

SNEA (P)  
D.G.P. - D. EXPLOR.  
LABORATOIRE DE GEOLOGIE DE BOUSSENS

GEO/LAB Bss n° 8/1734 RP  
/ca

**CONFIDENTIEL**  
**REPRODUCTION INTERDITE**

SEDIMENTOGENESE DU JURASSIQUE  
DE LA ZONE CENTRALE DE L'OFFSHORE DE NORVEGE  
Relations lithostratigraphiques et environnements  
de dépôt dans les sondages 25/4-1, 25/2-4, 25/2-5  
et 25/2-6 : extension des résultats  
aux sondages non étudiés

R. CUSSEY

Boussens - Janvier 1979

Référence : Commande n° 031180

- P. DURIF - Report n° 8/1677 RP -  
"North Sea Wells (Norway) - Micropaleontological synthesis (Ostracods  
excepted) of the Jurassic (Biostratigraphy and Paleocology)"

---

LISTE DE DIFFUSION

DESTINATAIRES :

EXPERT REGIONAL EXPLO. EUROPE	1
EXPLO. DIG EUROPE	1
ELF NORGE S/c. EXPLO. DIG EUROPE	12
S.I.D. BOUSSENS	2

## R E S U M E

Un examen détaillé de chacun des sondages 25/4-1, 25/2-4, 25/2-5 et 25/2-6 avait déjà été effectué ; leur comparaison a permis de mieux préciser :

- 1) la lithostratigraphie de cette région centrale du bassin de Viking
- 2) les environnements de dépôt.

L'extension des connaissances aux sondages non étudiés (examen diagraphique sommaire, reconnaissance des caractéristiques lithologiques essentielles) a permis de dégager les traits majeurs de la sédimentation au cours du Jurassique.

Pendant tout le Jurassique la tectonique joue un rôle essentiel :

- forme générale et limites du bassin (direction NS de rift et tectonique liée aux directions conjuguées cf. ci-dessous)
- forme de subbassins liés à des directions tectoniques conjuguées NNW - SSE et NNE - SSW
- répartition de la sédimentation : zones subsidentes et séries de répartition des dépôts.

Au cours du Jurassique la sédimentation est d'abord limitée à un golfe dans la partie Nord, elle s'étend sur le môle d'Utsirah et en bordure de la plate-forme écossaise au Jurassique supérieur.

Au début du Lias (jusqu'au Sinémurien) la sédimentation est caractérisée par le remplissage du golfe par une sédimentation deltaïque avec apports venant du NW, la partie SE du golfe étant approvisionnée par des apports venant du bouclier scandinave.

Ce remplissage se caractérise par une séquence globalement transgressive, la transgression marine venant du Nord interrompt la sédimentation deltaïque, des cordons littoraux bordent cette transgression vers l'Est (25/2-4).

Au Pliensbachien l'ensemble des dépôts du golfe est marin (argile  $\pm$  gréseuse), il y a donc une forte diminution des apports détritiques.

Au Jurassique moyen une sédimentation margino-littorale et de chenaux s'installe avec l'arrivée de nouveaux apports détritiques deltaïques, mais l'aire de dépôt est limitée; sur les bords la sédimentation est principalement constituée de margino-littoral interne à couches à charbon, au Bathonien les directions de dépôt et d'apports changent, l'appendice SE (Balder - Heimdall) est abandonné alors que dans la région de Beryl des dépôts jurassiques s'installent (appendice SW). Cette période est caractérisée par de nombreuses lacunes sédimentaires et la disparition du delta venant du NW. Au début du Jurassique supérieur le début de la transgression marine est marquée par une sédimentation callovienne sporadique.

Au Jurassique supérieur la mer envahit l'ensemble de l'aire considérée (môle d'Ulsnah, graben central, bordure de la plate-forme écossaise), la sédimentation est généralement peu épaisse et argileuse sauf au niveau du graben central où des dépôts de turbidites de l'Oxfordien et du Kimméridgien se forment, soit en bordure du môle d'Utsirah (15/3) soit le long de la plate-forme écossaise (Thelma Brae). Les tilts de blocs jusqu'alors limités se généralisent.

## S O M M A I R E

1 - INTRODUCTION	page 1
2 - INTERPRETATION DES DEPOTS DANS LES SONDAGES ETUDIES	page 1
2.1 - Lithostratigraphie régionale	page 1
2.2 - Définition des environnements	page 4
2.3 - Variation verticale et latérale des dépôts	page 8
3 - EXTENSION DES CONNAISSANCES AUX SONDAGES NON ETUDIES	page 9
4 - REPARTITION LATERALE DES DEPOTS	page 11
4.1 - Jurassique inférieur (Statfjord)	page 12
4.2 - Jurassique inférieur (Dunlin)	page 13
4.3 - Jurassique moyen (Brent)	page 14
4.4 - Jurassique supérieur	page 14
4.5 - Tectonique et sédimentation	page 15
5 - CONCLUSIONS	page 15

### LISTE DES FIGURES

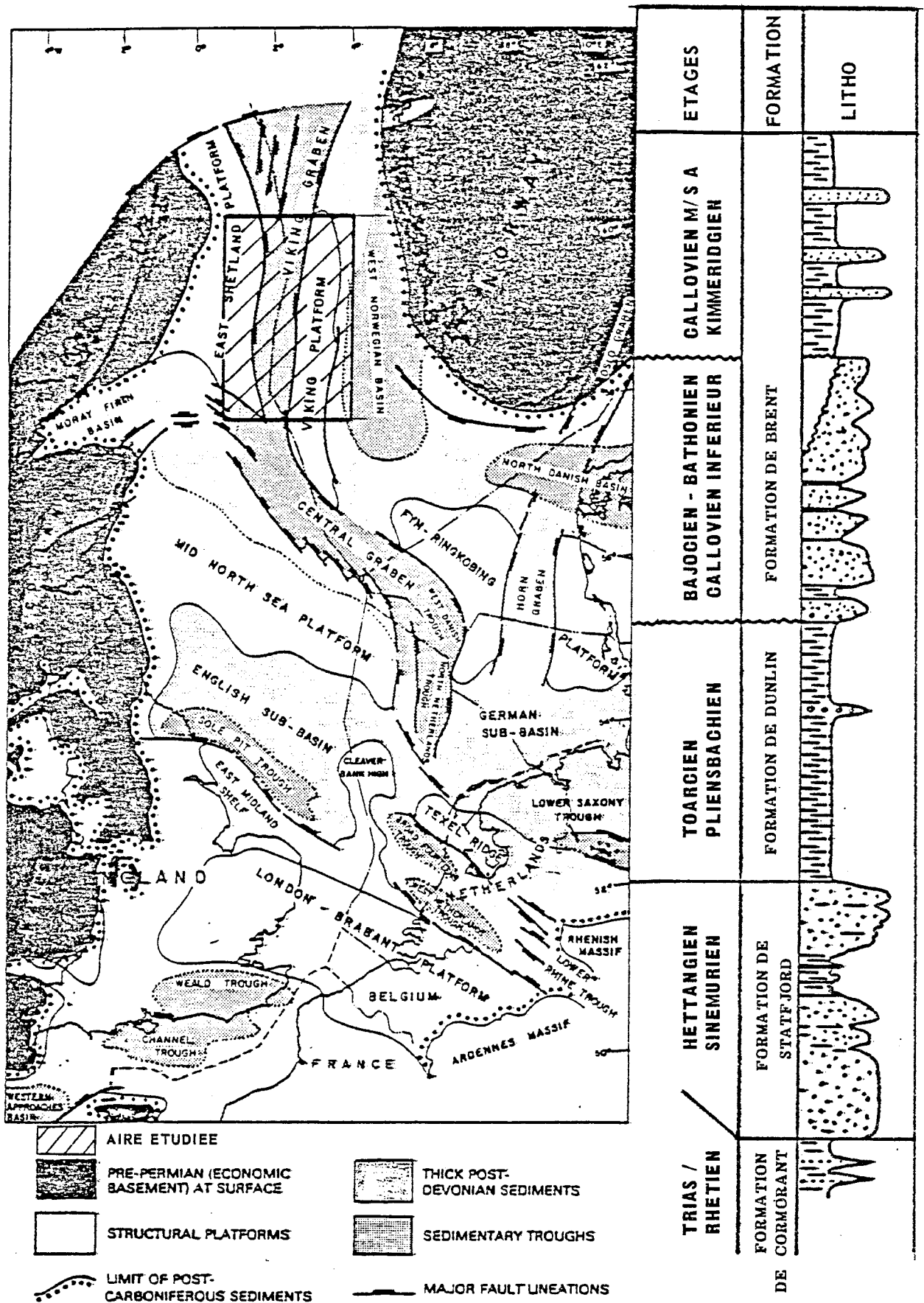
- Fig. 1 - Localisation géographique et géologique
- Fig.1bis-Plan de position des sondages étudiés - éch. 1/1.000.000
- Fig.2A - Extension des dépôts de la formation de Statfjord - éch. 1/1.000.000
- Fig.2B - Essai de répartition des dépôts au toit de la formation de Statfjord en rapport avec les lignes isopaques du bassin - 1/1.000.000
- Fig.3A - Extension des dépôts marins de la formation de Dunlin - éch. 1/1.000.000
- Fig.3B - Isopaques de la formation de Dunlin : mise en évidence du compartimentage du bassin par un réseau tectonique de directions conjuguées - éch. 1/1.000.000
- Fig.4A - Extension probable des dépôts à la base de la formation de Brent - éch. 1/1.000.000
- Fig.4B - Extension probable des dépôts au toit du Bajocien - éch. 1/1.000.000

.../...

- Fig.4C - Extension probable des dépôts à la base du Bathonien - éch. 1/1.000.000
- Fig.4D - Extension probable des dépôts au toit du Bathonien (base NJ5a) - éch. 1/1.000.000
- Fig. 5 - Extension des dépôts au Jurassique supérieur
- Fig. 6 - Région de 15/3-1 - 15/3-2 : Hypothèse sur le développement des turbidites du bloc 15/3.

#### LISTE PLANCHES

- Pl. 1 - Variations verticale et latérale des dépôts du Jurassique inférieur et moyen - éch. 1/2000.
- Pl. 2 - Types de dépôts du Jurassique inférieur et moyen dans la zone centrale de l'offshore norvégien - éch. 1/2000.
- Pl. 3 - Types de dépôts du Jurassique inférieur et moyen dans la zone centrale de l'offshore UK (blocs 16 et 9).



From R.M. PEQUM, G. REES, D. TAYLOR 1975 - Geology of the NW European Continental shelf

Fig.1 : LOCALISATION GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

## 1 - INTRODUCTION

Cette étude s'intègre dans une synthèse sédimentogénétique générale des dépôts du Jurassique de l'offshore norvégien des zones centrale et nord.

Cette synthèse fait suite à celle de la zone Sud\*.

Dans la zone centrale (Fig. 1) quelques sondages (Fig. 1bis) ont déjà été étudiés\*\* : 25/2-4, 25/2-5, 25/2-6 et 25/4-1 (Jurassique inférieur et moyen), 15/3-1, 15/3-2 (Jurassique supérieur).

Dans le présent rapport les principaux résultats obtenus au niveau du Jurassique moyen et inférieur des sondages vont être comparés et commentés en vue de disposer de clefs d'interprétation pour les sondages non étudiés.

Nota : Les coupures stratigraphiques sont celles des études palynologiques menées par J.F. RAYNAUD et P. de RENEVILLE ; des compléments et des nouvelles interprétations de J.F. RAYNAUD, P. de RENEVILLE et J. DUCAZEAUX ont également été intégrés au canevas stratigraphique.

## 2 - INTERPRETATION DES DEPOTS DANS LES SONDAGES ETUDIES

### 2.1 - LITHOSTRATIGRAPHIE REGIONALE

Dans la zone Sud les dépôts sont sporadiques, dans la zone centrale le Jurassique inférieur et moyen peut être, comme dans la zone Nord, subdivisé en 3 formations

grès de la Formation de Brent
argiles de la Formation de Dunlin
grès de la Formation de Statfjord,

L'ensemble surmontant les argiles brun rouge de la Formation de Cormorant.





Les limites inférieure et supérieure de ces formations sont aisées à déterminer. Ces limites de formation correspondent "grosso modo" à des ensembles stratigraphiques ; cependant dans la Formation de Brent la limite supérieure est diachrone.

.../...

---

\* Sédimentogenèse du Jurassique de la zone Sud de l'offshore de Norvège - R. CUSSEY - Février 1978 - GEO/LAB n° 8/1614 RP.

\*\* cf. liste en annexe.

-  Examen litho/ stratigraphie succinct
-  Dépôts absents
-  Non atteint ou absence information
-  Aires où le Jurassique inf. à moyen est absent

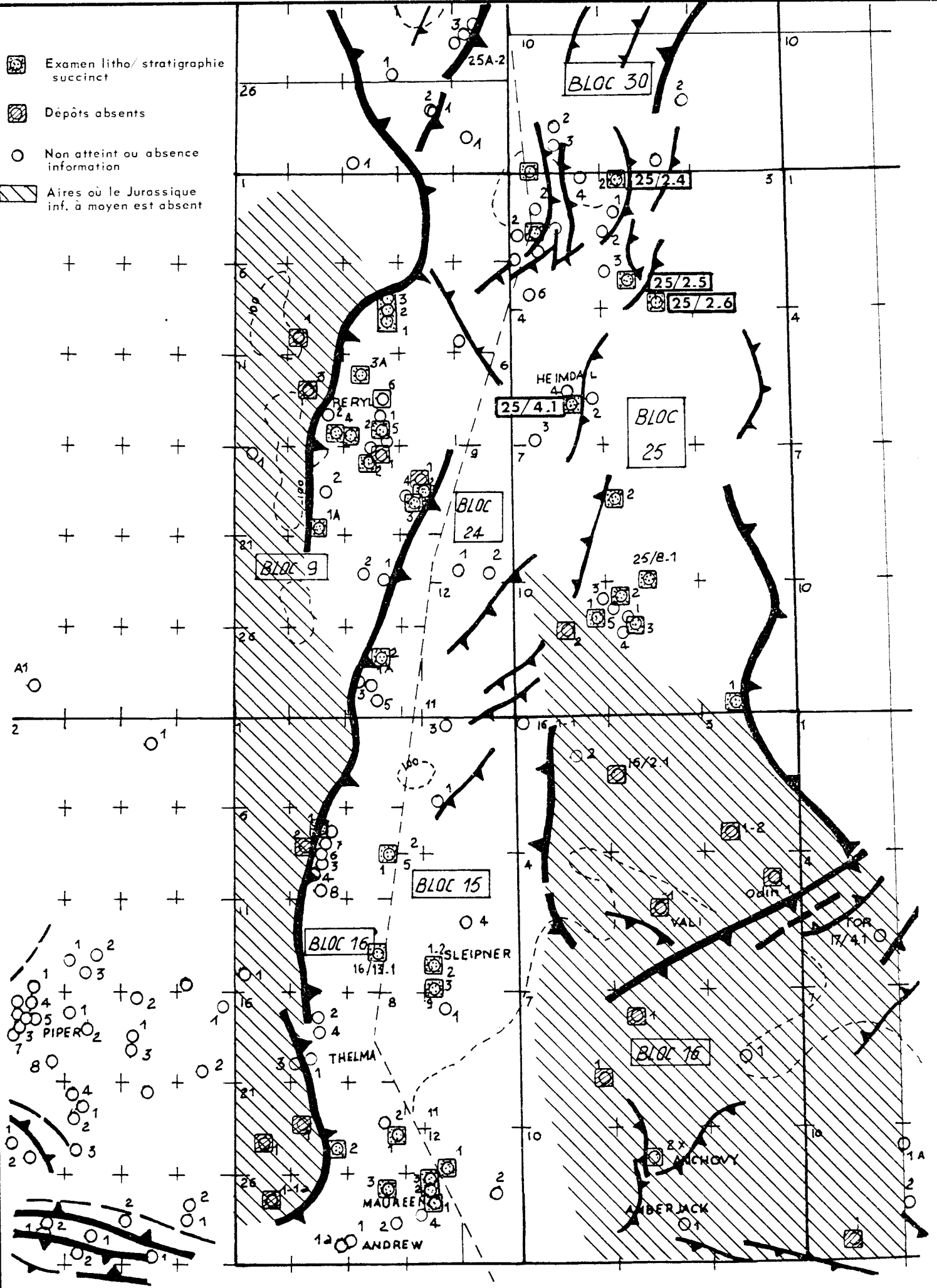


Fig. 1 bis : PLAN DE POSITION DES SONDAGES ETUDIES

\* Schéma tectonique donné par le district

Formation de Statfjord

Lithostratigraphie : Les grès de Statfjord recouvrent les argiles brun rouge de la formation de Cormorant ; ces dernières ont des caractéristiques lithologiques (couleur) et diagraphiques (chute sonic, résistivité) nettement différenciées des dépôts de Statfjord. Les grès sont recouverts par les argiles de la Formation de Dunlin.

Epaisseur : L'épaisseur augmente légèrement du Nord au Sud.

25/2-4	25/2-5	25/2-6	25/4-1
4085 - 4259 m	3652 - 3848 m	3504 - 3705 m	3287 - 3507 m
174 m	196 m	205 m	224 m

Stratigraphie : La limite inférieure du Statfjord se situe dans le Rhétien (au moins Rhétien moyen, zone à R. germanicus) dans les puits 25/2-6, 25/4-1 et 25/2-4, dans le Lias inférieur dans 25/2-5 et peut-être dans 30/10-5. La limite supérieure à 25/4-1 et 25/2-6 correspond au sommet (apparition sans sondage d'une microflore du Sinémurien, ce qui cadre avec les connaissances régionales). Dans ces deux sondages, il s'agit d'un repère marin. A 25/2-5 ce marqueur n'a pas été observé ; à 25/2-4 un marqueur "sinémurien" continental a été noté dans les argiles sus-jacentes de 4040 à 4060 m. A noter la présence d'Ostracodes marins de l'Hettangien à 3715 m dans 25/2-5. Enfin à 30/10-5 une partie des grès au moins serait d'âge liasique. A ce niveau de précision, le Statfjord sera considéré comme un ensemble stratigraphique cohérent d'âge Rhétien à Sinémurien.

Subdivisions : On peut distinguer deux ensembles de grès supérieur et inférieur séparés par une zone plus argileuse ; la limite inférieure des grès supérieurs est particulièrement nette à 25/2-4 (4170,50), 25/2-5 (3705 m), 25/2-6 (3571,50 m), mais en fait l'importance des variations de faciès et l'absence d'indications lithologiques précises (absence de carottage) ne permettent pas d'établir une zonation régionale. Certaines caractéristiques lithologiques telles que présence de couches à charbon, d'argile à débris végétaux, de sphérolites, de sidérite dans les argiles, de croûtes sidéritiques peuvent être des éléments de corrélations locales.

Formation de Dunlin

Lithostratigraphie : Dépôts argileux et silteux qui passent <sup>+</sup> progressivement à leur partie supérieure aux Grès de Brent.

Alors qu'au vu des diagraphies la série semble très argileuse, elle est, en fait, constituée de silts et grès micacés en alternances avec des niveaux d'argile silteuse localement riches en débris végétaux pyritisés et en micro-lentilles de charbon.

Epaisseur : La formation est fortement réduite à 25/4-1.

25/2-4	25/2-5	25/2-6	25/4-1
3877 - 4085 m	3480 - 3652 m	3317 - 3504 m	3226 - 3287 m
208 m	172 m	187 m	61 m

.../...

Stratigraphie : La limite supérieure correspond à peu près au toit de la zone palynologique NJ3a (Pliensbachien supérieur à Toarcien inférieur) dans les sondages 25/2-5 ; ce repère marin NJ3a est observé, mais un peu plus bas dans les argiles à 25/2-6, 25/2-4 et 25/4-1.

Subdivisions : Dans des dépôts monotones plus argileux à la base, un niveau d'oolites à Chamoisite semble constant aux 2/3 supérieurs de la formation, son observation dépend alors de la densité des prélèvements. Il n'existe pas dans 30/10-5 ; par contre on doit admettre que le toit de la microflore à Chasmatosporites à 3227 m dans 25/4-1 se situe au moins en dessous du toit de la NJ3a également caractérisé par l'abondance des Chasmatosporites. L'âge de la formation Dunlin est donc compris entre le Sinémurien supérieur et le Pliensbachien supérieur - Toarcien ; dans le détail l'âge de sa partie terminale est variable (érosion, non dépôt ?).

#### Formation de Brent

Lithostratigraphie : La limite supérieure de la formation est nette, cependant des niveaux gréseux intercalés dans les argiles sus-jacentes peuvent subsister au-dessus des grès (25/2-5 - 25/2-6) alors que dans d'autres cas l'argile noire à matière organique surmonte directement les grès (25/2-4 - 25/4-1). La formation elle-même est constituée de dépôts hétérogènes : grès fin, grès moyen, grès grossier, granoclassé, microconglomérat, argile à charbon, charbon avec des structures sédimentaires variées : ripples marks, bioturbations, strates obliques, entrecroisées, laminées, lentilles, joints ondulés, limites d'érosion. En outre 2 types de charbon semblent coexister car ils ont des réactions diagrammiques différentes :

Comparer par exemple :

- 25/2-6 charbon à spores et cutinites	à 3260 m	} Gamma ray radioactif
	à 3270 m	
- 25/2-6 charbon à débris végétaux	à 3283 m	} Gamma ray non radioactif
	à 3305,50m	
	à 3311 m	

Epaisseur : Vers le Sud les séries sont fortement réduites :

25/2-4	25/2-5	25/2-6	25/4-1
3640 - 3877 m	3336 - 3489 m	3241 - 3317 m	3181 - 3226 m
237 m	153 m	76 m	45 m

Stratigraphie : La limite inférieure de la Formation de Brent correspond à la base de la zone palyno. NJ4a (flore continentale) dans 25/4-1, 25/2-4 et 25/2-5; la correspondance est moins nette à 25/2-6. Dans les puits où il est le plus complet (25/2-4 et 25/2-5), le corps du Brent est caractérisé par la succession de bas en haut : microflore continentale du Bajocien (NJ4a), microflore continentale du Dogger s.l., microflore marine du Callovien inférieur et moyen (NJ5a). Dans 25/4-1 et 25/2-6, cette succession est réduite à la NJ4a, donc au Bajocien. La réduction d'épaisseur entre 25/2-4, 25/2-5 et 25/2-6, 25/4-1 est due à la disparition des termes supérieurs du Brent. Les Grès du Brent sont recouverts en discordance par des argiles d'âges différents : Kimméridgien supérieur (NJ7) ou Callovien supérieur - Oxfordien (25/2-6).

.../...

Subdivisions : A la base de la formation de Brent on peut reconnaître une série riche en couches à charbon; le contact de cette zone avec les grès ou argiles sus-jacentes est marqué par une rupture au Sonic et Densité, par un abaissement brutal de la résistivité. Cette limite est nette à 30/10-5, 25/2-4 (3821,50 m), 25/2-5 (3436,50 m) et 25/2-6 (3305 m), elle est difficile à caractériser à 25/4-1 (3322,50 m ?). Au-dessus, contrairement à la zone Nord du bassin de Viking, les variations latérales de faciès ne permettent pas d'établir une zonation sûre ; cependant des corrélations locales peuvent être tentées.

Au vu des lithofaciès de la zone centrale on peut donc déjà constater qu'il existe des analogies (formations identiques) et des différences (faciès différents, importance des variations latérales de faciès) avec la zone Nord.

## 2.2 - DEFINITION DES ENVIRONNEMENTS

### 2.2.1 - Rapports entre les conditions du milieu de dépôt et les modèles géométriques

Les conditions du milieu de dépôt peuvent être étudiées préférentiellement sur carottes, ce qui constitue le meilleur mode d'information possible puisque l'on peut y suivre les faciès, leurs variations verticales et une grande partie des structures sédimentaires. Ce matériau n'étant pas le plus courant, l'étude des diagraphies appuyée sur une lithologie détaillée sur CLAB et déblais est indispensable. Elle permet une bonne appréciation lithologique et a le mérite de donner une coupe en continu qui enregistre toutes les variations du dépôt.

Définir les conditions du milieu de dépôt ne suffit pas cependant à établir leur répartition et leur environnement car il est indispensable de comprendre l'articulation des dépôts entre eux et par rapport aux mouvements relatifs du bassin pour déterminer l'environnement et la géométrie des dépôts. A cette échelle la référence à des modèles sédimentologiques d'une part et l'intégration des connaissances diagraphiques et sismique d'autre part deviennent essentielles.

Dans le cas du Jurassique inférieur et moyen de Mer du Nord on peut reconnaître dans tout le bassin des faciès à caractères continentaux, fluviaux, margino-littoraux, de baie littorale, des barres offshore ou mouth bars et marin basse énergie ; cependant les conditions de sédimentation sont très différentes du Sud au Nord de ce bassin.

Dans la zone Sud, les dépôts sont sporadiques, limités à des subbassins peu ou non subsidents, il n'existe donc pas de véritable sédimentation fluvio-deltaïque mais un comblement à accretion latérale.

Dans la zone Nord il semble exister une évolution beaucoup plus élaborée des dépôts, au-dessus de la formation de Statfjord, la formation de Dunlin marque une transgression marine suivie dans la partie inférieure de la Brent par une séquence d'accrétion deltaïque (prodelta → chenaux de deltas → margino-littoral et chenaux fluviaux). Au cours du Jurassique moyen une transgression marine est soulignée par la prédominance des dépôts à caractères littoraux et marins (barres littorales, barres "offshore") résultant de l'influence accrue des courants littoraux.

Dans la zone Centrale si on retrouve les différentes formations et les environnements observés ou connus de la zone Nord, leur organisation interne est beaucoup plus irrégulière. Cette différence peut s'expliquer par l'action conjuguée de plusieurs facteurs :

- 1) subsidence plus faible et plus irrégulière
- 2) dépôts en fond de golfe (cf. figures 2, 3, 4)
- 3) absence probable de courants marins importants et corrélativement importance des conditions locales d'apports et de dépôts.

Même si les faciès sont identiques dans l'ensemble du bassin de Viking, les événements particuliers à chacune des zones considérées aboutissent à des répartitions et des géométries différentes des corps sableux ainsi vraisemblablement qu'à une évolution diagénétique d'extension variable. Ces phénomènes affectent les réservoirs différemment, ceux de la zone Centrale devant avoir une extension plus limitée que dans la zone Nord.

### 2.2.2 - Faciès et milieux de dépôt

#### Dépôts continentaux

Ils comprennent principalement :

#### - Argiles brun-rouge à lits de grès

caractéristiques	couleur brun rouge absence microfaune absence microflore marine détritique anguleux mal classé grès peu épais
interprétation	dépôts continentaux essentiellement plaine d'inondation.
figures diagraphiques	fond argileux
localisation	à la base du Jurassique (formation de Cormorant) Rhétien à Trias.

#### - Séquences positives fluviatiles

caractéristiques	grano-classement décroissant vers le haut grès grossier et chips d'argile à la base abondance de feldspaths passage à des argiles sans microfaune marine microflore continentale absence microfaune et microflore marine ciment kaolinitique stratification oblique traces de racines et localement de bioturbations présence locale de sphérolites de sidérite.
------------------	---

.../...

interprétation	séquences fluviatiles : cependant de tels dépôts peuvent passer à des chenaux deltaïques en milieu margino-littoral, ce passage est marqué par l'abondance des sphérolites de sidérite, l'accroissement de structures organisées de courants tidaux, la plus grande importance des bioturbations.
figures diagraphiques	le classement séquentiel est bien visible du fait de l'absence de perturbation par les micas.
localisation	Dans la formation de Statfjord mais également isolées dans la formation de Brent où elles présentent des caractères moins continentaux.

#### Dépôts margino-littoraux à marins

Ils sont très divers :

##### - Grès argileux à niveaux de charbon

caractéristiques	grès fin traces de racines abondantes lits de charbon (0,30 à 5 m) marqués au Gamma Ray, au Densité et au Sonic abondants débris végétaux et ligneux présence de nodules de sidérite présence locale de bioturbations et traces de courant niveaux argileux fins charbonneux.
interprétation	margino-littoral de type marécages.
figures diagraphiques	alternances rapides à aspect hâché, charbon bien reconnaissable. Un autre type de charbon à caractère probablement plus marin se marque différemment au Gamma Ray (aspect d'argile).
localisation	principalement à la base de la formation de Brent - Etude aussi dans la formation de Statfjord à 25/4-1. Lorsque les grès sont dépourvus de charbon ils passent à un milieu plus marin (baie littorale) marqué par la prédominance des bioturbations.

##### - Grès <sup>+</sup> massifs à aspect propre et <sup>+</sup> grossiers

caractéristiques	Ils peuvent se présenter sous divers faciès : - soit comme des grès grossiers mal classés argileux en débris flow au milieu d'argile à caractère marin - soit en corps massifs non granoclassés ou à grano-classement négatif ("coarsening upward"). Dans ce cas ils sont caractérisés par : . la prédominance de grains grossiers à moyens . un ciment kaolinitique . un grano-classement centimétrique fréquent . une microfaune marine <sup>+</sup> fréquente dans les argiles (foraminifères)
------------------	--

.../...

- . la présence de structures de courants obliques entrecroisées
- . des ripples marks et bioturbations dans les niveaux plus fins.

interprétation	Les niveaux grossiers isolés peuvent être considérés comme des dépôts de tempêtes ou de courants de vagues. Les chenaux massifs comme les chenaux deltaïques (barres d'embouchure) et les séquences à grano-classement croissant vers le haut comme des séquences d'accrétion littorales ou barres littorales.
figures diagaphiques	se présentent en général comme des masses sableuses importantes 10-30 m pouvant comporter de petits niveaux carbonatés, l'aspect séquentiel est variable (massif - négatif mais parfois même positif).
localisation	au toit de la formation de Statfjord (barres d'"offshore" ou littorales), dans la formation de Brent (chenaux deltaïques à la base, barres d'"off-shore" au-dessus, barres littorales à 25/4-1).
<u>- Grès micacés -</u>	
caractéristiques	grès fin à micas et lits micacés microflore marine et continentale faune et microfaune benthique (spicules, foraminifères, bélemnites) oolites sidéritiques cassées abondantes structures de courant (ripples marks), de bioturbations horizontales et de laminations.
interprétation	On peut les trouver au sein d'une séquence d'accrétion deltaïque ou littorale, localement, en milieu margino-littoral, en milieu marin où ils forment les dépôts de baie et marqueraient une série transgressive.
figures diagaphiques	Le Gamma Ray donne un aspect de grès argileux à cause de l'effet des micas, les niveaux argileux sont cependant rares sauf en base d'accrétion ; les niveaux carbonatés sont également rares ou inexistant (absence d'action des eaux douces).
localisation	Principalement dans la formation de Brent, présence au sommet de la formation de Statfjord à 25/2-5 et 25/4-1.

#### Dépôts marins ouverts

Il s'agit essentiellement des niveaux de basse énergie :

#### - Argile grise massive -

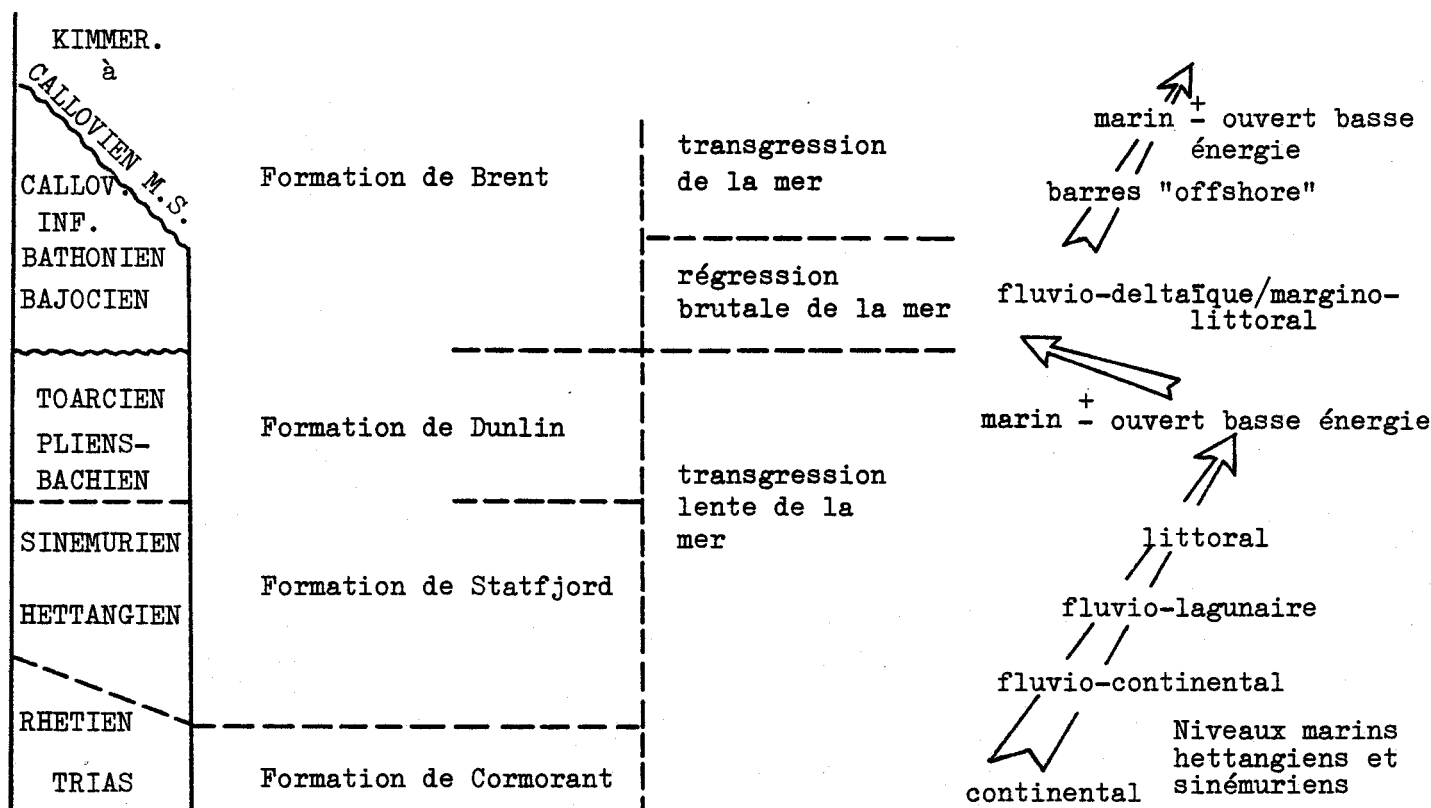
caractéristiques	argile massive à rares lits gréseux, carbonatés microfaune marine à foraminifères, Lamellibranches
------------------	---

.../...

	présence de glauconie niveau à oolite chloriteuse abondance de débris ligneux ou bitumineux abondance de micas présence de microfailles de glissement.
interprétation	Milieu marin basse énergie
figures diagraphiques	monotones à petits pics isolés
localisation	Principalement la formation de Dunlin, à la base des séquences de 25/4-1 dans la formation de Brent.

### 2.3 - VARIATIONS VERTICALE ET LATÉRALE DES DÉPÔTS

Dans les sondages étudiés l'évolution d'ensemble des dépôts est de même sens :



Mais de nombreuses variations apparaissent d'un sondage à l'autre (Pl. 1) montrant :

- ① Une diminution probable des dépôts continentaux dans la formation de Statfjord du Sud vers le Nord.
- ② Une réduction brutale d'épaisseur de la formation de Dunlin à 25/4-1.
- ③ Une diminution progressive des dépôts à charbon dans la formation de Brent du Nord vers le Sud puis leur quasi-disparition (25/4-1).
- ④ Un épaissement important de la formation de Brent vers le Nord, épaissement lié au développement de séries supra-bajociennes = Bathonien et Callovien NJ5a inexistantes au Sud.

.../...

3 - EXTENSION DES CONNAISSANCES AUX SONDAGES NON ETUDIÉS

Les connaissances acquises grâce aux sondages étudiés au laboratoire peuvent être étendues à d'autres sondages, par l'examen de documents tels que les diagraphies, la description lithologique, rarement des descriptions de carottes.

Cependant la perte d'information sera d'autant plus grande que les renseignements ainsi recueillis seront imprécis (diagraphies de mauvaise qualité, lithologie sommaire, âge mal déterminé, incertain ou hétérogène) et que les faciès seront variables.

Dans la zone centrale du bassin les sondages étudiés ne représentent pas un échantillon de la diversité des successions lithostratigraphiques, cette importance des variations de faciès ne permet donc pas de préciser les environnements dans leur détails, en outre les données stratigraphiques sont établies sur des bases diverses (palynologie - lithologie) mal connues.

En ce qui concerne la stratigraphie un travail préparatoire a été établi à la mission Norvège sur un certain nombre de sondages\*, des fiches ont été ainsi corrigées avec l'aide du laboratoire et lorsqu'elles existent ce sont les renseignements y figurant qui ont été pris comme base de travail.

Dans la zone centrale du bassin, seuls les sondages de l'offshore norvégien et ceux en bordure Est du côté britannique (blocs 3, 9, 16) ont été examinés (cf. Fig. 1).

Ce rapide examen a permis de sélectionner des types différents de succession verticale.

- ① Type 25/2-4 : Le sondage 30/10-5 (Pl. 1) a une succession peu différente de celle de 25/2-4 avec cependant des variations :
- Une série de Dunlin plus réduite
  - Une série de Brent plus épaisse comportant la présence de deux séquences de barrière littorale au sommet
  - L'existence d'un Bathonien supérieur argileux comme d'ailleurs au sondage 25/1-1.
- ② Type 25/4-1 : Les sondages 25/8-2 et 25/8-1 appartiennent à ce type (Pl.2).
- ③ Type grés-argileux liasique : Dans les sondages 25/10-1, 25/11-1, 25/11-5 et 25/12-1 les différentes formations ont disparu et il ne reste qu'un dépôt grés-argileux réduit d'âge liasique (sauf à 25/12-1 ?). Des caractères lagunaires subsistent, bioturbations/débris ligneux/limonite mais les caractères continentaux semblent prédominants, graviers/absence séquence nette/présence d'argile brun rouge/classement très médiocre. Les dépôts sont peu épais :
- |         |              |      |
|---------|--------------|------|
| 25/11-5 | 6590 - 6985' | 395' |
| 25/10-1 | 6440 - 6861' | 421' |
| 25/12-1 | 7363 - 7957' | 594' |
| 25/11-1 | 6520 - 6850' | 330' |

Sur le môle d'Odin les sédiments jurassiques ont totalement disparu.

.../...

\* Note N : Compte rendu de mission d'un sédimentologue à Stavanger  
R. CUSSEY - 15/04/1977.

④ Type série réduite zone Sud

Au Sud de 15/3-1 la présence d'une série réduite de dépôts du Jurassique moyen est constante dans le graben de Viking, elle est composée de termes ressemblant à ceux du sondage 2/6-1 (synthèse zone Sud).

Il s'agit uniquement de dépôts margino-littoraux à charbon et de dépôts à caractères littoraux.

15/12-1	15/6-3	15/6-2	
3122 m	11442'	11755'	dépôts littoraux
29 m	242'	180'	Bathonien - Callovien ?
3151 m	11684'	11935'	(Bathonien ?)
54 m	56'	115'	dépôts à charbon
3205 m	11740'	12050'	(margino-littoral)

On retrouve ces mêmes dépôts côté Grande-Bretagne :

. soit sous forme de séries réduites =

- 16/29-1 margino-littoral à charbon 9719 - 9772'
- 16/29-3 10449 - 10630'
- 16/23-1 11170 - 11320' + baie littorale (11320 - 11740')
- 16/28-3 3404 - 3463m + lagune marine (3463 - 3519 m)
- 16/29-2 (Pl.3) 10412 - 10480' + cordon littoral (10480 - 10695')
- 16/13-1 4099 - 4235m + série à tufs (4235 - 4427 m)

. soit sous forme de séries épaisses :

- 16/22-2 margino-littoral à charbon 14370 - 14847' grès littoraux 13915 - 14370'
- 16/8-1 série à grès et charbon 14792 - 16098'

. soit que l'on retrouve uniquement les grès littoraux de transgression :

- 16/7-1 (15445 - 15695').

⑤ Séries de la région de Beryl (cf. Note N DERUMEAUX)

On peut y distinguer 3 types de dépôt mais la stratigraphie y reste encore imprécise et les éléments d'interprétation des environnements fragmentaires.

- En bordure on peut trouver des sondages présentant les trois formations Brent/Dunlin/Statfjord.

- ex. 9/19-2 (Pl.3)
- |                |                             |                     |
|----------------|-----------------------------|---------------------|
| Brent          | dépôts littoraux            | 11240-11670'        |
| (11240-11850') | margino-littoraux à charbon | 11670-11850'        |
| Dunlin         | (11850-12000')              | argileux marin      |
| Statfjord      | (12000-13220')              | fluvio-continental. |

.../...

à 9/19-3 on retrouve ces mêmes formations mais avec un Brent beaucoup plus développé :

Brent (10934-12243')	grès littoraux à margino-littoraux argile à charbon	10934-11862' 11862-12243'
Dunlin	argilo-gréseux tidal	12243-12396'
Statfjord	continental	12396-12468'

D'autres sondages à série plus réduite présentent les mêmes divisions :  
9/13-12 - 9/13-7.

- D'autres sondages n'ont plus de série liasique ni de margino-littoral à charbon. Ils ne comportent que les grès littoraux transgressifs.

ex. 9/13-3 11487 - 11850' grès massifs de chenaux,

mais d'après les informations palynologiques, les argiles au-dessus pourraient également être bathoniennes (10890 - 11070' grès et argile / 11070 - 11487' argile).

à 9/8-1, 9/12-1, 9/23-2 et 9/28-2 on ne rencontre que les grès littoraux du Bathonien.

- Enfin certains sondages apparemment disposés selon un nose SSW - NNE n'ont plus de sédimentation au Jurassique inférieur et moyen : 9/13-2, 9/13-5 (Pl.3), 9/13-9, 9/17-1 et 9/18-2.

Une partie des dépôts sous-jacents avait, dans un premier temps, été attribuée au Jurassique inférieur et moyen.

Ainsi du Lias au Bajocien inclus la série jurassique n'est présente qu'en bordure Est de la région de Beryl, alors qu'au Bathonien les grès littoraux transgressent largement cette aire.

#### 4 - REPARTITION LATÉRALE DES DÉPÔTS

Le but de ce rapport est de proposer un modèle de répartition des dépôts permettant de comprendre leur évolution dans un contexte tectonique et sédimentaire.

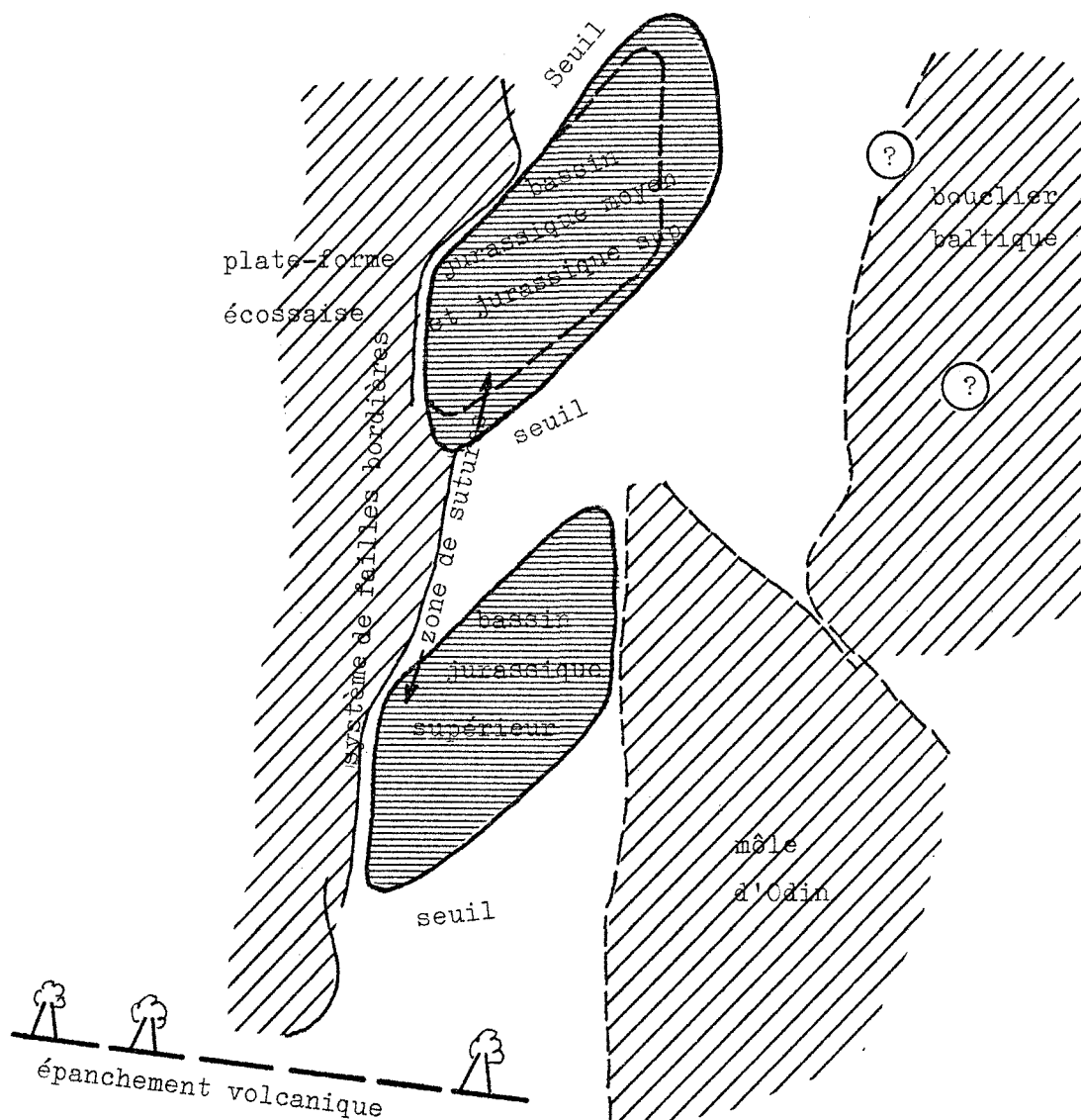
La sédimentation régionale au Jurassique inférieur et moyen est limitée par des ensembles de blocs faillés : Plate-forme Ecossoise à l'Ouest - Môle d'Odin au Sud-Est, Bouclier Baltique à l'Est (Fig.1 et ci-après)\*.

Les directions tectoniques influent considérablement sur la sédimentation :

- la direction N est celle de l'axe d'ouverture du "rift" jurassique
- des directions conjuguées (par exemple SSW-NNE et NNW-SSE) restant cependant à préciser délimitent des aires subsidentes séparées par des seuils.

.../...

\* Ce cadre très schématique ne montre pas la structuration en petits bassins qui a été mise en évidence par ailleurs (DESRUMEAUX → district, mission ELF NORGE).













#### 4.1 - JURASSIQUE INFÉRIEUR

On peut distinguer dans la zone centrale (partie Nord) du bassin la superposition des grès de base de Statfjord et des argiles marines de Dunlin.

Les grès de base sont principalement constitués de dépôts fluviatiles et margino-littoraux, recouverts dans la partie supérieure par des grès littoraux marquant la transgression liasique.

Ces dépôts ont une extension très limitée (Fig.2a), ils semblent être totalement absents dans la partie Sud (entre la plate-forme écossaise et le môle d'Oslo) et n'avoir qu'une présence sporadique dans la région de Béril.

La partie Sud (25/8, 25/10, 25/11) est marquée par une sédimentation apparemment plus continentale.

- >120  Succession littorale
- >120  Margino-littorale
- <120  Fluviale
-  Continental
-  Absence Jurassique inf.
-  Succession transgressive
-  Dépôts continentaux
-  Absence Jurassique inf. à moyen
-  Absence probable Statfjord ou réduit
-  Marin ouvert à la fin du Sinémurien

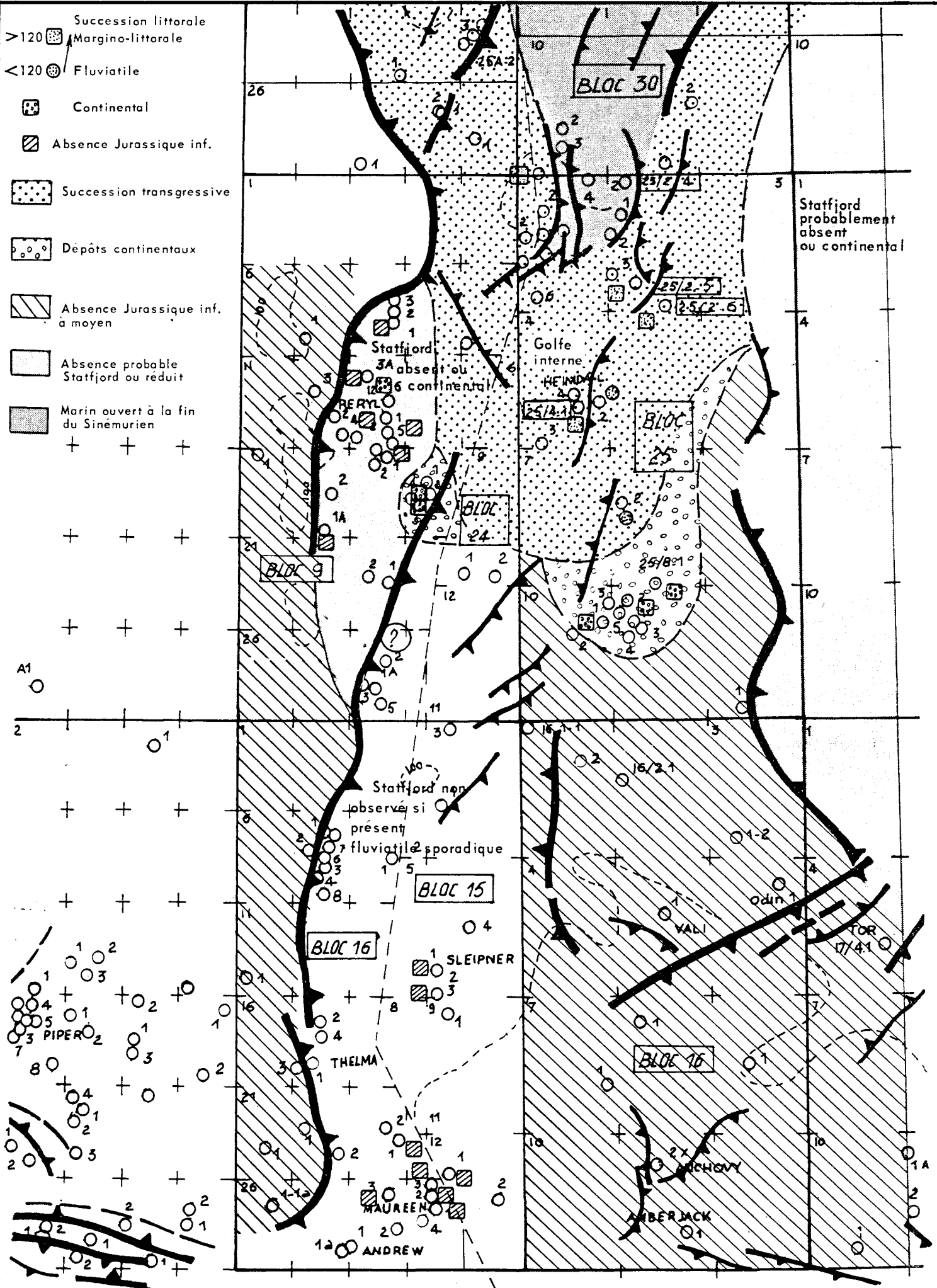


Fig.2 A : EXTENSION DES DEPOTS DE LA FORMATION DE STATFJORD (JURASSIQUE INFÉRIEUR)

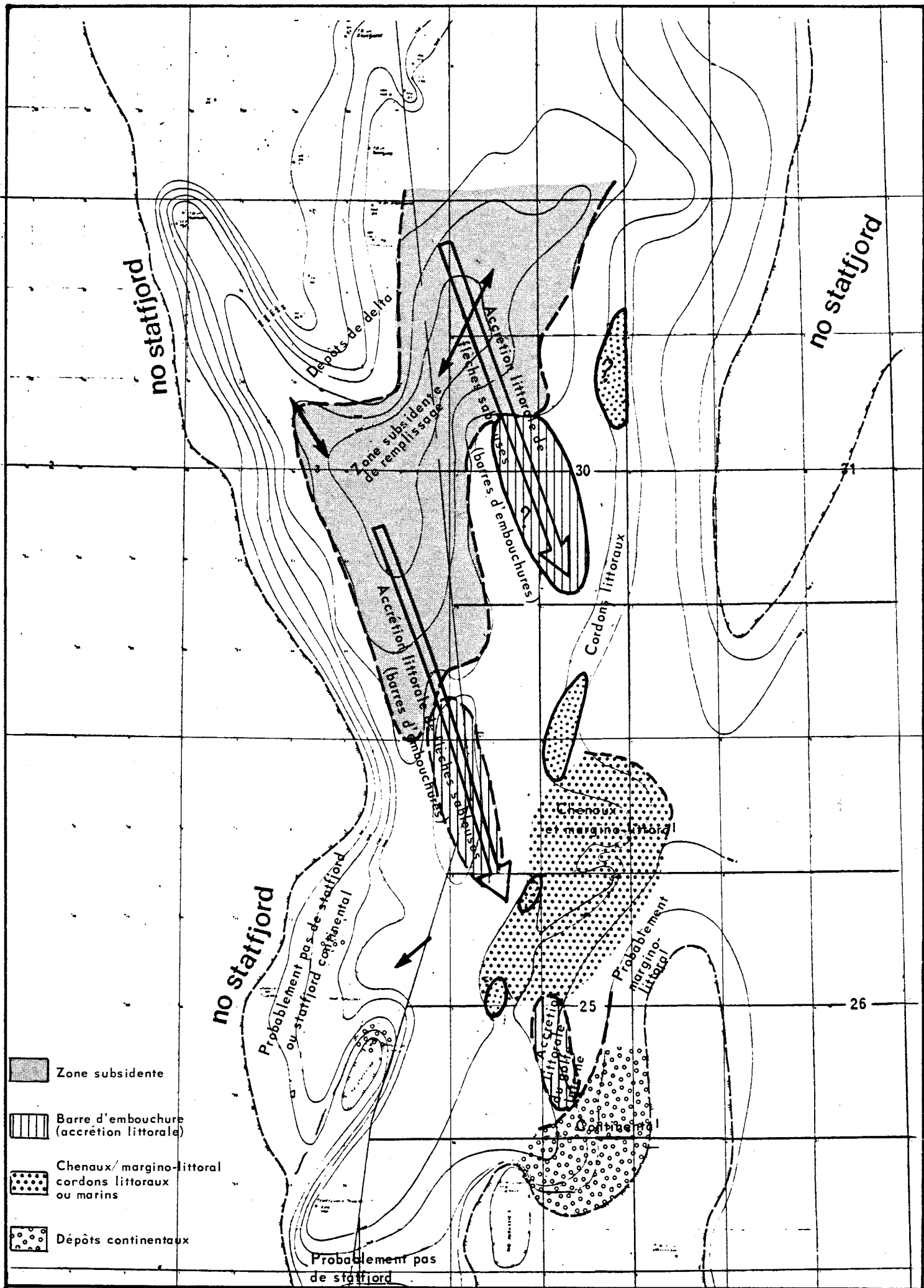
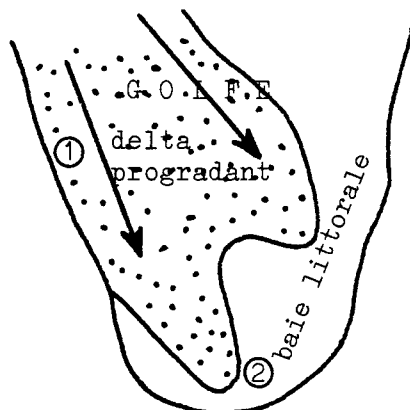


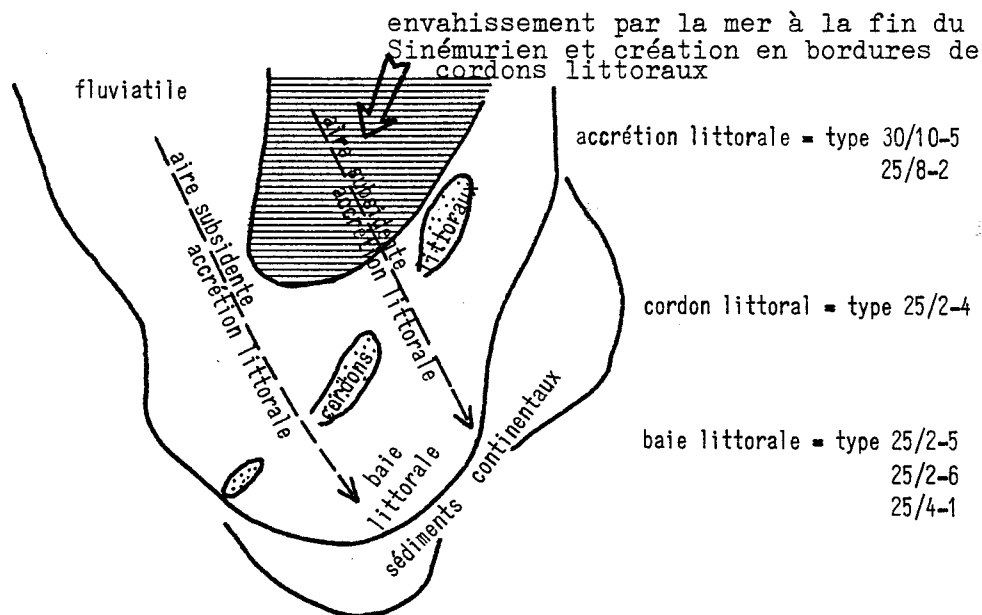
Fig. 2 B : ESSAI DE REPARTITION DES DEPOTS AU TOIT DE LA FORMATION DE STATFJORD EN RAPPORT AVEC LES LIGNES ISOPAQUES DU BASSIN

En fait, il faut admettre que, au Jurassique inférieur, il existe :

- 1) un remplissage par un delta provenant du NW (zone Alwyn) et accessoirement par des dépôts venant du bouclier scandinave (sédiments de baie littorale)
- 2) un fond de golfe s'ouvrant vers le Nord.









Mais dans leur zone de développement la répartition verticale et latérale des dépôts est complexe et soumise à l'influence tectonique. A la base, l'ensemble des dépôts est fluviatile mais au-dessus il faut distinguer entre des aires subsidentes à accrétion littorale verticale et des aires plus stables à accumulation en cordons littoraux et sédiments de baie littorale (Fig. 2b).



A la fin de la formation de Statfjord le delta devient inactif et la mer l'envahit par le Nord (Fig. 2).

#### 4.2 - JURASSIQUE INFÉRIEUR (DUNLIN)

Les argiles marines de la formation de Dunlin recouvrent les grès de delta, elles ont une extension limitée (Fig. 3), leur répartition montre bien l'existence d'un golfe marin ouvert au Nord et l'absence de communications avec le Sud. Les directions conjuguées tendent à compartimenter ce bassin en subbassins (Fig. 3B).

- Formation de DUNLIN  
(dépôts marins basse énergie)
-  DUNLIN < 120
-  DUNLIN > 120
-  Lias grés-argileux
-  Absence dépôts liasique ?
-  Extension des dépôts marins de la form. Dunlin
-  Absence Jurassique inf. à moyen

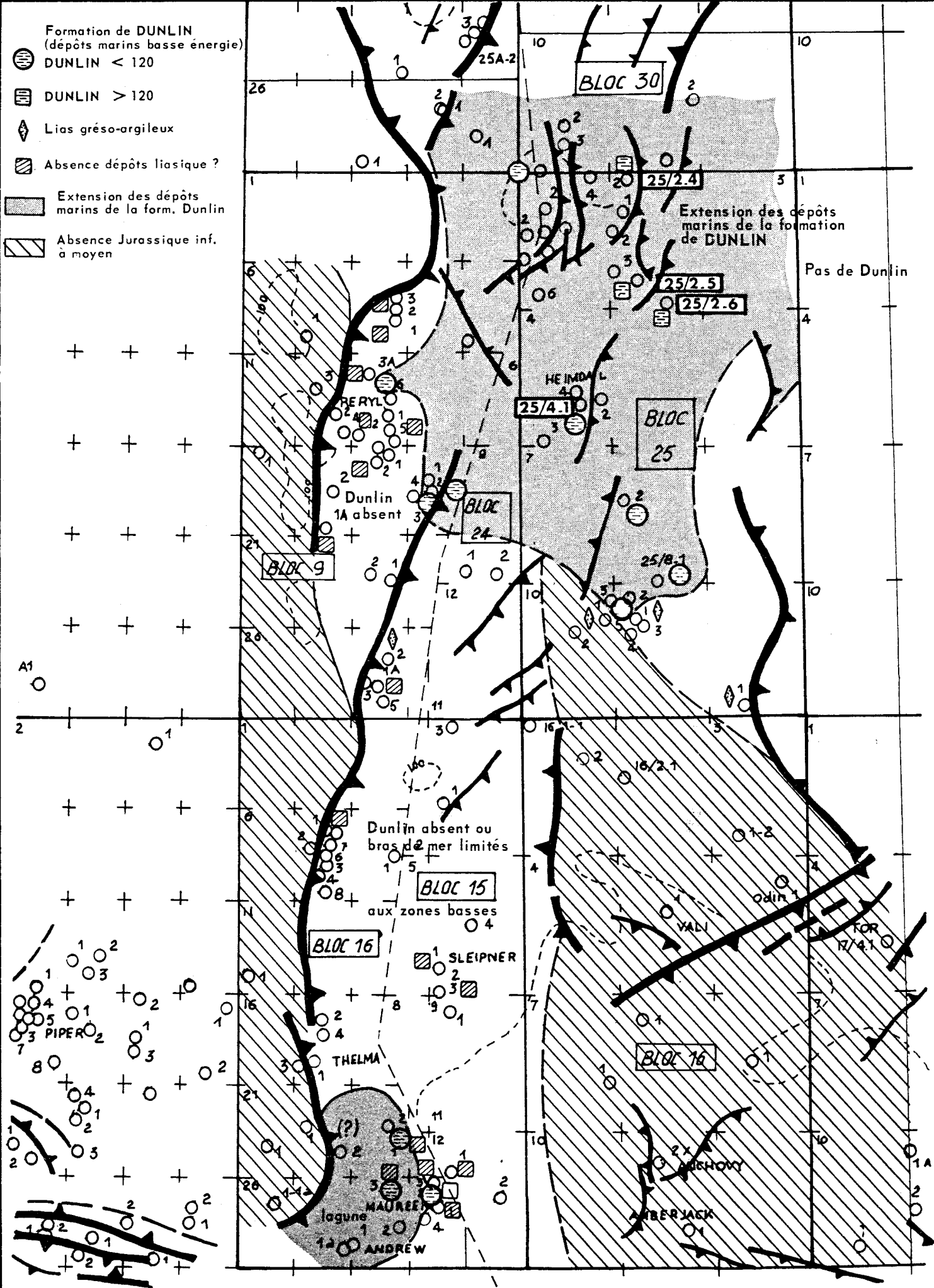
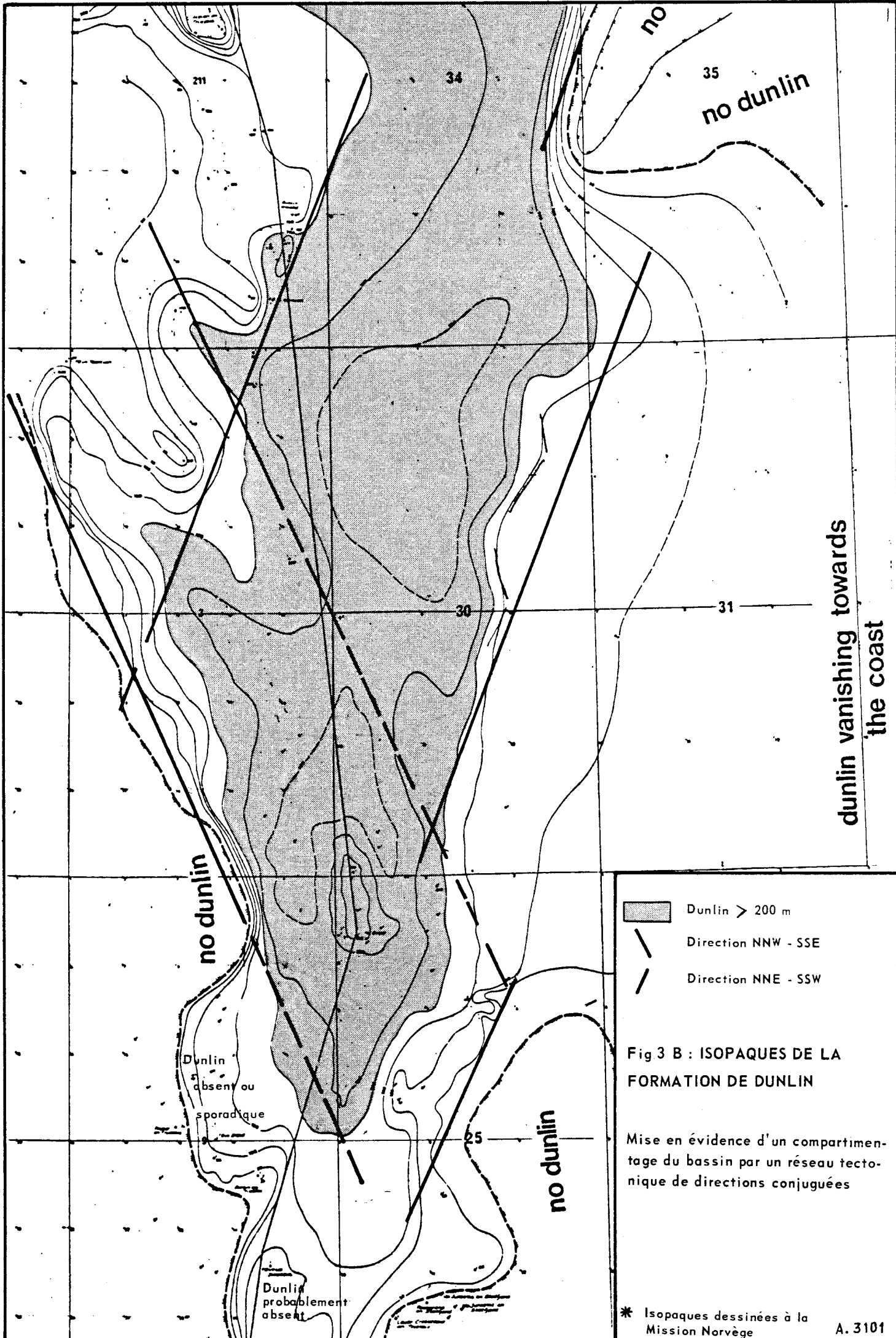


Fig.3 A : EXTENSION DES DEPOTS MARINS DE LA FORMATION DE DUNLIN (JURASSIQUE INF.)



dunlin vanishing towards the coast

- Dunlin > 200 m
- Direction NNW - SSE
- Direction NNE - SSW

Fig 3 B : ISOPAQUES DE LA FORMATION DE DUNLIN

Mise en évidence d'un compartimentage du bassin par un réseau tectonique de directions conjuguées

\* Isopaques dessinées à la Mission Norvège

#### 4.3 - JURASSIQUE MOYEN (BRENT)

Au Jurassique moyen les dépôts restent localisés dans la partie Nord mais les variations des aires de sédimentation sont fréquentes (Fig.4 A-B-C-D) et de ce fait des lacunes succèdent à des zones de dépôt ; de telles lacunes ne peuvent être détectées que dans les sondages où une stratigraphie précise existe, dans les autres cas les variations observées latéralement sont hypothétiques.

La sédimentation au Dogger est marquée par :

- 1) son développement dans un fond de golfe comme au Lias
- 2) l'importance de la tectonique sur les aires de subsidence
- 3) la fin du remplissage de l'appendice SE (région de Balder - Heimdall) à la fin du Bajocien (lacune du Bathonien) → à la direction NNW-SSE dominante fait place la direction NNE-SSW dominante qui sera également celle du Jurassique supérieur
- 4) l'apparition de dépôts dans l'appendice SW (région de Béryl)
- 5) l'importance des dépôts margino-littoraux internes (charbons) sur les marges Sud et Est du golfe
- 6) l'existence de dépôts à charbon dans la partie Sud du graben entre la plate-forme écossaise et le môle d'Utsirah, leur présence généralisée n'étant pas certaine. Si des dépôts existent dans cette partie Nord ils sont probablement margino-littoraux internes.

A la fin du Dogger le golfe est envahi au Nord par une sédimentation marine bordée par des dépôts littoraux (cordons littoraux de 25/2-4).

Au Callovien cet envahissement est marqué par des cordons successifs peu développés et sporadiques.

#### 4.4 - JURASSIQUE SUPERIEUR (Fig.5)

Au Jurassique supérieur l'ensemble de la région au Sud va être envahi par une sédimentation marine (môle d'Utsirah, région de Béryl, bordure de la plate-forme écossaise) et un graben central se former (aire Frigg au Nord, aire blocs 14-15, Thelma au Sud).

Ce graben est attesté par :

- 1) l'épaisseur des dépôts argileux dans les fonds du graben par rapport à leur faible développement sur les bords
- 2) l'importance des dépôts gréseux turbiditiques.

Nota : Dans ces grabens la sédimentation peut être affectée par un "tilting" des structures.

L'observation de cartes isochrones du Jurassique dans l'aire des sondages de 15/3-1 et 15/3-2 semble mettre en évidence :

- 1) l'existence à la base du Jurassique d'un graben à l'Ouest des structures, les dépôts gréseux ne pouvant venir que de l'Est (Fig.6a).
- 2) Ces cartes montrent l'existence d'échancrures (Fig.6A) au niveau des futurs corps sableux, échancrures pouvant être assimilées à des débouchés de canyons.

- 3) Les grès semblent se mouler sur les structures qui elles-mêmes se forment à la fin du Jurassique, ce qui pourrait faire penser que les structures sont liées à la sédimentation (tas de sable, Fig.6B\*).

Au contraire, les dépôts de turbidites de Thelma et Brae semblent bien venir de la plate-forme écossaise.

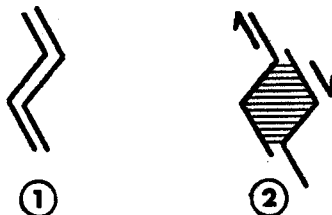
#### 4.5 - TECTONIQUE ET SEDIMENTATION

La tectonique joue un rôle important au Jurassique supérieur :

- formation d'un rift NS
- contrôle de la sédimentation turbiditique

Mais elle joue aussi ce rôle au Jurassique inférieur et moyen :

- limites de dépôt
- découpage des bassins en subbassins par coulissage de panneaux tectoniques.



- influence de la tectonique sur des aires subsidentes et zones stables et moulage + évident de la sédimentation sur ces aires
- formation de subbassins limités par des directions de failles conjuguées NNW-SSE et NNE-SSW.

#### 5 - CONCLUSIONS

Les principaux résultats de cette étude sont d'ordre :

##### tectonique

- 1) Influence fondamentale de la tectonique non seulement sur la forme des bassins et leur division en subbassins mais également sur les aires de sédimentation et la répartition latérale et verticale des dépôts.
- 2) Ouverture du graben central au Jurassique supérieur.

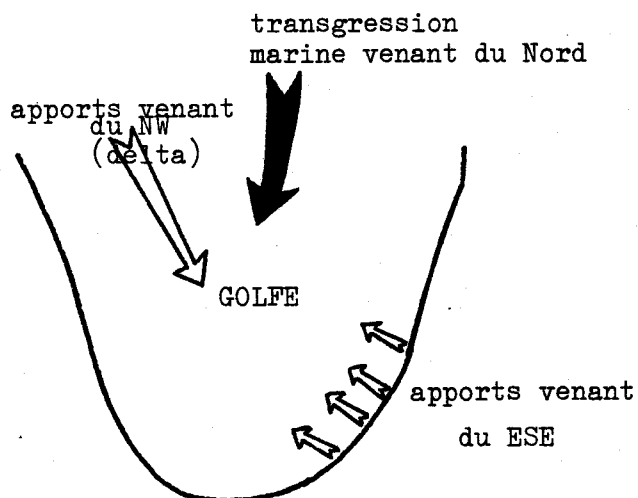
.../...

---

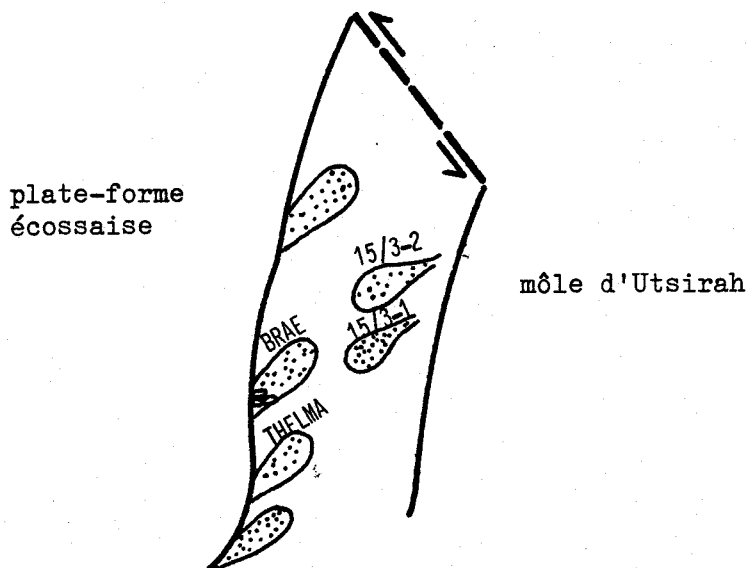
\* présenté à titre d'hypothèse et de sujet de réflexion.






sédimentologique

- 1) Importance des conditions locales de dépôt jointe à la dislocation en subbassins, expliquant la difficulté à établir des cartes régionales.
- 2) Importance des discordances au niveau de la formation de Brent.
- 3) Limitation des dépôts du Jurassique inférieur et moyen d'un fond de golfe.
- 4) Importance des phénomènes de transgression à la fin du Sinémurien et du Bathonien et ennoyage de cordons littoraux.



- 5) Localisation de la sédimentation turbiditique gréseuse du Jurassique supérieur aux bordures E et W du graben central.



-  Charbon
-  Chenaux
-  Absence dépôts
-  Absence dépôts Jurassique moyen
-  Absence dépôts Jurassique inf. et moyen

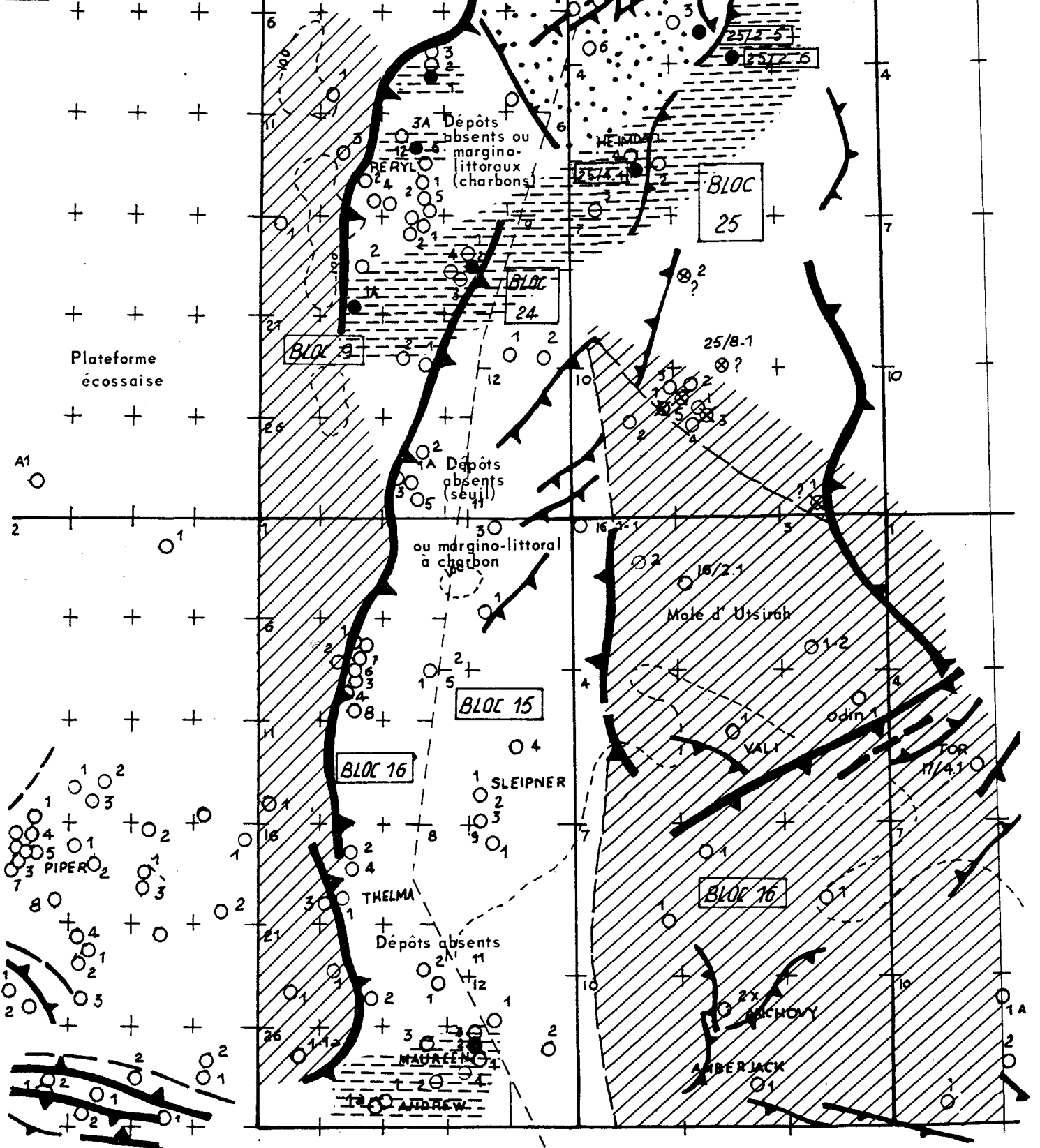








Fig.4 A : EXTENSION PROBABLE DES DEPOTS A LA BASE DE LA FORMATION DE BRENT

-  Chenaux
-  Base littorale
-  Accrétion littorale
-  Margino-littoral
-  Absence dépôts au Jurassique moyen
-  Absence dépôts Jurassique inf. et moyen

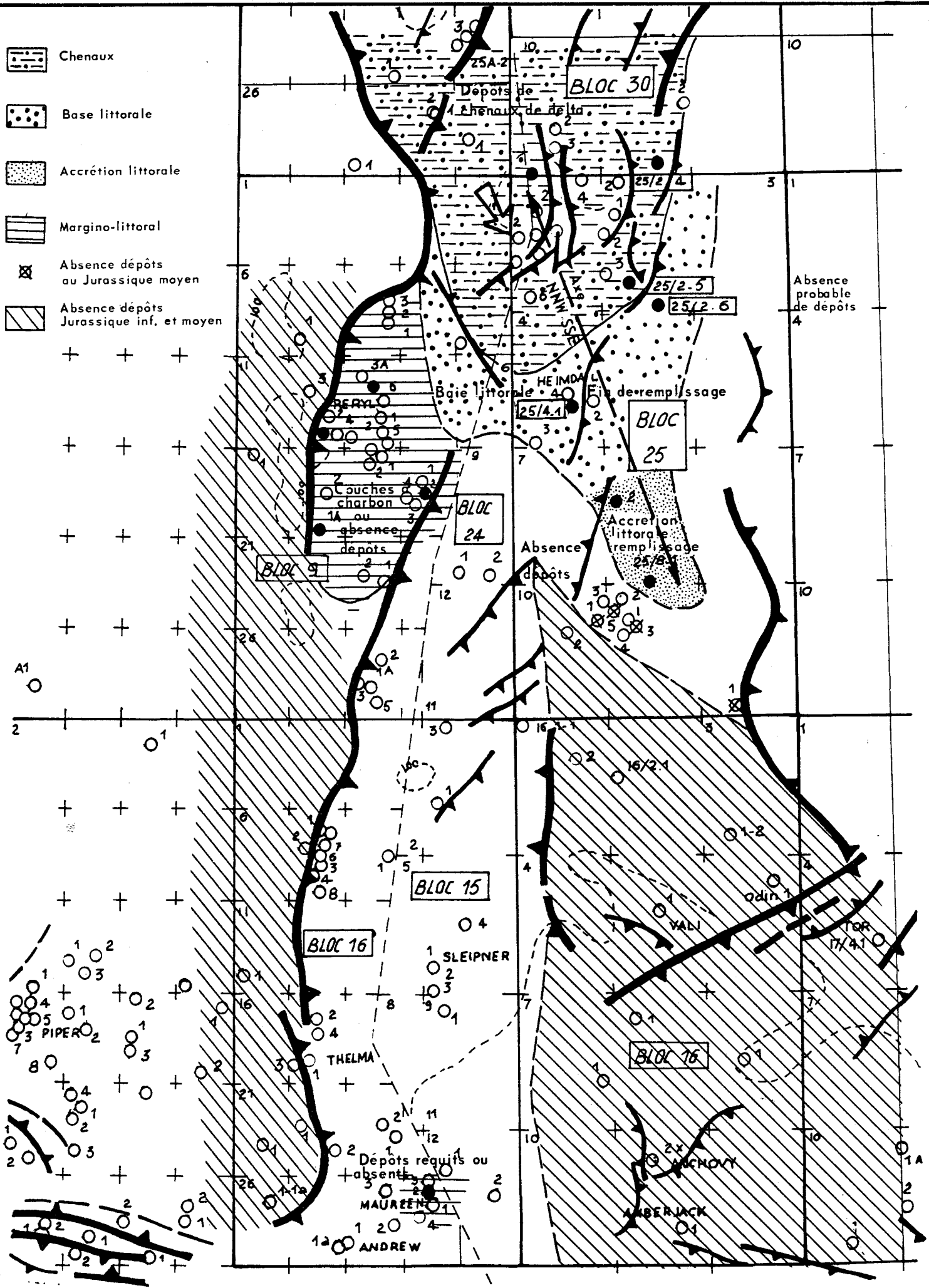









Fig.4 B : EXTENSION PROBABLE DES DEPOTS AU TOIT DU BAJOCIEN

-  Dépôt barrière littorale
-  Margino-littoral
-  Dépôts littoraux (chenaux?)
-  Absence dépôt au Jurassique moyen
-  Absence dépôt dans la formation
-  Dépôts volcaniques
-  Série margino-littorale épaisse

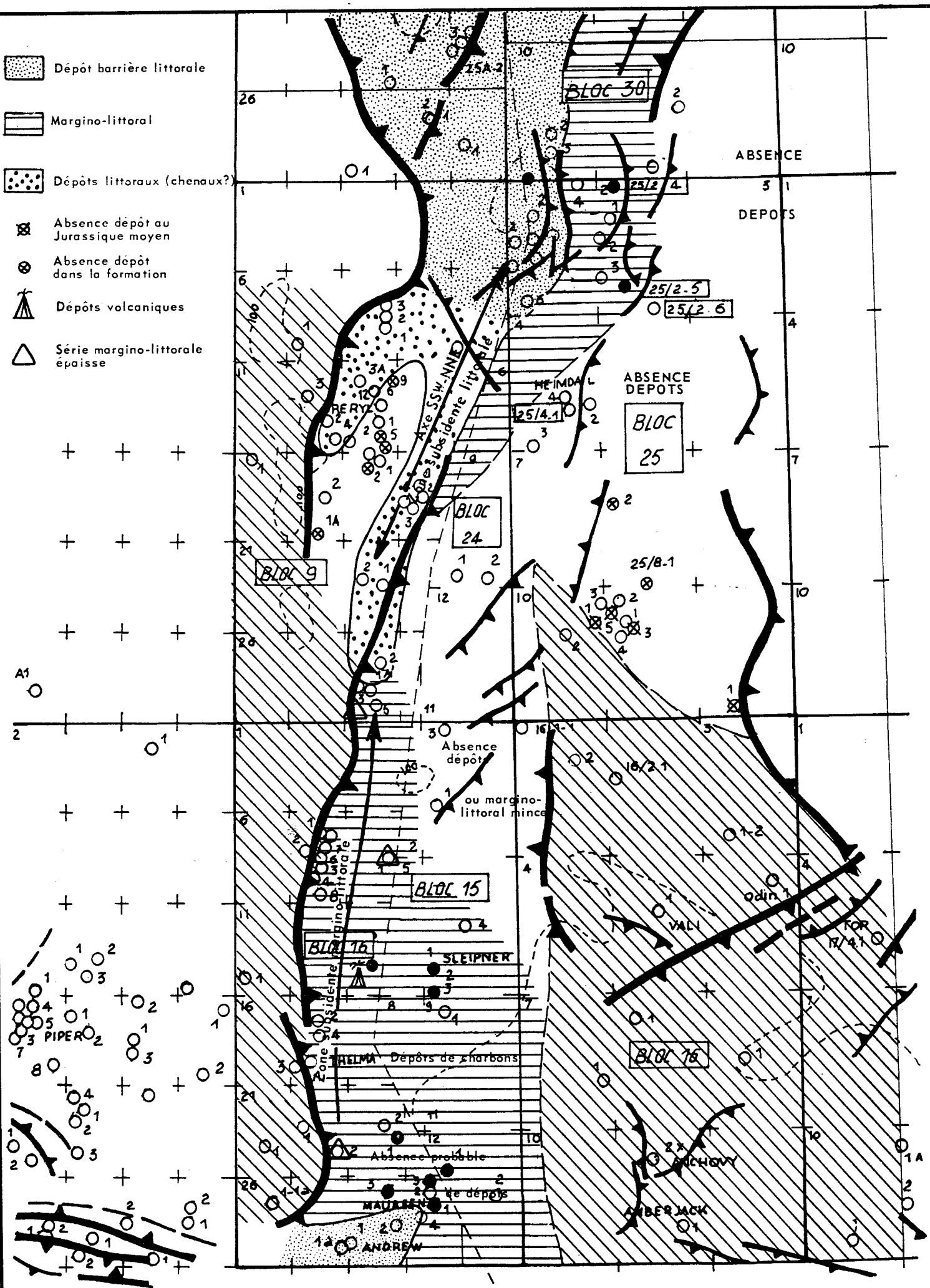


Fig.4 C : EXTENSION PROBABLE DES DEPOTS A LA BASE DU " BATHONIEN "

- ⊗ Absence dépôts Jurassique moyen
- ⊙ Absence dépôts dans la formation
- ⊙ Baie littorale chenaux
- ⊙ Cordon littoral (25/2-5)  
Accrétion littorale (9/13-3)
- ⊙ Marin ouvert

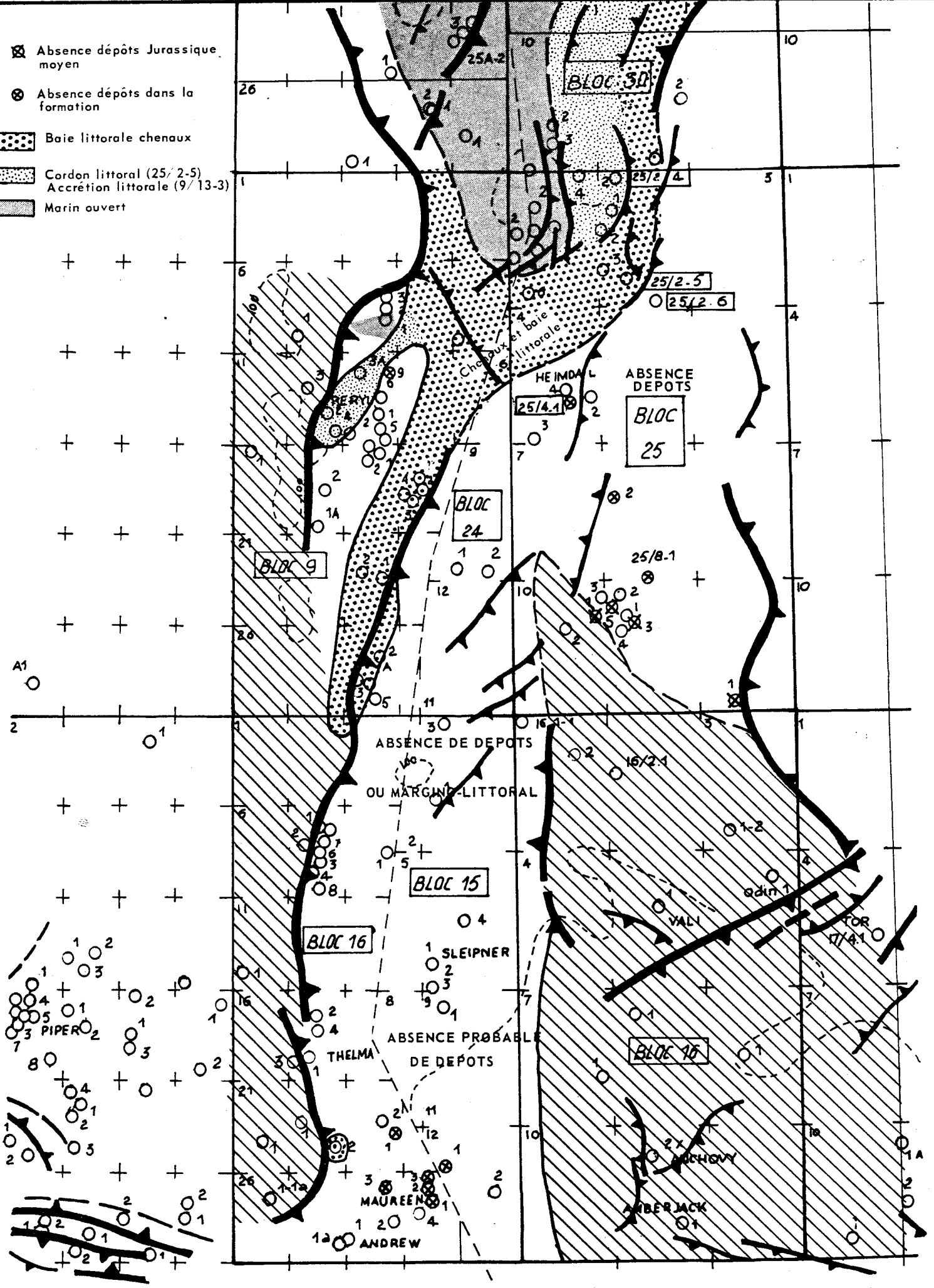


Fig.4 D : EXTENSION PROBABLE DES DEPOTS AU TOIT DU "BATHONIEN" (Au-dessous NJ 5a)

- Dépôts épais argileux
- ⊕ Dépôts argilo-gréseux
- ⊙ Dépôts peu épais <120 m argileux
- ⊗ Absence Jurassique sup.
- ↔ Axes de bassin à sédimentation parfois très épaisse
- 👉 Dépôts de turbidites

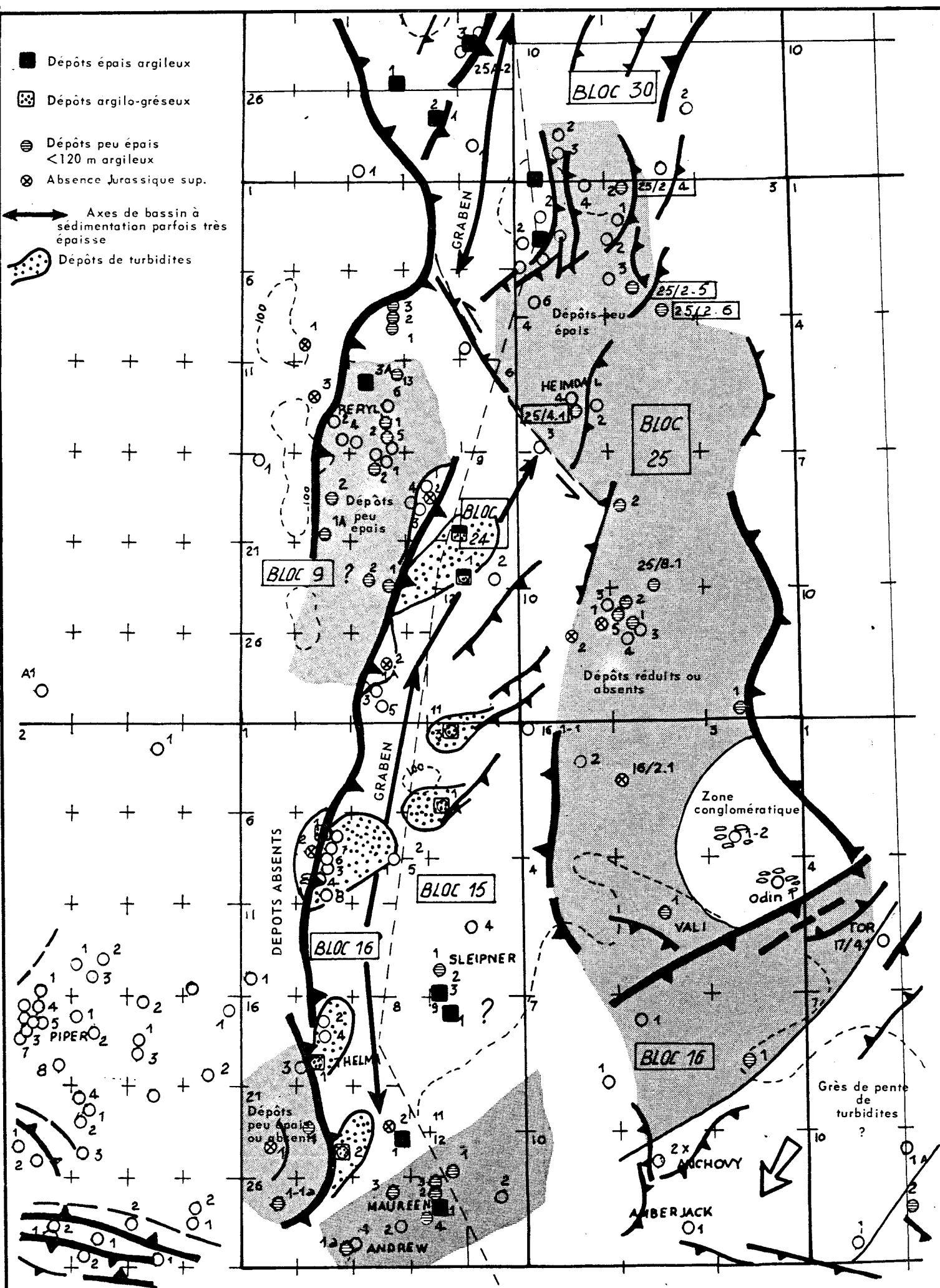
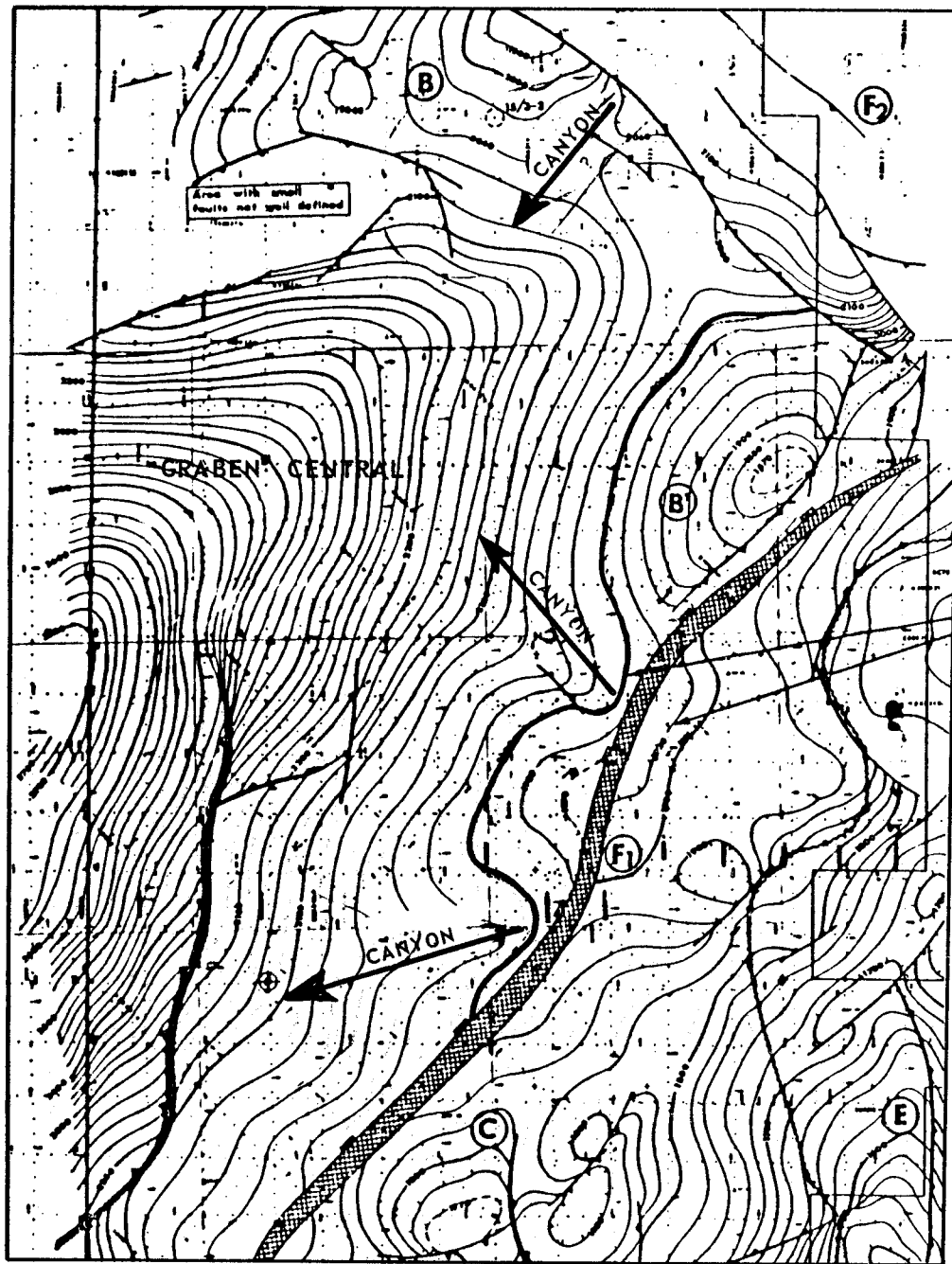
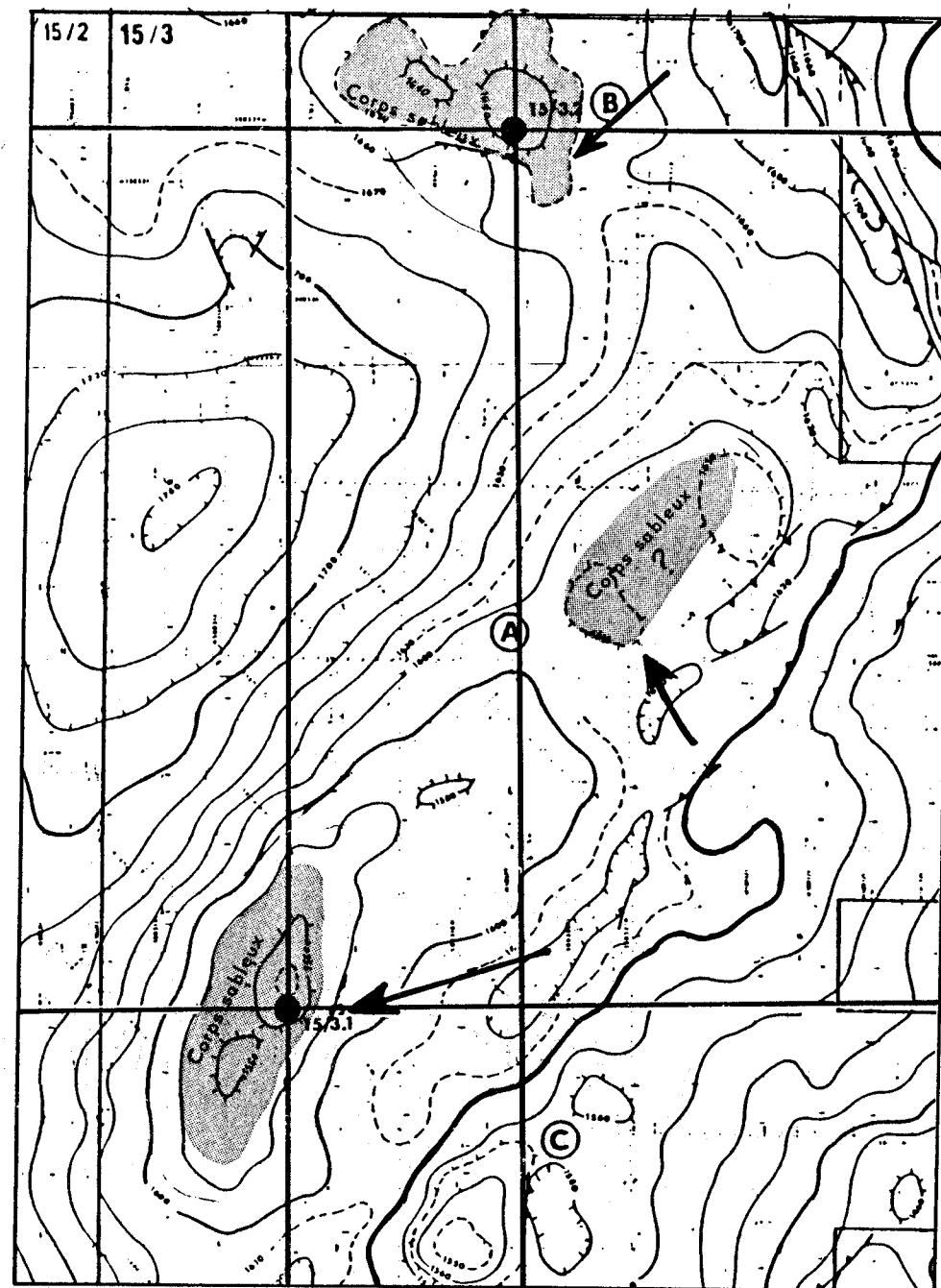


Fig.5 : EXTENSION DES DEPOTS AU JURASSIQUE SUPERIEUR



A)



B)

Fig.6 : REGION DE 15/3.1 ET 15/3.2 - HYPOTHESE SUR LE DEVELOPPEMENT DES TURBIDITES DU BLOC 15/3

A N N E X E 1

Commoclore  
44

LISTE DES RAPPORTS CONCERNANT LE JURASSIQUE DE LA ZONE CENTRALE  
DE L'OFFSHORE DE NORVEGE (SEDIMENTOLOGIE)

- Sondage 25/4-1 : Caractérisation des différents types de séquences sédimentaires dans les carottes du Jurassique -  
R. CUSSEY - Déc. 1974 - 2035 n° 4/1064 R.
- 25/2-4 well : Sedimentological study of Jurassic deposits -  
R. CUSSEY - Nov. 1976 - 2035 n° 6/1397 R.
- 25/2-5 well : Sedimentological study of Jurassic deposits -  
R. CUSSEY - March 1977 - n° 7/1449 RP.
- 25/2-6 well : Etude en cours.
- 15/3-1 well : Laboratory studies on Jurassic and Lower Cretaceous sequences -  
P. DURIF/E. GROSDIDIER/J.F. RAYNAUD/P. ROBERT/R. CUSSEY -  
January 1976 - 2035 n° 5/1259 R.
- 15/3-2 well : Sedimentological study of Jurassic deposits (4236 to 4990 m) -  
R. CUSSEY - June 1978 - n° 8/1637 RP.

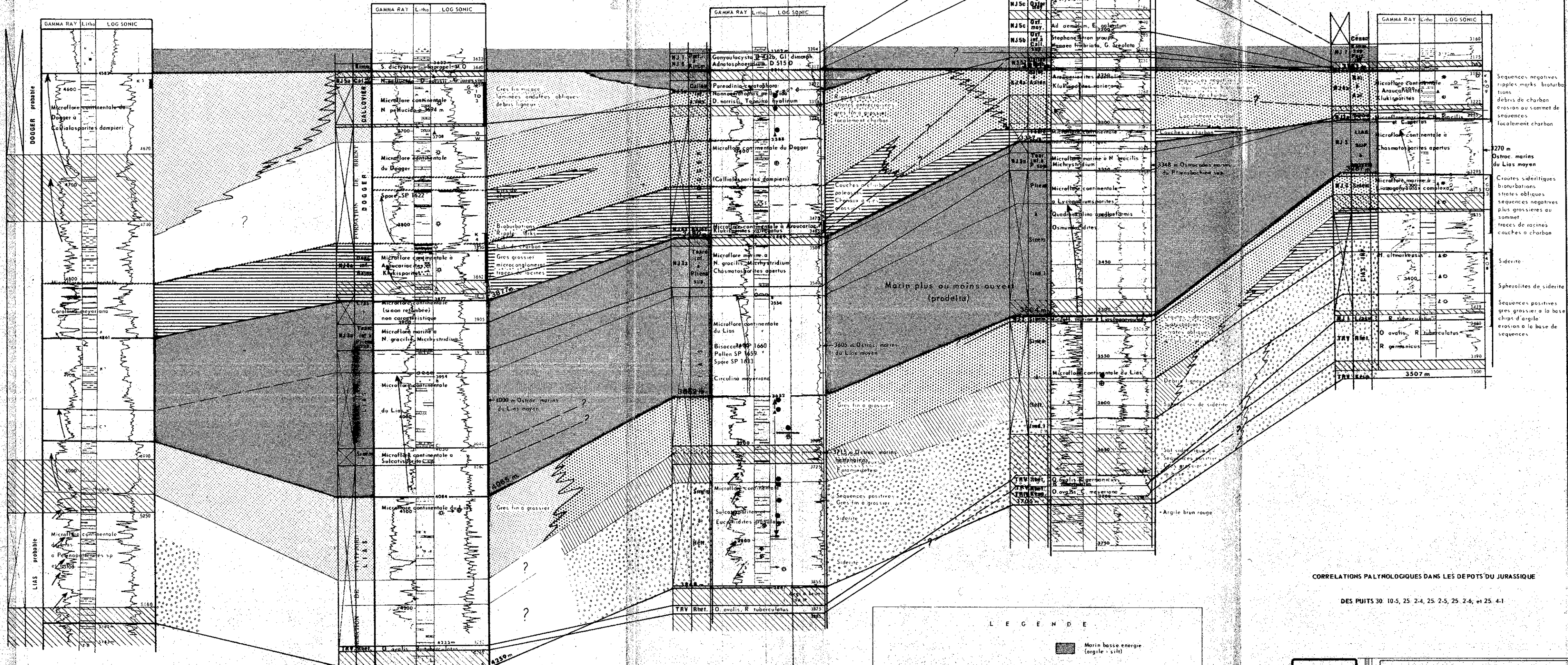
30/10.5

25/2.4

25/2.5

25/2.6

25/4.1



CORRELATIONS PALYNOLOGIQUES DANS LES DEPOTS DU JURASSIQUE

DES PUIES 30-10.5, 25-2.4, 25-2.5, 25-2.6, et 25-4.1

**LEGENDE**

- Limites de formation
- Correlations lithostratigraphiques
- ~ Variations de facies
- Marin basse energie (argile - silt)
- Bâie littorale accretion (gres fin)
- Chenaux deltaïques (gres fins a grossiers)
- Margino-littoral a charbon
- Margino-littoral a siderite debris ligneux
- Fluviatile a siderite (gres fin a grossier)
- Fluviatile massif (gres fin a grossier)
- Continental (argile brun rouge et silt)

**elf aquitaine**

ELF NORGE  
Pays NORVEGE  
Permis ou concession T. 100000000

**DIRECTION GENERALE DES PRODUCTIONS**

DIRECTION EXPLORATION

Date: JANVIER 1979  
Auteur: R. CUSSEY  
N°Class: C.3111

**PL.1**

VARIATIONS VERTICALE ET LATÉRALE  
DES DEPOTS DU JURASSIQUE INFÉRIEUR ET MOYEN

C.3111.A

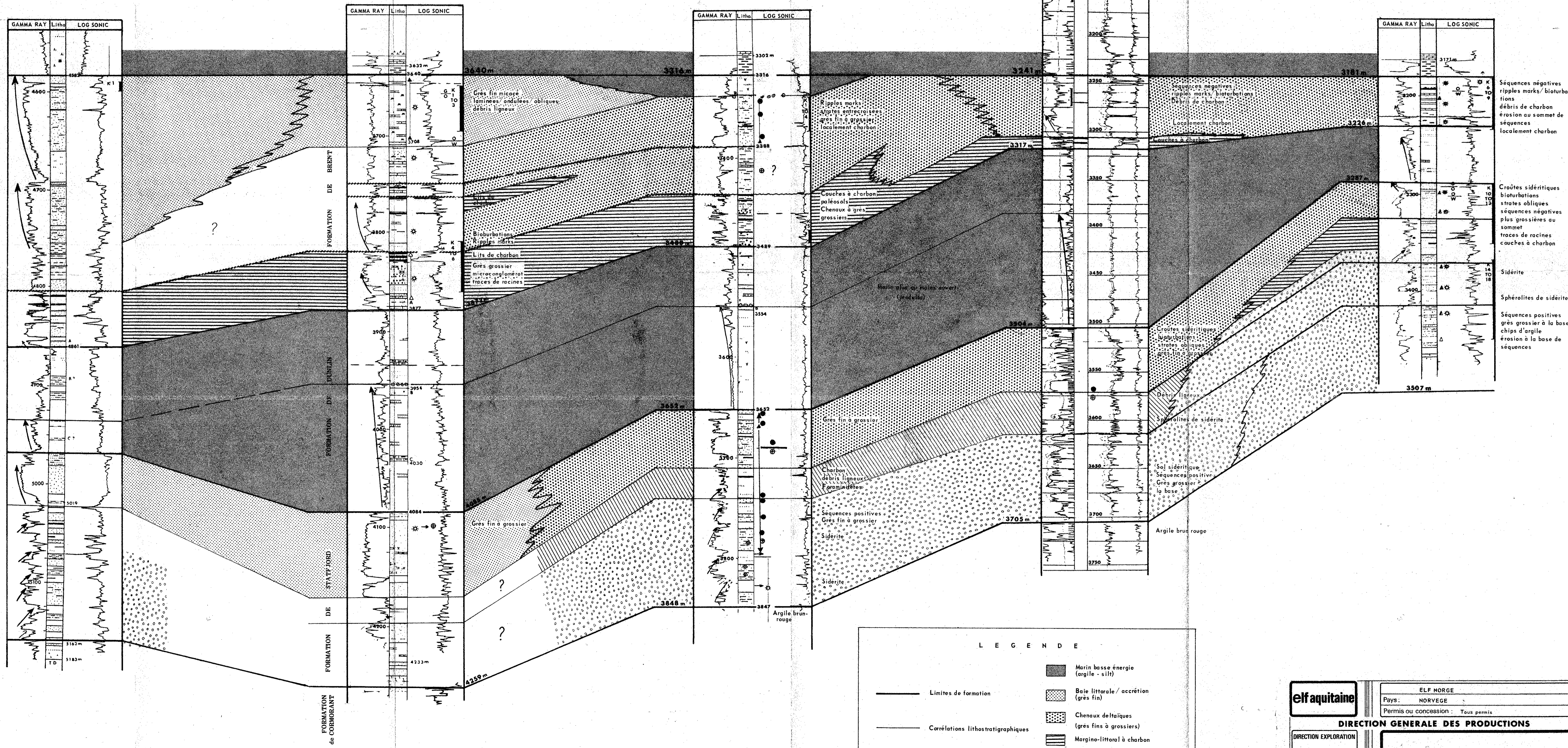
30/10.5

25/2.4

25/2.5

25/2.6

25/4.1



**LEGENDE**

- Limites de formation
- Corrélation lithostratigraphiques
- ⚡ Variations de faciès
- Marin basse énergie (argile - silt)
- ▨ Baie littorale/ accrétion (gres fin)
- ▩ Chenoux deltaïques (gres fins à grossiers)
- ▧ Margino-littoral à charbon
- ▦ Margino-littoral à siderite débris ligneux
- ◼ Fluvatile à siderite (gres fin à grossier)
- ◻ Fluvatile massif (gres fin à grossier)
- Continental (argile brun rouge et silt)

**elf aquitaine**

ELF NORGE

Pays: NORVEGE

Permis ou concession: Tous permis

**DIRECTION GENERALE DES PRODUCTIONS**

DIRECTION EXPLORATION

Date: JANVIER 1979

Auteur: R. CUSSEY

N°Class: J. 3108

**PL.1**

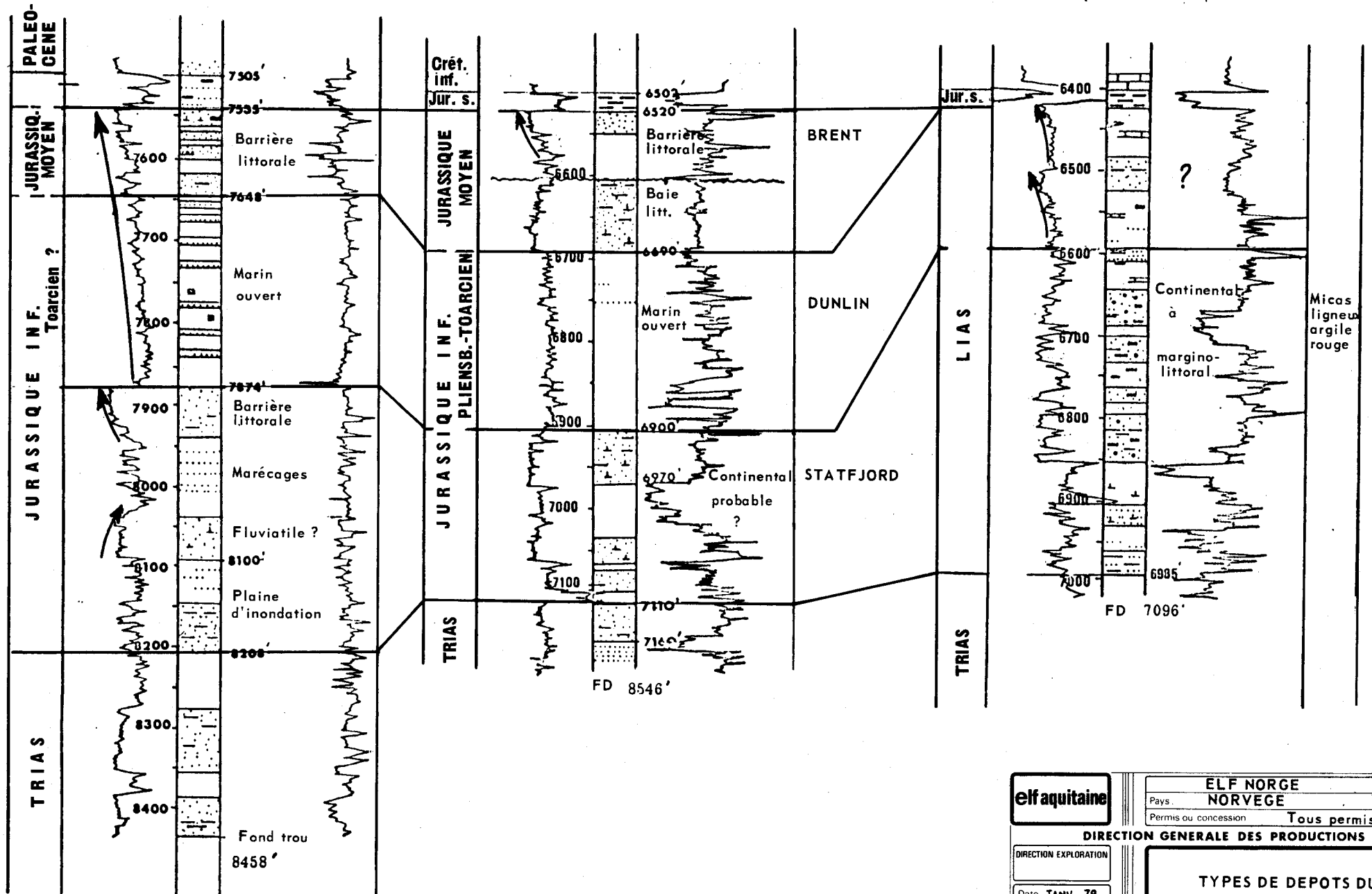
VARIATIONS VERTICALE ET LATÉRALE

DES DÉPÔTS DU JURASSIQUE INFÉRIEUR ET MOYEN

25 / 8 - 2

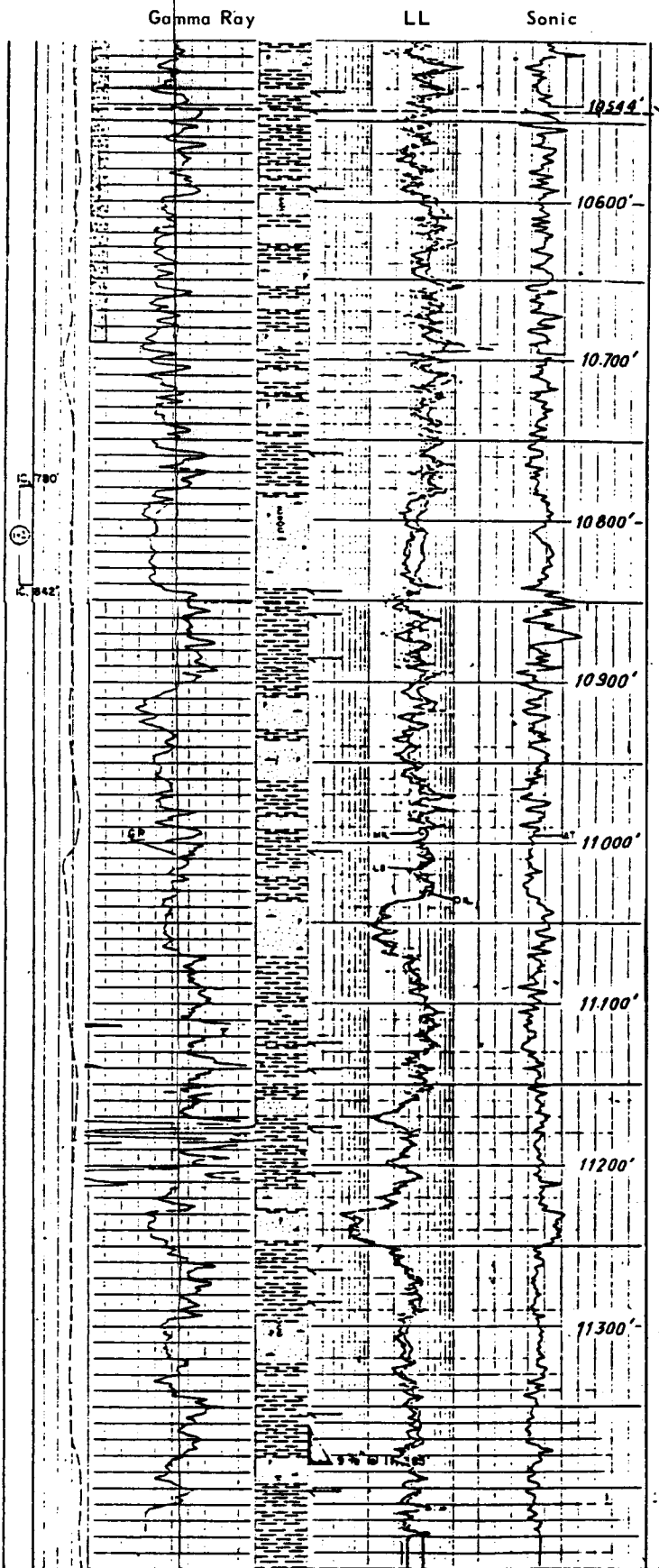
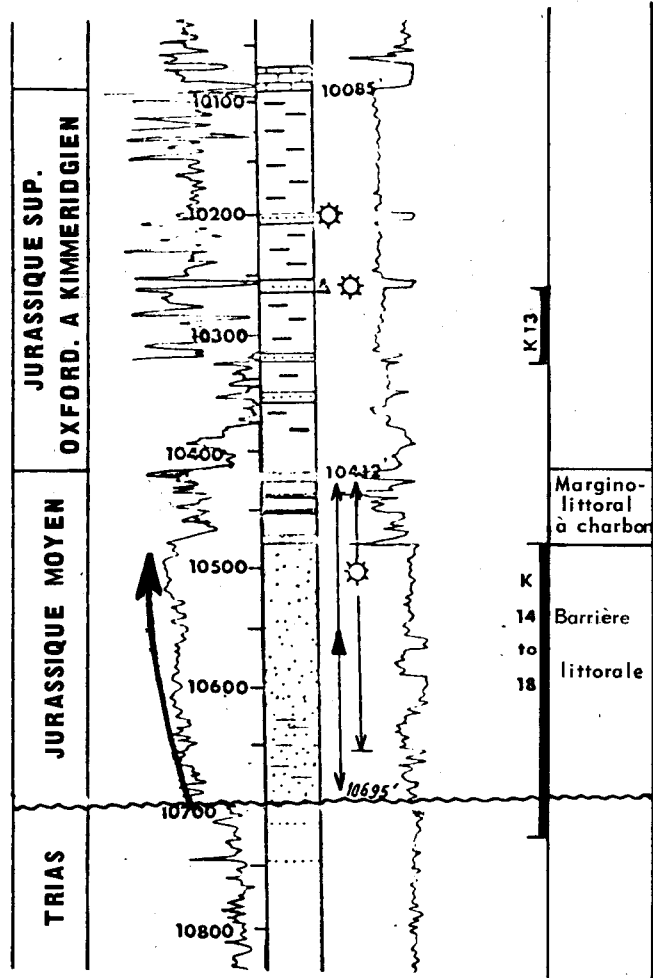
25 / 8 - 1

25 / 11 - 5



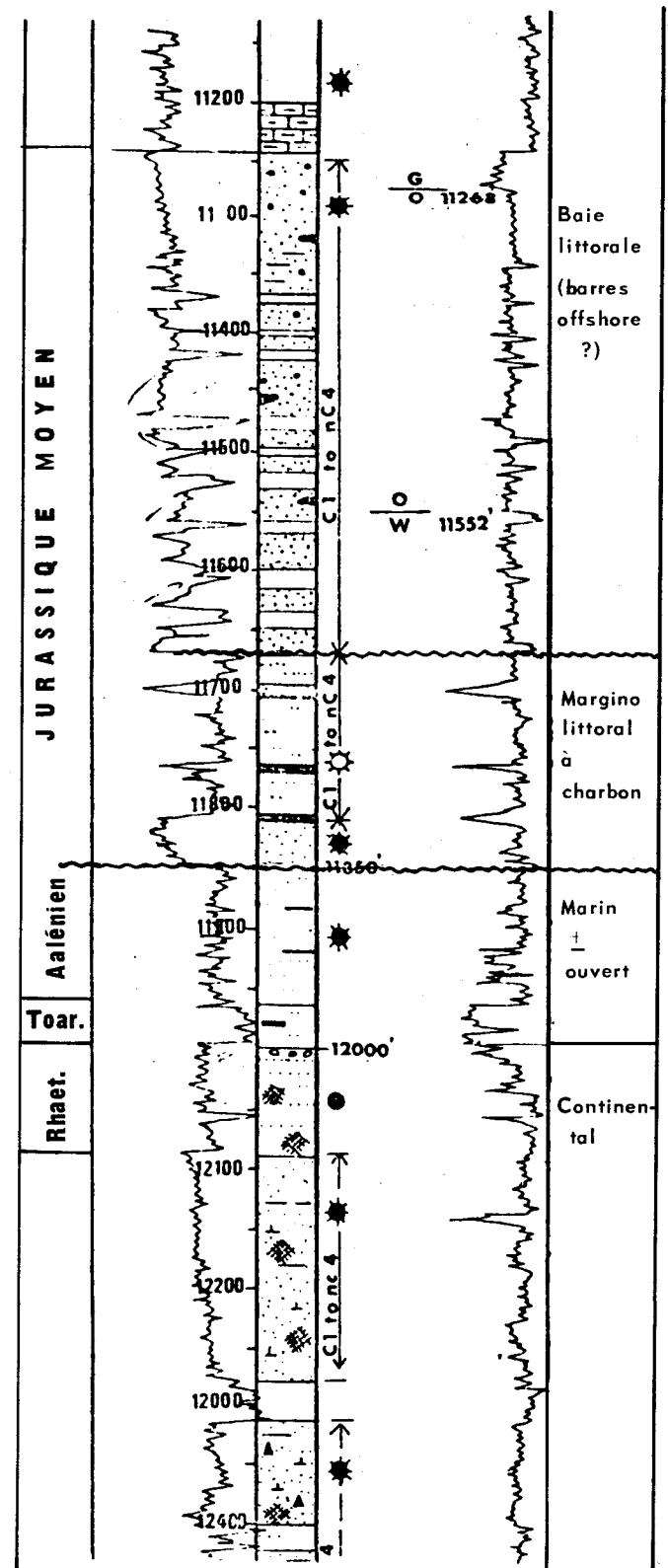
<b>Elf aquitaine</b>	<b>ELF NORGE</b>
	Pays: <b>NORVEGE</b>
	Permis ou concession: <b>Tous permis</b>
<b>DIRECTION GENERALE DES PRODUCTIONS</b>	
DIRECTION EXPLORATION	
Date <b>JANV. 79</b>	
Auteur <b>R. CUSSEY</b>	
N° Class <b>A. 3109</b>	
<b>PL. 2</b>	
<b>TYPES DE DEPOTS DU JURASSIQUE INF. ET MOYEN DANS LA ZONE CENTRALE DE L'OFFSHORE NORVEGIEN</b>	

16 / 29 - 2



?  
(Trias)

?  
(Trias)



**Elf aquitaine**

**ET NORGE**  
Pays: **NORVEGE**  
Permis ou concession: **Tous permis**

DIRECTION EXPLORATION

Date **JANV. 79**  
Auteur **R. CUSSEY**  
N° Class. **B.3110**

**PL.3**

DIRECTION GENERALE DES PRODUCTIONS

**TYPES DE DEPOTS DU JURASSIQUE INF. ET MOYEN DE L'OFFSHORE UK**  
**Blocs 16 et 9**

\* Les étages ont été définis lors d'une réunion en Norvège entre mission et laboratoire Bousens (pôlynologie - sédimentologie)