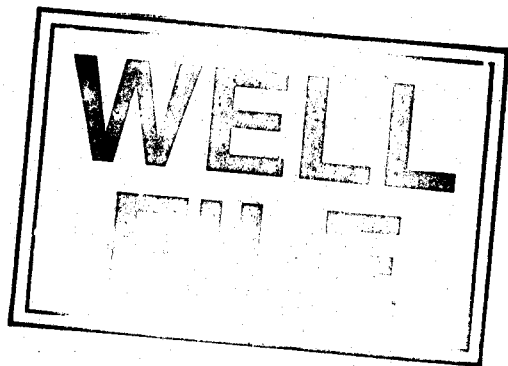


ELF - R.E.  
D. EXPLOR.  
LABORATOIRE EXPLORATION

SONDAGE FRIGG n°1 (25/1-1)

(NORVEGE)

ETUDE PALYNOPLANCTOLOGIQUE DU TERTIAIRE  
DU CRETACE ET DU JURASSIQUE



03-D-31 n°2/634 R

/eg

J. DUCAZEUX

Janvier 1972

## I - MATERIEL ANALYSE

Ont été étudiées :

- 1 - Les microflores organiques du Tertiaire entre 505 et 2674 m et du Crétacé-Jurassique entre 2678 et 4562 m, soit 190 niveaux.

La plupart des échantillons correspondent à des carottes latérales et à des déblais.

Quelques niveaux ont été carottés : carottes 1, 2, 3 (1872-1909,50 m) dans l'Eocène inférieur ; carotte 4 (2690-2695 m) ; carotte 5 (2829 à 2843 m) ; carotte 6 (2994-2997 m) dans le Crétacé supérieur.

L'ensemble du Tertiaire et du Crétacé est extrêmement fossilifère, avec des microflores mixtes à Spores, Pollens et Dinoflagellés. Le Jurassique renferme des microflores réduites, très carbonisées, presque exclusivement marines.

- 2 - Les nannoflores calcaires du Tertiaire et du Crétacé entre 1651 m et 4562 m, soit 70 niveaux. Les nannoflores du Tertiaire sont pauvres et peu représentatives ; par contre celles du Crétacé-Jurassique sont très riches. Ces nannoflores n'ont pas été exploitées à fond ; seuls, quelques éléments caractéristiques ont été retenus pour servir de base à une interprétation stratigraphique assez sommaire. Le but de cette étude est d'appuyer l'interprétation palynologique et non de donner une biozonation au moyen des nannofossiles.

## II - ZONATION PALYNOPLANCTOLOGIQUE ET REMARQUES STRATIGRAPHIQUES

### SPORES - POLLENS - DINOFLAGELLES

- 1 - TERTIAIRE (Planche 1)

La zonation du Tertiaire du sondage FRIGG 25/1-1 fait apparaître surtout dès 800 m, une succession de biozones richement représentées dans lesquelles les Dinoflagellés sont toujours fidèles et diversifiés. Les Spores et les Pollens sont relativement moins fréquents à l'exception du Paléocène, où leur particulière abondance sert de soutien à la caractérisation des zones.

... / ...

a) - 535-770 m

Le microplancton est encore rare, peu différencié :

D.303

D.302 D

Spores et Pollens sont peu fréquents : Ericales, Corylus, Laricoïdites.

Cette association est d'âge probablement MIOCENE mais aucun élément positif ne permet de la rattacher à la zone nt IX de Norvège pour laquelle elle montre cependant une certaine similitude.

N.B. On note à 670 m (déblais) la présence de Dinoflagellés assez abondants (remaniés ?) de l'Oligocène. Cette association n'a été retrouvée dans aucun des échantillons de déblais jusqu'à 800 m. Elle n'a donc pas été retenue pour la zonation.

b) - 800-1210 m - Zone nt V - Zone à D.420 - D.318 - 319 - D.320

Apparition à 800 m de la microflore de Dinoflagellés classique de l'OLIGOCENE MOYEN d'Europe du Nord :

D.318, D.319, D.320

D.420

D.404 A

D.322 A

Cette biozone est homogène et bien individualisée. Il semble difficile de la subdiviser en nt Va et nt Vb par suite de l'apparition progressive des espèces-type de la sous-zone nt Va :

D.347 à 830 m

D.416, D.417 à 930 m

D.351 A à 1135 m

La microflore continentale demeure peu représentative. On remarque la disparition des pollens d'Ericales et de Laricoïdites au profit des Tsuga et des pollens de Gymnospermes qui augmentent notablement. Cette modification du spectre sporopollinique est normale au sein de la zone nt V.

La zone nt V de FRIGG 25/1-1 par comparaison avec la zone nt V de Norvège, est attribuée à l'OLIGOCENE MOYEN-INFERIEUR.

N.B. On note à 930 et 1060 m la présence de D.415, Dinoflagellé caractéristique de la zone suivante nt IV. Cette espèce n'a plus été observée au-dessous. GOCHT cite cette espèce parmi les espèces caractéristiques de l'Oligocène moyen d'Allemagne, mais jusqu'ici, dans nos sondages de Norvège, D.415 a toujours été associée à la microflore de la nt IV. Il reste à démontrer si la présence de D.415 dans l'association de la zone nt V de FRIGG 25/1-1 est un phénomène normal ou au contraire une exception.

c) - 1250-1310 m - Zone nt IV - Zone à D.349

Apparition de D.349

Renouvellement du microplancton marin :

D.408  
 D.355  
 D.403  
 D.587

La zone nt IV représente une étape de transition entre la zone nt V et la zone nt III. Néanmoins, la zone nt IV conserve son individualité par la présence de D.349 (et de D.415 dans les autres sondages) espèces qui sont pratiquement limitées à cette zone.

Age : OLIGOCENE INFERIEUR à EOCENE SUPERIEUR

d) - 1340-1819,5 m - Zone nt III - Zone à D.405, D.353 A, D.305

Le microplancton marin gagne en richesse et en diversité. Cette zone correspond à la biozone des Dinoflagellés:

D.405  
 D.353 A  
 D.305

Elle peut être subdivisée en deux sous-zones :

- 1340-1600 m - Sous-zone nt III b

Apparition de

D.405  
 D.353 A  
 D.305  
 D.454  
 D.323

- 1630 - 1819,5 m - Sous-zone nt III a

Apparition de

D.558  
 D.309

Plus grande abondance de

D.405  
 D.305  
 D.353 A

Fréquence des espèces

D.387  
 D.344  
 D.465  
 D.464

Abondance de D.351 A

La zone nt III est définie par une microflore très caractéristique fondée sur les espèces D.405 et D.353 A. Cette microflore, est particulièrement bien caractérisée dans le sondage FRIGG 25/1-1. Des associations identiques sont observées par G.L. EATON dans les Upper Bracklesham Beds (zones 5 - 4 - 3) datés LUTETIEN-CUISIEN (zones à Nummulites planulatus - N. laevigatus - N. variolarius). Par ailleurs, les microflores décrites par GOCHT dans l'Unter-Eozän 1-4 d'Allemagne (LUTETIEN-YPRESIEN) et en particulier dans l'Unter-Eozän 4, ne sont pas fondamentalement différentes des microflores de Norvège.

Malgré ces différences dans la proportion des individus, on retiendra la similitude des associations.

Ces différents travaux confirment donc notre succession de biozones de Dinoflagellés en lui apportant la caution d'un calage chronostratigraphique.

Zone nt III (1340-1819,50) :

. Age LUTETIEN-CUISIEN

e) - 1831-2491 m - Zone nt II -

Cette zone regroupe plusieurs microflores différentes, observées dans les sondages précédemment étudiés et dont les relations sont déterminées maintenant avec plus de certitude.

- 1831 m - Sous-zone nt II c - Sous-zone à D.411 A

Apparition de D.411 A

Formes associées :

D.419 A

D.416 C

Niveau à abondantes Thalassiphora.

- 1846-1908,5 m - Sous-zone nt II b - Sous-zone à D.418 A

Microflore nouvelle, riche, déterminée avec précision grâce aux carottes 1 (1872-1876,5 m) - carotte 2 (1892 m) et carotte 3 (1901-1908,5 m).

Fréquence de :

D.418 A

D.311 A

D.266

Abondants :

D.468 (surtout dans la carotte 2)

D.305

Persistance de rares D.411 A (carotte 1)

La microflore de la nt II b-c est comparable à la microflore des Lower Brackkesham Beds - zones 2-1 (CUISIEN) et de la London Clay (YPRESIEN).

La microflore continentale est pauvre. Apparition de sp.729 dans la carotte 1. A signaler de fréquents pollens de Gymnospermes.

. Age EOCENE INFÉRIEUR (CUISIEN-YPRESIEN)

- 1932/1942-1969 m - Intervalle très peu fossilifère

- . 1932/1942 - Echantillon très pauvre en Dinoflagellés à l'exception de fréquents D.305. Microflore continentale surtout riche en Tilia.
- . 1969 m - Echantillon un peu plus riche en Dinoflagellés, comprenant des espèces de la nt II b-c : D.411 A, D.418 A, D.311 A, D.305. la part des retombées en déblais est difficile à évaluer. On ne constate en tout cas pas d'apparition de formes nouvelles.

. Age EOCENE INFÉRIEUR PROBABLE

- 1999-2491 m - Sous-zone nt IIa - Sous-zone à D.402 B et D.361

Renouvellement important de la microflore portant :

- . Sur l'association de Dinoflagellés, par disparition des espèces de la nt II b-c et apparition de :

D.402 B  
D.362 B  
D.361 (à 2235 m)

- . Sur l'association de spores et de pollens qui s'enrichit brusquement à ce niveau :

sp. 706  
sp. 515  
sp. 704  
sp. 729

L'association de la nt IIa se rencontre dans des faciès sableux aussi le microplancton se raréfie-t-il légèrement tout en conservant son identité caractéristique. La nt IIa du sondage FRIGG 25/1-1 subit un épaississement important. Il faut souligner l'existence d'une microflore bien différenciée (D.361) à la base de la nt IIa (2235-2491 m).

La nt IIa de FRIGG 25/1-1, et plus précisément la microflore comprise entre 2235 m et 2491 m, est l'équivalent de la microflore de la Formation de COD, d'âge PALEOCENE.

f) - 2517/2520-2678 m - Zone nt I - Zone à D.413 A-B et D.400

Cette microflore est presque uniquement d'origine marine. Elle se subdivise en deux sous-zones nt Ia et b :

- 2517/2520-2547 m - Sous zone nt Ib - Sous-zone D.413 B et D.400
- 2577-2678 - Sous-zone nt Ia - Sous-zone à D.413 A

Cette association, mal caractérisée dans les échantillons de déblais, est mieux représentée à 2678 m (carotte latérale).

D.413 A (rare)  
D.400  
D.399  
D.363

On remarque également à 2678 m la première apparition de Dinoflagellés du Crétacé Supérieur.

N.B. Les carottes latérales 2667 et 2674 m sont extrêmement pauvres.

2517/2520 à 2547 m : DANIEN à PALEOCENE  
2577-2678 m : DANIEN

## 2 - CRETACE (Planche 2)

L'étude des formations du Crétacé de FRIGG 25/1-1 représente la première intervention palynologique dans le Crétacé supérieur de Norvège. Cette étude révèle une succession de biozones, datées en partie par référence aux études de CLARKE et VERDIER\* dans la craie de l'île de Wight.

L'étude du sondage FRIGG 25/1-1 révèle une première biozotation palynologique du Maestrichtien au Cénomanién et complète ainsi la zonation du Crétacé moyen-inférieur élaborée dans les sondages précédents de l'off-shore norvégien (Cénomanién à Valanginién).

### a) - 2678-2975 m - Zone nc 9 - Zone à D.413 A et Aquilapollenites

Microflore à dominance marine avec renouvellement important des associations de Dinoflagellés.

Abondants D.413 A  
D.422  
D.547  
D.548

Formes associées fréquentes :

8800  
D.550 B  
D.553

Formes plus rares :

D.549  
8805  
D.322 B

... / ...

\* An investigation of microplankton assemblages from the chalk of the Isle of Wight, England - R.F.A. CLARKE - J.P. VERDIER 1967 -

Les Spores et Pollens sont très rares (Appendicisporites). Présence toutefois d'une espèce caractéristique du Maestrichtien de type boréal : Aquilapollenites sp. Rares sp. 721.

Dans les localités-type du Maestrichtien supérieur de Belgique et de Hollande, G.J. WILSON\* signale une microflore à Cannosphaeropsis et Cordosphaeridium dominant (partie supérieure) et une microflore à Areoligera et Cyclonephelium dominant (partie inférieure). Les microflores reconnues à FRIGG 25/1-1, dans la nc 9, permettent des remarques analogues.

. Age MAESTRICHTIEN

b) - 2985-3388 m - Zone nc 8 - Zone à D.551 A et D.36 B

Microflore nouvelle apparaissant dans un échantillon de carotte latérale à 2985 m et confirmée par une riche association dans la carotte 6 (2994-2997 m).

Apparition de :

D.551 A-B  
D.36 B  
D.427  
D.550 A  
D.554

Persistance de nombreux D.413 A

Présence de D.555

Cette biozone peut se subdiviser en deux sous-zones :

- 2985-3163 m - Sous-zone nc 8 b - Sous-zone D.551 A-B, D.36 B et D.427

- 3191-3388 m - Sous-zone nc 8a

. Apparition de D.552

. Odontochitina striatoperforata est citée par CLARKE et VERDIER dans le Campanien supérieur. Cette espèce est également caractéristique des microflores du Campanien supérieur reconnues en Europe par C.L. WILSON.

. Age CAMPANIEN

c) - 3434-3646m - Zone nc 7 - Zone à D.42

Biozone du Dinoflagellé D.42

Persistance en grande fréquence des Dinoflagellés :

D.427  
D. 36 B  
D.550 A

. Age SENONIEN INFÉRIEUR

... / ...

\* Observations on European Late Cretaceous Dinoflagellate Cysts. G.L. WILSON



d) - 3660/3677-3797,50 m - Zone nc 6 - Zone à D.524 et D.484

La zone nc 6 est fondée sur l'apparition, en déblais, à 3660/3677 m de :

D.524  
D.484

Cette microflore s'enrichit et s'affirme à l'échantillon de carotte latérale 3698 m où l'on observe :

D.518  
D.531  
D.556

Persistance en grande fréquence de :

D.36 B  
8622  
D.550 B

La zone nc 6 semble correspondre à une microflore de passage Turonien-Cénomaniens. En effet, CLARKE et VERDIER définissent une zone à *Scriniodium campanula* à la base du Turonien (= zone à *Rhynchonella cuvieri*) dans laquelle on remarque l'apparition de *Xiphophoridium alatum* et la disparition de *Cyclonephelium membraniphorum*. Par contre *Stephodinium coronatum* et *Chlamydophorella nyei* (= *hugonioti*) appartiennent à la zone suivante, zone à *H. siphoniphorum* (Cénomaniens - zone à *Holaster subglobosus*).

La microflore de la nc 6 de FRIGG 25/1-1 réunit des caractères communs aux deux zones de CLARKE et VERDIER :

Apparition de *X. alatum*  
Disparition de *C. membraniphorum* à la base de cette zone (sens sondage)  
mais présence de *St. coronatum* et *C. nyei*

. Age CENOMANIENS SUPERIEUR à TURONIENS INFÉRIEUR

e) - 3832-4044/4048 - Zone nc 5 - Zone à D.523

Biozone du Dinoflagellé D.523

Cette microflore est analogue à la microflore de CLARKE et VERDIER d'âge Cénomaniens.

N.B. Apparition d'espèces nouvelles à la cote 3990 m (carotte latérale)

D.8836  
D.522  
D.532

Cette cote correspond à peu près à l'apparition de microfaunes de l'Albiens.

. Age CENOMANIENS (à ALBIENS)

3 - JURASSIQUE

La microflore du Jurassique est exclusivement marine, pauvre et très carbonisée.

L'entrée dans le Jurassique a été fixée vers 4060 m. A 4061,5 et 4062,5 m, deux échantillons de Junk Catcher ont été prélevés. L'un (4062,5 m) est entièrement contaminé de Dinoflagellés du Sénonien et du Cénomanién. Dans l'autre (4061,5 m), beaucoup plus pauvre, on voit apparaître les premiers Dinoflagellés à cachet Jurassique. Ce même échantillon (4061,5 m) ne contient aucune microfaune de foraminifères et d'ostracodes. Les niveaux les suivant immédiatement ne sont pas fossilifères.

a) - 4061,5-4088/4092 m

Première apparition de très rares espèces de Dinoflagellés :

D.570 A  
D.515  
D.546 ?

. Age JURASSIQUE SUPERIEUR ?

b) - 4100-4152/4144 m

Intervalle indéterminé.

c) - 4164-4340/4344 m

Microflore de Dinoflagellés caractérisée par :

D.440  
D.514  
D.573

. Age OXFORDIEN-CALLOVIEN

d) - 4020/4024 m

Intervalle indéterminé.

e) - 4532-4562 m

Microplancton marin constitué de retombées, cependant, la microflore continentale renferme quelques espèces à affinités LIAS.

. Age LIAS ?

... / ...

NANNOFOSSILES CALCAIRES

L'étude des Nannoflores calcaires du sondage FRIGG 25/1-1 se borne à quelques résultats stratigraphiques destinés à appuyer l'interprétation palynologique.

1 - TERTIAIRE

L'ensemble des échantillons, y compris les carottes 1, 2, 3 (1651 à 2475 m) est très pauvre à non fossilifère. Seul l'échantillon de carotte latérale, à 2678 m, a révélé une riche nannoflore du DANIEN.

Cruciplacolithus tenuis  
Heliorthus junctus  
Thoracosphaera

avec de nombreuses espèces du MAESTRICHTIEN.

2 - CRETACE

Les microflores du Crétacé supérieur sont extrêmement riches.

a) - Carotte 4 (2690-2695 m) - carotte 5 (2994-2997 m)

Riche association à Arkh. cymbiformis

. Age MAESTRICHTIEN

b) - Carotte 6 (2994-2997 m)

Riche nannoflore à :

Aspidolithus parvus  
Lucianorhabdus cayeuxi

Cette association se retrouve, plus pauvre, à 3141, 3191, 3270 m.

. Age CAMPANIEN

c) - 3314-3388 m

Riche association avec apparition d'espèces nouvelles :

Laffittus obliquus  
Aspidolithus enormis

D'après la thèse d'H. MANIVIT dans le Crétacé d'Aquitaine, A. enormis disparaît un peu au-dessus du toit du Santonien. L.obliquus existe encore, rare, dans le Campanien inférieur, de sorte que la présence de ces nannofossiles à 3314 m pourrait caractériser déjà le Santonien. Cette nannoflore correspond d'ailleurs à une microfaune datée Campanien inférieur à Santonien.

. Age CAMPANIEN INFÉRIEUR A SANTONIEN

... / ...

d) - 3480-3522-3420 m

Cette nannoflore est caractérisée par :

Marthasterites furcatus

La zone à *M. furcatus* correspond à la base de la Mooreville Chalk en Alabama (CEPEK et HAY 1969) ; c'est la première zone reconnue (sens stratigraphique dans le CONIACIEN (la zone à *M. furcatus* est d'âge CONIACIEN SUPERIEUR-MOYEN en Aquitaine. H. MANIVIT). Cependant l'espèce *M. furcatus* couvre l'intervalle CONIACIEN-SANTONIEN et disparaît dans le Campanien inférieur. La présence de cette espèce à FRIGG indique donc un âge :

. Age SENONIEN INFÉRIEUR (CONIACIEN et SANTONIEN pro parte)

e) - 3646-3660/3667 m

Riche association dans laquelle on observe un pourcentage assez élevé de *L. obliquus*.

3698-3713-3797 m

Présence de *Lithastrinus floralis*.

La plus grande fréquence de *L. obliquus* jointe à l'existence dans ces niveaux de *L. floralis* indique un âge Turonien à Cénomancien supérieur. En effet, *L. obliquus*, très abondant au Turonien, est rare au Cénomancien (zone à *L. obliquus* - Turonien à Cénomancien supérieur), *L. floralis*, par contre, est fréquent dans le Cénomancien.

. Age TURONIEN à CENOMANIEN SUPERIEUR

f) - 3935 m

Riche nannoflore à 70 % de *Coccolithus barnesae* et zygolithes, avec de fréquents *L. floralis*.

. Age CENOMANIEN

N.B. Les niveaux 3990-4062,5 m ne sont pas fossilifères.  
L'échantillon 4040 m est pauvre et peu caractéristique.

... / ...

3 - JURASSIQUE

Les nannoflores du Jurassique sont extrêmement riches en espèces de la famille des Ellipsagelosphaeridés, ce qui représente un des caractères essentiels des associations du Jurassique supérieur-moyen.

a) - 4272-4316 m

Nannoflore assez riche à forte dominance d'Ellipsagelosphaeridés (E. frequens-E.lucasi - W. communis).

Présence de :

Cyclagelosphaera margereli  
Etmorhabdus gallicus  
Rhabdolithes

Cette association caractérise un Jurassique compris dans l'intervalle Kimmeridgien inférieur-Oxfordien (Oxfordien probable malgré l'absence de St. bigoti).

Vette nannoflore renferme aussi de très fréquents Nannoconidés, Zygolithes, Braarudosphaera qui correspondent à des retombées du Crétacé.

. Age OXFORDIEN probable

b) - 4378,5 m

Riche nannoflore mieux individualisée, avec présence de  
Stephanolithion speciosum

. Age CALLOVIEN-BATHONIEN

c) - 4455 m

Nannoflore à abondantes Ellipsagelosphaera avec absence de St. Speciosum.

. Age BAJOCIEN

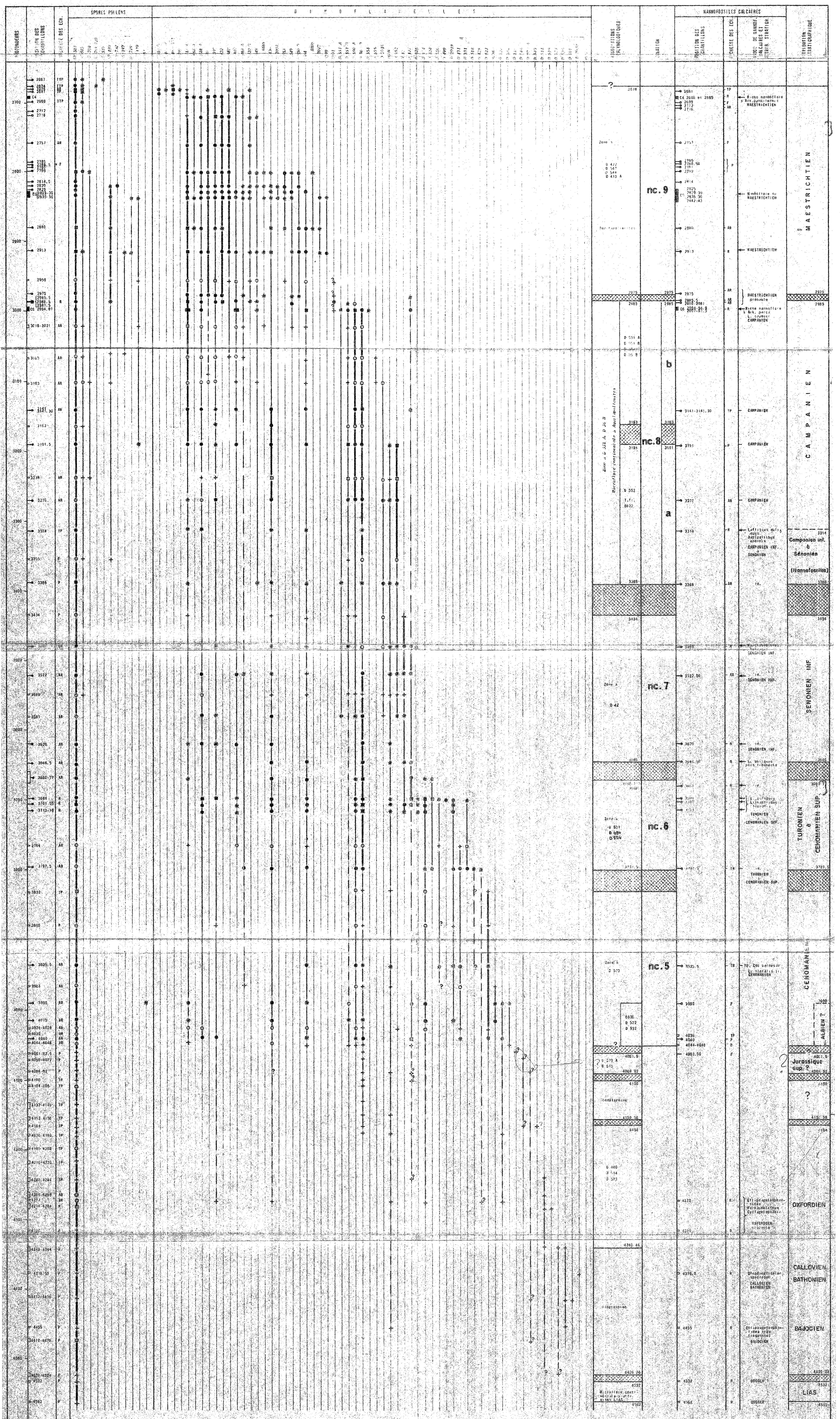
d) - 4532-4562 m

Association identique à la précédente, sans apparition de formes nouvelles.

... / ...

### III - CONCLUSIONS

L'étude palynoplantologique du sondage FRIGG 25/1-1 permet donc de caractériser, par une succession de microflores différenciées, les formations du Tertiaire, de l'OLIGOCENE au DANIEN, et en particulier les niveaux gréseux du réservoir. Le Crétacé du MAESTRICHTIEN à l'ALBIEN a également été caractérisé par palynologie. Quelques associations de Nannofossiles calcaires servent de soutien à la zonation palynologique. Dans le Jurassique, des microflores pauvres et carbonisées et des nannoflores riches mais sans éléments caractéristiques, n'ont permis qu'un repérage stratigraphique assez lâche.



NORVEGE  
 PETROBRAS  
 2 Ans Attribution  
**FRIGG 25/1-1x**  
 REPARTITION ET ZONATION DES MICROFLORES  
 SPORES, POLLENS, DINOFAGELLES ET  
 NANNOFOSSILES CALCAIRES DU MAESTRICHTIEN AU LIAS  
 A. J. 1975  
 P. 2