

ELF R.E.
D. EXPLOR.
LABORATOIRE EXPLORATION

reg.

Box 98 No 1142

SONDAGE NJORD 10/8-1

ETUDE STRATIGRAPHIQUE
WELLFILE

03-D-31 n° 1/571 R
/ca

J. DUCAZEUX - P. DURIF
E. GROSDIDIER

Avril 1971

FICHE DE DIFFUSION

Réf. : 03-D-31 n° 1/571 R

Titre : Sondage NJORD (10/8-1) NORVEGE
Etude stratigraphique

Auteurs : J. DUCAZEAUX - P. DURIF - E. GROSDIDIER

Destinataires :

DIVISION II - Europe du Nord 3

S O M M A I R E

Pages

STRATIGRAPHIE PAR MICROPALÉONTOLOGIE (Tertiaire à Jurassique supérieur)

I - Introduction	1
II - Zonation et remarques stratigraphiques	1
III - Conclusions	9

STRATIGRAPHIE PAR PALYNOLOGIE (Néocomien au Zechstein)

I - Matériel étudié - Résultats généraux	11
II - Zonation palynologique et remarques stratigraphiques	11
III - Conclusions de l'étude palynologique	14

LISTE DES PLANCHES

- Pl. 1 - Log de répartition des microfaunes (Foraminifères - Ostracodes)
- Pl. 2 - Log de répartition et zonation des microflores Spores-Pollens et Dinoflagellés.

STRATIGRAPHIE PAR MICROPALÉONTOLOGIE

I - INTRODUCTION

L'étude micropaléontologique - Foraminifères et Ostracodes - du sondage NJORD IO/8 - 1 a été faite de 515 m à 1580 m sur déblais et carottes latérales.

L'espacement des échantillons examinés est en moyenne de 10 à 20 m, exceptionnellement égal ou inférieur à 5 m. La plupart des échantillons se sont révélés fossilifères jusqu'à 1500 m environ, pratiquement "azoïques" au-dessous de 1510 m. Les quantités de résidu recueilli après lavage ont été faibles dans l'ensemble, les "retombées" localement très importantes.

Un tableau de répartition de la microfaune a été établi pour le tertiaire, le Crétacé et le Jurassique.

II - ZONATION ET REMARQUES STRATIGRAPHIQUES (Pl.1)

1 - TERTIAIRE

1.1 - TERTIAIRE INDIFFERENCIE : 515 à 550 m

La microfaune recueillie dans cet intervalle est composée d'espèces du Paléocène et du Paléocène - Eocène avec notamment :

Allomorphina halli
Bulimina paleocenica
Bulimina trigonalis
Globorotalia pseudobulloides
Globigerina Gr. triloculinoides

Un certain nombre d'individus - à test blanc évoquant un sédiment "crayeux" - pourraient être remaniés ; aucune espèce caractéristique d'un étage plus récent que l'Eocène - Paléocène n'a pu toutefois être observée, tant sur déblais que sur carottes latérales. La pauvreté de la microfaune recueillie ne permet pas de lever l'incertitude sur l'âge réel de ces assises.

... / ...

1.2 - PALEOCENE A EOCENE : 560 à 730 m

121 - La partie supérieure de cet intervalle est caractérisé, à 560 et 580 m, par une microfaune à prédominance de Lagenidae :

Nodosaria latejugata
Nodosaria torsicostata
Nodosaria aff. raphanistrum
Robulus discus
Robulus aff. klagshammensis

association décrite du "Paléocène" (P. moyen - supérieur) de Suède ; la plupart de ces espèces peuvent se rencontrer également dans l'Eocène.

L'échantillon de 560 m renferme en outre des formes "arénacées" de l'Eocène inférieur - Paléocène supérieur :

Cyclammina sp.
Trochammina inflata
Bathysiphon ? eocenicus.

Parmi les autres espèces, plus typiquement paléocène, observées dans ces échantillons on peut citer :

Bulimina trigonalis
Bulimina midwayensis
Gavelinella lellingensis
Alabamina cf solnænsis

122 - A partir de 600 m la microfaune est caractérisée par les espèces suivantes :

Allomorphina halli
Karrerria fallax, à 600 m
Bulimina paleocenica
Alabamina cf solnænsis
Anomalina grosserugosa
Osangularia expansa
Stilostomella spinosa
Cibicides spp.
 \ *Osangularia lens*, à 650 m
 \ *Globorotalia pseudobulloides*, à 670 m

Les deux dernières espèces suggèrent un Paléocène inférieur - Danien à partir de 650 m (?).

L'association caractéristique du Danien a été observée dans l'échantillon de 710 m :

\ Globigerina daubjergensis
 Globorotalia compressa
 Globorotalia pseudobulloides
 \ Globigerina triloculinoides

1.3 - Passage DANIEN - MAESTRICHTIEN : 750 à 801 m

Cet intervalle est caractérisé par de nombreux débris de Bryozoaires, spicules d'Eponges, radioles d'Echinides... et l'apparition des espèces :

Gavelinopsis bembix
 Gavelinopsis voltziana
 Pseudovalvulineria spp.
 Mississippina binkhorsti, à 770 m
 accompagnées de rares :
 Globigerina triloculinoides
 Globigerina varianta
 Globorotalia pseudobulloides

Cette dernière association, dans la mesure où elle ne provient pas de contaminations (retombées ou "cake") suggère un âge danien ; les espèces benthiques observées se rencontrent généralement dans le Maestrichtien, l'espèce *Mississippina binkhorsti* étant localisée à la base du Danien et dans la partie sommitale du Maestrichtien.

2 - CRETACE SUPERIEUR

2. 1. - MAESTRICHTIEN : 820 à 910 m ?

Dans cette zone apparaissent :

Buliminella spp.
 "Lagenas", abondantes
 Bolivina incrassata
 Rugoglobigerina gr. rugosa, rare
 Gavelinopsis gr. involutiformis / ventricosa

... / ...

Stensioina pommerana

Arenobulimina spp.

associés à :

Gavelinopsis bembix

Gavelinopsis gr. vltziana

2. 2. - CAMPANIEN SUPERIEUR : 910 m ? à 950 m

L'entrée dans le Campanien supérieur pourrait être marquée vers 910 m par l'apparition de l'espèce :

Globorotalites micheliniana

La base de cet intervalle est caractérisée par la présence à 930 m de très rares :

Stensioina pommerana juvenilis

Stensioina exculpta.

2. 3. - CAMPANIEN INFÉRIEUR : 970 m à 990 m

La microfaune essentiellement benthique est caractérisée par l'association :

Gavelinella clementiana

Stensioina exculpta

Stensioina exculpta aspera

Stensioina pommerana juvenilis.

2. 4. - SANTONIEN : 1010 à 1040 m

Dans cette zone apparaissent :

Globorotalites subconica

Bulimina reussi

Bolivinoïdes strigillatus

Stensioina cf. praeexculpta

... / ...

avec présence de formes planctoniques :

Globotruncana lapparenti tricarinata
Globotruncana lapparenti angusticarinata
Globotruncana gr. "marginata"
Praeglobotruncana ? spp., abondantes à 1030 m

2. 5. - CONIACIEN : I060 à 1100 m

La microfaune est composée principalement de *Stensioina* et de *Globotruncana* avec les espèces :

Stensioina praexculpta
Stensioina praexculpta granulata
Stensioina gracilis
Globotruncana lapparenti coronata
Globotruncana lapparenti bulloides
Globotruncana paraventricosa
Praeglobotruncana aff. *imbricata*, à I080 m

2. 6. - TURONIEN : de 1110 à 1160 m

Cet intervalle est caractérisé par une microfaune à prédominance de formes planctoniques :

Praeglobotruncana ? gr. *paradubia*, abondante
Praeglobotruncana aff. *imbricata*
Globotruncana lapparenti coronata

avec rares :

Stensioina praexculpta
Gavelinopsis spp.
Valvulineria lenticula, à 1160 m

... / ...

2. 7. - CENOMANIEN ? : échantillon 1165 m (carotte latérale)

Microfaune composée uniquement de nombreuses :

Hedbergella spp.

avec de très rares :

Gavelinella gr. baltica / ammonoides

Glomospira gordialis.

3 - CRETACE INFÉRIEUR :3. 1 - ALBIEN (à APTIEN sup ?) : 1180 à 1230 m

A partir de 1180 m, apparition d'une microfaune à test rougeâtre renfermant de rares :

Textularia foeda

H. (Trochammina ?) cf. globosa

Hedbergella spp.

Globigerinelloides sp.

Valvulineria gracillima

Epistomina chapmani

Hedbergella planispira

et de très nombreuses :

Hedbergella délriceensis, principalement dans les carottes latérales de 1190 et 1230 m (dans les déblais : importantes retombées du Crétacé supérieur et du Paléocène).

3. 2. - APTIEN INFÉRIEUR ? : échantillon de 1240 m

A côté de nombreuses Hedbergella délriceensis, rares Valvulineria gracillima, Epistomina chapmani observées plus haut, présence de très rares

Gavelinella barremiana

suggérant un âge Aptien inférieur, mais peut-être remaniées (?).

... / ...

3. 3. - BARREMIEN : 1250 à 1280 m ?

Cet intervalle est caractérisé par la présence de :

Conorotalites aptiensis

Conorotalites intercedens

Gavelinella barremiana

Epistomina chapmani

Epistomina hechti

L. (Marginulinopsis) gracilissima, rare

L. (Marginulinopsis) robusta, rare

avec dans la partie supérieure encore d'assez nombreuses *Hedbergella delrioensis* à test rougeâtre et provenant vraisemblablement des assises sus-jacentes.

3. 4. - HAUTERIVIEN SUPERIEUR (à BARREMIEN basal ?) : échant. de 1290 m.

Microfaune constituée par :

Gavelinella ? sigmoicosta

Epistomina caracolla caracolla

Epistomina gr. ornata / spinulifera

L. (Marginulinopsis) gr. breyeri

Marginulina pyramidalis

L. (Planularia) crepidularis

Lenticulina gr. eichenbergi

3. 5. - CRETACE INFERIEUR indifférencié : 1305 à 1330 m

Les échantillons de cet intervalle sont peu fossilifères ou non représentatifs.

La carotte latérale de 1305 m a livré principalement des *Epistomina* rappelant l'espèce

Epistomina caracolla anterior

signalée surtout au Valanginien (?)

... / ...

3. 6. - VALANGINIEN : 1340 à 1360 m

Un Valanginien moyen - supérieur est bien identifiable à 1340 m avec la présence de :

Ammovertella cellensis, assez abondante

Protocythere hannoverana

Au-dessous de cette cote, les échantillons sont peu représentatifs ; ils renferment de rares *Epistomina* dont : *Epistomina caracolla anterior*, à 1345. (C. L. A. B.)

4 - JURASSIQUE4. 1. - KIMMERIDGIEN : 1380 à 1410 m ?

A partir de 1380 m et plus nettement à 1400 et 1410, la microfaune est composée par les espèces :

Haplophragmoides cf. *can-i*

Trochammina aff. *canningensis*

Galliaecytheridea sp.

Galliaecytheridea aff. *wolburgi*

"*Mandelstamia*" *rectilinea*

4. 2. - JURASSIQUE indifférencié : 1420 à 1450 m

A côté des espèces "arénacés" (*Haplophragmoides*) déjà rencontrées, apparition de rares :

Reinholdella spp.

4. 3. - OXFORDIEN - DOGGER : 1460 m ? à 1510 m ?

L'échantillon de 1460 m (déblais) a livré une faune assez abondante de :

Reinholdella spp. abondantes

Epistomina sp., rare

associée à des *Lagenidae* (*Lenticulina*) et de rares :

Trochammina cf. *sable i*

La microfaune recueillie à 1470 m (C. L. A. B.) se distingue par son excellent état de conservation ; elle est constituée essentiellement d'*Epistominidae* :

Reinholdella spp.

Epistomina gr. *uhligi*, abondante

Epistomina cf. *roussi*

Epistomina conica

espèces particulièrement abondantes dans la partie supérieure du "Dogger" (Callovien, notamment) et l'Oxfordien.

De 1480 à 1510 m la microfaune est pauvre et constituée d'espèces rencontrées plus haut :

Reinholdella spp.

Trochammina cf. sablei

Haplophragmoides spp.

Lenticulina spp.

la part revenant à des "retombées" étant difficilement discernable.

Les échantillons traités dans les assises sous-jacentes, sur déblais et carottes latérales, de 1520 à 1580 m se sont révélés non fossilifères.

III - CONCLUSIONS :

L'étude micropaléontologique, Foraminifères et Ostracodes, du Tertiaire, du Crétacé et du Jurassique du sondage NJORD IO/8 - I, effectuée de 515 à 1580 m sur déblais et carottes latérales a donné les principaux résultats suivants :

a) dans le Tertiaire :

- présence d'espèces du Paléocène (à Eocène) vraisemblablement remaniées dans des assises plus récentes (post Eocène ?), de 515 à 550 m environ.
- série Eocène ? - Paléocène à partir de 560 m, avec présence d'une association planctonique du Danien à 710 m.
- Dano-Maestrichtien calcaire à Bryozoaires, Echinides et Foraminifères benthiques calcaires prédominants.

... / ...

b) dans le Crétacé supérieur

- mise en évidence de tous les termes du Sénonien :
Maestrichien, Campanien supérieur et inférieur à faune benthique, Santonien et Coniacien à Stensioina et Globotruncanæ.
- Turonien supérieur-moyen, à Praeglobotruncanæ ? gr. paradubia ("Rugoglobigerines").
- Cénomaniens (?), réduit à Hedbergella.

c) dans le Crétacé inférieur

- Albien - Aptien supérieur ? à faune rougeâtre principalement pélagique (Hedbergella dérioensis).
- mise en évidence d'un Barrémien à Conorotalites et Gavelinella et d'un Hauteriviens supérieur à Barrémien basal (?) à Lagenidae et Epistomina.
- Valanginiens moyen - supérieur à Ammoverrella et Ostracodes

d) dans le Jurassique

- au sommet : Kimméridgien à Ostracodes et Foraminifères "arénacés"
 - vers le bas : Oxfordien - Dogger à Epistominidae en très bon état de conservation (1460 et surtout 1470 m), sans Ostracodes.
- Au - dessous de 1510 m environ, les échantillons traités se sont révélés non fossilifères.

STRATIGRAPHIE PAR PALYNOLOGIE

I - MATERIEL ETUDIE - RESULTATS GENERAUX :

Les microflores organiques du Crétacé Argileux, du Jurassique et du Trias, entre 1300 et 2850 m, ont été analysées avec des mailles d'échantillonnage variées. La maille a été resserrée dans la partie supérieure au cours de l'étude à mesure que se précisait la zone d'intérêt de l'intervention paléontologique. Elle est lâche dans l'épaisse formation gréseuse. Les échantillons correspondent à des carottes latérales (18 niveaux) et à des déblais (35 niveaux).

Le Crétacé et le Jurassique entre 1300 et 1570 m montrent des associations mixtes à Spores et Dinoflagellés, généralement assez riches quoique souvent altérées.

Aucune carotte latérale entre 1547 et 2870 m n'est fossilifère ; les échantillons de déblais prélevés dans ces formations contiennent des microflores du Jurassique qui ont été considérées comme retombées.

L'échantillon 2850 m renferme une microflore du Zechstein.

II - ZONATION PALYNOLOGIQUE ET REMARQUES STRATIGRAPHIQUES : (Pl. 2)

La reconnaissance des microflores du sondage NJORD est fondée sur la comparaison directe avec la zonation palynologique du Mésozoïque de Norvège. Ces données actuelles sont donc clairsemées, surtout pour le Jurassique faute d'une étude de référence sérieuse. La zonation est basée presque uniquement sur les organismes marins (Dinoflagellés), ce qui a posé des difficultés de corrélation avec NJORD où les microflores reconnues, surtout dans le Jurassique, sont à dominance continentale.

① - 1300 - 1370 m - Zone à Dinoflagellés 8838 - 8839

Microflore mixte à dominance d'éléments marins.

La microflore continentale est marquée par la fréquence des spores cicatricosées (4932) et par la présence sporadique des spores 4965 - 4959 - 3006 - 3623 - les pollens de Gymnospermes sont fréquents. On remarque la présence encore réduite de spores qui seront beaucoup plus abondantes dans le Jurassique, par exemple 3062 et 3007, ainsi que des pollens du genre Zonalapollenites.

La microflore marine est extrêmement riche et comprend la plupart des espèces observées en Norvège dans des formations équivalentes, attribuées au VALANGINIEN. Cette association est caractérisée par les Dinoflagellés 8838 - 8839 et la fréquence de D. 426.

... / ...

② - 1380 - 1440 m - Zone à Trilète 3005 et abondants 3001 - 3022 - 4915

Entre 1380 et 1440 m, la microflore continentale subit un changement marqué par l'accroissement, avec une fréquence constante, des pollens 3001 tandis que le fond de l'association se compose de très fréquents 3022, 4915 et de fréquents pollens de Gymnospermes.

Apparition des trilètes 3005 et 4993

Dans cet intervalle, les Dinoflagellés sont rares : quelques retombées probables du Crétacé inférieur et quelques Dinoflagellés jurassiques peu représentatifs.

Cette variation du spectre sporopollinique traduit une coupure au passage du VALANGINIEN marin au JURASSIQUE à faciès continental. Grâce aux études de D. BURGER*, en Hollande, on sait que la coupure Jurassique - Crétacé des flores continentales se situerait au niveau des "Pollen zones V et W", soit dans la base du Weald (= Wealden 1 - 2 ou Purbeckien supérieur moyen anglais). A ce niveau, la microflore subit (sens stratigraphique) deux modifications :

- Forte diminution des Classopollis ,
- Accroissement des spores trilètes

C'est un phénomène analogue qui se produit à NJORD où l'on observe, dès 1380 m, dans le sens sondage cette fois :

- une augmentation des Classopollis
- une diminution de fréquence des spores en général, en particulier disparition des spores cicatricosées.

Age : Il est donc probable que cette microflore continentale de NJORD appartient au JURASSIQUE TERMINAL (Wealden 1 - 2 allemand - Purbeckien anglais).

③ - 1460 - 1505 m - Zone à Dinoflagellés 8760 - 8764

Microflore mixte, à dominance d'éléments continentaux, si l'on tient compte du fort pourcentage de pollens et Gymnospermes - (50 % du matériel sporopollinique).

La microflore continentale se caractérise par la brusque abondance des spores 3062 - 3007 - sp. 175 - sp. 76 - 3069 - 3047 -

Apparition de la spore 3027
" du pollen 3162

La microflore marine montre un renouvellement très net avec une fréquence assez importante des Dinoflagellés 8760 - 8764 - 8828 - Présence plus rare du Dinoflagellé D. 429.

.../...

* Palynology of Uppermost Jurassic and lowermost Cretaceous Strata in the Eastern Netherlands.

④ - 1512 - 1570 m

L'association jurassique est marquée par une régression des spores et des pollens et par la pratique disparition des Dinoflagellés. On retrouve donc la microflore précédente mais considérablement réduite.

Présence sporadique des Pollens 3001 - 3022 - 4915 - sp. 76

Présence légèrement plus fréquente de la spore 3047.

Cette association est observée dans les carottes latérales de 1512 - 1519, puis dans les déblais 1530 - 1550 - 1560/70. Les carottes latérales de 1547 à 1583 ne sont pas fossilifères.

La datation de cet intervalle est délicate. Nous l'attribuons à un JURASSIQUE indifférencié, à faciès continental.

⑤ - 1590 - 2800 m

Les carottes latérales prélevées dans cette série ne sont pas fossilifères. Les déblais intercalaires contiennent une microflore du Jurassique. Cette microflore, constituée probablement de retombées, appelle quelques remarques concernant :

- la pratique disparition des Dinoflagellés vers 2000 mètres. Ces organismes sont d'ailleurs assez rares de 1590 à 2000 m en déblais et totalement absents à 1512 m en carotte latérale. Cette baisse des éléments marins est d'ailleurs suivie par la diminution de fréquence des pollens disaccates. Au-dessous de 2000 m, les Dinoflagellés sont très rares, souvent altérés et indéterminables.

- la constance des retombées qui se composent, dans leur ensemble, des espèces les plus communément rencontrées au-dessus. Leur fréquence est variable suivant les échantillons.

- un changement assez sensible vers 2500 m, où la recrudescence des pollens 3001 et 3047 jointe à l'existence de certaines spores (3065 notamment) avait fait initialement songer à une microflore du LIAS.

Cette variation dans la constitution de la microflore est tout de même troublante car dans l'hypothèse de retombées du Mésozoïque argileux, les associations mêlées devraient être constantes. Quoiqu'il en soit, l'absence de données sur carottes (carottes latérales non fossilifères) ne permet pas de trancher cette question et incite à considérer les spores et pollens observés comme des retombées Jurassique.

⑥ - 2850 m

Cet échantillon de déblais, le premier en dessous de 2800 m, renferme une microflore du ZECHSTEIN à Lueckisporites, Limitisporites, Jugasporites, etc...

III - CONCLUSIONS DE L'ETUDE PALYNOLOGIQUE

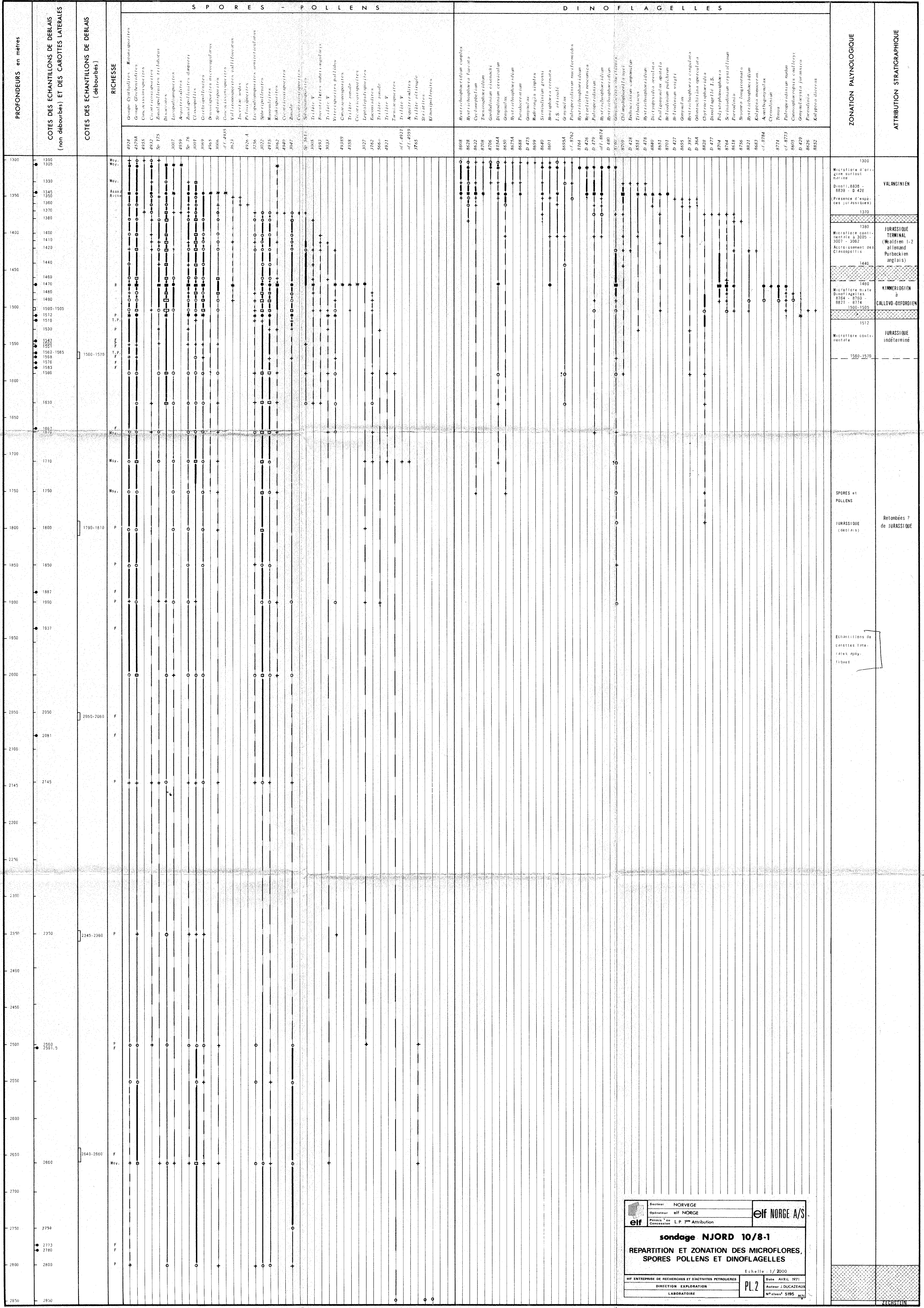
- L'étude de NJORD confirme la richesse des microflores du Valanginien. La présence des Dinoflagellés diversifiés et stables, facilite les comparaisons entre sondages.

- La variation climatique régionale traduite par un changement du stock sporopollinique à 1380 m correspond probablement au passage Crétacé - Jurassique qui se situerait d'après certains auteurs, au sein du WEALDEN allemand (équivalent du Purbeckien supérieur - moyen anglais).

- La microflore de 1460 à 1505 (KIMMERIDGIEN à CALLOVO-OXFORDIEN) est corrélable avec les microflores de Norvège correspondant aux argiles radioactives.

- L'ensemble gréseux inférieur (1503 - 1560) est attribué à un Jurassique indifférencié, très pauvre, à faciès continental.

- L'épaisse série gréseuse attribuée au Trias ne contient que des spores et des pollens jurassiques considérés comme retombés.



Secteur NORVEGE		eif NORGE A/S
Opérateur eif NORVEGE		
eif		Date AVRIL 1971
Permis de Concession L.P. 1 ^{ère} Attribution		
sondage NJORD 10/8-1		
REPARTITION ET ZONATION DES MICROFLORES, SPORES POLLENS ET DINOFLAGELLES		
eif ENTREPRISE DE RECHERCHES ET D'ACTIVITES PETROLIERES		N°class 5195
DIRECTION EXPLORATION		
LABORATOIRE		
Echelle 1/2000		
Auteur J. DUCAZEUX		

ZENITH