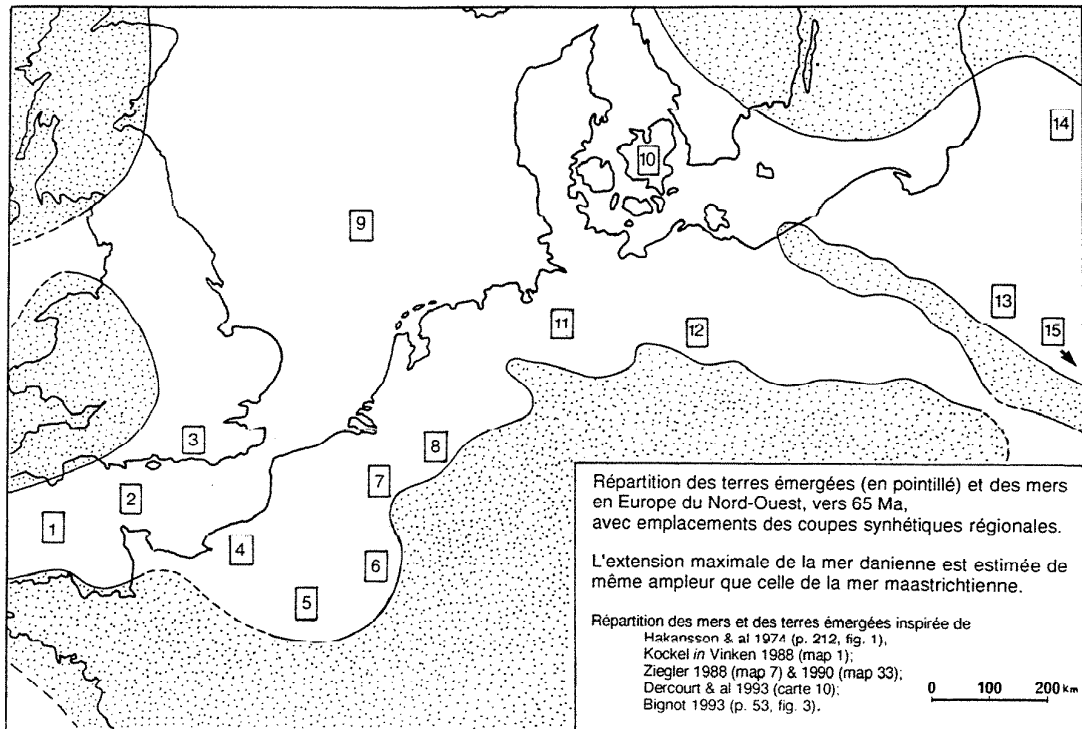
. wavy horizontal lines: erosion surface,

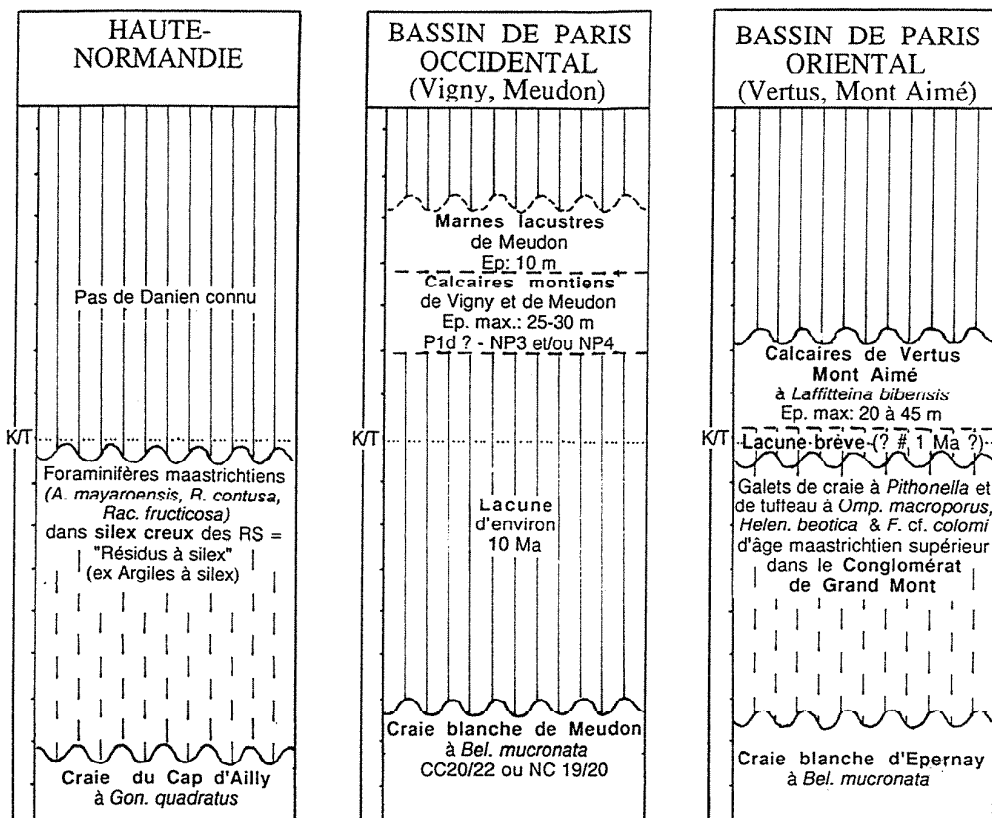
. solid vertical lines: hiatus,

. discontinuous vertical lines: sedimentary or paleontologic evidence of the Maastrichtian/Danian in autochthonous or reworked alterites,

. dashed lines: uncertain stratigraphic position,

. scale on the left of the columns: Ma to either side of the K/T boundary at 65 Ma.

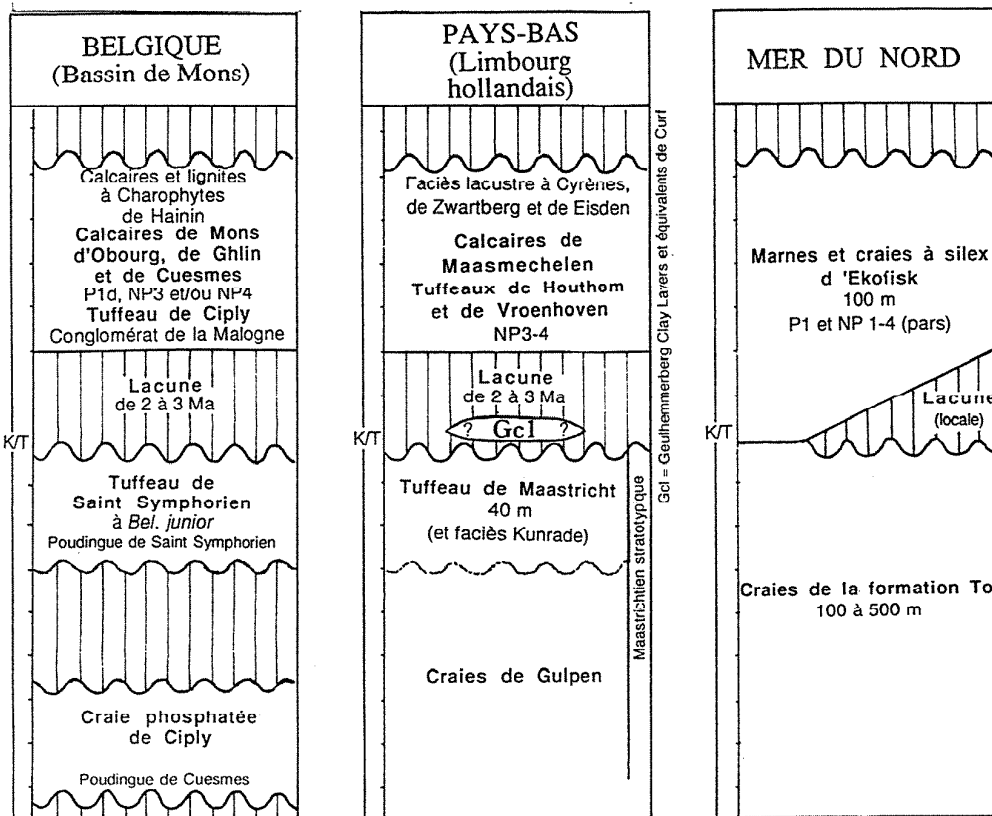




4

5

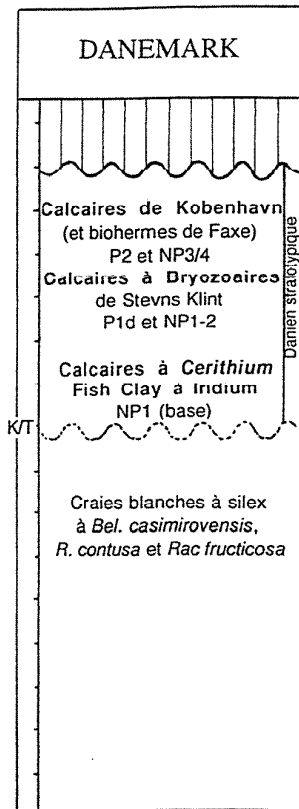
6



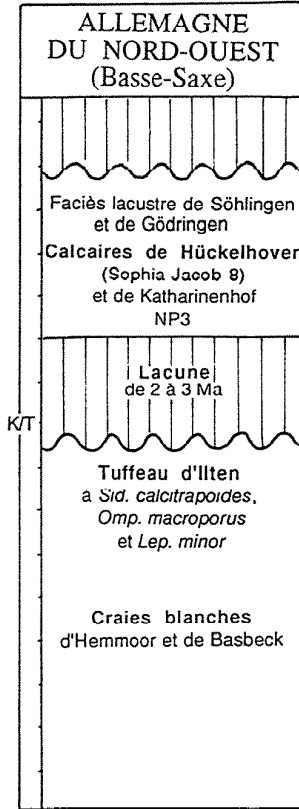
7

8

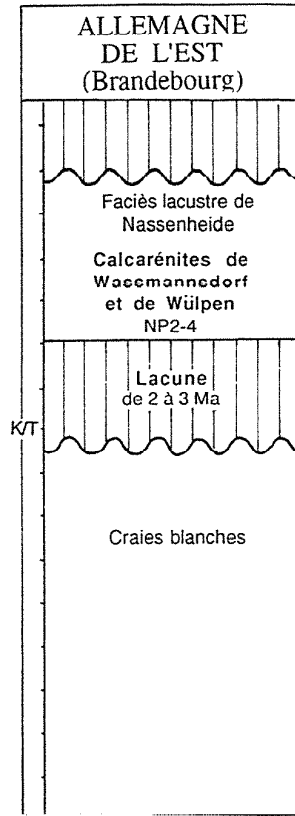
9



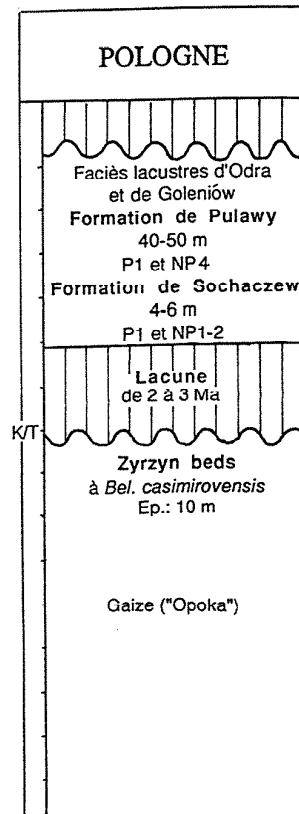
10



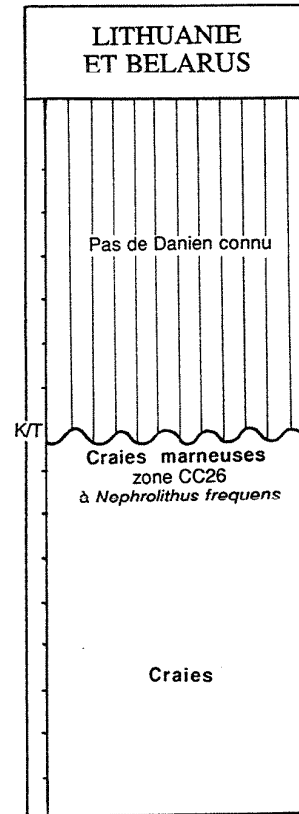
11



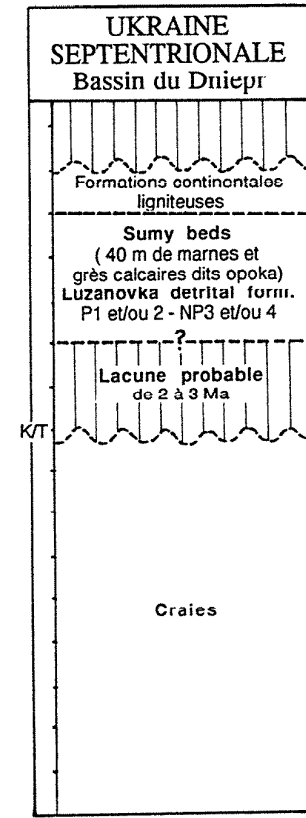
12



13



14



15

Références ⁽¹⁾

- Bang I. (1980) - Foraminifera from the type section of the eugubina Zone compared with those from Cretaceous/Tertiary boundary localities in Jylland, Denmark. *Dann. geol. Unders., Arbog.*, 1979, 139-165.
- Bignot G. (1984) - Les Foraminifères benthiques n'ont pas subi une crise majeure à l'extrême fin du Crétacé. In: Le passage Mésozoïque-Cénozoïque : point de vue paléontologique, A. Poignant éd., *Bull. Comm. Trav. Hist. Sci., CPHS*, 6, 27-55.
- Bignot G. (1987) - Les paléoenvironnements et les paléogéographies du Bassin de Paris au Danien, d'après les Foraminifères du Mont Aimé (Marne, France). *Rev. Micropal.*, 30, 3, 150-176.
- Bignot G. (1990a) - Le contact du calcaire montien sur la craie campanienne à Meudon. Controverses anciennes. Perspectives nouvelles. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 27, 4, 51-61.
- Bignot G. (1990b) - La place du calcaire de Meudon dans la paléogéographie montienne du Bassin de Paris. Approche micropaléontologique. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 27, 4, 51-61.
- Bignot G. (1992) - Une association de Foraminifères du récif montien de Vigny. Considérations sur la paléogéographie montienne du Nord-Ouest européen. *Rev. Micropal.*, 35, 3, 179-196.
- Bignot G. (1993) - The position of the Montian stage and related facies within the stratigraphic framework of NW Europe during the Danian. *Contr. Tert. Quatern. Geol.*, 29, 3-4, 47-59.
- Bignot G., Janin M.Ch. (1994) - Nouvel essai de corrélation entre les formations paléocènes de l'Europe du Nord-Ouest. *Strata*, Toulouse, *Actes 1er Congr. fr. stratigr.* 1, 6, 146-147.
- Bignot G., Larsonneur C. (1969) - Etude du Crétacé supérieur au large du Cotentin et remarques sur les *Planorbulina* du Crétacé supérieur et du Paléocène. *Rev. Micropal.*, 12, 1, 25-30.
- Blanc P.L., Guillemin Y. (1974) - Nouvel indice de Maestrichtien dans l'Est du Bassin de Paris. *C. R. Acad. Sci. Fr. Paris*, 279 (D), 465-467.
- Curry D. (1962) - A lower Tertiary outlier in the central English Channel, with notes on the beds surrounding it. *Quat. Geol. Soc. London*, 118, 177-205.
- Curry D. (1963) - On Rouen Flint Pebbles in the Palaeogene of Southern England. *Proc. Geol. Ass., London*, 74, 4, 457-460.
- Curry D., Hersey J.B., Martini E., Whittard W.F. (1965) - The Geology of the Western Approaches of the English Channel. II. Geological interpretation aided by boomer and sparker records. *Phil. Trans. R. Soc. London*, B, 248, 315-351.
- Dercourt J., Ricou L.E., Vrielynck B. éd. (1993) - Atlas Tethys. Palaeoenvironmental Maps. Beicip, Paris.
- Golubtsova V.K. et al. (1978) - Investigations stratigraphiques et paléontologiques en Biélorussie. *Minsk, Nauka i Teknika*, 248 p.
- Grandinor M.J. (1963) - Carte géologique de France à 1/50000. Feuille 72. Cherbourg. BRGM.
- Grigelis A.A. (1960) - Age and microfauna of transition layers between the Cretaceous and the Paleogene in southern Baltics. Intern. Geol. Congres, 21^e session, *Dokl. Sov. Geol.*, 101-104.
- Hakansson E., Bromley R., Perch-Nielsen K. (1974) - Maastrichtian chalk of north-west Europe - a pelagic shelf sediment. *Spec. Publs int. Ass. Sediment*, 1, (Symp. Zurich 1973), 211-233.
- Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R. (1987) - Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235, 1156-1167.
- Hofker J. (1959) - Les foraminifères du Crétacé supérieur du Cotentin. C.R. Congrès Soc. Savantes. Dijon 1959, Sci., Géol., Coll. Crétacé supérieur français, 369-397.
- Hofker J. (1966) - Maastrichtian, Danian and Paleocene Foraminifera. *Paleontographica Suppl.* 10, 1-376.
- Jagt J.W.M. (1996) - Late Maastrichtian and Early Palaeocene index macrofossils in the Maastrichtian type area (SE Netherlands, NE Belgium). *Geology Mijnbouw*, 75, 2-3, 153-162.
- Kiesel Y. (1970) - Die Foraminiferenfauna der paläozänen und eozänen Schichtenfolge der Deutschen Demokratischen Republik. *Paleont. Abh.*, A, 4, 2, 163-394.
- Liebau G. (1994) - Die Foraminiferen-Fauna der Hückelhovener Schichten im Paläozän von Sophia-Jacoba Schacht 8 auf dem Erkelenzer Horst. *Decheniana*, Bonn, 147, 158-178.
- Makarenko D.J. (1973) - Paleogeography of the territory of the Ukraine during the early Paleocene. *Geol. Zyrn.*, Kiev, 33, 1, 106-14.
- Makarenko D.J. (1974) - Paleogeography of the territory of the Ukraine during the late Paleocene. *Geol. Zyrn.*, Kiev, 34, 1, 138-143.
- Mertiniénė R. (1993) - The upper Cretaceous nannoplankton zones of southeastern Lithuania. *Geologija*, Vilnius, 14, 153-157.
- Moorkens Th. (1962) - Foraminifera of the Montian stratotype. *Mém. Carte Géol. Belgique*. Bruxelles. 17. 11, 186 p.
- Moroz S.A., Krach W. (1967) - Paleocene sediments of the northern Ukraine and the Polish Lowland. *Pol. Tow. Geol. Roczn.*, 37, 4, 529-538.
- Neale J.E. (1996) - A summary of Paleogene sequence stratigraphy in northwest Europe and the North Sea, in: *Geol. Soc. London, Spec. Publ. 101*, Correlation of the Early Paleogene in Northwest Europe, 15-42.
- Quesnel F. (1997) - Cartographie numérique en géologie de surface. Application aux altérites à silex de l'Ouest du Bassin de Paris. Thèse Univ. Rouen (28 janvier 1997), Documents BRGM, n° 263, 430 p.
- Quesnel F., Bourdillon Ch., Laignel B. (1996) - Maastrichtien supérieur au Nord-Ouest du Bassin de Paris (France). Témoins résiduels en Seine-Maritime. *C. R. Acad. Sci. Fr., Paris*, 322 (2a), 1071-1077.

(1) L'élaboration des colonnes stratigraphiques a nécessité la consultation de nombreuses publications, dont le lecteur retrouvera les références dans les bibliographies accompagnant les articles indiqués ci-dessous.

- Robaszynski F., Christensen W.K. (1989) - The upper Campanien -Lower Maastrichtian chalks of the Mons Basin, Belgium: a preliminary study of belemnites and Foraminifera in the Harmignies and Ciplu areas. *Geol. en Mijnbouw, s'Gravenhage*, **68**, 4, 391-408.
- Romein A. J. T., Willems H., Mai H. (1996) - Calcareous nannoplankton of the Geulhemmerberg K/T boundary section, Maastrichtian type area, the Netherlands. *Geology Mijnbouw*, **75**, 2-3, 231-238.
- Smit J., Brinkhuis H. (1996) - The Geulhemmerberg Cretaceous/Tertiary section (Maastrichtian type area, S E. Netherlands) ; summary of results and a scenario of events. *Geology Mijnbouw*, **75**, 2-3, 283-293.
- Smit J., Zachariasse W. J. (1996) - Planktic foraminifera in the Cretaceous/Tertiary boundary clays of the Geulhemmerberg (Netherlands). *Geology Mijnbouw*, **75**, 2-3, 187-191.
- Villain J.M. (1977) - Le Maastrichtien dans sa région type (Limbourg, Pays-Bas). Etude stratigraphique et micropaléontologique. *Paleontographica.*, (A), **157**, 1-3, 1-87.
- Villain J.M. (1988) - Le Maastrichtien du Bassin de Mons, Belgique. Stratigraphie et environnements micropaléontologiques. *Rev. Paleobiol.*, **7**, 1, 43-61.
- Vinken R. (éd.) (1988) - The Northwest European Tertiary Basin (I.G.C.P. 124). *Geol. Jb*, 5A, 100, 1-508.
- Voigt E. (1951) - Das Maastricht-Vorkommen von Ilten bei Hannover und seine Fauna mit besonderer Berücksichtigung der gross-Foramiferen und Bryozoen. *Mitt. geol. Staatinst.*, **20**, 15-109.
- Witte L., Schuurman H. (1996) - Calcareous benthic foraminifera across the Cretaceous/Tertiary boundary clays of the Geulhemmerberg (Netherlands). *Geology Mijnbouw*, **75**, 2-3, 173-185.
- Yartseva M.V., Zhmur S.I. (1972) - Zoning of the Paleocene in the Platform part of Ukraine. *Doklady Akad. Nauk SSSR*, **205**, 2, 439-442.
- Ziegler P.A. (1988) - Evolution of the Arctic-North Atlantic and the Western Tethys, *A.A.P.G.*, Tulsa.
- Ziegler P.A. (1990) - Geological Atlas of Western and Central Europe, *Shell Int Petr Maats.*, Amsterdam

LES FORMATIONS À CHERTS CARBONÉS (PHTANITES) DE LA CHAÎNE CADOMIENNE : GENÈSE ET SIGNIFICATION GÉODYNAMIQUE

par

M.P. Dabard

Document du BRGM n° 267

Au sein des dépôts impliqués dans la Chaîne cadomienne (Briovérien - Protérozoïque supérieur) de l'Europe de l'Ouest et d'Europe centrale, certaines formations terrigènes se singularisent par la présence d'intercalations de cherts carbonés (phtanites). Dans le segment armoricain, elles sont localisées essentiellement dans le Domaine nord-armoricain (Formations de Lamballe, de Callac, de Saint-Lô, de Breteville-en-Saire, de Morsaline et du Vast) et sont constituées par des alternances de grès, de siltite et d'argilite dans lesquelles s'intercalent les niveaux de phtanites et des épisodes volcaniques.

Dans un premier temps, il a été nécessaire de rechercher des traceurs minéralogiques et géochimiques adaptés à la reconstitution des roches mères de ces séries qui ont subi une évolution tectono-métamorphique. Trois marqueurs sont proposés : la composition des fragments lithiques à texture microcristalline qui permet de reconstituer la composition des roches mères, le rapport Ti/Nb des roches totales ainsi que le couplage typologie des zircons et signature isotopique Sm-Nd qui témoignent de la présence d'éléments d'origine mantellique.

Au Protérozoïque, les formations à phtanites interstratifiées correspondent aux premiers épisodes sédimentaires associés à l'édification de l'arc magmatique du Domaine nord-armoricain de la Chaîne cadomienne. Elles se sont mises en place dans le domaine orogénique aux alentours de 640 Ma, et ont été alimentées par les produits de démantèlement du socle icartien et du magmatisme de l'arc. La sédimentation s'est déroulée, pro-parte, dans un environnement peu profond évoluant entre la zone tidale et l'offshore supérieur (tempestites). Au cours de la diagenèse, des épisodes de silicification ont affecté les faciès terrigènes. Ces silicifications ont été contrôlées par les conditions physico-chimiques de la diagenèse, par la présence de matière organique et la circulation des eaux vadoses. Le volcanisme contemporain de la sédimentation semble n'avoir eu qu'une influence très locale. Plusieurs phases de silicification se sont vraisemblablement succédé en réponse aux fluctuations du niveau marin, les niveaux silicifiés au cours d'épisodes anciens pouvant localement être remaniés dans les sédiments encaissant les niveaux plus récents.

Les formations protérozoïques à phtanites interstratifiées ont, jusqu'à présent, constitué un niveau repère de première importance pour toutes les reconstitutions chronologiques de l'évolution de la Chaîne cadomienne. La genèse des cherts étant liée à des processus diagénétiques, le développement de la silicification n'est vraisemblablement pas synchrone à l'échelle d'un même bassin et, au-delà, à l'échelle de l'orogène. L'utilisation des phtanites comme niveau repère pour l'établissement de corrélations sur l'ensemble de la Chaîne cadomienne doit donc être l'objet de la plus extrême prudence. D'autre part, compte tenu du remaniement intraformationnel des phtanites, la distinction, au sein du Briovérien, entre un Briovérien inférieur à phtanites interstratifiées et un Briovérien supérieur à phtanites remaniés, doit être reconsidérée, en particulier dans les faciès turbiditiques déposés dans des environnements profonds.

Prix de vente : 350 F + 50 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'Étranger.

**En vente chez votre libraire habituel ou, à défaut, aux : Éditions BRGM - BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France - Tél. : 02 38 64 30 28.
Fax : 02 38 64 36 82 accompagné de votre titre de paiement.**