

U-10

3

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

reg.

RAPPORT GEOCHIMIQUE COMPLEMENTAIRE
DE LA MATIERE ORGANIQUE DU TERTIAIRE
DE LA STRUCTURE DE COD

Version B

7/11-1

DA 78-0140-1

14 DES 1978
REGISTRERT
OLJEDIREKTORATEY

03-D-31 n°2/714 R
/eg

J. DU ROUCHET
Août 1972

1 - GENERALITES

1.1 - OBJET DE L'ETUDE

L'inventaire organique (COT, MOE, gaz désorbés) fait en 1968 sur COD n°1 avait révélé un Tertiaire riche en matière organique, nettement plus riche que celui de FRØYA n°1.

Malgré une pollution par le gas-oil certaine au niveau du Paléocène et aussi malgré l'existence très vraisemblable de migrations importantes d'hydrocarbures dans la couverture du gisement, des analyses de composition des extractibles s'avéraient indispensables pour l'évaluation correcte du pouvoir pétroligène du Tertiaire dans son secteur de subsidence maximum. En raison de meilleures conditions d'échantillonnage, ces compléments d'étude ont été faits à COD n°2, sondage situé à proximité immédiate de COD n°1 et environ 400' plus bas structuralement.

1.2 - PROBLEMES ANALYTIQUES MIS EN OEUVRE

1.2.1 - Elimination du fuel (procédure normalisée)

Les échantillons ont été débourbés à l'eau froide, puis rincés avec de l'eau faiblement additionnée de Teepol et rincés soigneusement de nouveau à l'eau pure, puis essorés au maximum et finalement rincés à l'hexane.

L'hexane est évaporé et le résidu hydrocarboné pesé, ce qui fournit une teneur en "hydrocarbures rinçables à l'hexane". Ces hydrocarbures ont été analysés comme les extraits chloroformiques ; à côté des constituants du gas-oil des produits lourds y ont été mis en évidence : asphaltènes-résines, n.alcanes lourds du n.C24 au n.C34 ; l'origine probable en est une dissolution partielle de fragments de bitume présents dans les déblais.

1.2.2 - Etude des "bitumes" présents dans la roche

L'étude des bitumes a porté sur les essais suivants :

* Extrait chloroformique (composants hydrocarbonés plus lourds que le C.14).

• Le bitume chloroformique a été fragmenté en 3 constituants principaux (analyse de "Constitution") :

- hydrocarbures vrais (ou constituants huileux)

- hydrocarbures lourds hétéroatomiques (Résines
Asphaltènes)

... / ...

- . Les constituants huileux de l'extrait chloroformique ont été fragmentés en partie "Huile saturée" (n.alcanes + iso-alcanes + cycloalcanes) et en partie "Huile aromatique".
- . La fraction "Huile saturée" a été analysée en détail par chromatographie de partage en phase gazeuse et en colonne capillaire : les composants sortent de la colonne dans l'ordre des températures d'ébullition croissantes ; les temps de passage ou temps de rétention sont proportionnels aux températures d'ébullition.

* Hydrocarbures légers

Dans les meilleurs cas - échantillons riches en bitume et suffisamment volumineux - l'extraction chloroformique ne permet que la récupération des hydrocarbures moins volatiles que le normal alcane n.C14 ; bien souvent en fait, tous les composés plus volatiles que le n.C17 sont perdus ou très diminués.

Au Laboratoire Exploration les hydrocarbures situés dans la gamme de poids moléculaire délimitée par les n.alcanes C6 et C14 sont extraits de la roche par chauffage, les vapeurs obtenues étant analysées par chromatographie de partage en phase gazeuse et colonne capillaire ; cette méthode d'extraction et d'analyse est dite "Thermovaporisation".

* Hydrocarbures gazeux

Analyse chromatographique détaillée des gaz désorbables (attaque acide par solution H CL + ébullition + vide partiel) du C1 au C10 (technique du "gaz long").

1.3 - LISTE DES ANALYSES FAITES

- * Toutes les analyses et manipulations qui viennent d'être énumérées ont été faites sur les échantillons suivants :
10170' ; 9720' ; 8720' ; 7390' ; 2250'.
- * L'extraction chloroformique, la "Constitution de l'extrait", l'analyse chromatographique détaillée de l'Huile saturée ont été faites sur les échantillons non lavés :
10190' - 10200' et 9700'
- * Des thermovaporisations et des "gaz longs" ont été faits sur :
le grès non lavé de 10180' et la boue de débouillage de 10180'.

Ces analyses ont été complétées par un étude chimique détaillée du condensat de COD n°1.

1.4 - DOCUMENTS RECAPITULATIFS ET GRAPHIQUES JOINTS AU RAPPORT

L'information analytique va être présentée sous forme de tableaux récapitulatifs, de fiches d'analyse du bitume chloroformique et d'histogrammes généraux des n.alcanes du n.C1 à n.C34 .

- .. Avant les commentaires le lecteur trouvera un tableau récapitulatif en deux volets.
- . Sur le premier volet les colonnes correspondent successivement au :
 - * COT
 - * MOE : extrait chloroformique (en bitume chloroformique)
 - * (MOE/COT)x100 : rapport bituminologique
 - * HC % : pourcentage d'huile dans le bitume chloroformique
 - * S/A : rapport Fraction Huile saturée/Fraction Huile aromatique
 - * n.P % : pourcentage de n.alcanes dans la fraction Huile saturée
 - * La teneur de la roche en hydrocarbures légers de C1 à C14.
- . Le second volet donne une description succincte normalisée des chromatogrammes de la fraction Huile saturée de l'extrait chloroformique et des vapeurs thermovaporisées ; les colonnes correspondent successivement au :
 - * Poids de l'extrait chloroformique obtenu
 - * Remarques
 - * Description normalisée de l'Huile saturée
 - * Poids de roche thermovaporisée
 - * Température de thermovaporisation
 - * Description normalisée de la composition des hydrocarbures thermovaporisables.
- .. En fin de rapport ont été placés :
 - * En Annexe A : Les Histogrammes généraux des n.alcanes. Ces graphiques ont été calculés et tracés à l'ordinateur à partir des données des 3 analyses chromatographiques fondamentales : Gaz désorbés "longs", Vapeurs thermovaporisées, "Huile saturée" de l'extrait chloroformique. Les éléments de "lecture" indispensables ont été rassemblés dans une feuille en tête.
 - * En Annexe B : Les Fiches d'analyse d'extrait chloroformique de roche (ou d'analyse d'huile). Ces fiches rassemblent toutes les données de l'analyse et tous les indices calculés et comportent deux histogrammes de n.alcanes, de n.C15 à n.C34, en échelle arithmétique et en échelle logarithmique.

... / ...

ECHANTILLON	LITHOLOGIE	AGE	C O T %	M O E ppm	MOE COI 100 %	HC %	S/A	n.P %	Cl µl/kg	M ₁ ⁵ C µl/kg	M ₁ ¹⁴ C ppm
COD.2											
Condensat de COD 1 (après filtration sur lumine)						99,5	72				
0190 - 10200' (non lavé)	Grès (tout venant)	Pal.	1,06	3550	35	67	3,7				
0170: (lavé à l'eau et l'hexane)	Grès	Pal.		2100		42	1,0	14			269,3
0700' (non lavé)	Argile gris-clair	Eoc.inf.	1,43	6530	45	71	3,8				
0720' (lavé à l'eau et l'hexane)	Argile gris-clair à fragments de bitume sec	Eoc.inf.		6150		25	0,51	12			256,9
0720' (lavé à l'eau et l'hexane)	Argile brune	Olig.		770		51	1,47	8			126,1
0730' (lavé à l'eau et l'hexane)	Argile brune	Olig.		1970		26	1,20	9			166,4
02250' (lavé à l'eau et l'hexane)	Argile plastique à traces de grès	Mioc. ou Olig.		8320		84	3,25	1			33,5

ECHANTILLON	POIDS D'EXTRAIT mg	REMARQUE	DESCRIPTION DU CHROMATOGRAMME DE LA FRACTION "HUILE SATURÉE" DE L'EXTRAIT CHLOROFORMIQUE	POIDS DE LA PRISE D'ESSAI mg	TEMPERATURE	DESCRIPTION DU CHROMATOGRAMME DES VAPEURS "THERMOVAPORISÉES"
COD.2			<ol style="list-style-type: none"> ① Répartition moléculaire et composition chimique ② Marqueurs biologiques ③ Distribution des n.alcane 			<ol style="list-style-type: none"> ① Répartition moléculaire et composition chimique ② Marqueurs biologiques et indices de maturité
Condensat de COD 1			<ol style="list-style-type: none"> ① Teneurs régulièrement décroissantes de C15 à C28, cyclanes, isoalcane, alcane ② Pas de marqueurs ③ Exponentielle décroissante : n.C18 - n.C28 = 3,296 			<ol style="list-style-type: none"> ① Teneurs décroissantes exponentiellement Prédominance des n.alcane ② Ce sont des caractères de maturité
10190 - 10200' (non lave)		fuel	<ol style="list-style-type: none"> ① Teneurs régulièrement décroissantes de C16 à C28 : cyclanes, isoalcane, alcane ② Pas de marqueurs ③ Exponentielle décroissante : n.C18 - n.C28 = 29,071 	Grès: 380 Boue: 100	220 220	10180' boue et grès non lavés : ① de C6 à C10 : faibles teneurs de C11 à C16 : fortes teneurs (max en C16) n.alcane prédominantes
10170' (lave)	218		<ol style="list-style-type: none"> ① De C17 à C32 ; tendance bimodale : # max en C19 et en C27 ② Quelques amorces de pics de stérane entre C26 et C29 ③ Continu mais fluctuante (pas de loi simple) 	186	220	<ol style="list-style-type: none"> ① deux populations : a) C6 à C10 ; b) C11 à C16 (a) décroissance exp. très rapide de C6 à C10 (gaz) (b) croissance exp. de C11 à C15 (fuel) dominance des n.alcane modérée dans a), forte dans b)
9700' (non lave)		fuel	Caractères identiques à ceux de l'échantillon 10190 - 10200			
9720' (lave)	246		Les chromatogrammes 9720' et 8720' sont très analogues : ① Répartition très bimodale : population lourde de stérane (60 %), population moyenne riche en isoalcane centre sur C17 (30 %)	220	220	<ol style="list-style-type: none"> ① Composition variée : isoalcane, aromatique Touffe de pics de C8 à C15. Grand "toluène" ② Marqueurs nombreux : n.alcane dominés de C9 à C15
8720' (lave)	83		<ol style="list-style-type: none"> ② Très nombreux marqueurs biologiques : isoalcane et stérane, imparité des n.alcane ③ Distribution bimodale, max discontinu en C28 	290	220	<ol style="list-style-type: none"> ① Idem 9720' sauf pic de "toluène" ② Idem 9720'
7390' (lave)	192		<ol style="list-style-type: none"> ② Très nombreux marqueurs biologiques : isoalcane et stérane ; imparité des n.alcane ③ Distribution bimodale, max discontinu en C28 	164	220	<ol style="list-style-type: none"> ① Idem 8720' mais grand pic de "toluène" ② Idem 8720' mais n.alcane dominés des C8
2250' (lave)	337	thallise	<ol style="list-style-type: none"> ① Besse de cyclane lourds de C23 à C29 ② Pas de marqueurs biologiques nets ③ Bimodale : exp. décroissante de C18 à C25 ; discontinu imparité de C26 à C28 	145	220	<ol style="list-style-type: none"> ① Jusqu'à C11 faibles teneurs Après C11 fortes teneurs et n.alcane très dominantes

2 - COMMENTAIRES ET RESULTATS

Les résultats majeurs, ceux qui s'imposent par leur netteté et leur répétitivité, vont d'abord être présentés.

Puis les particularités intéressantes des différentes analyses seront commentées.

2.1 - RESULTATS MAJEURS (cf. aussi le log de COT et MOE de COD n°1 : Pl. 1)

Ce sont, en remontant la série stratigraphique :

2.1.1 - Paléocène (échantillons 10170 et 9720')

- . Les bitumes du grès 10170' (Paléocène) et de l'argile 9720' (Paléocène à Eocène inférieur) comportent une petite proportion d'huile épigénétique non altérée que l'on peut évaluer comme suit :

- * à 10170' environ 10 à 15 %
- * à 9720' moins de 5 %

Le reste du bitume, environ 60 % d'asphaltènes-résines et une partie de l'huile, surtout aromatique, doit correspondre :

- * à des bitumes épigénétiques asphaltisés ; en particulier à 9720' où les fragments de bitume sont nombreux dans les déblais (cf. aussi population caractéristique de n.alcanes lourds).
- * pour une proportion plus faible, à des bitumes syngénétiques (déblais paléocènes en place et aussi pollutions par le découvert).
- . L'huile épigénétique non altérée est apparentée au condensat du gaz du gisement.

Cela est bien naturel pour l'échantillon 10170' qui est dans les grès du gisement et même pour l'échantillon 9720' : argiles situées à peine 20 m au-dessus d'un niveau gréseux gazéifère.

Le condensat du gaz du gisement de COD est, malgré la différence du domaine d'extension des poids moléculaires, très analogue aux bruts d'EKOFSK.

Cette analogie est aussi flagrante sur les chromatogrammes de vapeurs thermovaporisées que sur les chromatogrammes d' "huiles saturées" d'extrait chloroformique.

... / ...

3.1.2 - Oligocène (échantillons 8720 t 7390')

Les deux échantillons 8720 et 7390' sont des argiles brun foncé visiblement très riches en matière organique (MOE = 770 et 1970 ppm).

Le bitume de l'échantillon 8720' comprend 51 % d'huile et 40 % de résines ; celui de l'échantillon 7390' seulement 26 % d'huile, et 26 % d'asphaltène ; il est possible que cette différence soit due à la moindre bituminisation de l'échantillon supérieur.

L'huile du bitume chloroformique est modérément saturée.

L'analyse chromatographique de la fraction saturée de cette huile et des vapeurs thermovaporisées met clairement en évidence les caractères spécifiques de cette huile, remarquable par son degré de maturation faible (marqueurs biologiques très nombreux). Parmi les caractères spécifiques de l'huile on peut retenir le développement relatif notable des stéranes (cyclanes lourds sortant en pics) et la population de n.alcanes lourds à forte dominance des formes à nombre impair de carbones : une grande partie de la matière organique de ces argiles oligocènes est certainement d'origine végétale (végétaux supérieurs).

Mais dans le spectre chromatographique les constituants de poids moléculaire moyen sont convenablement représentés (~ 30 %) ; il est donc normal d'envisager un pouvoir pétroligène virtuel.

Rappelons en effet qu'il faut distinguer :

- * le potentiel pétroligène massique virtuel qui dépend de la composition chimique plus ou moins hydrocarbonée de la matière organique
- * le potentiel pétroligène massique effectif qui dépend du pouvoir pétroligène virtuel et de l'état de diagenèse, c'est-à-dire de la bituminisation (on pose souvent qu'il faut au moins 50 % d'huile dans le bitume chloroformique pour qu'il y ait potentiel pétroligène effectif).

Bien que le bitume de l'échantillon 8720' comprenne 51 % d'huile, le potentiel pétroligène effectif y reste très douteux car l'huile y est encore essentiellement lourde et nullement homogénéisée.

Les particularités de détail de l'huile de l'Oligocène de COD (en particulier dans la gamme chromatographique C16 au C25), comparées à celles du Jurassique supérieur peu évolué de TOR n°1 (2155 et 2205 m), le fait aussi que l'Oligocène est à COD à peu près au maximum de son enfouissement en Mer du Nord norvégienne, font qu'il est impossible d'envisager sérieusement une origine Oligocène des huiles des gisements actuellement découverts.

... / ...

Il reste que l'Oligocène de la région de COD, c'est-à-dire de la partie la plus profonde du bassin tertiaire, contient en fortes teneurs une matière organique bitumineuse apparemment potentiellement pétroligène et qu'il est incomparablement plus riche que dans les secteurs moins centraux de FRØYA n°1 (pourtant proche), et de TOR n°1.

2.1.3 - Mio-Pliocène (échantillon 2250')

L'échantillon 2250' est de l'argile plastique de couleur claire à laminations sableuses probables.

Cet échantillon, bien que clair, est très riche en bitume chloroformique (8320 ppm) ; ce bitume étant presque entièrement constitué d'huile, son origine épigénétique est évidente.

Dans cette "huile" les constituants saturés dominent fortement (S/A = 3,25). Leur chromatographie donne la "sortie" habituellement observée dans les huiles asphaltisées : une bosse dans la gamme C22-C29 avec pics d'alcanes à peine indiqués.

On sait en effet que l'asphaltisation, de faible profondeur, se fait par pertes des composants les plus volatiles et destruction biochimique (bactéries) sélective : les alcanes, surtout les n.alcanes, sont détruits sélectivement.

Une nouvelle chromatographie, après traitement de l'extrait à l'urée pour l'enrichir en n.alcanes, a permis de mettre en évidence une distribution des teneurs en n.alcanes, fonction linéaire rapidement décroissante des poids moléculaires.

C'est l'indice d'un produit originel assez évolué, donc probablement d'origine profonde, vraisemblablement jurassique.

Notons que d'importantes manifestations d'huile épigénétique asphaltisée ont également été mises en évidence dans le sommet du Tertiaire de TOR n°1 (630 m : Oligocène sommital, base des argiles de Cilleborg) : ces observations suggèrent la possibilité de dismigractions importantes.

2.2 - PARTICULARITES INTERESSANTES DES ANALYSES

2.2.1 - Echantillons Paléocènes 10170 et 9720'

L'huile des bitumes des échantillons paléocènes 10170 et 9720' paraît hétérogène : la répartition moléculaire est bimodale et les caractères chimiques des constituants lourds sont très différents de ceux des constituants moyens.

* la fraction moléculaire "moyenne" a une distribution des teneurs en exponentielle décroissante des masses moléculaires.

... / ...

* la fraction moléculaire lourde est caractérisée par des teneurs en n.alcanes distribués en cloche culminant doucement sur le n.C27 et le n.C29, continue sauf un grand pic de n.C28. Il n'y a pas dominance des molécules à nombre impair de carbones.

La fraction lourde correspond surtout à l'extrait hexane (rinçage des déblais après lavage à l'eau) ; ces hydrocarbures qui se dissolvent aussi rapidement que le gas-oil polluant, paraissent sortir de fragments de bitume noir, d'aspect sec, nombreux dans les déblais de 9720' et présents aussi dans les déblais de 10170'.

La solution hexane était de couleur brune et les "extraits" ont donné en "Constitution" 25 et 30 % d'Asphaltènes-Résines.

La distribution en cloche des n.alcanes, décrite plus haut, est d'ailleurs connue dans certains hydrocarbures asphaltisés (elle peut caractériser un certain type ou un certain degré de dégradation d'huiles paraffiniques). Il en est de même du "marqueur n.C28" * qui paraît être le marqueur biologique de l'activité bactérienne destructrice des alcanes**.

Notons que les fragments de bitume sec (évidemment épigénétiques) sont en place dans les déblais à 9720' mais peut-être des retombées à 10170'.

3.2.2 - Echantillons Oligocènes 7390 et 8720'

Les chromatogrammes d'"huile saturée d'extrait chloroformique" des échantillons oligocènes 7390 et 8720' montrent ici aussi une répartition d'allure bimodale : une fraction moléculaire lourde de C26 à C31 essentiellement formée de cyclanes (stéranes), une fraction moyenne (C15 à C21) surtout composée d'alcanes.

Mais l'ensemble a un "style chromatographique" homogène : même distribution discontinue des teneurs, égale richesse en marqueurs biologiques ; le caractère bimodal de la répartition est d'ailleurs habituel dans les extraits de roches-mère virtuelles (stade de bituminisation débutante).

Les n.alcanes de la fraction lourde sont remarquables par la très forte dominance des molécules à nombre impair de carbones.

Au contraire les n.alcanes lourds présents -en très faibles teneurs- dans les lavages à l'hexane ont la distribution en cloche décrite dans les "extraits-hexanes" des échantillons paléocènes. La source probable est donc ici aussi des bitumes dérivant d'huile asphaltisée.

Mais dans les échantillons oligocènes cette population de n.alcanes n'est plus qu'une partie négligeable des hydrocarbures saturés lourds : elle ne marque pratiquement pas dans l'histogramme général des n.alcanes (extrait chloroformique + extrait hexane).

... / ...

* Il est assez vraisemblable que ce marqueur est plutôt un polycyclane.

** Cette activité peut d'ailleurs se poursuivre après collecte du déblai).

2.2.3 - Echantillon Mio-Pliocène 2250'

Le chromatogramme de l'huile saturée de l'extrait chloroformique montre seulement une forme en cloche symétrique et très éoussée, entre les positions virtuelles du n.C22 et du n.C30 .

C'est une figure habituelle dans les chromatogrammes d'hydrocarbures asphaltisés ; elle reflète la disparition des volatiles, la destruction préférentielle des alcanes, l'augmentation, au moins relative, des cyclanes lourds et leur homogénéisation.

La chromatographie de l'huile saturée après le traitement d'enrichissement (en n.alcanes) par l'urée a permis d'obtenir la distribution des teneurs relatives en n.alcanes. En plus de la population principale probablement épigénétique, caractérisée par une distribution des teneurs linéaire vite décroissante/masses moléculaires, intervient, du C25 au C34, une petite population probablement syngénétique où dominent nettement les molécules à nombre impair de carbones et aussi un grand pic n.C28 qui, on l'a vu, doit être la marqueur d'un certain type de dégradation biochimique.

... / ...

3 - CONCLUSIONS PETROLIERES

L'étude géochimique de la matière organique du Tertiaire de COD n°2 aboutit aux conclusions pétrolières suivantes :

. L'origine du gaz humide du gisement (dans les grès paléocènes) est très probablement Jurassique.

. L'Oligocène est, à COD et probablement dans toute la zone de subsidence maximum, beaucoup plus riche en matière organique bitumineuse qu'il ne l'est à FRØYA n°1, TOR n°1 et très probablement, en général en dehors de la zone de subsidence maximum.

Cette matière organique bitumineuse est susceptible d'avoir un potentiel pétroligène virtuel mais la composition lourde de la fraction "huile saturée" de l'huile du bitume suggère qu'une température relativement élevée (90 à 100°C) peut être indispensable à sa bituminisation complète. L'âge "seulement" oligocène ($25 \cdot 10^6$ ans) ne peut expliquer qu'en partie le faible degré d'évolution chimique à # 2500 m d'enfouissement.

L'Oligocène ne peut être ni la roche-mère des grands gisements d'huile déjà découverts, ni du gaz humide de COD.

. La base du Mio-Pliocène serait, d'après l'analyse de l'échantillon 2250', enrichie en huile migrée, asphaltisée. L'huile originelle paraît avoir eu une composition homogénéisée et ordonnée ; donc elle était probablement d'origine profonde, vraisemblablement Jurassique.

A N N E X E S "A"

HIST. GRAVIM. GENERAL DES N. ALCANES

(SORTIES DU PROGRAMME HYDROTAL)

Le programme HYDROTAL traite les résultats de 4 analyses chromatographiques : gaz désorbés "courts", gaz désorbés "longs", gaz thermovaporisés, huile saturée de l'extrait chloroformique. On trouvera :

Colonne 1 : nomenclature des alcanes

Colonne 2 : (figuré.) résultats de l'analyse des gaz désorbés : C1 à C5

Colonne 3 : (figuré+) résultats de l'analyse des gaz désorbés : C5 à C10

Colonne 4 : (figuré*) résultats de l'analyse par THER. EVAPORISATION : C5 à C15/C17

Colonne 5 : (figuré x) résultats de l'analyse de la fraction "Huile Saturée" : C15 à C35

Tous les résultats sont exprimés en parties par million (ppm) en masse de l'échantillon de roche .

La courbe figurée dans la partie droite de la planche est le report des teneurs en alcanes normaux obtenues par chaque technique, l'échelle des concentrations étant de forme logarithmique.

L'indication marginale supérieure reproduit enfin la somme des teneurs en iso et n-alcanes les plus légers jusqu'à C14

	①	②	③	④	⑤					
		.	+	*	x	0.01	0.10	1.0	10.00	99.99
C1						S C1 à C14 =				
C2										
C3										
i.C4										
n.C4										

COD 2 MOYEN 10170.0

	0.01	0.10	1.00	10.00	99.99
C1	0.292				
C2	0.065				
C3	3.028				
IC4	2.763	2.734			
NC4	7.673	7.208			
IC5	4.264	4.226	7.212		
NC5	5.983	5.744	10.290		
IC6		4.056	8.413		
NC6		3.590	6.596		
IC7		6.498	15.502		
NC7		1.893	4.193		
IC8		5.356	20.948		
NC8		1.127	3.346		
IC9		2.497	16.631		
NC9		0.821	2.922		
IC10		1.812	20.817		
NC10		0.485	2.967		
IC11			21.401		
NC11			5.536		
IC12			19.944		
NC12			6.798	0.344	
IC13			26.637		
NC13			9.871	0.882	
IC14			33.934		
NC14			11.543	1.272	
C15			8.988	1.769	
C16			7.332	2.270	
C17				2.942	
C18				3.144	
C19				3.341	
C20				2.750	
C21				2.387	
C22				2.096	
C23				2.158	
C24				2.405	
C25				2.983	
C26				3.663	
C27				4.183	
C28				6.714	
C29				4.326	
C30				4.022	
C31				3.238	
C32				2.355	
C33				1.478	

COD 2

9720.0

					0.01	0.10	1.00	10.00	99.99
* C1	0.875								
* C2	0.287								
* C3	1.713								
* IC4	2.019	1.867							
* NC4	3.394	3.101							
* IC5	2.496	2.422	2.354						
* NC5	1.966	2.074	2.181						
* IC6		2.478	4.868						
* NC6		1.723	2.237						
* IC7		5.013	10.994						
* NC7		0.751	2.381						
* IC8		3.995	18.789						
* NC8		0.714	3.255						
* IC9		2.717	25.016						
* NC9		0.658	3.894						
* IC10		3.675	45.090						
* NC10		0.337	3.287						
* IC11			44.954						
* NC11			2.658						
* IC12			30.370						
* NC17			2.606						
* IC13			22.109						
* NC13			3.112	0.103	X				
* IC14			15.709						
* NC14			2.651	0.165	X				
* C15			1.658	0.310		X			
* C16			0.865	1.552			X		
* C17				3.430				X	
* C18				4.506				X	
* C19				4.848				X	
* C20				3.942				X	
* C21				3.254				X	
* C22				2.281				X	
* C23				2.251				X	
* C24				2.137				X	
* C25				2.675				X	
* C26				3.435				X	
* C27				4.325				X	
* C28				7.590				X	
* C29				4.522				X	
* C30				4.004				X	
* C31				3.435				X	
* C32				2.271				X	
* C33				1.371				X	

COD 2

8720.0

					0.01	0.10	1.00	10.00	99.99
* C1	0.515								
* C2	0.101								
* C3	0.090								
* IC4	0.361	0.346							
* NC4	0.393	0.277							
* IC5	1.737	1.730	1.651						
* NC5	0.796	0.755	0.721						
* IC6		1.871	2.605						
* NC6		0.709	0.882						
* IC7		3.616	6.122						
* NC7		0.702	1.191						
* IC8		4.513	10.192						
* NC8		0.884	2.133						
* IC9		2.556	11.677						
* NC9		0.625	2.081						
* IC10		2.764	20.965						
* NC10		0.255	1.161						
* IC11			22.907						
* NC11			1.094						
* IC12			16.772						
* NC12			0.639						
* IC13			8.165						
* NC13			0.750	0.027	X				
* IC14			12.358						
* NC14			0.485	0.173		X			
* C15			0.397	0.509			X		
* C16			0.257	0.984			X		
* C17				1.097			X		
* C18				1.125			X		
* C19				1.267			X		
* C20				1.058			X		
* C21				1.118			X		
* C22				0.963			X		
* C23				1.121			X		
* C24				0.940			X		
* C25				1.151			X		
* C26				0.919			X		
* C27				1.297			X		
* C28				0.958			X		
* C29				1.352			X		
* C30				0.643			X		
* C31				1.239			X		
* C32				0.347			X		
* C33				0.630			X		

C C C

*****					*****				
ID	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4	0.01	0.10	1.00	10.00	99.99
* C1	0.511	.	.	.	*	*	.	*	*
* C2	0.053	.	.	.	*	*	.	*	*
* C3	0.303	.	.	.	*	*	.	*	*
* IC4	1.153	1.140	.	.	*	*	.	*	*
* NC4	0.533	0.516	.	.	*	*	+	*	*
* IC5	1.675	1.707	0.999	.	*	*	.	*	*
* NC5	0.565	0.577	0.682	.	*	*	++	*	*
* IC6	.	1.501	1.198	.	*	*	.	*	*
* NC6	.	0.568	0.507	.	*	*	*	*	*
* IC7	.	2.647	3.996	.	*	*	.	*	*
* NC7	.	0.597	0.718	.	*	*	++	*	*
* IC8	.	3.051	10.606	.	*	*	.	*	*
* NC8	.	0.460	1.180	.	*	*	+	*	*
* IC9	.	2.831	21.519	.	*	*	.	*	*
* NC9	.	0.754	1.094	.	*	*	+	*	*
* IC10	.	2.628	29.983	.	*	*	.	*	*
* NC10	.	0.066	0.938	.	*	*	+	*	*
* IC11	.	.	38.670	.	*	*	.	*	*
* NC11	.	.	0.917	.	*	*	.	*	*
* IC12	.	.	23.578	.	*	*	.	*	*
* NC12	.	.	0.819	.	*	*	.	*	*
* IC13	.	.	11.946	.	*	*	.	*	*
* NC13	.	.	0.760	0.027	*	X	.	*	*
* IC14	.	.	12.039	.	*	.	.	*	*
* NC14	.	.	0.651	0.140	*	.	X	*	*
* C15	.	.	0.499	0.483	*	.	.	X	*
* C16	.	.	.	0.822	*	.	.	.	X
* C17	.	.	.	0.948	*	.	.	.	X
* C18	.	.	.	0.915	*	.	.	.	X
* C19	.	.	.	0.943	*	.	.	.	X
* C20	.	.	.	0.901	*	.	.	.	X
* C21	.	.	.	0.954	*	.	.	.	X
* C22	.	.	.	0.940	*	.	.	.	X
* C23	.	.	.	1.273	*	.	.	.	X
* C24	.	.	.	1.042	*	.	.	.	X
* C25	.	.	.	1.594	*	.	.	.	X
* C26	.	.	.	1.234	*	.	.	.	X.
* C27	.	.	.	2.034	*	.	.	.	X
* C28	.	.	.	1.597	*	.	.	.	X
* C29	.	.	.	2.469	*	.	.	.	X
* C30	.	.	.	1.069	*	.	.	.	X
* C31	.	.	.	2.667	*	.	.	.	X
* C32	.	.	.	0.566	*	.	.	.	X
* C33	.	.	.	1.176	*	.	.	.	X

0.01 0.10 1.00 10.00 99.99

```

*****
* C1 . 0.342 .
* C2 . 0.064 .
* C3 . 0.032 .
* IC4 . 0.010 .
* NC4 . 0.014 .
* IC5 . 0.008 .
* NC5 . 0.002 .
* IC6 . 0.090 .
* NC6 . 0.041 .
* IC7 . 0.105 .
* NC7 . 0.004 .
* IC8 . 0.023 .
* NC8 . 0.007 .
* IC9 . 0.027 .
* NC9 . 0.009 .
* IC10 . 0.059 .
* NC10 . 0.029 .
* IC11 . 1.870 .
* NC11 . 0.129 .
* IC12 . 1.969 .
* NC12 . 1.112 .
* IC13 . 5.444 .
* NC13 . 1.870 .
* IC14 . 5.907 .
* NC14 . 2.713 .
* C15 . 6.301 .
* C16 . 4.617 .
* C17 . 0.535 .
* C18 . 5.259 .
* C19 . 2.303 .
* C20 . 5.301 .
* C21 . 4.072 .
* C22 . 5.686 .
* C23 . 5.465 .
* C24 . 5.609 .
* C25 . 5.733 .
* C26 . 5.036 .
* C27 . 4.661 .
* C28 . 3.964 .
* C29 . 3.482 .
* C30 . 3.000 .
* C31 . 2.357 .
* C32 . 2.357 .
* C33 . 1.768 .
* C34 . 2.089 .
* C35 . 3.375 .
* C36 . 1.875 .
* C37 . 1.018 .
* C38 . 1.821 .
* C39 . 0.642 .
* C40 . 1.019 .

```

000.2 2250.0

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

ANNEXE "B"

ANALYSE D'HUILE ~~OU D'EXTRAIT CHLOROFORMIQUE DE ROCHE~~

SONDAGE : COD n° 1

ECHANTILLON : Condensat

COT = MOE =

P. d'extrait

Age ou Formation : -

CONSTITUTION :

Asphaltènes	As =	Asphaltènes Insolubles/CCl4	C =
Résines	R =		
Constituants huileux	CH =	CH Saturés =	; CH Aromatiques =
Pertes + Résidus:	100 -(A+R+CH) =		; S/A =

ANALYSE DES HYDROCARBURES SATURÉS PAR CPG (Poids de la prise d'essai = 53 mg)

Proportion des n.alcane dans les Saturés = 16,1 %

Proportion : du Farnesane = 0,66 % du Pristane = 0,72 % du Phytane = 0,45 %

Rapports: Pristane/Phytane = 1,6 Pristane/n.C17 = 0,47 Phytane/n.C18 = 0,35

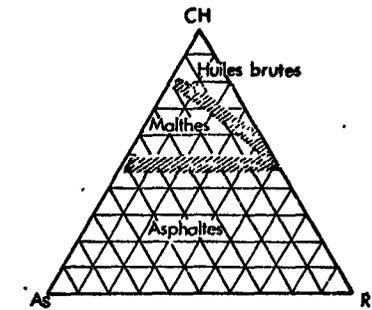
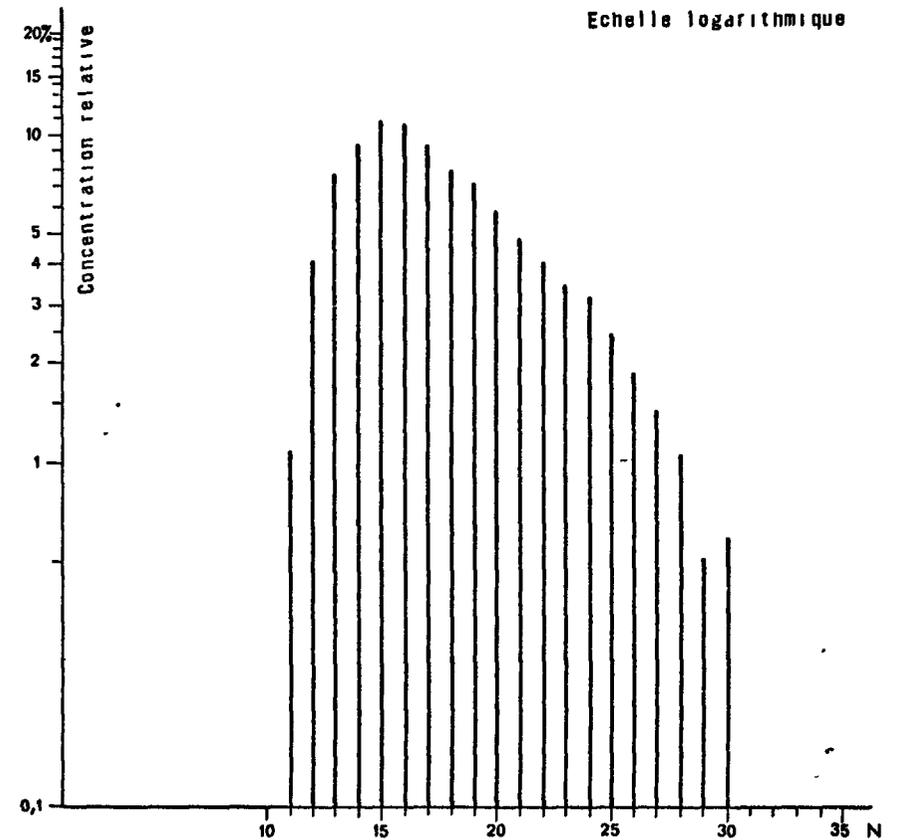
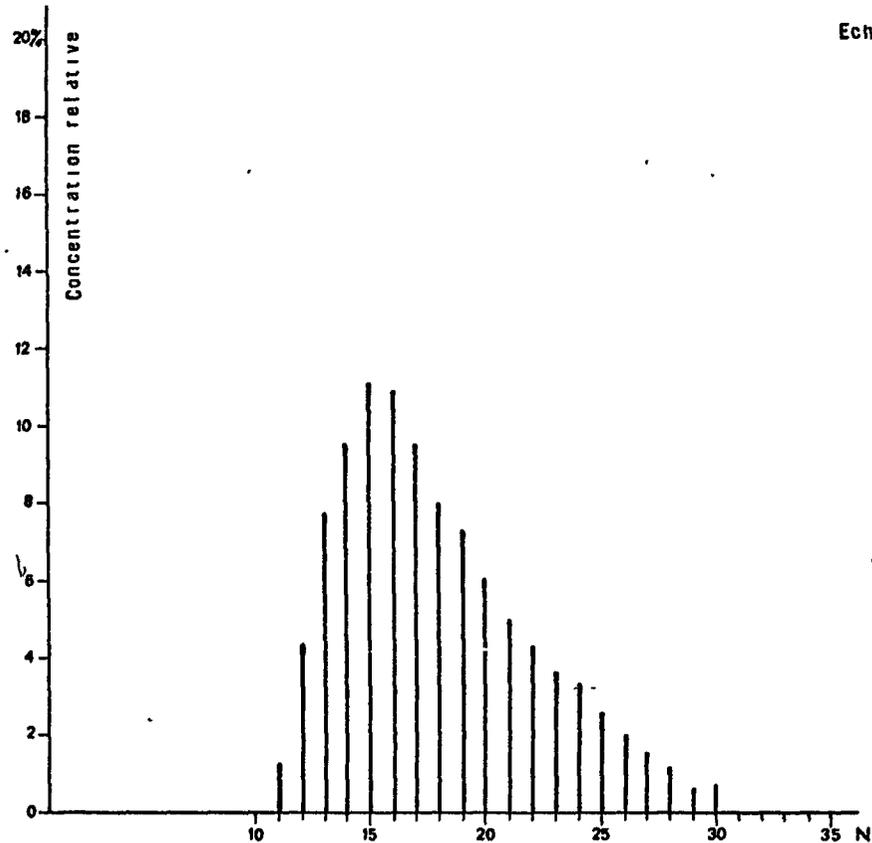
Recherche de dominance paire ou impaire par calcul du Carbon Preference Index (CPI) :

CPI entre la n.alcane 16 et la n.alcane : 28 CPI = 0,994

Distribution relative des n.alcane : n.C11 = 1,16 % - n.C12 = 4,29 % - n.C13 = 7,72 % -

n.C12	n.C13	n.C14	n.C15	n.C16	n.C17	n.C18	n.C19	n.C20	n.C21	n.C22	n.C23	n.C24	n.C25	n.C26	n.C27	n.C28	n.C29	n.C30	n.C31	n.C32	n.C33
4,29	7,72	9,54	11,13	10,94	9,51	7,96	7,30	6,02	4,96	4,27	3,58	3,30	2,56	1,95	1,51	1,12	0,55	0,63	%	%	%

HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION RELATIVE DES n.ALCANES EN FONCTION DU NOMBRE N DE CARBONES.



ANALYSE D'HUILE OU D'EXTRAIT CHLOROFORMIQUE DE ROCHE

SONDAGE : COD n° 2

ECHANTILLON : 10170'

COT = MOE = 2093 ppm P. d'extrait 0,2177/104

Age ou Formation :

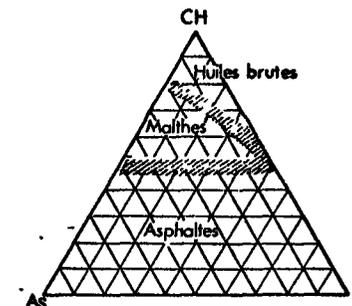
CONSTITUTION :

Asphaltènes As = 58.7 Asphaltènes Insolubles/CCl4 C =
 Résines R =)
 Constituants huileux CH = 42.42 CH Saturés = 21.41 CH Aromatiques = 21.01; S/A = 1.02
 Pertes + Résidus: 100 -(A+R+CH) = 0.9

ANALYSE DES HYDROCARBURES SATURÉS PAR CPG (Poids de la prise d'essai =)

Proportion des n.alcane dans les Saturés = 13.7%
 Proportion : du Farnesane = 0,21% du Pristane = 0,38% du Phytane = 0,26%
 Rapports: Pristane/Phytane = 1.38 Pristane/n.C17 = 0.55 Phytane/n.C18 = 0.38

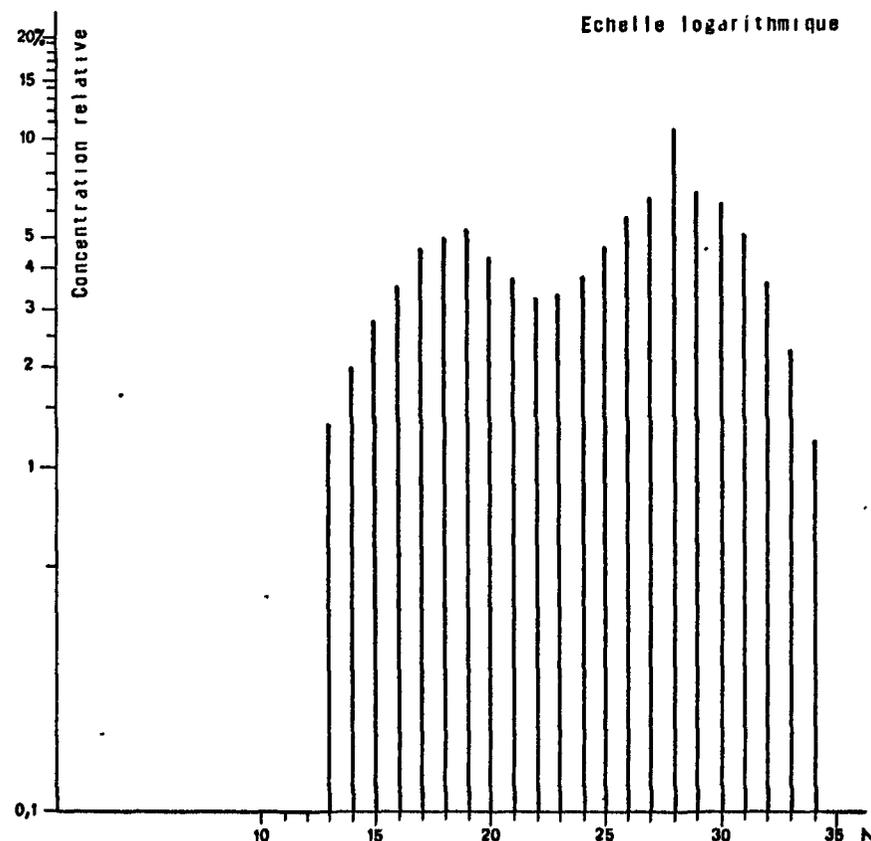
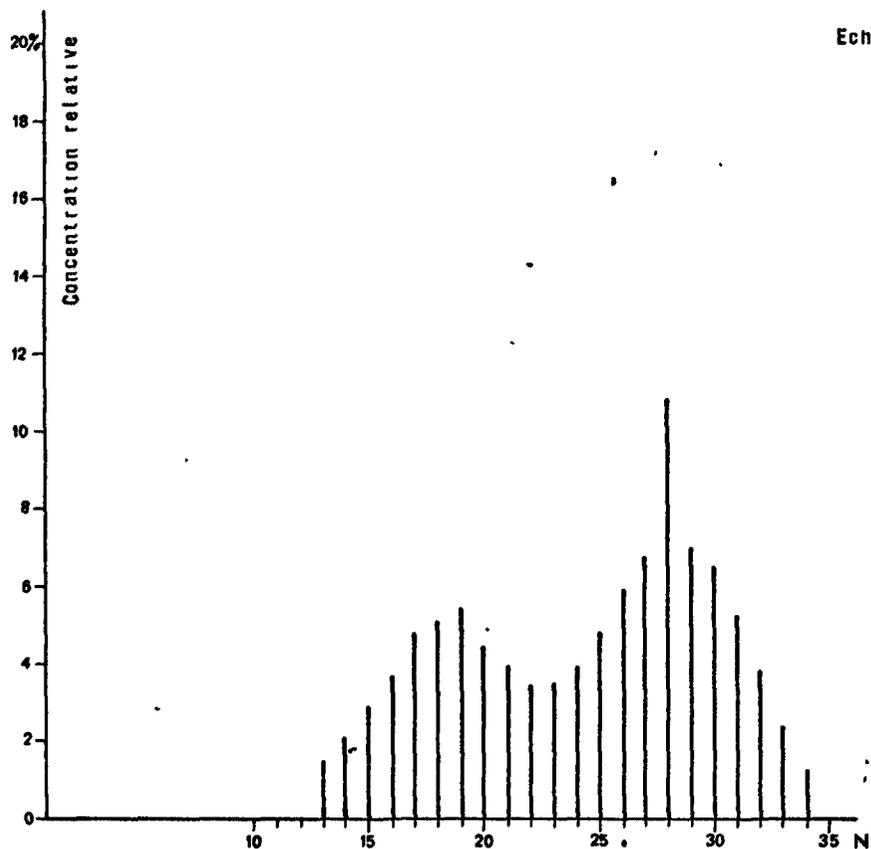
Recherche de dominance paire ou impaire par calcul du Carbon Preference Index (CPI) :
 CPI entre la n.alcane 18 et la n.alcane : 32 CPI = 0,916



Distribution relative des n.alcane :

n.C13	n.C14	n.C15	n.C16	n.C17	n.C18	n.C19	n.C20	n.C21	n.C22	n.C23	n.C24	n.C25	n.C26	n.C27	n.C28	n.C29	n.C30	n.C31	n.C32	n.C33	n.C34
1.44%	2.07%	2.88 %	3.69 %	4.79 %	5.12 %	5.44 %	4.47 %	3.88 %	3.41 %	3.51 %	3.91 %	4.85 %	5.96 %	6.81 %	10.87 %	7.04 %	6.54 %	5.27 %	3.83 %	2.40 %	1.27 %

HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION RELATIVE DES n.ALCANES EN FONCTION DU NOMBRE N DE CARBONES



ANALYSE CHIMIQUE D'EXTRAIT CHLOROFORMIQUE DE ROCHE

SONDAGE : COD n° 2

ECHANTILLON : 10190 - 10200' Gas-Oil

COT = 1,06 MOE = 3.550

P. d'extrait 0,7105 g

Age ou Formation :

CONSTITUTION : Extrait CHCl₃

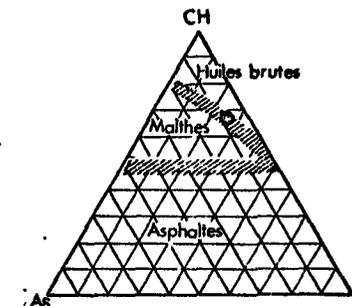
Asphaltènes As = 7,9 %
 Résines R = 23,7
 Constituants huileux CH = 67,6
 Pertes + Résidus: 100 -(A+R+CH) = 0,8

Asphaltènes Insolubles/CCl₄ C = 3,2 Soufre = 5,1%

CH Saturés = 53,2 CH Aromatiques = 14,4 ; S/A = 3,7

ANALYSE DES HYDROCARBURES SATURÉS PAR CPG (Poids de la prise d'essai = 400 mg)

Proportion des n.alcane dans les Saturés = 13 %
 Proportion : du Farnesane = 0,63 du Pristane = 0,68 du Phytane = 0,55
 Rapports: Pristane/Phytane = 1,24 Pristane/n.C17 = 0,36 Phytane/n.C18 = 0,34

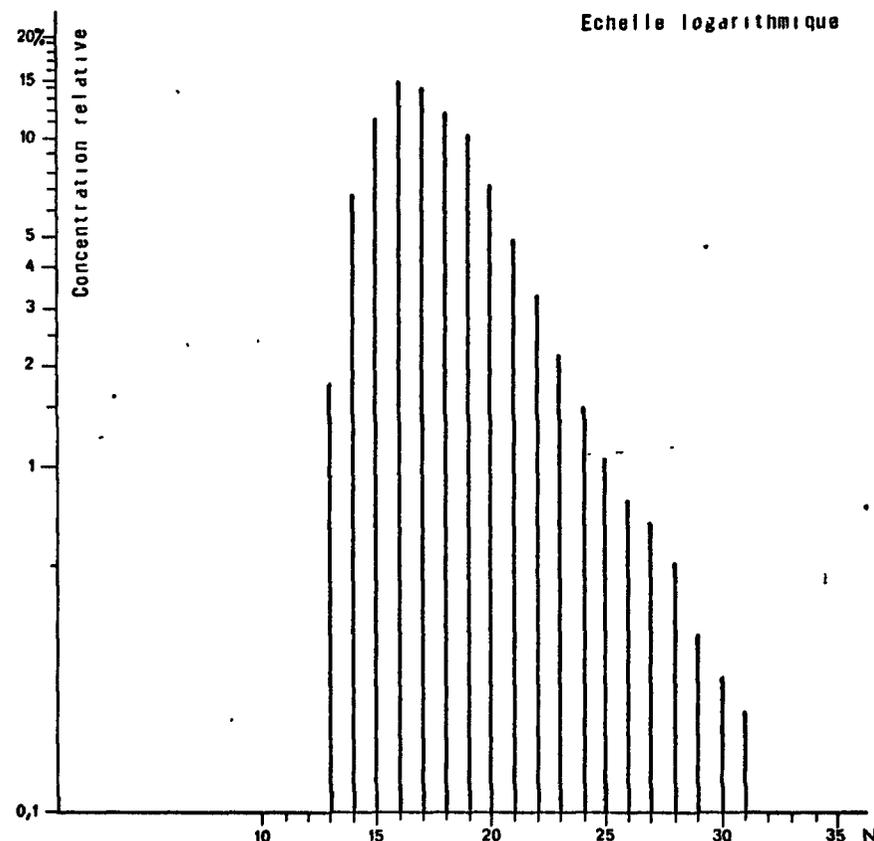
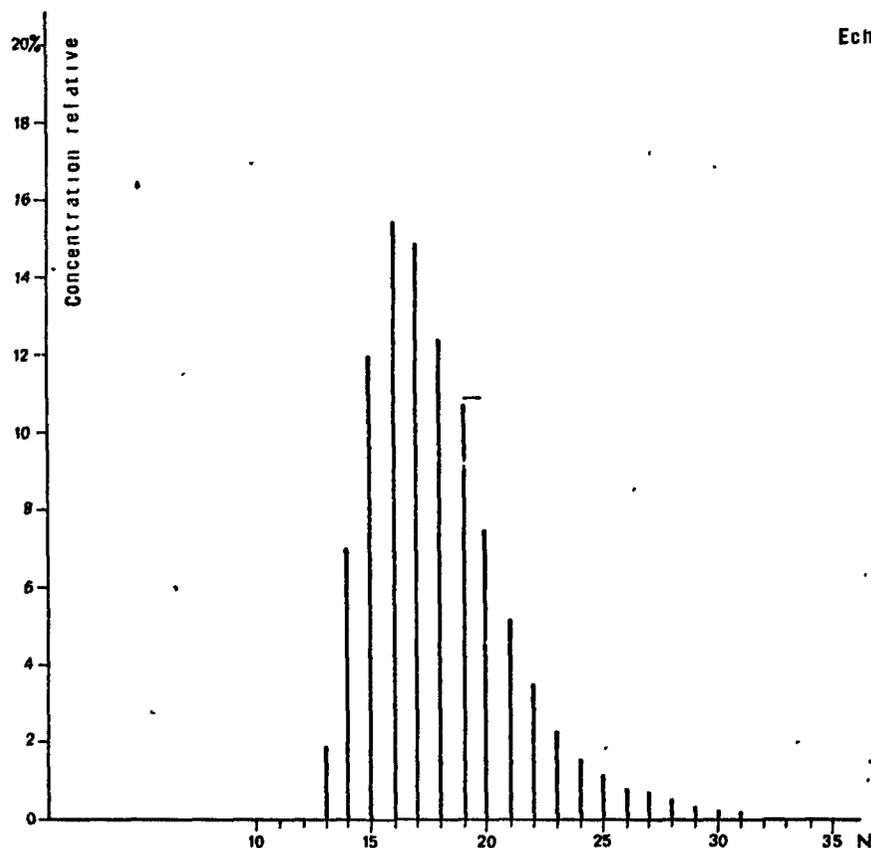


Recherche de dominance paire ou impaire par calcul du Carbon Preference Index (CPI) :
 CPI entre la n.alcane 16 et la n.alcane : 30 CPI = 0,984

Distribution relative des n.alcane.

n.C13	n.C14	n.C15	n.C16	n.C17	n.C18	n.C19	n.C20	n.C21	n.C22	n.C23	n.C24	n.C25	n.C26	n.C27	n.C28	n.C29	n.C30	n.C31	n.C32	n.C33
1,92%	7,15%	12,18%	15,65%	15,10%	12,56%	10,85%	7,61%	5,23%	3,55%	2,34%	1,62%	1,15%	0,85%	0,73%	0,56%	0,34%	0,25%	0,20%	%	%

HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION RELATIVE DES n.ALCANES EN FONCTION DU NOMBRE N DE CARBONES



ANALYSE D'HUILE OU D'EXTRAIT CHLOROFORMIQUE DE ROCHE

SONDAGE : COD n° 2

ECHANTILLON : 9720'

COT = MOE = 6160 ppm

P. d'extrait 0,2464/40

-Age ou Formation :

CONSTITUTION :

Asphaltènes As = } 66,8%
 Résines R = }
 Constituants huileux CH = 24,8
 Pertes + Résidus: 100 -(A+R+CH) = 8,4

Asphaltènes Insolubles/CCl4 C =
 CH Saturés = 8,4%; CH Aromatiques = 16,4; S/A = 0,51

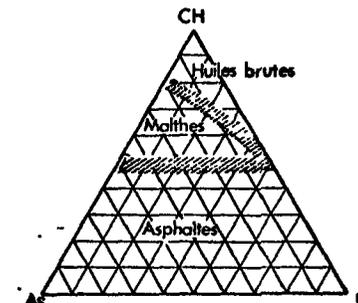
ANALYSE DES HYDROCARBURES SATURÉS PAR CPG (Poids de la prise d'essai = 20 mg)

Proportion des n.alcane dans les Saturés = 12%
 Proportion : du Farnesane = 0,20 du Pristane = 0,47 du Phytane = 0,40
 Rapports: - Pristane/Phytane = 1,18 Pristane/n.C17 = 0,71 Phytane/n.C18 = 0,48

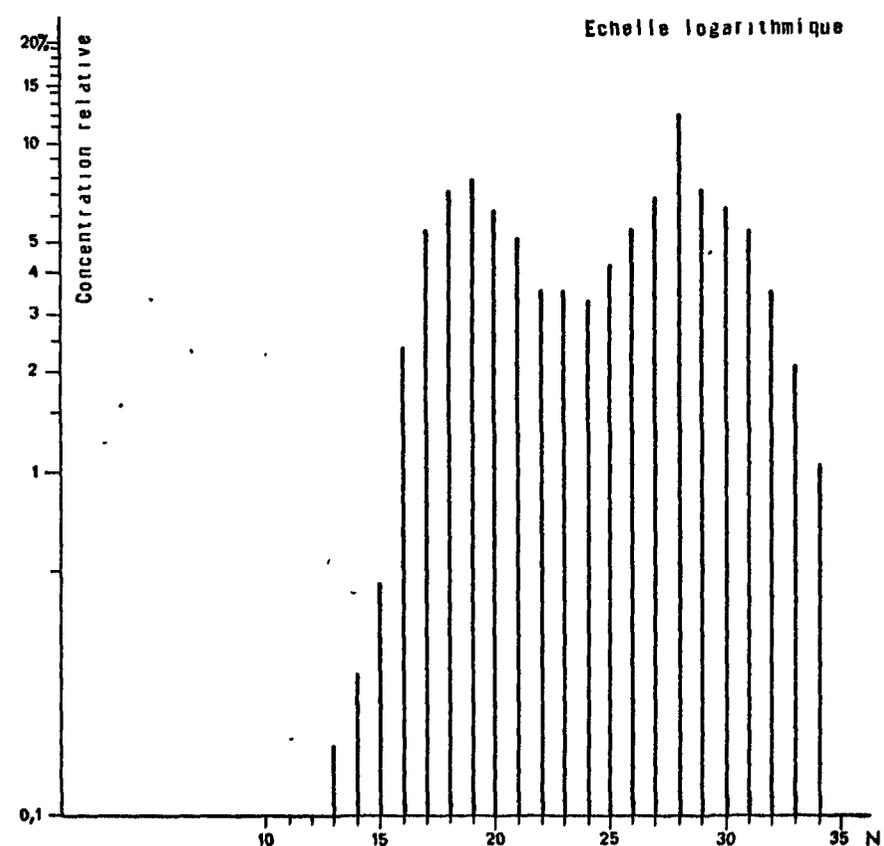
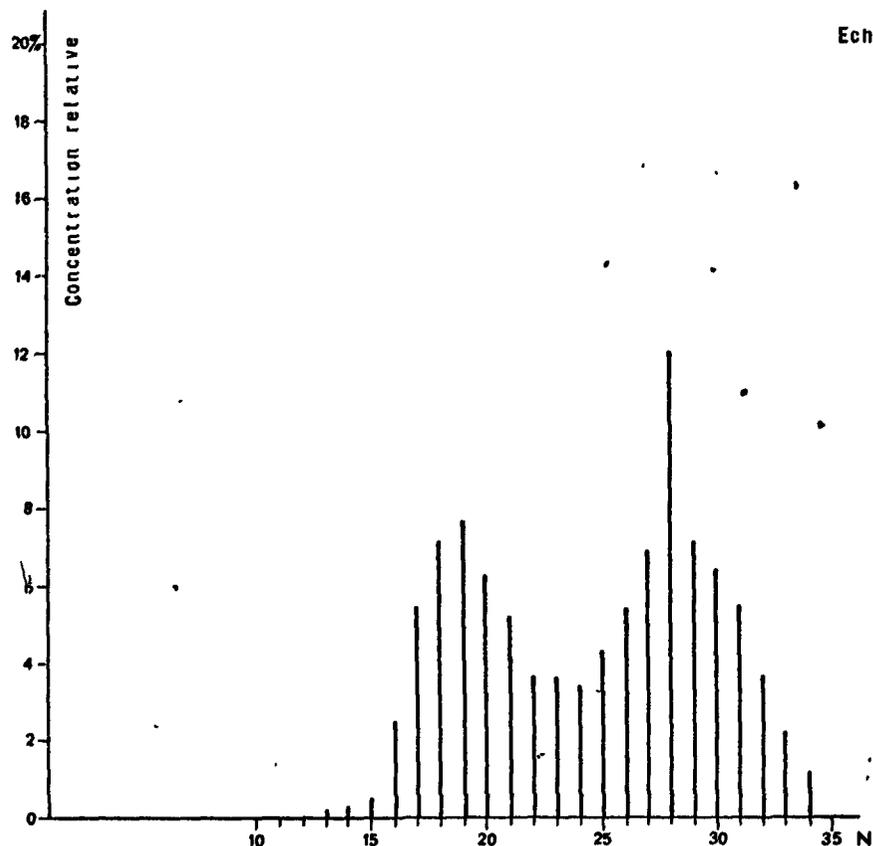
Recherche de dominance paire ou impaire par calcul du Carbon Preference Index (CPI) :
 CPI entre le n.alcane 18 et le n.alcane : 32 CPI = 0,918

Distribution relative des n.alcane :

n.C13	n.C14	n.C15	n.C16	n.C17	n.C18	n.C19	n.C20	n.C21	n.C22	n.C23	n.C24	n.C25	n.C26	n.C27	n.C28	n.C29	n.C30	n.C31	n.C32	n.C33	n.C34
0,13%	0,26%	0,49%	2,46%	5,44%	7,14%	7,68%	6,25%	5,16%	3,62%	3,58%	3,39%	4,24%	5,44%	6,85%	12,03%	7,17%	6,37%	5,44%	3,60%	2,17%	1,07%



HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION RELATIVE DES n.ALCANES EN FONCTION DU NOMBRE N DE CARBONES



ANALYSE D'HUILE OU D'EXTRAIT CHLOROFORMIQUE DE ROCHE

SONDAGE : COD n° 2

ECHANTILLON : 8720'

COT = MOE = 767 ppm

P. d'extrait 0,0836g/109g Age ou Formation :

CONSTITUTION

Asphaltènes As = 4,9 %
 Résines R = 40,5
 Constituants huileux CH = 50,7
 Pertes + Résidus: 100 -(A+R+CH) = 3,9

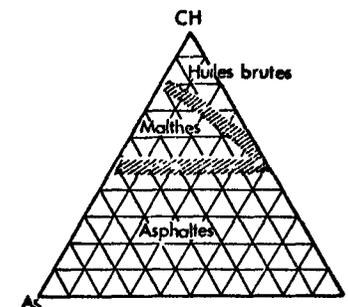
Asphaltènes Insolubles/CC14 C =
 CH Saturés = 30,2; CH Aromatiques = 20,5; S/A = 1,47

ANALYSE DES HYDROCARBURES SATURÉS PAR CPG (Poids de la prise d'essai =)

Proportion des n.alcane dans les Saturés = 8,2%
 Proportion du Farnesane = 0,38 du Pristane = 1,38 du Phytane = 0,43
 Rapports: Pristane/Phytane = 3,20 Pristane/n.C17 = 2,91 Phytane/n.C18 = 0,89

Recherche de dominance paire ou impaire par calcul du Carbon Preference Index (CPI) :

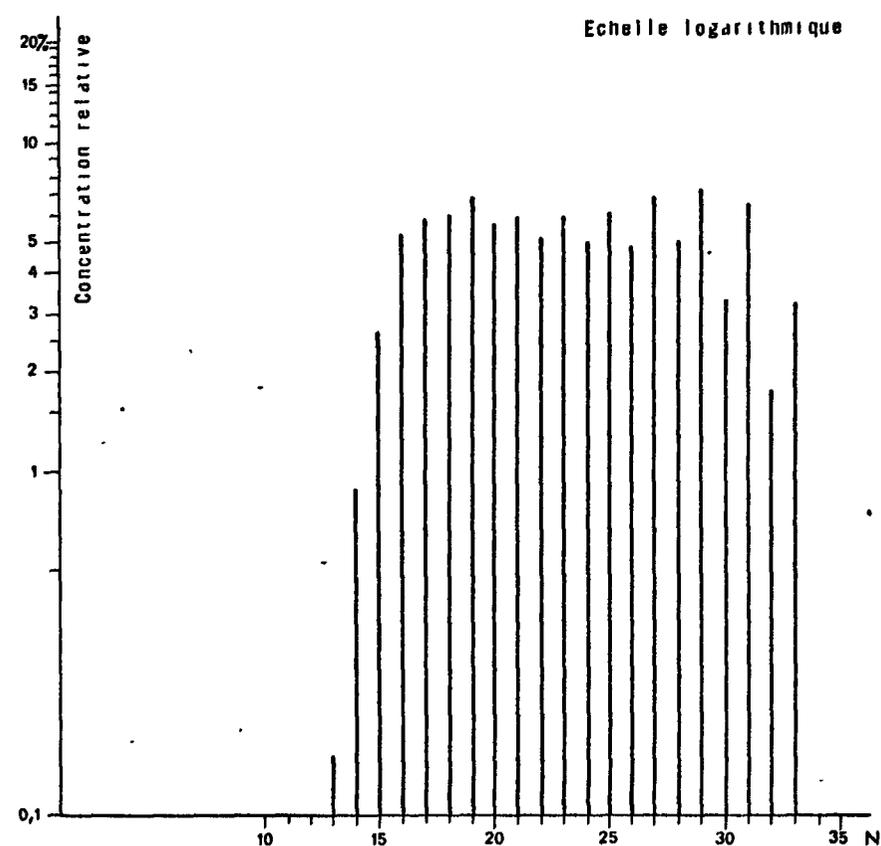
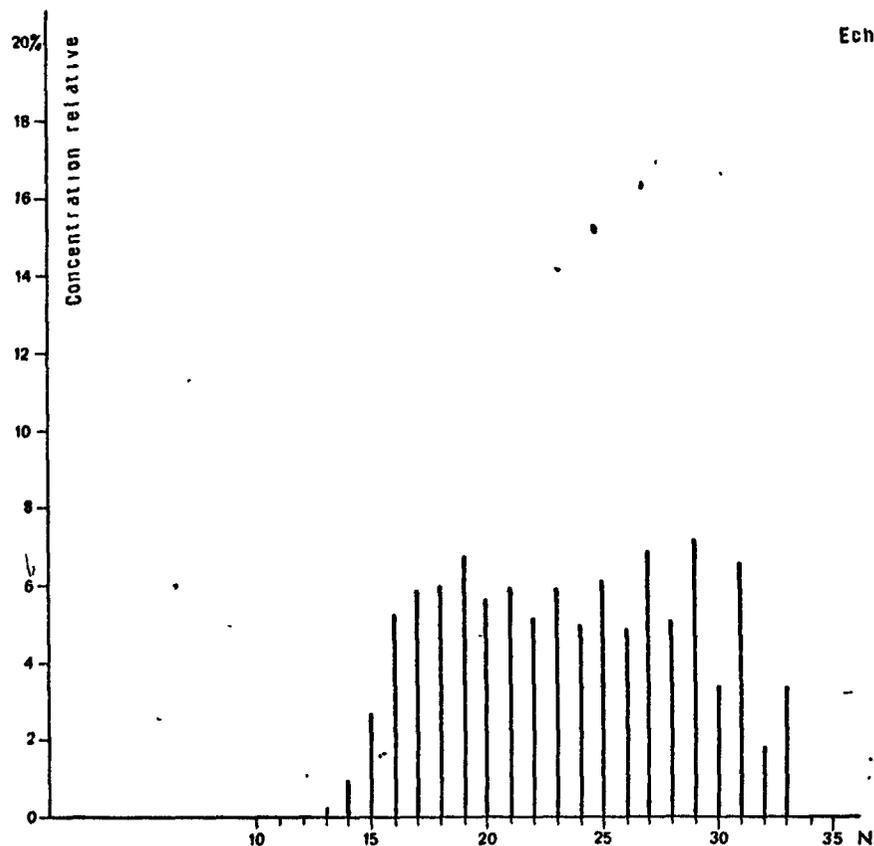
CPI entre la n.alcane 18 et la n.alcane : 32 CPI = 1,352



Distribution relative des n.alcane :

n.C13	n.C14	n.C15	n.C16	n.C17	n.C18	n.C19	n.C20	n.C21	n.C22	n.C23	n.C24	n.C25	n.C26	n.C27	n.C28	n.C29	n.C30	n.C31	n.C32	n.C33
0,15%	0,92%	2,69 %	5,20 %	5,80 %	5,95 %	6,69 %	5,59 %	5,91 %	5,09 %	5,92 %	4,97 %	6,08 %	4,86 %	6,85 %	5,07 %	7,15 %	3,40 %	6,55 %	1,84 %	3,33 %

HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION RELATIVE DES n.ALCANES EN FONCTION DU NOMBRE N DE CARBONES



ANALYSE D'HUILE OU D'EXTRAIT CHLOROFORMIQUE DE ROCHE

SONDAGE : COD n° 2

ECHANTILLON : 7390'

COT = MOE = 1064 Poids de l'extrait = 0.1925/98 gr Age ou Formation : ppm

CONSTITUTION :

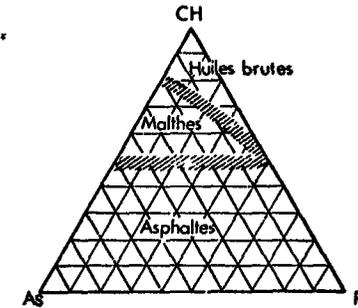
Asphaltènes As = 25,6 %
 Résines R = 25,7
 Constituants huileux CH = 25,7
 Pertes + Résidus: 100 -(A+R+CH) = 23

Asphaltènes insolubles/CCl4 C =
 CH Saturés = 14%; CH Aromatiques = 11,7%; S/A = 1,20

ANALYSE DES HYDROCARBURES SATURÉS PAR CPG (Poids de la prise d'essai =)

Proportion des n.alcane dans les Saturés = 8,7%
 Proportion du Farnesane = 0,21 du Pristane = 0,87 du Phytane = 0,35
 Rapports: Pristane/Phytane = 2,51 Pristane/n.C17 = 2,51 Phytane/n.C18 = 1,04

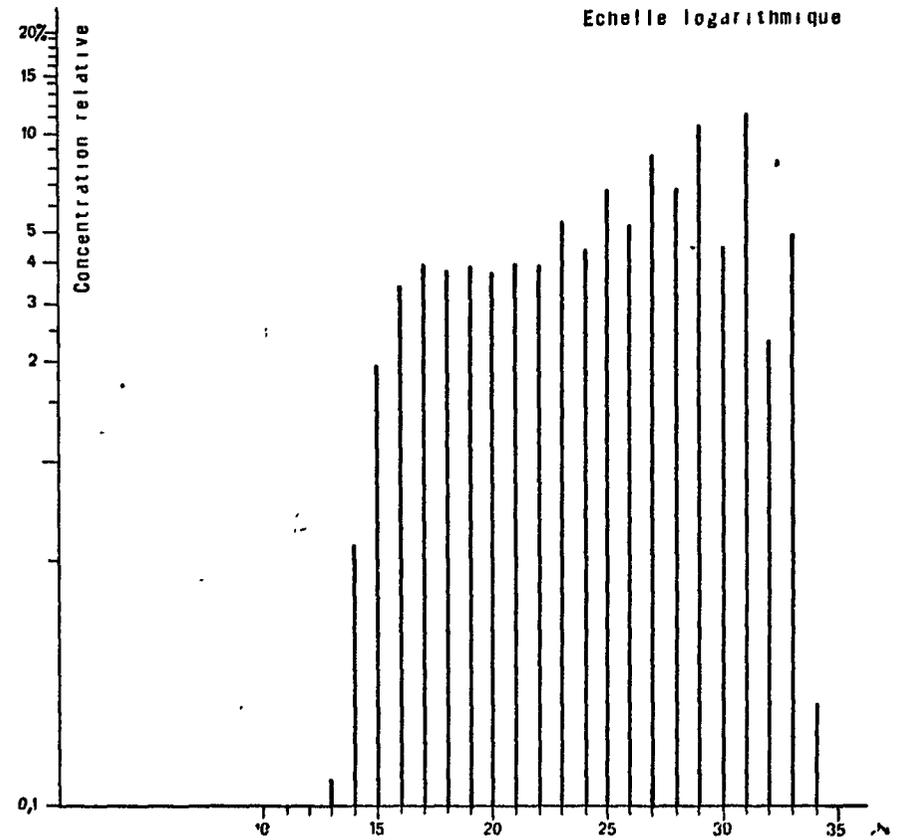
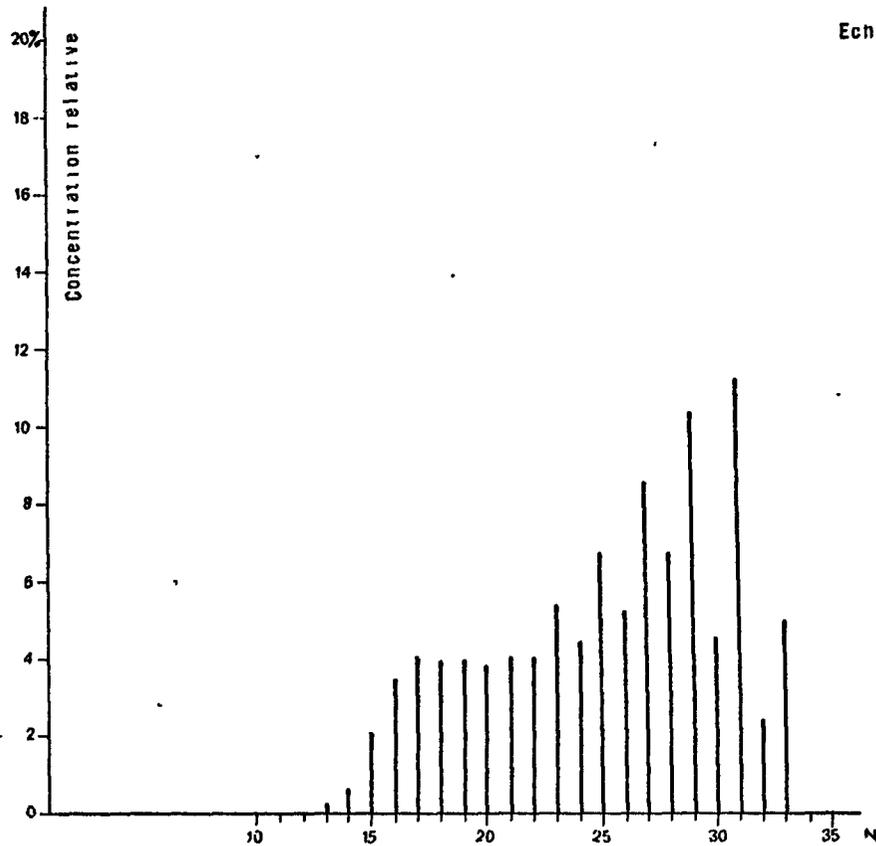
Recherche de dominance paire ou impaire par calcul du Carbon Preference Index (CPI) :
 CPI entre la n.alcane 18 et la n.alcane : 32 CPI = 1,571



Distribution relative des n.alcane :

n.C13	n.C14	n.C15	n.C16	n.C17	n.C18	n.C19	n.C20	n.C21	n.C22	n.C23	n.C24	n.C25	n.C26	n.C27	n.C28	n.C29	n.C30	n.C31	n.C32	n.C33	n.C34
0,12%	0,59%	2,03	3,45	3,98	3,84	3,95	3,78	4,00	3,94	5,34	4,37	6,69	5,18	8,53	6,70	10,35	4,49	11,18	2,38	4,93	0,20

HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION RELATIVE DES n.ALCANES EN FONCTION DU NOMBRE N DE CARBONES



ANALYSE ~~DE~~ D'EXTRAIT CHLOROFORMIQUE DE ROCHE

SONDAGE : COD n° 2

ECHANTILLON : 2250'

COT = MOE = 8320

P. d'extrait 0,3369

Age ou Formation :

CONSTITUTION :

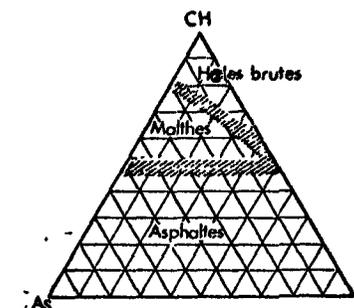
Asphaltènes As = 0,5 % Asphaltènes Insolubles/CC14 C =
 Résines R = 13,4
 Constituants huileux CH = 84,2 CH Saturés = 64,4 CH Aromatiques = 19,8 ; S/A = 3,25
 Pertes + Résidus: 100 -(A+R+CH) = 1,9

ANALYSE DES HYDROCARBURES SATURÉS PAR CPG (Poids de la prise d'essai = 100 mg)

Proportion des n. alcanes dans les Saturés = 1,0 %
 Proportion du Farnésane = 0,04 du Pristane = 0,06 du Phytane = 0,05
 Rapports: Pristane/Phytane = 1,08 Pristane/n.C17 = 0,54 Phytane/n.C18 = 0,48

Recherche de dominance paire ou impaire par calcul du Carbon Preference Index (CPI) :

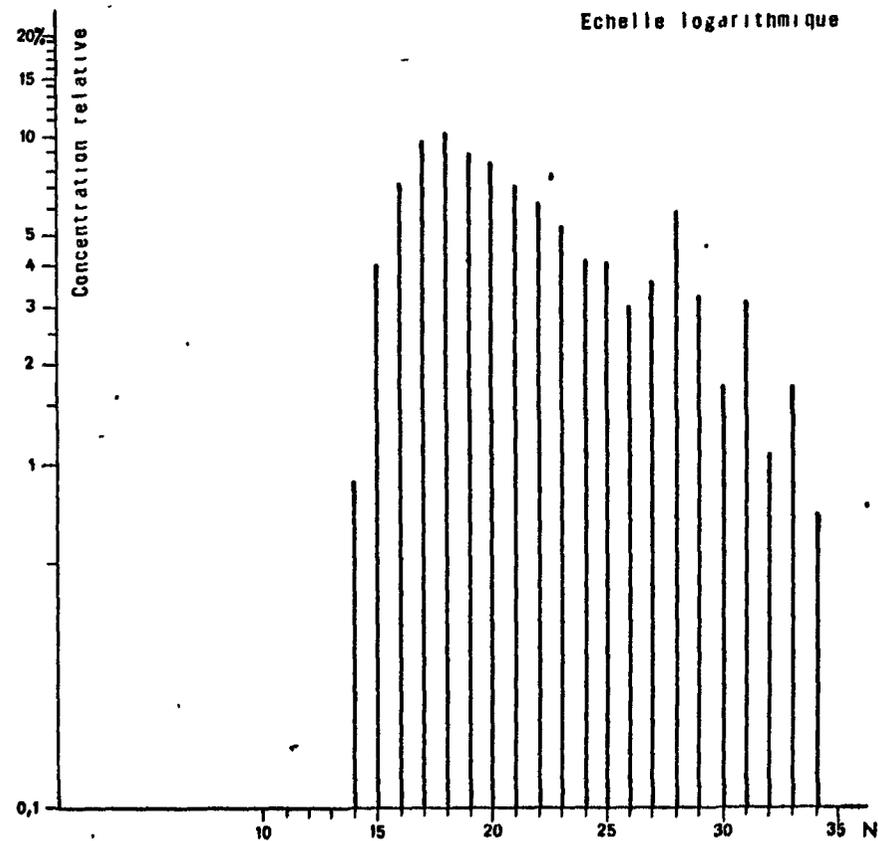
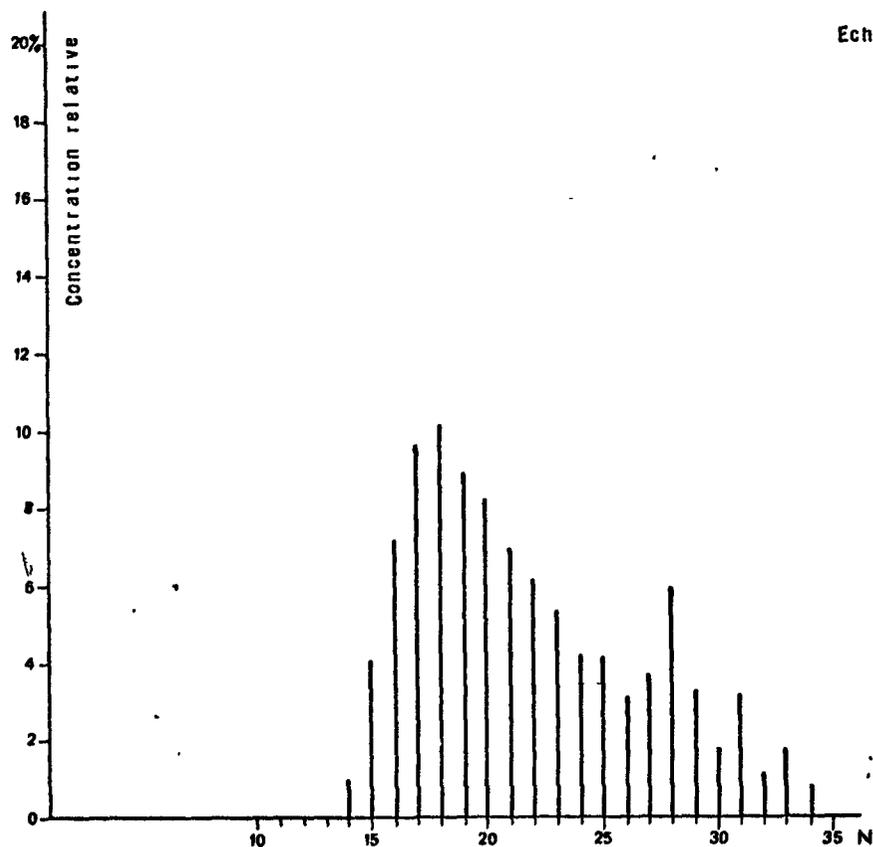
CPI entre la n.alcane 18 et la n.alcane : 32 CPI = 1,014



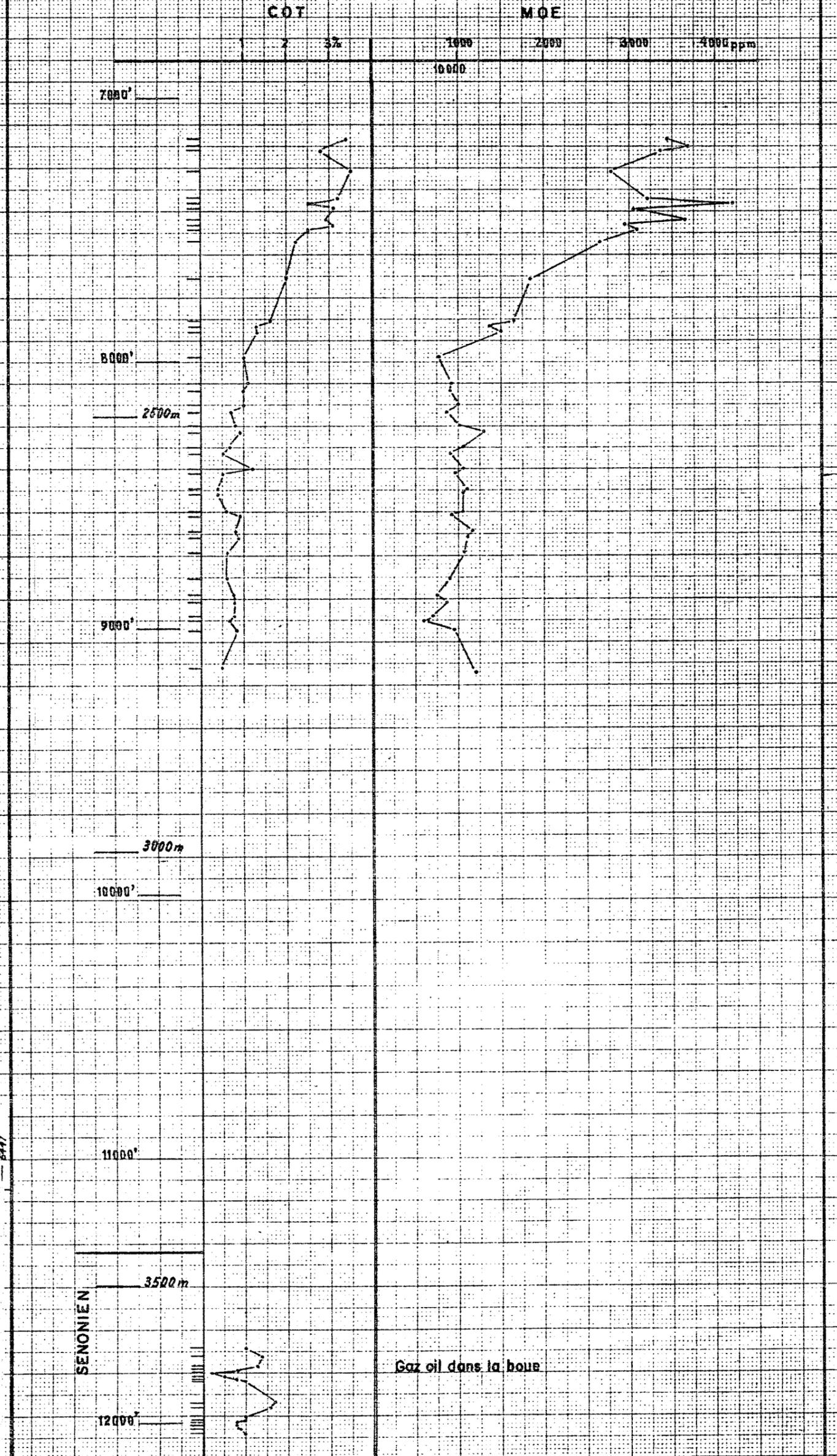
Distribution relative des n. alcanes :

n.C14	n.C15	n.C16	n.C17	n.C18	n.C19	n.C20	n.C21	n.C22	n.C23	n.C24	n.C25	n.C26	n.C27	n.C28	n.C29	n.C30	n.C31	n.C32	n.C33	n.C34
0,94 %	4,04 %	7,14 %	9,59 %	10,06 %	8,83 %	8,18 %	8,95 %	6,11 %	5,26 %	4,18 %	4,14 %	3,10 %	3,67 %	5,92 %	3,29 %	1,79 %	3,20 %	1,13 %	1,79 %	0,75 %

HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION RELATIVE DES n. ALCANES EN FONCTION DU NOMBRE N DE CARBONES



COD n°1



Nota: COD N°2 est structurellement 400' plus bas que COD N°1 au niveau du toit du grès paléocène