

Danmarks geologiske Undersøgelse.

II. Række. Nr. 43.

Sur le
Placement géologique
du Danien.

Par

J. P. J. Ravn.



Kjøbenhavn.

I Kommission hos C. A. Reitzel.

(Indeh. Axel Sandal.)

Andelsbogtrykkeriet i Odense.

1925.

Pris: 2 Kroner.

Danmarks geologiske Undersøgelse.

II. Række. Nr. 43.

Sur le
Placement géologique
du Danien.

Par

J. P. J. Ravn.



Kjøbenhavn.

I Kommission hos C. A. Reitzel.

(Indeh. Axel Sandal.)

Andelsbogtrykkeriet i Odense.

1925.

Sommaire.

1. Introduction	p. 5
2. Délimitation de l'étage Danien en Danemark	- 8
3. Faune du Danien en Danemark	- 27
4. Le Danien en dehors du Danemark	- 37
Appendice	- 44
Bibliographie	- 47

1. Introduction.

Depuis quelques années la question du placement du Danien est à l'ordre du jour des discussions géologiques dans notre pays. Faut-il rapporter le Danien au système crétacé, comme on l'a fait jusqu'ici, ou devra-t-on le considérer comme formant la partie la plus ancienne du Tertiaire? La discussion de ce problème a été suscitée par M. K. BRÜNNICH NIELSEN; se basant sur notre connaissance actuelle du Danien et de sa faune il a cru devoir se rallier à la proposition avancée il y a longtemps déjà par M. DE GROSSOUVRE, visant à rapporter le Danien au Tertiaire. Comme d'autres géologues danois ont été gagnés également à ce point de vue, il a paru nécessaire de reprendre la question pour la considérer de plus près et pour s'y orienter, et ceci d'autant plus que l'on commence à s'apercevoir que les vues de ces géologues danois exercent une certaine influence sur des géologues étrangers qui ne connaissent pas par eux-mêmes les conditions telles qu'elles se présentent ici en Danemark¹⁾. Tant qu'il ne s'agissait que de »transporter«¹⁾ simplement le Danien d'un système à un autre la chose en elle-même ne présentait guère d'intérêt scientifique; mais il en est tout autrement dès que l'on s'applique, comme cela a été fait dernièrement, à établir un parallèle entre nos formations daniennes et certaines formations tertiaires de l'étranger connues de longue date. C'est alors que la question devient brûlante, et le travail considérable que représente un effort pour pénétrer dans le fond de la question s'impose comme indispensable. C'est d'un tel effort que les pages suivantes rendront compte.

Avant de procéder à l'étude du placement du Danien il me paraît pratique et, en considération des travaux qui ont paru sur le sujet,

¹⁾ Ainsi dans la dernière édition de son grand manuel (21, pp. 125 et 234) M. E. KAYSER s'est inspiré des travaux de MM. BRÜNNICH NIELSEN et ROSENKRANTZ pour adopter le Danien comme la section inférieure du Paléocène, reconnaissant toutefois que la question n'a pas encore trouvé sa solution définitive. Pour autant que (dans le premier des passages indiqués) il me cite, moi aussi, comme ayant rapporté le Danien au Paléocène, il doit y avoir là un malentendu. Mon point de vue vis à vis de cette question ressortira clairement des pages suivantes.

nullement inutile, de noter très brièvement certains faits concernant la chronologie géologique en général.

On sait que ce sont surtout les recherches faites en Angleterre, en France et en Allemagne qui ont servi de base à la chronologie géologique en usage. Outre sur les conditions de gisement on s'est fondé principalement sur les changements de la faune, et encore spécialement de la faune marine, parce que les dépôts marins présentent généralement l'extension la plus considérable. Si la mer s'est retirée pendant une période pour s'avancer ensuite de nouveau, la faune des dépôts nouveaux différera plus ou moins de celle des dépôts antérieurs, conformément à la durée de la période; aussi la limite entre les différents systèmes et étages coïncide-t-elle presque toujours avec de telles lacunes dans la série des dépôts. Si la théorie des cataclysmes, soutenue jusque dans ses dernières conséquences par D'ORBIGNY, eût été juste, de manière que chaque étage renfermât ses espèces particulières, différentes de celles de tous les autres étages, une classification géologique eût été très facile à établir; on aurait donc eu une série de faunes isolées sans aucun rapport entre elles, et alors il suffirait, au besoin, d'un seul fossile déterminable d'un dépôt pour rapporter celui-ci à l'étage auquel il appartenait. Mais il n'en est pas ainsi. Nous savons maintenant que, depuis l'origine de la vie terrestre, il s'est produit une évolution, qui a pu être interrompue, par places, par des changements dans la répartition de la mer et de la terre ferme, mais jamais notre terre n'a été ravagée par des catastrophes universelles causant l'anéantissement de toute vie. En même temps que l'évolution a été à une certaine époque interrompue, par endroits, par une lacune plus ou moins importante, elle s'est poursuivie régulièrement en d'autres endroits pendant la même époque. Il s'ensuit de là qu'une classification géologique qui s'applique bien naturellement à certaines régions, ne sert que difficilement, ou peut-être pas du tout, pour d'autres territoires, où l'on trouve une série ininterrompue de sédiments homogènes. Ici on verra souvent que la faune des couches supérieures d'une telle série ininterrompue se trouve appartenir à un étage ou même à un système plus récents que celle des couches inférieures, et souvent il sera impossible d'établir, même approximativement, la limite entre ces deux systèmes ou étages, surtout s'il s'agit de dépôts pauvres en fossiles. Comme des raisons pratiques font incliner à établir les limites dans une série de sédiments là où l'on constate une modification dans la nature de ces sédiments, il se peut qu'on déplace un dépôt limitrophe pour lui assigner une place dans un autre système ou étage. Pour ce faire il faut cependant de très fortes raisons; la science géologique doit se montrer plutôt conservatrice sur ce point, et surtout lorsqu'il s'agit

de déplacer tout un étage pour le rapporter à un nouveau système; en effet, des changements répétés dans ce domaine amèneront facilement des difficultés dans la pratique, car alors on ne pourra jamais savoir exactement de prime abord ce qu'un auteur veut dire en parlant p. ex. du système crétacé ou du Tertiaire. Il faut admettre, cependant, que des changements peuvent se montrer nécessaires, mais il s'agit alors ordinairement de dépôts dont les conditions jusqu'ici insuffisamment connues ont été tirées au clair par des recherches nouvelles. Pour illustrer ceci d'un exemple on peut citer le fait qu'on rapportait autrefois au Cambrien tous les schistes alunifères de la Scandinavie, tandis que maintenant on en a placé la partie supérieure dans l'Ordovicien, après qu'on eut réussi à y trouver certaines Trilobites, pour lesquelles J.-C. MOBERG a constaté la proche parenté avec certaines formes de l'Ordovicien. Mais il faut montrer beaucoup plus de réserve dans un cas comme celui qui nous occupe, où l'on veut placer dans le Tertiaire, comme étage inférieur de ce système, une série de dépôts qui ont formé jusqu'ici un étage spécial du système crétacé. Avant de procéder à une telle opération il faut être à même de produire des raisons absolument probantes. Si on se base uniquement sur les conditions faunistiques, il faut tenir compte du fait que l'évolution du règne animal sur notre terre a été continue, ce qui fait que la classification géologique, qui s'appuie surtout sur le contenu en fossiles des dépôts, est artificielle au moins à un certain degré et, partant, assez arbitraire et, en elle-même, d'un intérêt scientifique secondaire; seulement, une classification de cette sorte est rendue nécessaire pour des raisons pratiques. Dans ces circonstances il est tout naturel qu'on n'adopte pas volontiers les changements tant soit peu importants d'une classification donnée et généralement admise; il faut, nous l'avons dit déjà, être conservateur dans cet ordre d'idées. Et ce conservatisme, on l'a pratiqué jusqu'ici. En voici un exemple frappant: Alors qu'on avait trouvé la première *Archaeopteryx* dans le dépôt supérieur du système jurassique, on n'a pas fait le raisonnement suivant: dans ce dépôt se présente pour la première fois dans l'histoire du globe terrestre un représentant de la classe des oiseaux; il faudra donc établir une limite ici et faire monter la partie supérieure du système jurassique dans le système crétacé. Au contraire, on est allé en sens inverse: on a maintenu la limite donnée d'avance, et on s'est borné à noter le fait que la classe des oiseaux datait de plus loin qu'on ne l'avait cru jusque-là, apparaissant déjà dans la section supérieure de la période jurassique. Il en a été tout de même lors de la découverte des plus anciens restes de mammifères dans les dépôts supérieurs du système triassique.

C'est une affaire toute différente, bien entendu, si l'on arrive à

établir un parallèle sûr entre les dépôts daniens et les dépôts du Tertiaire inférieur; dans ce cas, le terme de »Danien« n'aura plus sa raison d'être comme dénomination d'un étage spécial, et tous les dépôts daniens seront à rapporter au Paléocène. Mais si vraiment il se trouvait que le »Danien« et le »Paléocène« coïncident de point en point, il faudrait pourtant donner la préférence à la première de ces dénominations étant donné qu'elle possède la priorité.

Dans les pages suivantes nous étudierons de plus près la question du placement géologique du Danien; partant d'une recherche sur la délimitation et la faune de l'étage daniens en Danemark nous parlerons ensuite des équivalents étrangers de l'étage, et des rapports du Danien et du Paléocène.

2. Délimitation de l'étage Danien en Danemark.

Dans notre pays il semble y avoir accord sur la limite inférieure de l'étage daniens, du côté du Sénonien, tous les auteurs modernes ayant sanctionné la limite indiquée par moi (30, pp. 53 à 62) immédiatement au-dessus de la Craie blanche ou de la couche supérieure, durcie, de cette formation, le Calcaire à Cérithes. Cette limite se voit le mieux à la falaise de Stevns (Stevns Klint). Ces dernières années on a vu faire la remarque que la limite n'était pas distincte partout dans la falaise; sans vouloir ici entrer plus avant dans cette question je me bornerai à soutenir que, d'après ma connaissance des choses, — et, en pratique, j'ai observé la limite à travers toutes les parties de la falaise où la superposition se fait connaître — il n'y a nulle part de grandes difficultés à trouver la limite; seulement, il faut être attentif au fait que, en certains endroits, c'est le Calcaire à Cérithes, en d'autres endroits, le Calcaire à Bryozoaires qui forment la portion inférieure de la partie surplombante de la falaise, circonstance qui tient probablement à l'apparition variable de l'Argile à Poissons. Le fait que dans le Calcaire à Bryozoaires on a trouvé des couches (30, p. 73; 24, p. 27; 27, p. 9) ressemblant jusqu'à un certain degré au Calcaire à Cérithes, ne peut pas, naturellement, rendre douteuse la limite entre le Sénonien et le Danien, la faune de ces couches étant nettement daniens; mais je ne trouve pas la désignation de »Calcaire à

Cérithes» bien appropriée à ces couches encore. En un certain sens on peut, bien entendu, se servir de cette désignation pour tout calcaire renfermant des cérithes; mais il est malaisé de le faire pour deux calcaires d'âge différent dans une même coupe, à moins de s'en servir seulement comme expression d'une notion purement pétrographique, ce qu'on n'a pas fait jusqu'ici. M. K. BRÜNNICH NIELSEN a introduit le terme de »Krabbelaget« (Couche à Crabes) pour ces couches du Calcaire à Bryozoaires dont nous parlons, et à mon sens il n'y a pas d'objection à faire à cette désignation.

Auparavant (30, pp. 71 à 72) j'ai déjà eu l'occasion de démontrer que FORCHHAMMER a indubitablement raison en faisant remarquer que dans la vieille carrière à Eerslev dans l'île de Mors on trouve des conditions analogues à celles de la falaise de Stevns; ici encore il y a une limite nette entre le Sénonien et le Danien. Pendant ces dernières années on a également eu l'occasion d'observer cette superposition dans d'autres localités en Jutland, mais c'est seulement dans une de ces localités, Hulemølle près de Voxlev, à 3 km au sud-est de la ville de Nibe, qu'une recherche détaillée a été entreprise. MM A. JESSEN et H. ØDUM (20) font connaître que la coupe présente, en bas, de la Craie blanche superposée par une couche d'argile (à 73 p. c. de Ca C O_3), épaisse de 2 à 8 cm, couche nettement délimitée par le bas, du côté de la Craie blanche, tandis que, vers le haut, il y a transition graduelle en une couche de craie grisâtre, d'une puissance d'environ 2 m, qui, pour des raisons essentiellement faunistiques, est désignée comme couche de transition au Calcaire à Bryozoaires superposé. Lors d'une courte visite que j'ai faite en 1921 à cette localité en compagnie des auteurs du mémoire sus-nommé et de M. le directeur VICTOR MADSEN, je me suis noté que la limite entre la craie grisâtre et le Calcaire à Bryozoaires est distincte et constituée d'une couche de silex. La recherche beaucoup plus approfondie entreprise par MM JESSEN et ØDUM les a amenés, au contraire, à la conclusion que cette limite est loin d'être distincte (20, p. 12), la portion inférieure du Calcaire à Bryozoaires formant encore un calcaire mou, dense, et pauvre en bryozoaires, tandis que le Calcaire à Bryozoaires typique ne se trouve qu'à 30 ou 40 cm au-dessus de la couche de silex. Les spécimens rapportés par les deux auteurs, spécimens que j'ai eu l'occasion d'examiner, confirment en une certaine mesure leur manière de voir; je tiens pourtant à rendre attentif au fait que, dans la falaise de Stevns, on voit souvent aussi que la partie inférieure d'un banc de »Limsten« (Calcaire danien à Bryozoaires) est plus dense et compacte que la supérieure. Le dépôt de transition (la craie grisâtre) ne renferme malheureusement que relativement peu de fossiles; toutefois M. ØDUM est d'avis que la faune lui suffit pour établir qu'au point de vue

faunistique le dépôt forme transition entre le Sénonien et le Danien (pp. 52 à 54); dans le bas du dépôt on trouve, en effet, une pure faune de la Craie blanche, tandis que dans la partie supérieure du dépôt il y a, outre des espèces communes au Sénonien et au Danien, une seule espèce purement sénonienne et, pour le reste, des espèces connues seulement du Danien. Toutefois le nombre de ces dernières espèces n'est, à proprement parler, que de 3: *Tylocidaris vexillifera*, *Echinocorys sulcatus* et *Argiope faxensis*. La première de celles-ci n'est représentée que par une radiole très défectueuse, dont la détermination paraît cependant ne laisser aucun doute; et, seul, un fragment d'une valve dorsale sert de base à l'indication d'*Argiope faxensis*. Pour autant que cette radiole et cette valve, que j'ai eu l'occasion d'examiner, appartiennent à des espèces connues auparavant de dépôts crétacés du Danemark, je ne puis que confirmer l'exactitude de la détermination faite par M. ØDUM. Il en est de même pour l'unique exemplaire d'*Echinocorys sulcatus* provenant du dépôt de transition. Nous voici donc en présence d'un dépôt renfermant dans sa partie supérieure 3 espèces daniennes, et à côté de ces espèces M. ØDUM a trouvé une espèce spéciale au Sénonien, *Dorocidaris subvesiculosa*. En conséquence de cela MM JESSEN et ØDUM considèrent le dépôt comme un terme de passage, où il est impossible, partant d'un point de vue faunistique, d'établir une limite nette entre le Sénonien et le Danien. Ceci est d'autant plus frappant que, à d'autres égards, les conditions à Hulemølle se rapprochent assez de celles de la falaise de Stevns et d'Eerslev. Peut-être qu'une recherche détaillée des autres localités jutlandaises, où il est à présumer que la superposition se prête à l'examen, pourra mieux élucider la question. Les recherches faites à Hulemølle nous ont montré, cependant, que la période de transition de l'époque sénonienne à l'époque danienne a donné lieu à des changements hydrographiques considérables dans cette contrée aussi bien qu'ailleurs.

En Scanie on n'a pas eu l'occasion, pour autant que je sache, d'observer directement la superposition du Danien sur la craie. Mais qu'il semble y avoir une lacune ici encore, c'est ce qui ressort d'une lettre (28, p. 54) à M. K. BRÜNNICH NIELSEN de M. le professeur K. A. GRÖNWALL, qui fait connaître qu'il y a différentes localités dans la contrée située au nord de la ville d'Ystad où les dépôts daniens paraissent au jour, et que l'examen de sondages l'a mis à même de suivre la limite entre le Sénonien et le Danien et de constater que cette limite est une limite de superposition; qu'enfin la nature pétrographique des roches amène spontanément à la pensée que la limite entre le Sénonien et le Danien se trouve ici en connexion avec un soulèvement du sol.

Dans cet ordre d'idées on peut encore faire remarquer que les

quelques sondages qui en Danemark ont été poussés à travers le Danien jusque dans le Sénonien, n'ont pas fourni d'éclaircissement sur les conditions existant au point de transition entre les deux étages. Il est à présumer qu'un tel éclaircissement ne s'obtiendra qu'au moyen de forages à la couronne; les sondages en question ont été pratiqués autrement.

En ce qui concerne la limite supérieure du Danien en Danemark il y a eu, jusqu'en ces derniers temps, un accord presque complet là-dessus, après que MM VON KOENEN (23, p. 883) et GRÖNWALL (10, p. 71) eurent démontré que le Sable vert de Lellinge, rapporté autrefois au Danien, serait à grouper, d'après sa faune, avec le Paléocène à l'usine à gaz »Vestre Gasværk« à Copenhague et, par conséquent, à classer dans le Tertiaire. Dans plusieurs mémoires sur nos dépôts crétacés supérieurs et tertiaires inférieurs (voir notamment 12, p. 44) M. GRÖNWALL a soutenu qu'il fallait établir la limite entre le Crétacé et le Tertiaire immédiatement au-dessous des dépôts susnommés. On considérait alors comme section supérieure du Danien le dépôt nommé Calcaire à Crania, qui n'était connu pourtant que de la partie est de Seeland (depuis Copenhague jusqu'à la contrée autour de la ville de Køge). Ce n'est que depuis quelques années qu'on a trouvé en Jutland des localités où le rapport entre le Danien et le Paléocène se laisse observer; nous reviendrons plus tard à cette question.

Sur la délimitation du Danien en Danemark (et en Scanie) il y a donc eu pendant longtemps un accord à peu près unanime. Toutefois, cet accord n'existe plus en tant qu'il s'agit de la limite supérieure du Danien; par contre, il ne semble pas y avoir de divergence quant à la limite inférieure. On a même vu qu'on est allé jusqu'à alléguer que tout ce que nous avons regardé jusqu'ici comme formant l'étage supérieur du Crétacé, l'étage danien, serait à rapporter au Tertiaire et à désigner comme une section de l'étage paléocène, et l'on veut même adjoindre notre Danien à des dépôts paléocènes connus depuis longtemps, attribuant au Danien le même âge qu'à ces dépôts. Nous procéderons maintenant à une critique des raisons citées en faveur de ces vues nouvelles, en nous occupant, pour le moment, essentiellement du Danien en Danemark et en Scanie. Nous examinerons ensuite dans quelle mesure les résultats auxquels nous nous arrêterons, concordent avec les conditions qui se présentent dans d'autres pays où l'on a cru pouvoir indiquer des dépôts correspondant à notre Danien.

Dans l'introduction nous avons déjà fait remarquer que c'est surtout M. A. DE GROSSOUVRE qui a fait naître la discussion sur le placement du Danien à laquelle nous y avons fait allusion. Déjà en 1897 il publia un petit mémoire sur la limite entre le Crétacé et le Tertiaire (7), où il se fit le défenseur d'un déplacement du Danien du Crétacé au Tertiaire; et ce point de vue, il l'a approfondi en quelque mesure

dans son grand travail bien connu sur le Crétacé supérieur (8). Je n'entrerai pas ici dans le détail de cet ouvrage, étant donné que M. K. BRÜNNICH NIELSEN (28) a publié, il y a quelques années, un ample compte-rendu (partiellement sous la forme d'une traduction) du chapitre qui traite de la question qui nous occupe ici; et bien que ce compte-rendu renferme certains malentendus et quelques fautes d'impression ou d'écriture de nature à vous désorienter, il est satisfaisant pour le fond, et je me bornerai donc à y renvoyer mes lecteurs danois. Je ferai seulement ressortir ici que M. DE GROSSOUVRE trouve de la difficulté à décider si notre Danien est plus âgé que le Montien, ou qu'il équivaut à cet étage. Mais ce qui lui procure de la difficulté ici, c'est le fait qu'alors on comptait encore le Calcaire à Cérithes, à la faune sénonienne, simplement dans le Danien, ou bien on le considérait au moins comme une couche de transition. Toutefois il regarde comme certain que notre Danien se rapporte au Tertiaire, et dans un travail postérieur (9, p. 326) il dit que le Danien et le Montien sont équivalents, et qu'il faut donner la priorité à la désignation de »Danien«.

La question du placement du Danien fut bientôt de nouveau soumise à la discussion, cette fois par A. HENNIG (18, pp. 133 à 159), sur la base de la faune connue jusqu'alors du Danien de la Scanie et du Danemark. Mais comme il rapporte le Calcaire à Cérithes au Danien, la base de ses considérations faunistiques n'est pas tout à fait correcte, et je ne ferai donc que mentionner qu'il désigne la faune du Danien comme une faune de transition, dans laquelle le pour-cent des formes purement sénoniennes excède de beaucoup celui des types tertiaires, de même aussi que le caractère général des formes spéciales au Danien est plus souvent crétacique que tertiaire. Par conséquent il regarde cette faune transitoire comme plus intimement apparentée au règne animal du Sénonien qu'à celui du Tertiaire inférieur; et il est d'avis que le Danien baltique doit être rapporté plutôt au Crétacé qu'au Tertiaire. C'est au même résultat que s'est arrêté M. GRÖNWALL (11, pp. 223 à 28), qui s'était occupé du Calcaire à Crania et de nos dépôts paléocènes. Dans mon travail (30, pp. 431 et 32) sur nos mollusques crétacés j'ai également effleuré la question, et j'ai cru devoir me rallier au point de vue des deux auteurs cités en dernier lieu, tout en rendant attentif au fait que la lacune indiquée alors entre le Sénonien et le Danien dans la falaise de Stevns, pouvait servir d'appui à l'avis contraire; et en même temps j'ai accentué que la solution du problème exigerait d'abord une recherche plus complète de la faune du Danien.

Des recherches faites surtout par MM K. BRÜNNICH NIELSEN et A. ROSENKRANTZ ont fait augmenter considérablement la connaissance de la faune de notre Danien, et M. BRÜNNICH NIELSEN (28) a donc

repris la question du placement géologique du Danien pour la soumettre à une nouvelle discussion. C'est surtout par une recherche assez détaillée de la faune qu'il arrive à la conclusion que M. DE GROSSOUVRE a raison, et il place donc notre Danien comme étage inférieur du Tertiaire. Dans un travail de date plus récente (29) il fait un pas de plus, rapportant tout notre Danien (y compris le Calcaire glauconieux de Lellinge), qu'il a divisé en deux sections (Danien inférieur et D. supérieur), à l'étage paléocène.

Dans son travail sur le *Calcaire à Crania* au port sud de Copenhague (32) M. ROSENKRANTZ démontre que le Calcaire à Crania se laisse diviser en deux sections séparées par une lacune, sections qu'il désigne respectivement comme Calcaires à Crania inférieur et supérieur. Qu'il y eût une telle lacune à cet endroit de la série des dépôts, les recherches du calcaire au port de Copenhague près de »Larsens Plads« l'avaient déjà fait reconnaître, mais on rapportait alors au *Calcaire de Saltholm* les dépôts désignés par M. ROSENKRANTZ comme Calcaire à Crania inférieur. La même division en Calcaires à Crania inférieur et supérieur se trouve également dans le mémoire de M. BRÜNNICH NIELSEN mentionné en dernier lieu, qui a paru à peu près en même temps, et les deux auteurs sont d'accord pour considérer le Calcaire à Crania supérieur comme un conglomérat de base à des dépôts plus récents. De même que M. BRÜNNICH NIELSEN, M. ROSENKRANTZ rapporte tout notre Danien au Paléocène, et il attribue à la lacune une telle importance qu'il en fait la limite supérieure du Danien et, en même temps, la limite entre le Paléocène inférieur et le moyen.

Un classement différent se trouve dans un grand mémoire (16) de M. POUL HARDER, dans lequel l'auteur expose les résultats de ses recherches provisoires sur les dépôts à Sundkrogen (partie septentrionale du port de Copenhague) et leur faune; il y ajoute une série de remarques sur nos dépôts daniens et paléocènes. Il rapporte, lui aussi, le Danien au Paléocène, et il va même plus loin encore, en tant qu'il essaie d'établir un parallèle entre le Danien et les différentes sections des dépôts paléocènes trouvés à l'étranger. Il divise notre Danien en 3 sections, dont l'inférieure correspond au Danien inférieur de M. BRÜNNICH NIELSEN, et conserve cette désignation. Le Danien supérieur de M. BRÜNNICH NIELSEN, il le fait diviser, par la lacune mentionnée plus haut, en deux sections: le Danien moyen et le supérieur, et à ce dernier il ne rapporte pas seulement le Calcaire à Crania supérieur et le Sable vert de Lellinge mais encore l'Argile de Kerteminde. A propos des dépôts à l'usine à gaz Vestre Gasværk à Copenhague et des dépôts contemporains à Sundkrogen il dit qu'ils sont à considérer comme dépositions purement locales, qui pourraient être de même date que son Danien moyen; mais cette indication d'âge, il

ne la considère que comme hypothétique, la seule chose qu'on puisse en dire avec certitude étant qu'ils ne sont ni antérieurs au Danien moyen ni postérieurs à l'Argile de Kerteminde. Dans sa tentative de faire le parallèle de nos dépôts et des dépôts paléocènes de l'étranger il juxtapose son Danien inférieur au Montien (Paléocène inférieur) et le Danien moyen et supérieur au Thanélien (Paléocène moyen).

En ce qui concerne l'ordre de succession de nos dépôts crétacés supérieurs et nos dépôts tertiaires inférieurs il semble que, dans les grands traits, il n'y a pas de divergence considérable entre les trois auteurs. La discorde se fait jour, par contre, dès qu'il s'agit de ranger les dépôts dans les différentes parties du Paléocène. Toutefois, M. BRÜNNICH NIELSEN ne s'y est pas essayé du tout, et il est probable que ni l'un ni l'autre des deux autres auteurs n'entendent qu'on interprête leurs essais autrement que comme résultats provisoires nécessitant de nouvelles recherches et considérations. Comme ces résultats provisoires présentent un certain intérêt, je les ai placés côte à côte dans le tableau synoptique ci-après, pour faire ressortir les divergences de vue¹⁾. Dans l'extrême colonne à gauche on trouvera cités, entre autres, un nombre de dépôts constituant le total du Danien supérieur de M. BRÜNNICH NIELSEN; ils correspondent, pour l'essentiel, à l'aperçu qu'il en donne dans celui de ses mémoires que nous avons nommé en dernier lieu. Il y fait remarquer que ces dépôts n'indiquent que des facies différents et que, par conséquent, leur ordre de succession (dans le tableau) ne nous dit rien sur l'âge respectif des différents dépôts; il croit, toutefois, que le Calcaire glauconieux (probablement en commun avec l'Argile de Kerteminde) sera à considérer comme le plus récent des dépôts daniens. Comme ce dépôt se voit en différents endroits reposant directement sur le Calcaire à Crania, celui-ci pourra être regardé — au moins dans ces localités — comme l'avant-dernier en âge des dépôts daniens²⁾.

¹⁾ Pour faciliter la comparaison, je ne me suis pas toujours servi exactement des mêmes désignations que les trois auteurs.

²⁾ En adoptant, ici et dans la suite, la subdivision, choisie par M. BRÜNNICH NIELSEN, du Danien en une section inférieure et une supérieure, je n'entends pas par là approuver cette division, qui est basée sur des différences des éléments faunistiques. Ces différences ne me paraissent pas assez grandes pour qu'elles ne puissent être le fait d'une petite différence de facies. Une décision de cette question exigerait sans doute des collections beaucoup plus systématiques de matériaux des différentes localités que celles qui ont été faites jusqu'ici; il serait à souhaiter également qu'on pût, dans une des nombreuses localités de dépôts daniens, indiquer une superposition des deux sections supposées du Danien. A la vérité, on croit en avoir démontré une à Skillingbro (à mi-chemin, à peu près, entre les villes de Hobro et Aalborg en Jutland); mais ici, les deux sections appartiennent chacune à son facies, de sorte qu'il n'y a malheureusement pas non plus ici de preuve certaine.

	K. BR. NIEL- SEN 1920	A. ROSEN- KRANTZ 1920	POUL HARDER 1922	
Argile plastique			Paléoc. sup. (Lon- dinien)	»Argile de Lillebelt«
Argile de Kerteminde Argile de Vestre Gasværk Sable vert	périeur (Con- glomé- rat basal)	Paléocène moyen	moyen titen)	»Argile de Kerteminde«
Calcaire supérieur à Crania				»Sable vert de Lellinge«
		Lacune	Lacune	
Calcaire inférieur à Crania Calcaire supérieur à Cocolithes Calcaire supérieur à Bryozoaires Calcaire à Foraminifères Calcaire à Coralliaires	Danien su- périeur	Paléocène inférieur Danien supérieur	Paléocène (Thané- mien)	»Calcaire de Saltholm« (Formations locales : Calcaire de Faxø et ? formation de Sundkrogen)
Calcaire inférieur à Bryozoaires Calcaire inférieur à Cocolithes	Danien inf.	Danien inf.	Paléocène inf. (Montien)	»Calcaire de Rødvig«
	Lacune	Lacune	Lacune	
Craie blanche	Sénonien	Sénonien	Sénonien	

Comme on aura vu, il y a une discordance assez remarquable entre les trois auteurs, lorsqu'il s'agit de subdiviser les dépôts situés au-dessus du Danien inférieur. Ce que M. HARDER appelle le moyen Danien, est désigné par M. ROSENKRANTZ comme le Danien supérieur, et

par M. BRÜNNICH NIELSEN comme une partie du Danien supérieur. Ils s'accordent tous les trois pour rapporter le Danien au Paléocène, mais sur la subdivision de celui-ci les opinions de MM HARDER et ROSENKRANTZ sont assez divergentes. Nous verrons maintenant que je ne puis me rallier au point de vue d'aucun des trois auteurs.

La solution du problème de la limite entre le Crétacé et le Tertiaire en Danemark se trouve, selon moi, rattachée au dépôt ou, pour mieux dire, aux dépôts désignés jusqu'ici par le terme de »Calcaire à *Crania*«.

Tout d'abord, le »Calcaire à *Crania*« était un terme de musée pour désigner le Calcaire conglomératique bien connu du port de Copenhague (»Larsens Plads«). Plus tard, M. GRÖNWALL réunit ce dépôt avec d'autres dépôts supposés contemporains, sous la désignation de »Zone à *Crania tuberculata*«, désignation qui, plus tard encore, céda de nouveau — pour plus de facilité — la place à l'ancien terme de »Calcaire à *Crania*«. Déjà à cette époque on savait que le conglomérat de »Larsens Plads« était séparé par une lacune du Calcaire de Saltholm sous-jacent, mais on n'a évidemment pas attribué une très grande importance à cette lacune. Même dans ses recherches de date plus récente M. BRÜNNICH NIELSEN, qui s'en tient, il est vrai, presque exclusivement aux fossiles, fait à peine directement mention de cette lacune entre ce que M. ROSENKRANTZ a appelé »Calcaire à *Crania* inférieur« et »C. à C. supérieur«; il fait remarquer, toutefois, que le Calcaire à *Crania* supérieur s'explique facilement comme conglomérat de base au sédiment naissant de sable vert (29, p. 13).

M. ROSENKRANTZ, nous l'avons déjà dit, attribue une grande importance à cette lacune, en tant qu'elle constitue, pour lui, la limite supérieure du Danien et, par là encore, la limite entre le Paléocène inférieur et le moyen, bien qu'il pense que la période écoulée entre la déposition des deux sortes de Calcaire à *Crania*, ait été sans doute de relativement courte durée. C'est sa recherche sur la faune qui lui a inspiré cette manière de voir; cette recherche, en effet, l'a amené à la conclusion que la faune est essentiellement pareille dans les deux dépôts. C'est là un point de vue, cependant, qui est sujet à caution.

M. HARDER aussi est attentif à l'importance de la lacune, pour autant qu'il en fait la limite entre son »Danien moyen« et »Danien supérieur«; néanmoins, et malgré la lacune interposée, il réunit ces deux sections dans le Paléocène moyen (Thanétien). Cela est justifiable, bien entendu, pourvu qu'on puisse démontrer que les deux sections correspondent au Thanétien de l'étranger; mais s'il s'agissait d'établir un classement de nos dépôts sans égard aux conditions existant à l'étranger, on placerait certainement une limite d'étage à la lacune.

En dépit de l'importance au point de vue stratigraphique qu'on a été d'accord pour attribuer à la lacune, on est arrivé à des résultats

qui, à mon sens, doivent être considérés comme erronés; la cause en est qu'on s'est trompé sur la faune du »Calcaire à *Crania* supérieur« (ou du Conglomérat de base paléocène). Dans ce dépôt on trouve un mélange des formes crétacées et tertiaires. Les premières de celles-ci sont originaires, au moins partiellement, de dépôts antérieurs, dont elles ont été charriées au cours de la sédimentation du Calcaire à *Crania* supérieur; c'est là un fait que M. BRÜNNICH NIELSEN n'a sans doute pas su apprécier suffisamment, bien que M. GRÖNWALL y eût déjà rendu attentif. M. ROSENKRANTZ, par contre, discute la question et parle de la difficulté qu'il y a à discerner, dans ces dépôts, entre les fossiles en couche primaire et les fossiles en couche secondaire. Ainsi il fait remarquer qu'il est possible qu'une partie des fossiles du Calcaire à *Crania* supérieur se trouvent en couche secondaire, mais il y en a un certain nombre qui sont tellement bien conservés qu'il est à supposer que les animaux en question aient vécu en commun avec les formes paléocènes (32, p. 64), *bien qu'il ne soit pas possible d'en fournir une preuve décisive*¹). Cette remarque ne renferme-t-elle pas, au fond, l'aveu qu'il est impossible de discerner avec certitude entre les »fossiles crétacés« et les »fossiles tertiaires« de ce dépôt?

Il ressort également du compte-rendu que M. HARDER a donné de ses recherches provisoires sur les dépôts fossilifères au port nord de Copenhague (»Sundkrogen«), quelle difficulté il peut y avoir à décider si l'on a affaire à des fossiles en couche primaire ou en couche secondaire (16, pp. 24 à 30). Dans le sable glauconieux, que M. HARDER considère, sous ce rapport, comme la couche inférieure, on a trouvé une faune très riche. Le sable glauconieux est, en lui-même, une roche un peu transformée, mais les fossiles n'en sont guère influencés, quelques-uns même n'ont pas subi de transformation; mais une grande quantité d'entre eux, surtout parmi les grandes formes, sont pourtant roulés et, dans ce nombre, beaucoup ont une teinte verte prononcée. Il fait remarquer encore (16, p. 25) que plus de la moitié de la partie grossière du résidu de lavage se compose de morceaux roulés, et qu'on est frappé par le fait de trouver, parmi ceux-ci, une quantité de formes connues d'abord du Calcaire de Salt-holm, p. ex. articles de Crinoïdes, fragments d'Echinides, tubes de *Ditrupe*, morceaux de *Crania tuberculata* et *Terebratula lens* etc. Il ajoute à cela qu'à première vue on pourrait être porté à croire peut-être que cette partie de la faune se trouvait en couche secondaire, mais qu'un examen un peu plus attentif des fossiles fera voir déjà qu'une telle conclusion serait trop hâtée. Dans une note accompagnant cet exposé il émet l'avis qu'on a souvent attaché trop d'importance à la

1) Souligné par l'auteur du présent mémoire.

présence des fossiles *roulés* et qu'on a été trop porté à y voir des éléments originaires de dépôts antérieurs; il trouve tout naturel que même les coquilles d'animaux »contemporains« qui sont enfouies dans du sable déposé dans une eau en mouvement, puissent, en beaucoup de cas, devenir roulées et usées avant de se trouver définitivement en repos. Ceci est sans doute vrai, mais alors il devra être admis de soutenir, d'autre part, que les coquilles charriées de formations antérieures ne porteront point nécessairement des traces sensibles d'avoir été roulées ou usées avant d'être couvertes de nouveau. Il en est évidemment de même pour la teinte verte si commune aux fossiles roulés et dont on ignore probablement l'origine. M. HARDER note qu'une teinte forte ne se trouve qu'aux fossiles très usés, sans que tous ceux-ci pourtant soient teintés, tandis qu'on peut trouver des morceaux qui, sans être usés, sont cependant verts. L'usure, de même que l'intensité de la coloration, peuvent différer beaucoup dans les matériaux d'une seule et même espèce; la coloration peut servir à diviser les matériaux de chaque espèce en particulier, mais elle les divise ailleurs que ne le font les marques de l'usure. Il aboutit à ce résultat que ni l'état roulé ni la coloration ne peuvent servir de preuve que les fossiles en question se trouvent en couche secondaire. Ceci est évidemment juste; mais il sera également juste de soutenir que ni l'état non roulé ni le manque de coloration ne prouvent que les fossiles se trouvent en couche primaire. M. HARDER se borne cependant à dire qu'il n'est pas tout à fait impossible que certaines choses *puissent* provenir de dépôts antérieurs, bien qu'il ne soit pas probable. Cette remarque me paraît beaucoup trop indécise, et il me semble aussi que ses remarques suivantes sur l'état de conservation des Echinodermes auraient pu justifier, en une certaine mesure, une plus grande précision dans les termes. Ainsi, en parlant des Crinoïdes il dit qu'il sera possible, peut-être, de faire la preuve qu'une partie des articles de la tige des Crinoïdes se trouvent en couche secondaire. Pour les plaques d'Astérides il en est de même. En ce qui concerne les Echinides il n'exclut pas non plus la possibilité qu'une partie en se trouvent en lit secondaire. Ce n'est donc nullement un nombre insignifiant d'Echinodermes dont on dit qu'ils sont peut-être originaires de dépôts antérieurs.

Il y a un phénomène particulier qu'il faut encore citer ici. M. HARDER fait remarquer que de beaucoup la plus grande part de Gastéropodes du sable glauconieux sont conservés à l'état tout à fait frais, ce qui, d'après lui, peut être dû au fait qu'il se trouve souvent dans une coquille un peu d'air, ce qui fournit plus de flottabilité, pour ainsi dire, à la coquille (16, p. 25). Je crois que ce phénomène s'expliquera plutôt, si l'on admet que ces fossiles se trouvent ici en couche primaire; il n'est guère admissible qu'ils proviennent de dépôts daniens,

les Gastéropodes étant très rares dans ces dépôts, exception faite pour le Calcaire de Faxé, et de celui-là on n'a pas trouvé trace dans les environs de Sundkrogen.

A propos des fossiles de la couche supérieure de Sundkrogen, l'argile brun foncé, M. HARDER fait remarquer (16, p. 30) qu'ils se distinguent par leur excellent état de conservation. On ne trouve que très rarement des fragments roulés et teints en vert, et ceux-ci, on peut les considérer peut-être comme se trouvant en couche secondaire, pour autant qu'il soit admissible qu'ils proviennent d'un sable glauconieux déjà déposé auparavant et qui aura pu, en un endroit très rapproché, être exposé à une érosion, due p. ex. à un courant d'eau devant l'embouchure d'une rivière ou au mouvement des vagues sur une côte à eau très basse. A la vérité, on ne peut pas nier absolument qu'il ne soit possible que ces fossiles aient été charriés de dépôts tout à fait nouveaux, au sens géologique du mot, mais cela me paraît cependant très peu probable, étant donné que les dépôts de Sundkrogen sont à regarder, sans doute, comme formés au cours d'un affaissement continu du fond de la mer, affaissement qui a dû empêcher toute érosion des dépôts déjà formés. Il est évidemment beaucoup plus probable que ces fossiles proviennent des mêmes dépôts antérieurs qui ont fourni les fossiles charriés qui se trouvent dans le sable glauconieux. Qu'ils soient choses si rares dans l'argile peut être attribué au fait que la côte se sera éloignée davantage et que la profondeur de la mer aura augmenté depuis la sédimentation du sable glauconieux.

Ceci dit, j'ai à rendre compte maintenant des circonstances qui m'ont notamment porté à soutenir décidément que la plupart, et même peut-être l'ensemble, des »fossiles crétacés« du »Calcaire à Crania supérieur« du port sud aussi bien que des dépôts de Sundkrogen se trouvent en couche secondaire. Le Calcaire à Crania inférieur du port sud, considéré par M. ROSENKRANTZ comme formé dans une eau assez basse, se rapporte nécessairement à un tout autre facies que le Calcaire à Crania supérieur, dont M. ROSENKRANTZ fait remarquer que, à en juger de sa nature, il est décidément une formation de basse eau. Malgré ce changement de facies il y a, d'après M. ROSENKRANTZ, jusqu'à 42 des 97 espèces du Calcaire à Crania inférieur qui aient pu survivre aux changements des conditions vitales; lorsque, après l'émergence, la mer a fait irruption de nouveau, ces espèces l'ont suivie et ont de nouveau pris possession de leurs anciennes demeures, bien que les conditions fussent tout autres qu'auparavant. Mais la plupart des espèces (55) n'ont pourtant pas été capables de s'accommoder aux conditions modifiées. Il est intéressant, toutefois, de rechercher quelles sont les espèces dont il s'agit ici. Il y a d'abord 39 espèces de Bryo-

zoaires; de plus *Dentalina* sp. (dont on a trouvé 7 exemplaires dans le Calcaire à Crania inférieur), *Pentacrinus divergens* (Calcaire à Crania inférieur: 1 article de la tige), *Antedon* sp. (Cr. inf^r: 3 plaques), *Pycinaster crassus* (Cr. inf^r: 1 plaque), *Chomaster acules?* (Cr. inf^r: 1 plaque), *Zophidiaster pygmaeus* (Cr. inf^r: 12 plaques), plaques d'Ophiur (Cr. inf^r: 5 plaques), *Brissopneustes suecicus* (Cr. inf^r: 2 expl^s), *Serpula conulus* (Cr. inf^r: quelques expl^s), *Serpula* sp. (Cr. inf^r: 7 exempl^s), *Avicula (Oxytoma) n. sp.* (Cr. inf^r: 1 valve), *Pecten inversus?* (Cr. inf^r: 5 valves), *P. tessellatus?* (Cr. inf^r: 2 valves), *Spondylus* sp. (Cr. inf^r: 1 valve), *Natica* sp. (Cr. inf^r: 3 exempl^s) et *Nautilus Bellerophon* (Cr. inf^r: 6 expl^s). Comme on le voit, il s'agit ici presque exclusivement de petites espèces ou d'espèces qui ne se présentent que rarement dans le Calcaire à Crania inférieur. Parmi les espèces » survivantes«, par contre, se trouvent presque toutes les grandes espèces du Calcaire à Crania inférieur et, en outre, un certain nombre de petites espèces de celles qui se trouvent fréquemment dans le Calcaire à Crania inférieur. D'après les indications de M. ROSENKRANTZ, sur le nombre de 42 espèces » survivantes«, 12 ont été trouvées très fréquemment, 5 fréquemment, 1 assez fréquemment, et encore 3 dans un nombre dépassant 10 exemplaires, dans le Calcaire à Crania inférieur, et parmi celles-ci se trouvent justement différentes petites espèces. Nous trouvons donc dans le Calcaire à Crania supérieur pour ainsi dire toutes les espèces que nous pouvions nous attendre à trouver après un remaniement du Calcaire à Crania inférieur. En d'autres termes: nous trouvons dans le Calcaire à Crania supérieur la faune du Calcaire à Crania inférieur; à celle-ci s'ajoute, en outre, un certain nombre d'espèces qu'on peut, avec un degré de probabilité plus ou moins grand, identifier avec des espèces du Paléocène de Vestre Gasværk. La faune du Calcaire à Crania inférieur aurait donc (probablement dans son ensemble) été en mesure de retourner après l'émersion pour continuer à vivre dans les conditions modifiées. Je dois dire qu'il me paraît inconcevable qu'une faune entière puisse posséder une telle faculté d'accommodation, et je ne puis que soutenir que tous (ou presque tous) les » fossiles crétacés« du Calcaire à Crania supérieur ont été charriés du Calcaire à Crania inférieur.

Ma connaissance de la faune des dépôts de Sundkrogen n'est pas très approfondie par des recherches personnelles, mais je ne doute pas qu'on ne puisse, pour celle-ci, faire valoir les mêmes considérations que pour la faune du Calcaire à Crania supérieur. On se trouve à Sundkrogen en présence de dépôts dont la nature pétrographique — d'après ce qu'en dit M. HARDER (16, p. 54) — montre qu'ils se sont déposés dans des conditions assez différentes de celles qui ont régné lors de la déposition du Calcaire de Saltholm. Il y a donc différence

de facies entre les dépôts de Sundkrogen et le Calcaire de Saltholm, et néanmoins il y a une telle ressemblance entre le contenu en fossiles des deux assises que, de l'avis de M. HARDER, l'examen définitif des matériaux fera voir sans doute que la plupart des fossiles au test en calcite des dépôts de Sundkrogen appartiennent à des espèces qui se trouvent dans le Calcaire de Saltholm, bien qu'il y ait quelques espèces nouvelles et que, d'autre part, quelques-unes des espèces spéciales au Calcaire de Saltholm ne s'y trouvent pas (16, pp. 53 et 54). Ici encore je trouve très peu vraisemblable que les »espèces crétacées« aient pu vraiment continuer à vivre dans des conditions passablement différentes — pour ne pas dire davantage — de celles où elles avaient vécu auparavant.

Il faut encore noter comme une chose très frappante qu'aucune de toutes ces »espèces crétacées«, qui auraient été à même de survivre aux modifications des conditions vitales mentionnées plus haut, ne se trouve dans les dépôts à Vestre Gasværk, qui sont à considérer comme une continuation immédiate du Calcaire à Crania inférieur du port sud et probablement aussi des dépôts de Sundkrogen.

On comprendra de ce qui précède pourquoi je considère comme extrêmement difficile, pour ne pas dire tout à fait impossible, d'arriver, par une recherche sur l'état de conservation des fossiles, à constater *avec certitude* quels sont les fossiles qui se trouvent en couche primaire et quels sont ceux en couche secondaire. M. GRÖNWALL, lui aussi, a évidemment éprouvé la même difficulté. Dans le mémoire sur le Paléocène à Klagshamn en Scanie (19, p. 8) il dit qu'il importe avant tout de partager les fossiles en ceux qui proviennent selon toute probabilité de dépôts crétacés et qui ont été les victimes de la dénudation et se présentent ainsi maintenant en couche secondaire, et ceux, d'autre part, qui appartiennent de prime abord au Paléocène; pour ce faire il faut en une certaine mesure prendre en considération l'état de conservation et, pour le reste, regarder à *ce qui est généralement connu de la faune du Danien et du Paléocène*¹⁾. Je puis me ranger sans réserve à ce point de vue, qui me paraît être le seul justifiable dans une question de cette nature, et ma critique précédente d'opinions divergentes y est bien conforme aussi. La difficulté qu'il y a donc à discerner entre les fossiles en couche primaire et les fossiles en couche secondaire nécessite une très grande prudence quant à tirer de vastes conclusions des données fournies par de tels matériaux. Si on n'est pas attentif à ce qu'il peut y avoir eu un mélange d'espèces antérieures et postérieures, on arrivera facilement à une conclusion erronée et à voir dans des dépôts comme ceux qui sont

1) Souligné par l'auteur du présent travail.

en question ici, un trait-d'union entre des dépôts qui n'ont que peu d'affinité et dont les époques de formation sont peut-être séparées par un intervalle assez important.

Les remarques qui précèdent se rattachent surtout à la littérature publiée sur le sujet. Tandis que l'occasion d'examiner de près les riches matériaux de Sundkrogen ne m'a été offerte qu'à un degré assez modeste, je possède une connaissance un peu plus détaillée des matériaux du port sud, pour autant que j'en ai pu passer en revue la partie que M. ROSENKRANTZ a remise au Muséum de Minéralogie et de Géologie de l'Université et qui constitue la base principale de son travail sur le Calcaire à Crania. Il en ressort jusqu'à l'évidence qu'on trouve dans le Calcaire à Crania supérieur des fossiles originaires du Calcaire à Crania inférieur. C'est ce que j'ai déjà fait remarquer dans ce qui précède; j'ajouterai ici que M. ROSENKRANTZ (32, p. 14) indique qu'on trouve dans le Calcaire à Crania supérieur de nombreux fragments du Calcaire à Crania inférieur, fragments qui sont souvent roulés et recouverts de glauconite. Différentes circonstances portent à croire que le calcaire dont proviennent ces fragments n'a été que très faiblement durci à l'époque où il a été exposé à l'érosion. Si tel a été le cas, on s'expliquera entre autres aussi le fait que la valve ventrale bombée d'une *Exogyra canaliculata* se trouve remplie à un des bouts avec du Calcaire à Crania inférieur et à l'autre avec du Calcaire à Crania supérieur; elle aura certainement été complètement remplie d'abord de Calcaire à Crania inférieur, mais celui-ci aura été tellement incohérent qu'une partie en aura été enlevée par l'action de l'eau et remplacée de Calcaire à Crania supérieur au moment où la mer a détaché la valve de sa couche primitive. A la localité »Larsens Plads« aussi bien qu'au port sud on a constaté qu'au moment où, après l'émersion, la mer s'est avancée de nouveau, il y avait dans le Calcaire à Crania inférieur des fissures, qui se sont remplies de Calcaire à Crania supérieur. Pour autant que je sache, on n'est pas bien fixé sur la nature de ces fissures, mais il est bien probable, sans doute, qu'elles représentent des fissures de dessèchement superficielles, et dans ce cas le calcaire aura été mou, en partie au moins, encore à cette époque.

Dans les fragments roulés de Calcaire à Crania supérieur que nous avons mentionnés, se trouvent quelques fossiles; j'ai remarqué ainsi: *Crania tuberculata*, *Plicatula Ravni*, *Exogyra canaliculata* et *Teredo* sp. Toutefois ce n'est qu'exceptionnellement que, dans le Calcaire à Crania supérieur, on trouve »les espèces crétacées« en contact avec la roche du Calcaire à Crania inférieur. Si, à l'origine, elles se sont trouvées dans le Calcaire à Crania inférieur, celui-ci a dû à l'époque de l'enlèvement, être tellement peu cohérent qu'un remaniement a pu

avoir lieu, de manière à débarasser les coquilles de matières étrangères. Nous avons dit déjà que ceci n'est nullement invraisemblable. Au cours de ses recherches M. ROSENKRANTZ a justement trouvé des parties dans le Calcaire à Crania inférieur lesquelles sont encore aujourd'hui tellement peu cohérentes qu'il désigne la roche comme une variété friable, un peu sablonneuse, qui fait penser au grès calcaire de la localité Vodroffsvej à Frederiksberg. Et le calcaire ne s'est certainement pas amolli depuis l'époque de sa sédimentation; il est plus probable de lui supposer une tendance à durcir.

Il ressortira de ce qui précède que, pour déterminer au moyen de la faune l'âge du Calcaire à Crania supérieur, il faut renoncer à tenir compte de l'ensemble des «espèces crétacées», parce qu'au moins la plupart d'entr'elles se trouvent en couche secondaire¹⁾. Il reste alors un nombre assez modeste de fossiles, dont relativement peu seulement se laissent déterminer pour l'espèce, à cause de leur mauvais état de conservation; souvent il est même impossible de les rapporter avec certitude à leur genre. Comme M. ROSENKRANTZ l'a fait remarquer, on peut se rendre compte, toutefois, qu'il s'agit ici d'une faune qui se rattache de près, probablement, à la faune paléocène à Vestre Gasværk. Aussi est-il probable que c'est à bon droit que M. ROSENKRANTZ juxtapose le Calcaire à Crania supérieur au dépôt de Calcaire glauconieux et au «dépôt graveleux», si souvent cité dans la littérature du sujet, qui se trouvait, à Vestre Gasværk, au-dessous des dépôts contenant la faune bien connue, qui a été décrite par VON KOENEN.

A Sundkrogen la faune s'est montrée beaucoup plus riche. Abstraction faite, ici encore, des «espèces crétacées» cette faune se rattache, d'après les recherches provisoires de MM. ROSENKRANTZ et HARDER, de très près à la faune de Vestre Gasværk. Pour les conditions de gisement il y a également conformité. On sait cependant qu'on n'est pas d'accord pour savoir si les dépôts fossilifères de Vestre Gasværk se trouvent à leur place primitive ou non; MM GRÖNWALL (12, p. 51; 13, pp. 119 à 121) et ROSENKRANTZ (31, p. 32) se sont prononcés pour la première de ces manières de voir, MM RÖRDAM (35, p. 36) et HARDER (16, pp. 46 et 47) pour la seconde; ce dernier va même jusqu'à dire qu'il ne peut y avoir de doute qu'ils ne se trouvent en couche secondaire. La même divergence d'opinions règne par rapport aux dépôts de Sundkrogen; M. ROSENKRANTZ y voit des dépôts fixes, tandis que M. HARDER pense qu'ils ont dû indubitablement être amenés d'ailleurs

¹⁾ Je ne ferai que mentionner ici en passant qu'un petit nombre des espèces trouvées dans le Calcaire à Crania inférieur ont été également trouvées comme appartenant sûrement à des formations postérieures, et qu'on pourra donc s'attendre à les trouver aussi en couche primaire dans le Calcaire à Crania supérieur. Je reviendrai plus tard à cette question.

par la glace quaternaire. Malheureusement on n'a pas eu l'occasion d'examiner directement une coupe complète; par un tel examen on aurait probablement pu résoudre la question. Dans l'état actuel des choses, tout ce qu'on peut dire c'est que certains faits militent en faveur d'une manière de voir et tels autres faits en faveur de l'autre. Pareillement à M. ROSENKRANTZ je considère le Calcaire à Crania supérieur du port sud et de la localité »Larsens Plads« comme conglomérat de base précisément des dépôts en question ici; c'est pourquoi je suis porté à croire que les dépôts se trouvent à leur place primitive; il se peut qu'ils se soient désajustés un peu par rapport aux couches sous-jacentes, mais un déplacement d'un endroit plus ou moins éloigné, possibilité que M. HARDER (16, p. 54) donne à entendre, me paraît peu probable, surtout pour les dépôts de Sundkrogen.

Si l'on veut établir une comparaison entre la faune du Calcaire à Crania inférieur et des dépôts qui y correspondent, et la faune qui a immigré lors de la rentrée de la mer après l'émersion, il faudra faire abstraction du Calcaire à Crania supérieur et des dépôts de base analogues, parce que leur faune est fortement empreinte des »espèces crétacées« charriées. Il faudra se borner ici à la faune de Vestre Gasværk et des dépôts supérieurs de Sundkrogen. Et on verra alors que les faunes diffèrent essentiellement. La diversité tient naturellement pour une grande part à une différence de facies, mais certainement aussi à une différence d'âge.

Il est difficile de se faire une opinion bien fondée sur la durée du laps de temps qui correspond à la lacune entre le Calcaire à Crania inférieur et le supérieur. Comme nous l'avons dit déjà, M. ROSENKRANTZ fait remarquer (32, p. 54) que cette période a sans doute été de relativement courte durée, mais il part pour cela d'un point de vue erroné, à savoir qu'il n'y aurait pas de différence essentielle entre les faunes des deux dépôts. Toutefois il y a d'autres circonstances, telles que le plan de superposition relativement égal et la consistance molle que possédait probablement encore le Calcaire à Crania inférieur, qui semblent indiquer que cette période n'aura guère pu être longue — considérée d'un point de vue géologique. Le fait que, après l'émersion, c'est une toute autre faune qui a immigré, et que les sédiments ont changé de nature à un degré assez important, pour autant que les éléments terrigènes sont arrivés maintenant à jouer un certain rôle, nous montre cependant qu'il a dû y avoir de grands changements dans les conditions hydrographiques et sans doute aussi dans la distribution de la terre et la mer dans ces contrées.

Tel que j'ai envisagé le problème je suis arrivé à la conviction que nous avons ici une limite stratigraphique très importante, d'une importance qui surpasse celle que les tendances de ces derniers temps

se sont bornées à lui attribuer. Cette limite se fait valoir à l'examen non seulement de la faune des dépôts mais encore de leur nature pétrographique. Je trouve naturel non seulement, comme l'a fait M. ROSENKRANTZ, de placer ici la limite supérieure du Danien, mais encore de mettre ici la limite entre le Crétacé et le Tertiaire. Cette limite n'est pas tout à fait identique à celle que M. GRÖNWALL avait, il y a longtemps, placée entre le Crétacé et le Tertiaire, en tant qu'il faudra maintenant séparer du Danien le conglomérat de «Larsens Plads» et le Calcaire glauconieux de même que le «dépôt graveleux» de Vestre Gasværk, pour les placer dans le Paléocène.

Il sera utile d'insérer ici quelques remarques sur la désignation de «Calcaire à Crania». M. HARDER propose de laisser tomber cette désignation, et en ceci je me sens porté à le suivre; il ne serait pas juste, en tout cas, de continuer à s'en servir pour tous les dépôts auxquels cette désignation a été appliquée pendant une série d'années, après qu'on a démontré que ces dépôts n'ont pas le même âge. Il serait peut-être admissible de continuer à l'employer pour le dépôt auquel elle a été appliquée en premier lieu, à savoir le conglomérat de la localité «Larsens Plads» avec, naturellement, les dépôts correspondants de localités ailleurs; mais même dans cette limite restreinte la désignation me paraît impropre, après qu'il s'est montré que les *Crania* qui se trouvent dans ces dépôts doivent être supposées originaires du calcaire sous-jacent. M. HARDER a proposé la désignation de «Conglomérat de sable vert»; peut-être qu'on préférera pourtant la désignation, dont s'est servi M. GRÖNWALL, de «Conglomérat à Echinodermes», qui tient la priorité. Le fait que M. GRÖNWALL a placé le «Conglomérat à Echinodermes» un peu plus supérieurement dans la série des couches et ne l'a pas juxtaposé au conglomérat du port, ne devra pas, à mon sens, empêcher l'emploi de cette désignation.

Dans les pages précédentes nous avons exposé où la limite supérieure du Danien, ou la limite entre le Danien et le Paléocène, doit être placée, à Sundkrogen, à «Larsens Plads», au port sud et à Vestre Gasværk. Toutes ces localités se trouvent dans les limites de la ville de Copenhague. En d'autres localités on a pu également constater la superposition du Paléocène au Danien. C'est ainsi que M. ROSENKRANTZ (32, p. 56), se basant surtout sur des observations faites en son temps par H. N. ROSENKJÆR, a fait valoir que cette superposition s'est probablement fait jour au cours de la construction du port libre de Copenhague; pour autant qu'on puisse s'en rendre compte les conditions ont été ici comme dans les autres localités du port de Copenhague dont nous avons fait mention.

Encore une localité au port de Copenhague, au pont de Knippels-

bro, nous a fourni l'occasion d'étudier les dépôts délimitateurs, bien que seulement en morceaux enlevés à la pelle (BRÜNNICH NIELSEN: 26, p. 471). Certains creux à la surface du calcaire contenaient ici des restes d'une roche ressemblant, d'après M. ROSENKRANTZ (32, p. 57), au Calcaire à *Crania* supérieur du port sud.

A l'ancien moulin Vodroffgaards Mølle, actuellement la brasserie de Vodroffsvej à Frederiksberg, on a, d'après M. GRÖNWALL (11, p. 3), trouvé un calcaire à *Crania tuberculata* superposé par un calcaire peu cohérent, ressemblant par son aspect à un grès. Là-dessus encore on trouva une roche plus foncée désignée comme sable vert, ce qui, à son avis, est une appellation fort peu justifiable. Toutefois M. ROSENKRANTZ (32, p. 57) la désigne encore sous ce nom, en faisant remarquer que c'est une marne friable, glauconieuse, contenant une faune typique au Calcaire à *Crania*, et à paralléliser au Calcaire à *Crania* supérieur. Ceci est bien probablement exact, et nous avons donc encore ici la limite entre le Danien et le Paléocène. Il est vrai qu'on n'y trouve pas de Conglomérat de base typique, mais malgré cela il peut bien y avoir une discordance ou une lacune.

MM HOLST et GRÖNWALL (19) ont fait la description d'un dépôt paléocène de la carrière de calcaire à Klagshamn au sud de Malmö (Scanie); ce dépôt est superposé à du Calcaire de Saltholm, dont la partie supérieure se compose de Sable calcaire. Dans ce sable calcaire il y a du reste des fissures mesurant jusqu'à 0,65 m de profondeur et pénétrant jusqu'au calcaire dur. Superposée au Calcaire se trouve alors la marne paléocène, qui dans sa partie inférieure est conglomératique, contenant des fossiles crétacés roulés et des blocs roulés du calcaire sous-jacent. Il y a quelques années M. ROSENKRANTZ (32, pp. 59 et 64) a exploré la localité, par où il a trouvé que le Calcaire de Saltholm contient la faune du Calcaire à *Crania* inférieur. Nous trouvons donc à Klagshamn des conditions tout à fait analogues à celles du port sud de Copenhague.

A Tune, environ 7 km au SE de Roskilde, on a, il y a de longues années, trouvé des dépôts qui ont été cités souvent dans la littérature géologique, essentiellement parce qu'ils ont été l'objet d'interprétations divergentes. Je n'y entrerai pas pour le détail des choses, mais je ferai seulement ressortir qu'on trouva ici du Calcaire de Saltholm superposé par du Paléocène commençant par un conglomérat aux fossiles crétacés roulés. C'est à juste titre que M. GRÖNWALL (15, p. 66) considère ce conglomérat comme le conglomérat de base du Paléocène, et on peut donc le juxtaposer au Calcaire à *Crania* supérieur du port sud et en d'autres localités.

En ce qui concerne les dépôts à Lellinge Aa, si souvent cités dans la littérature, je me bornerai à faire remarquer qu'encore ici on a du

Paléocène superposé à du Danien. Il semble qu'il ne s'y trouve pas de conglomérat de base typique, mais il serait fort à désirer que cette coupe fût de nouveau soumise à une exploration détaillée.

La littérature cite encore une localité dans notre pays où l'on peut voir directement le Paléocène superposé au Danien; c'est une marnière à Hvalløse, environ 10 km au SE de Randers dans le Jutland oriental. Cette localité fut découverte il y a quelques années par M. V. MILTHERS, géologue du Service géologique de Danemark; mais tout ce qui a été publié là-dessus est la courte note (39) dont la traduction va suivre ici:

«... M. H. ØDUM expliqua la coupe, dont la moitié inférieure se compose de Blegkridt [Calcaire à *Coccolithes* danien]; là-dessus on voit environ 0,75 m de sable gris-verdâtre, contenant des restes assez nombreux d'une faune paléocène-moyenne, qui présente une concordance frappante avec la faune du sable vert à Vestre Gasværk à Copenhague. La partie inférieure du sable vert de Hvalløse est encombrée de nodules fortement roulées et teintées vert de glauconite, de même que de fossiles très usés, restes d'une formation d'eau basse remaniée, ressemblant par beaucoup de points au Calcaire à *Crania* supérieur de Copenhague; elle s'est formée primitivement peu de temps avant le sable vert, lequel fait transition supérieurement à une couche plus mince d'argile brune, grasse, qui, de son côté, est superposée par une marne fine, gris-claire, présentant un contenu en fossiles analogue mais moins riche.»

Ces informations restreintes suffisent cependant pour montrer que le Paléocène débute ici par un conglomérat de base.

A différents endroits dans notre pays on a pratiqué des forages qui ont dépassé la limite entre le Paléocène et le Danien; mais comme les informations acquises par là sur les conditions de gisement sont extrêmement rares et peu complètes, je les laisserai de côté ici.

3. Faune du Danien en Danemark.

Dans les pages précédentes nous avons rapporté au Danien les dépôts qui se trouvent situés entre la Craie blanche et le conglomérat de base du Paléocène; ce dernier — nous le verrons plus tard — sera à rapporter au Montien. Inférieurement aussi bien que supéri-

eurement le Danien se trouve par des lacunes séparé des dépôts avoisinants. Ni l'une ni l'autre de ces lacunes n'indique probablement une longue interruption de la sédimentation, et nous pouvons donc considérer le Danien comme étant déposé pendant la période écoulée entre la terminaison de l'époque sénonienne et le commencement de l'époque montienne. Nous en venons maintenant à la question du placement géologique du Danien en général. Trois éventualités entrent en ligne de compte ici: 1^o Le Danien peut être rapporté au système crétacé pour constituer l'étage supérieur de ce système; 2^o le Danien peut être rapporté au Tertiaire pour faire l'étage inférieur de ce système (antérieur au Montien), et 3^o le Danien est contemporain du Montien et peut-être encore de la partie inférieure du Thanétien. Il y a, certes, encore une quatrième éventualité, à savoir que la partie la plus âgée du Danien serait à rapporter au Crétacé et la moins âgée au Tertiaire; mais comme on ne connaît pas de discordances ni de lacunes dans la série de dépôts que nous avons rapportée au Danien, et que la faune est si homogène à travers toute la série, cette éventualité se trouve être tellement éloignée qu'il ne vaudra pas la peine, je pense, de la soumettre à la discussion.

Il faudra maintenant examiner les deux premières éventualités ou, en d'autres termes: essayer de débrouiller la question à savoir où il faudra mettre la limite entre le Crétacé et le Tertiaire en Danemark. Pour répondre à cette question il sera nécessaire d'examiner de plus près la faune que renferment nos dépôts daniens.

Une recherche de la faune du Danien à cette fin a été entreprise auparavant par A. HENNIG (18, pp. 136 à 155), qui s'arrêta à la conclusion qu'il y avait ici une faune de transition, dans laquelle cependant les espèces sénoniennes prédominaient sur les tertiaires, ce qui l'amena à penser que le Danien serait à rapporter au Crétacé comme par le passé. HENNIG, toutefois, comptait les fossiles du Calcaire à Cérithes dans la faune du Danien, ce qui a pu influencer le résultat auquel il est arrivé. Il y a quelques années M. BRÜNNICH NIELSEN, par une recherche analogue (28), est arrivé à un résultat différent. Selon lui, la faune du Danien — dont nous possédons maintenant une connaissance beaucoup plus étendue que celle qu'on en avait du temps de HENNIG — se rattache plus intimement à la faune du Tertiaire qu'à celle du Crétacé, et en conséquence de cela il veut faire monter le Danien et le placer dans le Tertiaire. Il a donné une liste des fossiles de notre Danien, et en nous basant essentiellement là-dessus nous allons voir maintenant ce que cette faune nous apprend par rapport à la question: Crétacé ou Tertiaire? A cet effet nous passerons en revue les principaux groupes d'animaux dont on a trouvé des représentants dans notre Danien.

Les Foraminifères se rencontrent fréquemment dans nos dépôts daniens, mais ils n'ont pas encore été soumis à l'étude. Par contre, M. H. MUNTHE (25) a fait une recherche provisoire de la faune des Foraminifères du Danien à Annetorp en Scanie. Il cite 24 espèces déterminées sûrement, qui sont toutes, à 2 près, des espèces vivant aujourd'hui; et, d'autre part, il y en a jusqu'à 18 (et parmi celles-ci, toutes celles qui se trouvent relativement nombreuses) qui sont connues également de dépôts antérieurs au Danien, ce qui prouve que ce groupe d'animaux, à cause de la persistance des espèces, ne pourra guère contribuer sensiblement à la solution du problème en question.

Les Spongiaires n'ont pas encore été étudiés, de sorte qu'on connaît actuellement des représentants seulement de 3 genres: *Aphrocalistes*, *Barroisia* et *Porosphaera*, dont le premier s'étend jusqu'à nos jours et apparaît déjà dans des dépôts pré-daniens, p. ex. dans la craie blanche. Les deux derniers genres ne sont pas connus de dépôts postérieurs au Danien. Le peu que nous savons des Spongiaires nous porte donc absolument à rapporter le Danien au Crétacé.

En fait de Coralliaires on connaît un certain nombre de formes. Parmi les Zoanthaires aussi bien que parmi les Alcyonaires il y a une couple de genres dont, d'après M. BRÜNNICH NIELSEN, on ne connaît pas d'espèces pré-tertiaires; elles militent donc en faveur du Tertiaire, tandis que pour un seul genre (*Mollkia*) c'est le contraire qui est le cas.

Dans la liste de M. BRÜNNICH NIELSEN on trouve cités 8 genres d'Hydrocorallines, genres qui, tous, sont récents et qui, auparavant, n'avaient jamais été trouvés à l'état fossile — à l'exception de *Millepora*, qui est connu du Tertiaire aussi. Ce groupe pourrait donc peut-être servir d'argument pour faire monter le Danien dans le Tertiaire; il ne faut pourtant pas lui attribuer trop de poids, parce que les formes de ce groupe ne se traitent qu'avec difficulté, ce qui fait qu'elles ne se sont guère jusqu'ici attiré l'attention des paléontologistes. Cela pourra être la raison aussi pourquoi un seulement des 8 genres est connu du Tertiaire; et on sera sans doute aussi autorisé à supposer qu'une partie d'entr'elles, tout au moins, pourront être trouvées dans des dépôts pré-daniens, dès qu'on y aura suffisamment concentré son attention.

Les Echinodermes ont un caractère crétacique prononcé. La plus grande part des Crinoïdes appartiennent aux genres de *Pentacrinus* et *Anledon*, dont on peut suivre la trace très loin dans l'ère mésozoïque et qui existent tous deux jusqu'à nos jours. *Cyathidium* n'est connu que du Danien. *Bourquelicrinus* témoigne en faveur du Crétacé, ce genre n'étant pas représenté dans les dépôts post-daniens. M. BRÜNNICH NIELSEN a rapporté à *Atelecrinus* quelques pièces centro-

dorsales du Calcaire de Faxø; ce genre est autrement inconnu à l'état fossile, et sa présence dans le Danien pourra donc peut-être animer à rapporter cet étage au Tertiaire. Au genre de *Rhizocrinus* appartient une espèce incertaine du Sénonien provenant du forage fait à Grøndalseng près Copenhague, et une espèce a été trouvée dans le «Vincetown limesand» en New Jersey, qui est probablement à rapporter au Sénonien. La présence de ce genre dans notre Danien ne peut donc pas servir d'argument sûr en faveur d'un déplacement du Danien. Les Astérides ont été explorés par M. W. K. SPENCER. Dans son travail fondamental sur le développement des Astérides crétacés il écrit (37, p. 101) entre autres que le travail a pour but de démontrer par rapport à l'évolution »that Cretaceous Asteroidea belong only exceptionally to modern genera. The fauna is Mesozoic and has no general relationship with the Tertiary forms«; et il poursuit en disant que chaque zone ou groupe de zones a sa faune spéciale (d'Astérides) et que, sous ce rapport, la plupart du Sénonien et le Danien font une section à part. Ajoutez à cela que toutes les espèces du Danien sont connues également de dépôts antérieurs, et 7 d'entre elles même de la Craie blanche en Danemark, et il sera évident que nous avons ici affaire à une faune purement crétacée. Seules, 2 variétés semblent spéciales au Danien. — Nos Echinides ne sont pas encore étudiées à fond; mais pour autant que nous le sachions, tous les genres représentés dans le Danien sont typiques au Crétacé: *Tylocidaris* et *Temnocidaris* ne sont pas du tout connues de dépôts post-daniens, et *Cyphosoma*, *Pyrina*, *Holaster* et *Echinocorys* se trouvent rarement dans le Tertiaire mais fréquemment dans les dépôts pré-tertiaires. Le seul genre qui semble militer en faveur du Tertiaire est *Brissopneustes*, mais il a été trouvé également dans notre Sénonien.

En fait de Vers on ne connaît avec certitude que les genres de *Serpula* et *Ditrupa*, qui ont, tous les deux, une très grande extension verticale et dont la présence ne pourra donc servir d'argument ni pour l'une ni pour l'autre des manières de voir.

A propos des Bryozoaires, M. BRÜNNICH NIELSEN (28, p. 37) écrit qu'ils n'ont été que partiellement étudiés, et encore seulement en ce qui concerne le Danien, et que, par conséquent, ils ne peuvent pas nous servir dans cet ordre d'idées; il croit cependant pouvoir dire qu'il n'y a que très peu d'affinité entre le Sénonien et le Danien. Je ne possède personnellement que peu de connaissance de nos Bryozoaires crétacés, mais en regard de la remarque susnommée je puis faire valoir que le savant connaisseur de Bryozoaires, le défunt inspecteur LEVINSSEN, trouva 22 espèces de Bryozoaires dans les matériaux provenant du forage à Grøndalseng, et que, d'après les informations qu'il avait bien voulu me fournir, pas moins de 12 de ces 22 espèces étaient

communes au Danien et au Sénonien, tandis que 4 étaient connues seulement du Danien, et 6 seulement du Sénonien. Cette circonstance semble pourtant indiquer une affinité assez considérable entre ces deux étages. Je puis encore ajouter que HENNIG (18, p. 149), qui s'était occupé beaucoup des Bryozoaires crétacés, trouve que la faune de Bryozoaires du Danien a un caractère crétacique prépondérant.

Les Brachiopodes de notre Danien ne sont représentés que par des genres qui se trouvent également dans notre Craie blanche. Bien que peu d'espèces seulement soient communes aux deux étages, on ne trouvera donc pas non plus ici des points d'appui en faveur d'un déplacement du Danien du côté du Tertiaire.

Nous arrivons maintenant aux Lamellibranches, dont on a trouvé un assez grand nombre d'espèces dans le Danien. Presque toutes les espèces anisomyaires appartiennent à des genres qui sont connus également de notre Craie blanche. Les genres homomyaires ne se trouvent, par contre, que très rarement dans la Craie blanche, ce qui est dû à la nature de leurs valves, mais on les trouve sous forme de moules et d'empreintes dans le Calcaire à Cérithes, et dans cette roche nous trouvons représentée la moitié au moins des genres homomyaires du Danien. Presque tous les genres ont une grande extension verticale, de sorte qu'ils n'ont au fond qu'une importance assez médiocre pour la solution de la question qui nous occupe ici; il sera juste, pourtant, de faire remarquer que le genre d'*Isoarca* n'est connu que du Jurassique et du Crétacé, et *Plicatula*, *Gryphaea* et *Cucullaea* se font plus rares après la fin de la période crétacée, tandis que, d'autre côté, *Spondylus* croît en nombre à partir du commencement de la période tertiaire. On arriverait probablement à approfondir ce point davantage en recherchant à quels groupes de forme les différentes espèces appartiennent, mais ce serait là l'affaire d'un très grand labeur, auquel je ne saurais m'astreindre du moins pour le moment. Pour prendre un exemple je ne ferai que mentionner que M. J. BÖHM (2, p. 148) a démontré que *Avicula faxensis*¹⁾ est le dernier chaînon d'une série de formes qu'on peut faire remonter jusqu'au Jurassique supérieur; cette espèce sert donc d'argument pour maintenir le Danien dans le système crétacé.

En fait de Gastéropodes on connaît 21 espèces de notre Danien. Elles appartiennent toutes à des genres à grande extension verticale, exception faite pour l'espèce décrite sous la désignation de *Tylostoma ampullariaeforme*. Le genre *Tylostoma* n'est connu que du Jurassique supérieur et du Crétacé; mais on peut douter que l'espèce mentionnée soit vraiment à rapporter à ce genre. Il sera juste, sans

¹⁾ Un lapsus lui fait mettre ici: *A. danica*.

doute, de dire que ni l'une ni l'autre des opinions sur le placement géologique du Danien ne trouvera un appui solide dans cette faune de Gastéropodes. Cependant M. BRÜNNICH NIELSEN (28, p. 31) a réussi, par un procédé de remaniement, à trouver, dans le Calcaire à Coralliaires de Faxø, des représentants d'un grand nombre de genres jusqu'à inconnus dans le Danien. D'après une détermination provisoire il semble qu'on y trouve des espèces appartenant à des genres (*Siphonalia* et *Valvatina*) qui ne sont pas connus de dépôts pré-daniens, mais ce sont des espèces toutes petites, qui échappent facilement à l'attention. Peut-être qu'on pourra les trouver dans le Calcaire à Cérithes, qui contient tant de moules et d'empreintes bien conservés de petites espèces; mais jusqu'ici on n'y en a pas trouvé, et il faut donc admettre que cette microfaune renferme certains éléments tertiaires.

Les Céphalopodes ne sont représentés que par 3 espèces de nautilus, dont les deux appartiennent au sous-genre *Hercoglossa*, qui remonte jusqu'au Triasique et s'avance jusque dans le Tertiaire inférieur. La troisième espèce appartient à un groupe dont l'extension verticale est encore plus grande. Cette classe d'animaux semble donc n'avoir pas grande importance pour la solution de la question débattue ici.

Il en est de même pour les Crustacés. La plupart des genres de ce groupe d'animaux représentés dans le Danien sont connus de dépôts antérieurs aussi bien que de postérieurs, un seul uniquement de dépôts post-daniens, un autre seulement du temps actuel, tandis que deux genres n'ont été trouvés que dans du Crétacé inférieur (Albien).

Il nous reste enfin à nous occuper des Vertébrés. Dans la liste de M. BRÜNNICH NIELSEN se trouvent de notre Danien citées, principalement d'après DAVIS (5), 11 espèces de Poissons, réparties sur 7 différents genres appartenant tous, à une exception près (*Collodus*), aux requins; de plus, M. BRÜNNICH NIELSEN indique qu'à Faxø on a trouvé un certain nombre d'otolithes de Téléostéens. Aucune des 11 espèces n'est connue de notre Craie blanche; mais non seulement tous les 7 genres sont-ils connus de dépôts crétacés sûrs autre part, mais encore a-t-on trouvé 8 au moins des 11 espèces dans des dépôts sénoniens ou même antérieurs en dehors du Danemark, quelques-unes même en Scanie, contrée si rapprochée de notre pays. Du Danien de Scanie DAVIS cite un certain nombre de genres qui ne sont pas connus du Danemark et dont la plupart (*Ptychodus*, *Corax*, *Hoplopteryx*, *Berycopsis* et *Dercetis*), pour autant que je sache, n'ont pas été trouvés dans des dépôts post-daniens; un seul genre (*Bathysoma*) n'est connu que du Danien, et deux genres (*Scyllium* et *Clupea*) sont connus également de dépôts pré-daniens.

On aura vu que, d'après les recherches de DAVIS, on peut caractériser la faune de poissons du Danien comme une faune nettement crétacée, mais comme ce travail a été passablement critiqué, c'est avec une certaine réserve qu'on devra se fonder là-dessus.

En fait de Reptiles on n'a trouvé chez nous que peu de restes, dont les plus importants et les seuls qui puissent nous intéresser ici, ont été rapportés par M. ROSENKRANTZ (33) au genre de *Trionyx*. C'est là un genre relativement récent, qui est connu cependant de dépôts crétacés aussi en Amérique. Dans le Danien de Scanie on a trouvé des restes d'un crocodile, qui a été récemment décrit par M. TROEDSSON (38) sous le nom de *Thoracosaurus scanicus*. Ce genre n'est connu que du Danien et de dépôts qui y sont juxtaposés, et en lui-même il ne nous dit donc rien sur le placement géologique du Danien, mais les recherches faites par M. TROEDSSON l'ont amené à conclure qu'il est apparenté de plus près aux crocodiles kénozoïques qu'aux mésozoïques. Il fait donc verser plutôt du côté du Tertiaire.

Le seul Oiseau qu'on connaît du Danien baltique fut trouvé, il y a pas mal d'années, à Annetorp, et il a été décrit par DAMES (4) sous le nom de *Scaniornis Lundgreni*. A en juger des restes trouvés il ne dénote pas une grande conformité avec les oiseaux crétacés connus, et pas non plus avec les oiseaux du Tertiaire inférieur, de sorte qu'il semble constituer un phénomène assez isolé.

Comme on aura vu de ce bref aperçu la faune de notre Danien dénote une parenté assez proche avec des faunes antérieures et surtout avec celle du Sénonien. Ceci est le cas pour la plupart des groupes d'animaux, et surtout pour les Spongiaires, les Astérides, les Echinides et les Poissons. On ne peut nier, d'autre côté, que dans certains groupes des formes plus récentes viennent s'ajouter; ceci est le cas surtout pour les Coralliaires, les Gastéropodes et les Crustacés. Il n'y a pourtant rien d'étonnant à cela, puisque le Danien est assurément postérieur au Sénonien. Il nous reste donc à savoir si l'entrée en scène de ces formes nouvelles a essentiellement changé le caractère de la faune de manière à le rendre plutôt tertiaire que crétacé. Il me semble impossible de répondre à cette question autrement que par un non, bien que, naturellement, je doive admettre que la réponse à une question de cette nature dépendra en une certaine mesure d'un jugement personnel. A mon point de vue c'est à juste titre que HENNIG (18, p. 155) dit que la faune du Danien se trouve être plus apparentée au règne animal sénonien qu'au tertiaire inférieur, et que le Danien sera donc à rapporter au système crétacé plutôt qu'au tertiaire.

Dans ce qui précède il n'a pas été tenu compte du fait que dans notre Danien on ne retrouve pas certaines formes qui autrement jouent un rôle important dans les dépôts crétacés. Je pense ici sur-

tout au genre d'*Inoceramus* et aux Ammonites et Belemnites; mais ce sont là justement des formes dont le nombre d'espèces est très petit déjà dans notre Craie blanche et qui dans la partie tout à fait supérieure de la Craie blanche ne se présentent ordinairement qu'en peu d'exemplaires. Nous avons là, néanmoins, une circonstance à laquelle il faut attacher une certaine importance, mais il faudra pourtant attribuer plus de poids aux vieilles formes qui restent qu'à celles qui disparaissent.

Que la faune de notre Danien soit apparentée à celle du Sénonien se manifeste également par le fait qu'un certain nombre des espèces de la Craie blanche persistent jusque dans le Danien. M. BRÜNNICH NIELSEN (28, p. 32) indique qu'on connaît 111 espèces de notre Craie blanche et 179 espèces de notre Danien. Ces chiffres n'ont été que très peu modifiés par les recherches des dernières années, et nous pourrions donc ici nous en tenir aux chiffres indiqués ci-dessus. D'après M. BRÜNNICH NIELSEN 23 espèces sont communes aux deux dépôts. Sur le nombre des espèces de la Craie blanche il y aurait donc à peine 21 % qui persistent dans le Danien. On pourra penser, peut-être, que c'est là un nombre assez médiocre, d'autant plus qu'il est peut-être même un peu exagéré, puisque quelques-unes des 23 espèces ont une apparence un peu divergente du Sénonien au Danien. Mais fût-il même démontré qu'il s'agit ici d'espèces différentes, toujours est-il qu'elles sont très rapprochées l'une de l'autre, et elles portent donc, malgré tout et jusqu'à une certaine mesure, témoignage de la parenté entre nos faunes sénonienne et danienne. Encore faut-il se rappeler que la Craie blanche appartient à un autre facies qu'au moins la plus grande part de notre Danien. On ne devra donc pas se contenter d'une comparaison entre la faune du Danien et celle de la Craie blanche de Danemark, mais il faudra rechercher quelles sont les espèces du Danien qui sont connues des dépôts sénoniens dans leur ensemble. Par ce procédé on arrivera certainement à un tableau assez notablement modifié. Ceci ressortira entre autres de ce que j'ai dit précédemment (p. 30 et 32) sur les Astérides et les Poissons de notre Danien. En étudiant de plus près ces deux groupes on aura pour résultat que le nombre des espèces communes aux deux étages sera à augmenter de 14, et nous arriverons ainsi à dépasser 33 p. c. Parmi les autres groupes d'animaux on pourra certainement trouver aussi un nombre supérieur à celui indiqué par M. BRÜNNICH NIELSEN, d'espèces communes au Sénonien et au Danien, mais l'augmentation sera relativement beaucoup plus faible que pour les Astérides et les Poissons. Parmi les espèces qui pourront entrer en ligne de compte ici je citerai après un rapide examen de la liste: *Brissopneustes danicus* et *suecicus*, *Nautilus Bellerophon*, *Pycnolepas Brännichi* et *Calantica (Scillaelepas)*

dorsata trouvée dans le Danien de Scanie. Lorsque les Bryozoaires auront été explorés à fond on y trouvera certainement aussi de nombreuses espèces communes. Bref: Notre Danien a un nombre assez considérable d'espèces en commun avec le Sénonien, et cela malgré la différence de facies.

Maintenant on fait valoir aussi que le Danien a certaines espèces en commun avec le Paléocène; mais le nombre de ces espèces est extrêmement petit pourvu qu'on place la limite entre les deux étages là où nous l'avons mise. Il sera difficile de dire de combien d'espèces il s'agisse ici, puisqu'il n'est pas inadmissible que quelques-unes des formes «crétacées» du conglomérat de base paléocène puissent avoir vécu encore du temps de la formation du conglomérat et puissent ainsi avoir été trouvées ici en couche primaire. Mais il ne peut sûrement être question que de très peu d'espèces, car on ne cite que très peu d'espèces «cretacées» des dépôts qui sont à considérer comme la continuation immédiate du conglomérat du côté supérieur, et il n'y a guère que ces quelques espèces qui puissent être regardées comme communes au Danien et au Paléocène. Ces espèces sont *Argiope scabricula*, *Pecten sericeus* et *Lima testis*. Ces 3 espèces ont été décrites dès l'abord comme provenant du Paléocène danois; si néanmoins je me crois autorisé, au moins dans une certaine mesure, à les désigner comme espèces crétacées, la raison en est qu'elles sont, ou bien identiques à, ou bien très rapprochées d'espèces qui, désignées par d'autres noms, ont été auparavant décrites de nos dépôts crétacés.

C'est là un résultat auquel je suis arrivé par des recherches sur tous les matériaux dont j'ai pu me saisir en fait de formes daniennes aussi bien que de paléocènes. — L'espèce *d'Argiope scabricula* est établie par VON KOENEN sur la base d'une coquille un peu fragmentaire de Vestre Gasværk à Copenhague; cette coquille a l'air de provenir du conglomérat de base du Paléocène, et elle pourrait donc bien être danienne. Comme M. GRÖNWALL (12, p. 38) l'a déjà fait remarquer, elle est tellement rapprochée d'*Argiope acuta* POSSELT du Danien qu'il est possible qu'elle y soit identique. Les indications qui ont paru dans la littérature pour faire valoir qu'*A. scabricula* se serait trouvée dans des dépôts daniens, s'appuient sur la trouvaille d'exemplaires assez mal conservés, qu'on peut aussi bien rapporter à *A. acuta*.

Pecten sericeus, établi par M. GRÖNWALL sur la base de matériaux de la marne paléocène à Rugaard en Jutland, a pour très proche parent *Pecten moniformis* HNG. Je crois cependant qu'on se trouve ici en présence de deux espèces indépendantes l'une de l'autre; mais elles se ressemblent tellement qu'il faut des exemplaires extrêmement bien conservés pour qu'il soit possible de constater à quelle espèce on a affaire. La recherche que j'ai faite m'a fait voir que *P. moniformis* est

danien et *P. sericeus* paléocène, et que ni l'une ni l'autre des deux espèces ne semble être commune aux deux étages. Les coquilles trouvées dans des dépôts daniens qu'on a rapportées à *P. sericeus*, sont mal conservées et peuvent tout aussi bien être rapportées à l'autre espèce.

Nous en venons maintenant à *Lima testis* GRÖNW. Ma recherche m'a fait voir qu'elle appartient au sous-genre de *Limea* BRÖNN, de même que *Lima Geinitzi* v. HAG. du Crétacé. Les deux espèces ne peuvent cependant être distinguées l'une de l'autre, et nous sommes donc ici en présence d'une espèce qui, en Danemark, se présente communément dans le Sénonien aussi bien que dans le Danien et le Paléocène. Pour autant que je sache c'est là la seule espèce dont on puisse dire avec certitude qu'elle est commune au Danien et au Paléocène.

Comme notre Paléocène appartient à un autre facies que notre Danien, on ne pouvait naturellement pas s'attendre à trouver qu'un grand nombre d'espèces fût commun aux deux étages; mais malgré cela il faut avouer que la communauté en espèces est même étonnamment faible. Cela ne peut certainement pas être dû à la seule différence de facies mais doit tenir également à une assez grande différence d'âge.

Ce qui précède nous aura fait voir que la faune du Danien baltique renferme, certes, une part d'éléments tertiaires, ainsi que l'ont fait ressortir notamment MM DE GROSSOUVRE et BRÜNNICH NIELSEN; mais nous y avons vu également que cette faune a pourtant un caractère crétacé prépondérant et qu'elle ne rend nullement nécessaire d'écarter le Danien du Crétacé pour le placer dans le Tertiaire. Comme, en outre, les dépôts daniens, ainsi que l'a souligné encore dernièrement M. TROEDSSON (38, p. 8), se rapprochent davantage, au point de vue pétrographique, de notre Sénonien que du Paléocène, il ne me paraît pas juste de faire ce déplacement. Il est possible, cependant, qu'on trouve, en dehors du Danemark et de la Scanie, des conditions qui puissent motiver le désir, et peut-être même la nécessité, de procéder à ce déplacement. Nous allons maintenant nous occuper de ce côté de la question.

4. Le Danien en dehors du Danemark.

Nous avons vu précédemment que le Danien de Stevns Klint est séparé inférieurement du Sénonien par une lacune, et qu'il semble en être de même à Eerslev dans l'île de Mors dans le Limfiord. Il n'est pas probable que la période correspondant à cette lacune ait été de très longue durée, car d'après les recherches, mentionnées antérieurement, que MM JESSEN et ØDUM ont faites sur les conditions existant à la carrière de Voxlev, il semble que dans une partie du Jutland il n'y ait pas de lacune du tout. Supérieurement, par contre, le Danien est toujours, pour autant qu'on le sache, séparé par une lacune ou une discordance du Tertiaire superposé. A propos de la faune de celui-ci VON KOENEN (22, p. 122) fait remarquer qu'elle n'est identique à aucune autre faune connue jusque-là d'autre part; de plus, que les dépôts doivent être rapprochés de l'horizon des Sables de Bracheux, bien que, probablement, ils y soient antérieurs. En mettant cette remarque en regard des résultats obtenus par les recherches que MM A. P. PAVLOW et ARKHANGUELSKY (1, p. 201 à 202) ont faites dans la Russie orientale, et qui montrent qu'on se trouve là en présence de dépôts à la faune du Thanétien, superposés à des dépôts à la faune de Vestre Gasværk, on arrive à la conclusion que ces derniers dépôts doivent appartenir au Montien. M. E. HAUG (17, p. 1404) professe la même conclusion en faisant remarquer que les dépôts en question « constituent sans doute un équivalent du Montien belge. » Nous rechercherons maintenant si, dans des pays rapprochés du Danemark et de la Scanie, on a trouvé des dépôts qui peuvent être supposés formés en même temps que notre Danien. D'après ce qui précède il faut que des dépôts de cette nature soient postérieurs à la zone à *Scaphites constrictus*, à laquelle appartient notre Craie blanche, et antérieurs au Montien.

Nous nous adresserons d'abord à l'Allemagne. Ici la mer semble généralement être en retraite pendant l'époque sénonienne, dans tous les cas vers la fin de cette époque. Elle s'est maintenue le plus longtemps dans les contrées balliques et du côté de la frontière de Hollande (à Aix la Chapelle et Maestricht), puisque nous trouvons ici représentée encore la zone à *Scaphites constrictus*. Les recherches faites par M. GRÖNWALL (14, p. 420) et M. DEECKE (6, p. 118) ont rendu probable que la mer s'est maintenue encore plus longtemps dans la partie occidentale du bassin de la Baltique (jusqu'à un point situé un peu à l'est de Bornholm), où des dépôts daniens se trouvent peut-être ou se sont trouvés. Ce n'est que bien après, à l'époque paléocène, que la mer s'est répandue de nouveau sur une partie de l'Allemagne septentrionale. Pendant toute l'époque danienne l'Allemagne s'est

donc trouvée au-dessus du niveau de la mer et on ne connaît par conséquent aucun dépôt daniens fixe de ce pays.

En ce qui concerne le bassin anglo-français nous voyons également que la mer s'est retirée vers la fin de la période crétacée. Les dépôts crétacés les plus récents en Angleterre sont *Trimingham Chalk*, qui aujourd'hui ne se trouve que dans des limites très restreintes dans les environs de Cromer sur la côte de Norfolk, mais qui, autrefois, aura sans doute eu une plus grande extension. A en juger de son contenu en fossiles ce dépôt est très rapproché de notre Craie blanche. Il sera donc à rapporter à la partie tout à fait supérieure du Sénonien. Les dépôts tertiaires les plus âgés en Angleterre sont *Thanet Sands*, appartenant au Paléocène moyen. Ils sont partout, au moins en apparence, superposés concordamment au Crétacé, mais ils débutent par du Sable vert, qui contient de nombreuses nodules de silex à la croûte verdâtre; ces nodules de silex proviennent du Crétacé sous-jacent et ils montrent qu'en Angleterre aussi il y a une lacune à la limite entre le Crétacé et le Tertiaire. Les dépôts daniens aussi bien que le Montien sont complètement inconnus.

En Belgique le Sénonien supérieur est représenté par des dépôts variant passablement pour la faune mais surtout quant à leur nature pétrographique. Ceci tient à ce que ces dépôts se sont formés dans une eau plus basse que celle qui a fourni les dépôts sénoniens mentionnés jusqu'ici, et des modifications relativement peu sensibles du niveau d'eau se sont par conséquent fait sentir au point de vue pétrographique comme au point de vue faunistique. Le dépôt sénonien le plus récent dans le Hainaut est le *Tuffeau de Saint-Symphorien*, qui renferme encore *Belemnitella mucronata*. Dans le Limbourg on trouve comme dépôt crétacé supérieur de la *Craie tuffeau* à *Hemipneustes striato-radiatus*; les gastéropodes sont communs ici, tandis que les céphalopodes (*Scaphites constrictus*, *Belemnitella mucronata* etc.) sont rares. Ces dépôts, qui sont rapportés au Sénonien le plus récent, le Maestrichtien, sont à considérer comme contemporains de la partie supérieure de notre Craie blanche, bien que leur faune diffère un peu de celle de la Craie blanche, ce qui tient sans doute à une différence de facies. Il est possible, cependant, qu'ils soient un peu postérieurs à notre Craie blanche, en tant qu'on peut supposer qu'ils correspondent, au moins partiellement, à la lacune qui se trouve à Stevns Klint entre le Sénonien et le Daniens. Discordamment superposé aux dépôts crétacés se trouve le *Tuffeau de Ciplu*, qui débute par un conglomérat de base transgressif, composé de nodules phosphoriques et fossiles crétacés remaniés. Encore plus transgressif est le dépôt suivant, le *Calcaire de Mons*, qui est souvent directement superposé au Sénonien et qui a été établi par les géologues belges comme l'étage inférieur du

Paléocène, le Montien. La transgression se continue pendant la période suivante, lors de la sédimentation du dépôt appelé Heersien, qui correspond à la partie inférieure du Thanétien. Comme on aura vu, il pourra donc être question de juxtaposer le *Tuffeau de Ciplly* à notre Danien, étant donné que, d'après la place dans la série des dépôts, l'âge de ce dépôt doit se trouver entre l'âge du Sénonien et celui du Montien. Nous reviendrons plus tard à cette question.

En France la partie supérieure du Maestrichtien fait défaut dans la région centrale du bassin de Paris; ici la mer s'est donc retirée plus tôt qu'en Belgique. Superposé au Crétacé et le plus souvent remplissant des enfonçures dans celui-ci on trouve le *Calcaire pisolitique* si bien connu, qui serait plus exactement désigné sous le nom de *Calcaire à Lithothamnium* et qui a probablement eu une beaucoup plus grande extension à l'origine, mais aura subi une forte érosion au cours des transgressions qui ont suivi une série de régressions pendant la première partie de la période tertiaire. Une des localités le mieux connues est celle de Vigny. En d'autres localités on a trouvé, dans des conditions analogues, des restes de dépôts qui, à en juger de leur faune, sont à rapporter au Montien. De même qu'en Belgique et en Angleterre le Thanétien, qui y fait suite, est transgressif.

Nous avons déjà dit que dans la Russie orientale on a trouvé des dépôts, le *Syzranien inférieur*, qui renferment la faune de Vestre Gasværk et qui reposent sur la surface érodée de la Craie blanche. Autrefois on a rapporté la partie inférieure de ces dépôts au Danien, parce qu'on croyait y avoir trouvé *Hercoglossa danica*, mais les recherches ultérieures faites par ARKHANGUELSKY (1, pp. 201 à 203) ont montré qu'il n'en est pas ainsi, étant donné que ce n'est pas *H. danica* mais une autre espèce, *H. Pavlowi* ARKH., qui y est représentée, et l'ensemble du *Syzranien inférieur* ainsi que les dépôts correspondants de Copenhague seront donc à rapporter au Montien. Le Danien fait donc complètement défaut et il n'est représenté que par la lacune entre la Craie blanche et le *Syzranien*.

Nous avons donné ici un aperçu des conditions telles qu'elles se présentent dans les pays dont la situation rapprochée pouvait nous amener à croire qu'on serait à même d'y démontrer, avec le plus de certitude, la présence de dépôts daniens, si tant était qu'il s'en trouvât. Nous avons vu qu'il y a, en Belgique et dans le nord de la France, des restes de dépôts qui, à en juger de leur place dans la série des dépôts, pourront peut-être se juxtaposer à notre Danien. Pour la Belgique c'est le *Tuffeau de Ciplly*. Sur le placement géologique de ce dépôt les opinions sont pourtant divergentes. MM RUTOT et v. d. BROECK (34) voient dans ce dépôt la partie inférieure du Montien, tandis que M. CORNET (3) le considère comme antérieur au Montien et le rapporte

au Danien. Il débute par un conglomérat de base, *Poudingue de la Malogne*, et d'après les descriptions qui existent on trouve encore, plus haut dans le tuffeau, des couches minces à fossiles crétacés plus ou moins roulés tandis que la faune spéciale au tuffeau se compose presque exclusivement d'espèces tertiaires (surtout du Montien) avec une immixtion très faible seulement de formes »crétacées«. Encore paraît-il qu'il y a une transition continue du *Tuffeau de Ciplly* au *Calcaire de Mons*, et il n'y a donc guère de doute que ce ne soient deux dépôts connexes; en conséquence, le *Tuffeau de Ciplly* ne pourra pas être juxtaposé à notre Danien mais doit être postérieur à celui-ci. Les conditions de gisement semblent indiquer aussi que la période qui s'est passée entre la sédimentation du Maestrichtien belge et du *Tuffeau de Ciplly* est plus longue que la période qui sépare la sédimentation de notre Craie blanche de celle du Danien, en sorte que notre Danien pourra correspondre à la lacune entre ces deux formations.

Il en est un peu autrement pour le Calcaire à Lithothamnium de Vigny dans le bassin de Paris. Il contient encore quelques-unes des espèces du Maestrichtien et, de plus, *Hercoglossa danica* et *Nautilus Bellerophon*; à celles-ci viennent s'ajouter encore un certain nombre des espèces connues du Montien. Les conditions de gisement de même que la faune militent donc dans une certaine mesure en faveur de la pensée que nous avons ici affaire à un dépôt danien; mais la présence des fossiles montiens rend peut-être plus probable — comme l'a fait remarquer M. HAUG (17, p. 1406) — que le dépôt constitue un terme de passage entre le Danien et le Montien. L'époque de sa formation équivaut peut-être à la lacune qui se trouve chez nous entre le Danien et le Paléocène.

Dans certains pays plus éloignés (le midi de la France, l'Europe méridionale, les autres parties du monde) on pense également avoir constaté la présence de dépôts qui sont à rapporter au Danien. Il sera naturellement plus difficile de faire une comparaison ici, entre autres parce qu'il s'agit souvent de dépôts d'eau saumâtre ou d'eau douce. Je me bornerai à renvoyer pour cette question à l'exposé détaillé qu'en a donné M. HAUG dans son »Traité de Géologie« (12, p. 1408).

Dans ce qui précède nous nous sommes déjà occupés amplement de la faune du Danien baltique et nous avons vu qu'elle a un caractère crétacé prépondérant. Il en est de même pour la faune du Danien à l'étranger. Il est vrai que dans cette faune, ainsi que dans notre faune danienne, on ne trouve ni Inocérames, ni Ammonites ni Belemnites; mais on se trompe pour autant qu'on veuille à ces 3 groupes d'animaux joindre les Rudistes, car de ceux-ci on a trouvé des restes dans différents dépôts daniens. Les Dinosauriens non plus ne se sont éteints lors de la fin de l'époque sénonienne; ils figuraient

encore à l'époque danienne, atteignant même des proportions gigantesques; et on a trouvé des restes de ces animaux jusque dans les dépôts du Montien. Et puis il faut encore attacher grande importance au fait que dans le Danien on n'a trouvé ni Nummulites ni Mammifères placentaires; ils n'apparaissent qu'à l'époque paléocène, où ils ont joué un rôle très important.

En certains endroits il y a eu une évolution ininterrompue à la limite entre le Crétacé et le Tertiaire, mais ordinairement cette limite a été marquée par des mouvements assez vigoureux du sol, mouvements qui ont donné lieu à une lacune plus ou moins grande dans les dépôts marins.

Nous avons déjà fait remarquer que M. HARDER (16, pp. 71 à 73) a essayé d'établir un parallèle entre notre Danien d'une part et, de l'autre, le Montien et le Thanétien inférieur de l'Europe occidentale. C'est à juste titre qu'il souligne le fait qu'une comparaison avec ces dépôts comporte de grandes difficultés, parce que nos dépôts daniens n'ont que très peu de fossiles en commun avec les dépôts anglais et français. En conséquence de cela il trouve impossible d'établir une comparaison couche par couche, et les conclusions qu'on peut tirer seront donc nécessairement empreintes d'incertitude. M. HARDER réduit lui-même au titre d'essai le parallélisme qu'il établit; ce sont les recherches provisoires qu'il a faites surtout de la faune des dépôts de Sundkrogen, qui lui servent de base. Étant donné que ces recherches l'ont amené à des résultats que — d'après l'exposé que j'en ai fait précédemment — je dois considérer comme partiellement erronés, je n'entrerai pas ici dans le détail de cette question. Mais c'est avec un intérêt particulier qu'on attendra se terminer l'exploration définitive des vastes matériaux que lui et d'autres encore ont collectionnés. Il est probable qu'il en naîtra des résultats aptes à mieux élucider les questions discutées dans le présent petit travail.

Le principal résultat auquel les recherches entreprises ici nous amènent, est donc, ainsi qu'il fallait s'y attendre, que la faune du Danien se présente un peu plus apparentée à la faune du Tertiaire que ne le fait celle du Sénonien, mais qu'elle est cependant encore d'un caractère si explicitement crétacé qu'il serait injuste de faire monter le Danien dans le Tertiaire pour des raisons tirées de la nature de sa faune; les mêmes recherches nous ont fait voir encore que les conditions de gisement et la nature pétrographique des dépôts portent également à conserver le Danien comme étage supérieur du Cré-

			Danemark	Angleterre	Belgique	Bassin de Paris	Russie orientale
Tertiaire	Paléocène	Thanétien	<i>Argile de Kerteminde</i>	<i>Thanet Sands</i>	<i>Landénien inférieur</i>	<i>Sables de Bracheux</i>	<i>Syzranien sup.</i>
		Montien	<i>Argile de Vestre Gasværk</i> Sable vert et Calcaire glauconieux		<i>Calcaire de Mons</i> <i>Tuffeau de Ciply</i>	Calcaire lacustre à <i>Physa montensis</i> Marnes blanches de Meudon Calcaire pisolithique Calcaire à <i>Lithothamnium</i> de Vigny	<i>Syzranien inf.</i>
			Lacune				
Crétacé	Danien		Calcaires daniens	Lacune	Lacune	Lacune	Lacune
			Lacune				
			Lacune				
	Sénonien	Craie blanche	<i>Trimingham Chalk</i> etc.	<i>Tuffeau de Saint-Symphorien</i> etc.	Craie blanche	Craie blanche	

tacé. Le tableau synoptique ci-joint établit un parallèle entre le Crétacé supérieur et le Tertiaire inférieur ici en Danemark d'une part et, de l'autre, dans l'Europe occidentale et la Russie orientale. On verra que ce tableau est conforme, sur la plupart des points, aux manières de voir généralement adoptées jusqu'à ces dernières années.

Muséum de Minéralogie et de Géologie de l'Université,
le 11 septembre 1924.

Appendice.

Immédiatement après que j'eus terminé la rédaction des pages précédentes M. ROSENKRANTZ a eu l'amabilité de me faire parvenir les épreuves d'un travail nouveau¹⁾, dans lequel il s'écarte sur certains points des vues qu'il a exposées dans ses travaux antérieurs. Je trouve donc opportun de faire connaître brièvement les parties de ce travail qui ont le plus d'intérêt pour nous.

M. ROSENKRANTZ (pp. 5 et 7) renonce maintenant aux désignations de »Calcaire à Crania inférieur« et »Calcaire à Crania supérieur«, pour les remplacer respectivement par »Kalksandskalk« (sable calcaire, dont les grains sont cimentés par du calcite) et »Grønsandskalk« (calcaire glauconieux). — Aux localités où l'on a vu le Paléocène superposé au Danién il ajoute une nouvelle, Enghave Brygge, au port sud de Copenhague (p. 13). Ici encore le Paléocène débute par un conglomérat de base. En mettant ensemble des observations faites à différents endroits du port sud il croit pouvoir démontrer que la superposition est discordante (pp. 16 à 19). De plus, il maintient toujours que les dépôts de Vestre Gasværk et de Sundkrogen sont des dépôts fixes et ne sont pas apportés par la glace (pp. 19 à 21).

Pour des raisons en partie analogues à celles que j'ai exposées dans le présent travail (p. 17 à 21) M. ROSENKRANTZ est arrivé maintenant à penser que de beaucoup la plupart des fossiles au test en calcite du conglomérat de base du Paléocène se trouvent en couche secondaire (p. 27), et la comparaison qu'il a faite auparavant entre le »Calcaire à Crania inférieur« et le »supérieur« sur la base des fossiles trouvés dans ces deux dépôts, il la considère à présent comme absolument dénuée de fondement (p. 30). Le nombre d'espèces communes au Danién et aux dépôts qui y sont superposés se réduit maintenant de beaucoup par rapport au nombre correspondant indiqué dans son

¹⁾ ALFRED ROSENKRANTZ: De københavnske Grønsandslag og deres Placering i den danske Lagrække. Med et Skema over det danske Paleocæn. — Medd. fra Dansk geolog. Forening. Bd. 6, Nr. 23. Odense 1924. (Les dépôts de Sable vert de Copenhague et leur placement dans la série de dépôts danoise. Avec un tableau du Paléocène en Danemark. — Publications de la Société de Géol. de Danemark).

travail antérieur (32). Il fournit une liste de ces espèces communes (p. 30); elle ne contient que 6 espèces indiquées comme sûrement déterminées, et 7 espèces dont, selon lui, la détermination est moins certaine. Il n'y a pas lieu, je pense, d'attacher grande importance à ces dernières espèces. Parmi les 6 espèces nommées en premier lieu il y a 3 que j'ai déjà mentionnées précédemment (p. 35 à 36), à savoir *Argiope scabricula*, *Pecten sericeus* et *Lima testis*, dont seule la dernière peut être caractérisée avec certitude comme étant commune aux deux dépôts, étant donné qu'elle est identique à *Lima Geinitzi*, décrite déjà du Sénonien. Les 3 autres espèces sont *Gryphaea vesicularis*, *Crenella sphaerica* et *Scalpellum Steenstrupi*. Comme me l'a fait savoir M. ROSENKRANTZ, cette dernière n'est pourtant représentée du Sable vert que par une seule plaque provenant de Lellinge. Mais ne pourra-t-elle pas se trouver ici en couche secondaire? Quoi qu'il en soit des deux espèces qui restent, il faut avouer que la communauté d'espèces est extrêmement pauvre.

M. ROSENKRANTZ (p. 34) juge très récusable de vouloir étendre le Danien jusqu'à comprendre encore les dépôts de Sable vert, comme l'ont fait MM BRÜNNICH NIELSEN et HARDER. Il est bien entendu qu'en ceci je suis d'accord avec lui. Il propose la désignation commune de »Sélandien« pour les dépôts superposés au Danien (depuis les dépôts de Vestre Gasværk jusqu'à l'Argile de Kerteminde inclusivement), et il sera peut-être assez pratique d'en faire usage aussi longtemps qu'on n'aura pas pleinement mis en lumière le rapport qui existe entre ces formations et les dépôts de l'Europe occidentale. Je ne puis pas le suivre, par contre, en ce qu'il continue à rapporter le Danien au Tertiaire. Il prend pour point de départ ici que la série de dépôts qui est superposée au Danien, est rapportée par VON KOENEN au Thanétien inférieur, et qu'elle a été déposée assez peu de temps après la fin de l'époque danienne; par conséquent le Danien ne pourra pas être antérieur au Paléocène inférieur, car l'interruption de la sédimentation qui a eu lieu après la déposition du Danien, n'embrasse sans doute pas tout le Paléocène inférieur; il regarde comme possible que notre Danien corresponde au Montien et son Sélandien au Thanétien. En ceci je ne puis pas donner raison à M. ROSENKRANTZ. J'ai fait ressortir précédemment (p. 37) que les dépôts de Vestre Gasværk sont à rapporter au Montien, et l'intervalle de temps qui correspond à la lacune entre le Danien et le Sable vert, a certainement été d'assez longue durée pour qu'il puisse correspondre au Paléocène inférieur en entier. D'après M. ROSENKRANTZ lui-même les deux séries sont séparées non seulement par une lacune mais encore par une discordance.

Cependant M. ROSENKRANTZ ne semble pas regarder comme absolument urgentes les raisons qu'on peut avancer pour placer le Danien

dans le Tertiaire, car selon lui (p. 33) ce sera plutôt une affaire d'appréciation à quel endroit du système on veuille placer les dépôts en question. Mais si vraiment il ne s'agit que d'une affaire d'appréciation, il sera absolument inadmissible de changer le placement, car — je l'ai déjà fait remarquer dans mon introduction — il y a assez de raisons pratiques pour rester toujours conservateur sous ce rapport.

Je m'acquitte d'un devoir qui m'est cher, en adressant ici mes remerciements à la *Fondation Rask-Ørsted*, pour m'avoir mis à même, en m'accordant une subvention, de faire paraître le présent travail en une des langues universellement comprises.

Bibliographie.

1. ARKHANGUELSKY, A. D.: Dépôts paléocènes de la région volgienne du gouvernement de Saratov et leur faune. — Materialien zur Geol. Russlands. Bd. 22. Lief. 1. St. Petersburg 1904.
2. BÖHM, JOH., i Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellschaft. Bd. 59. Berlin 1907. S. 148.
3. CORNET, J.: The Cretaceous and Tertiary Formations of the Mons District. — Proceedings of the Geologists' Association. Vol. 33. London 1922.
4. DAMES, W.: Ueber Vogelreste aus dem Saltholmskalk von Limhamn bei Malmö. — Bihang K. Svenska Vetensk. Akad. Handl. Bd. 16. Stockholm 1890.
5. DAVIS, JAMES W.: On the fossil Fish of the Cretaceous Formations of Scandinavia. — The Scientif. Transact. of the Roy. Dublin Soc. Vol. IV. (Series II). Dublin 1890.
6. DEECKE, W.: Geologie von Pommern. Berlin 1907.
7. GROSSOUVRE, A. DE: Sur la limite du Crétacé et du Tertiaire. — Bull. Soc. géol. de France. 3. Série, tome 25. Paris 1897.
8. GROSSOUVRE, A. DE: Recherches sur la craie supérieure. I. Mém. pour servir à l'explic. de la carte géol. de France. Paris 1901.
9. GROSSOUVRE, A. DE: Sur les étages danien et montien. — Bull. Soc. géol. de France. 4. série, tome 2. Paris 1902.
10. GRÖNWALL, KARL A.: Block af paleocæn från Köpenhamn. — Medd. fra Dansk geol. Forening. Nr. 4. København 1897.
11. GRÖNWALL, KARL A.: Danmarks yngsta krit- och äldsta tertiär-aflageringar. — Förhandl. vid 15de Skandinav. Naturforskaremötet i Stockholm 1898. Stockholm 1899.
12. GRÖNWALL, KARL A.: Forsteningsførende Blokke fra Langeland, Sydfyn og Ærø samt Bemærkninger om de ældre Tertiærdannelser i det baltiske Omraade. — Danmarks geol. Undersøgelse. II. R. Nr. 15. Kjøbenhavn 1904.
13. GRÖNWALL, KARL A.: Nogle Bemærkninger om Lagfølgen ved Vestre Gasværk i København. — Medd. fra Dansk geol. Forening. Nr. 11. København 1905.
14. GRÖNWALL, KARL A.: Geschiebestudien, ein Beitrag zur Kenntniss der ältesten baltischen Tertiärablagerungen. — Jahrb. Königl. Preuss. geol. Landesanstalt. Bd. 24. Berlin 1907.
15. GRÖNWALL, KARL A. og HARDER, POUL: Paleocæn ved Rugaard i Jydland og dets Fauna. — Danmarks geol. Undersøgelse. II. R. Nr. 18. Kjøbenhavn 1907.
16. HARDER, POUL: Om Grænsen mellem Saltholmskalk og Lellinge Grønsand og nogle Bemærkninger om Inddelingen af Danmarks ældre Tertiær. — Danmarks geol. Undersøgelse. II. R. Nr. 38. Kjøbenhavn 1922.
17. HAUG, ÉMILE: Traité de Géologie. II. Paris 1908--11.
18. HENNIG, ANDERS: Studier öfver baltiska Yngre kritans bildningshistoria. — Geolog. Föreningens i Stockholm Förhandl. Bd. 21. Stockholm 1899.

19. HOLST, N. O. och GRÖNWALL, KARL A.: Paleocen vid Klagshamn. — Sveriges geol. undersökning. Ser. C. n:o. 208. Stockholm 1907.
 20. JESSEN, AXEL og ØDUM, Hilmar: Senon og Danien ved Voxlev. — Danmarks geol. Undersøgelse. II. R. Nr. 39. Kjøbenhavn 1923.
 21. KAYSER, E.: Lehrbuch der Geologie. Bd. 4. (6.—7. Auflage). Stuttgart 1924.
 22. KOENEN, A. VON: Ueber eine Paleocäne Fauna von Kopenhagen. Abhandl. d. Königl. Gesellschaft der Wissensch. zu Göttingen. Bd. 33. Göttingen 1885.
 23. KOENEN, A. VON: Ueber das Mittel-Oligocän von Aarhus in Jütland. — Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellschaft. Bd. 38. Berlin 1886.
 24. MILTHERS, V.: Kortbladene Faxe og Stevns. — Danmarks geol. Undersøgelse. I. R. Nr. 11. Kjøbenhavn 1908.
 25. MUNTHE, HENR.: Till kändedomen af foraminiferfaunan i Skånes kritsystem. — Geol. Förening. i Stockholm Förhandl. Bd. 18. Stockholm 1896.
 26. NIELSEN, K. BRÜNNICH: Om det i Københavns Havn ved Knippelsbro fundne Yngste Danien. — Medd. fra Dansk geol. Forening. Bd. 3. København 1910.
 27. NIELSEN, K. BRÜNNICH: Cerithiumkalken i Stevns Klint. — Danmarks geol. Undersøgelse. IV. R. Bd. 1. Nr. 7. København 1917.
 28. NIELSEN, K. BRÜNNICH: En Hydrocoral fauna fra Faxe og Bemærkninger om Danien'ets geologiske Stilling. — Danmarks geol. Undersøgelse. IV. R. Bd. 1. Nr. 10. København 1919.
 29. NIELSEN, K. BRÜNNICH: Inddelingen af Danien'et i Danmark og Skaane. — Medd. fra Dansk geol. Forening. Bd. 5. Nr. 19. København 1920.
 30. RAVN, J. P. J.: Molluskerne i Danmarks Kridtaflejringer. III. — Det Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 6. R., naturvidensk. og math. Afd. Bd. 11. Kjøbenhavn 1903.
 31. ROSENKRANTZ, ALFRED: En ny københavnsk Lokalitet for forsteningsførende Paleocæn. (En foreløbig Meddelelse). — Medd. fra Dansk geol. Forening. Bd. 5, Nr. 20. København 1920.
 32. ROSENKRANTZ, ALFRED: Craniakalk fra Københavns Sydhavn. — Danmarks geol. Undersøgelse. II. R. Nr. 36. Kjøbenhavn 1920.
 33. ROSENKRANTZ, ALFRED: En Trionyx fra Craniakalk-Blokke i København. — Medd. fra Dansk geol. Forening. Bd. 6, Nr. 19. København 1923.
 34. RUTOT, A. et BROECK, E. VAN DEN: Observations nouvelles sur le Tuffeau de Ciply et sur le crétacé supérieur du Hainaut. Liège 1886.
 35. RÖRDAM, K.: Beskrivelse til Kaartbladene Kjøbenhavn og Roskilde. — Danmarks geol. Undersøgelse. I. R. Nr. 6. Kjøbenhavn 1899.
 36. RÖRDAM, K.: Geologisk Litteratur og nogle Lejlighedsbetragtninger. — Medd. fra Dansk geol. Forening. Nr. 10. København 1904.
 37. SPENCER, W. K.: The Evolution of the Cretaceous Asteroidea. — Philosoph. Transact. of the R. Soc. of London. Series B. Vol. 204. London 1913.
 38. TROEDSSON, GUSTAF T.: On Crocodilian Remains from the Danian of Sweden. — Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd. 20. Lund 1924.
 39. ØDUM, H., i Medd. fra Dansk geol. Forening. Bd. 6. Hefte 1. Møder og Ekskursioner. S. 4. København 1921.
-