

Géomatériaux

Relation entre évolution de la matière organique et caractéristiques géostructurales : exemple du bassin yprésien en Tunisie centro-septentrionale

Adel Arfaoui *, Mabrouk Montacer

Laboratoire de géochimie organique, département de géologie, faculté des sciences de Sfax, BP 802, 3038 Sfax, Tunisie

Reçu le 11 décembre 2005 ; accepté après révision le 8 mai 2006

Disponible sur Internet le 5 juillet 2006

Présenté par Jean Dercourt

Résumé

Une étude systématique des contenus organiques de faciès riches en matière organique, provenant du bassin yprésien de Tunisie centro-septentrionale, a permis de montrer que la matière organique était exclusivement d'origine marine (lignée II), et n'avait pas atteint, à l'affleurement, la fenêtre à huile. Cette étude suggère que la dynamique du bassin yprésien a joué un rôle dans la distribution, la préservation et la composition de la matière organique. L'Yprésien a connu un événement anoxique favorable à l'accumulation et à la préservation de bonnes quantités de matière organique, résultant d'une intense productivité primaire. *Pour citer cet article : A. Arfaoui, M. Montacer, C. R. Geoscience 338 (2006).*

© 2006 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Relation between evolution of organic matter and geostructural characteristics: case of the Ypresian basin in central-northern Tunisia. The geochemical analysis of the organic-rich facies from the Ypresian basin in central-northern Tunisia shows that the organic matter is marine originated (type II) and displays a low thermal maturity level in outcropping samples. This study proves that the distribution, conservation and, therefore, the composition of the organic matter have been controlled by the dynamic of the Ypresian basin. The Ypresian period corresponds to an anoxic event, which led to the accumulation and preservation of good quantities of organic matter derived from a high primary production. *To cite this article: A. Arfaoui, M. Montacer, C. R. Geoscience 338 (2006).*

© 2006 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Événement anoxique ; Matière organique ; Yprésien ; Pyrolyse Rock-Eval ; Tunisie

Keywords : Ypresian; Organic matter; Anoxic event; Rock-Eval pyrolysis; Tunisia

Abridged English version

This work concerns some results obtained on carbonate outcrops from the Ypresian basin in West of Kairouan in central-northern Tunisia (Fig. 1), selected

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : arfmon@yahoo.fr (A. Arfaoui).

on account of their organic matter richness, as a new potential hydrocarbons source rocks.

In order to decipher the relation between the organic matter evolution and geostructural characteristics of the Ypresian basin, these analyses were carried out to characterize the depositional environment, the organic matter type, its chemical composition and its thermal maturity at Ousselat, Serj, Chaker, and Es-Sfeïa Jebels by means of various geochemical methods.

In this locality, the Ypresian deposits make up a carbonate megasequence which is surrounded by Palaeocene clays at the base (El Haria Formation), and the Lutetian–Priabonian marls at the top (Souar Formation) [1,4,5,7,14]. The structural analysis of the Ypresian limestones at different scales shows that this period is characterized by syndimentary movements (extensional strike-slip faults). These movements have produced fracturing in multiscale blocks (horst and grabens), with the terminal sedimentation (Figs. 2 and 3) [2,5,8–10,15].

According to Rock–Eval pyrolysis the organic matter was easily recognizable in the most of studied samples with contents of total organic carbon (TOC) ranging from 0.35 to 3.71% (Table 1) [3]. This period permitted the accumulation of important quantities of organic matter with a petroleum potential reached 20.7 mg HC/g of rock (Table 1) [3].

The organic matter of the richest outcrop samples is typically marine plankton (type II). This assumption is supported by the high HI-values (138 to 861 mg HC/g TOC) and the low OI-values (15 to 134 mg CO₂/g TOC) (Table 1) [3]. T_{max} fluctuates between 427 and 442 °C. These values support the low maturity level of Ypresian organic matter (Fig. 4) as indicated by the low ‘free-oil’ concentration (S1 < 1%) [14]. Thus, the organic matter was generated dominantly prior to the peak stage of the conventional oil window (end of diagenesis–beginning of catagenesis) and the maturity levels depending of the location within the basin (Figs. 5, 6, 7, and 8).

The type II organic matter was confirmed by the predominance of NSO compounds which reached 95% of the lipidic extracts [12,16]. It seems that the basin dynamics at Ypresian period has affected the distribution, conservation and, mainly, the composition of the organic matter. The hydrocarbons (saturated and aromatics) intensely expressed in the horsts structure (39–46% and 10–12% of the lipidic extracts, respectively). In contrast the grabens structure can be distinguished by particular hydrocarbons poverty. Thus, the studied samples show low concentrations of saturated (26%) and aromatics (11%) – Fig. 9.

The analysis of saturated fractions by gas chromatography–mass spectrometry (m/z 99) shows an unequivocal evidence for type II organic matter as indicated by the unimodal distribution centred at n -C₁₈ (Fig. 10) [11, 13,16].

Variations of the redox conditions within the Ypresian basin are reflected by the fluctuation of isoprenoids concentration. Generally the relative abundance of pristane and phytane relative to n -C₁₇ and n -C₁₈, respectively, suggest that the organic matter was deposited under suboxic conditions and the biodegradation [6] affected mainly the facies from grabens structure (Ousselat Jebel) (Fig. 11).

These geochemical analyses allow us to characterize the Ypresian as favourable episode for the accumulation and for the preservation of organic matter with high primary production deposited in suboxic environments. Owing their geochemical characteristics the Es-Sfeïa, Chaker, Ousselat, and Serj facies represent new potential source rocks and could be promising areas for hydrocarbon exploration in central–northern Tunisia.

1. Introduction

Dans cette étude, une attention particulière a été accordée aux affleurements carbonatés riches en matière organique du bassin yprésien à l’ouest de Kairouan, en Tunisie centro-septentrionale (Fig. 1). Il s’agit, d’est en ouest, des djebels Es-Sfeïa, Chaker, Ousselat et Serj. Ces faciès se développent dans un bassin dont les caractéristiques structurales correspondent à une fracturation en blocs multiscalaires (horsts et grabens) [2,5,8–10].

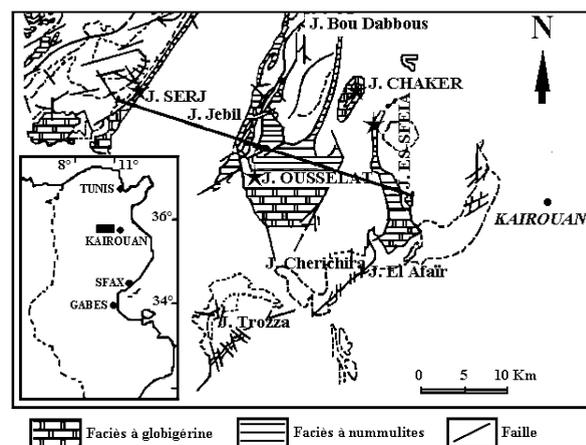


Fig. 1. Carte structurale du bassin yprésien à l’ouest de Kairouan, indiquant la localisation des djebels Es-Sfeïa, Chaker, Ousselat et Serj [2].
Fig. 1. Structural map of Ypresian basin in West of Kairouan, showing the location of Es-Sfeïa, Chaker, Ousselat, and Serj Jebels [2].

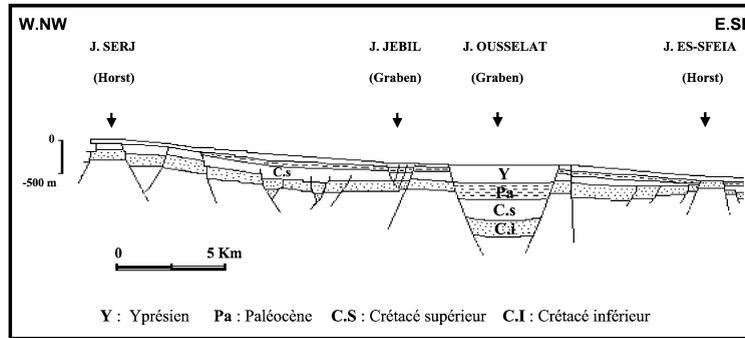


Fig. 2. Coupe WNW–ESE montrant la morphostructure du bassin yprésien [8].

Fig. 2. WNW–ESE cross-section showing the morphostructure of Ypresian Basin [8].

Ce travail a consisté à caractériser la signature géochimique de la matière organique yprésienne en Tunisie centro-septentrionale et à suivre son évolution dans le contexte géostructural du bassin yprésien à l’ouest de Kairouan.

2. Localisation et cadre géologique

Le domaine d’étude (Fig. 1) est délimité à l’est par le « Sahel tunisien », à l’ouest par le fossé de Siliana, au sud par les djebels El Afaïr, Cherichira et Trozza et au nord par la « jonction » des terminaisons des djebels Bou Dabbous et Bargou.

Les affleurements yprésiens, caractérisés par des variations de faciès et d’épaisseurs assez importantes, se répartissent le long de la transversale Kairouan–Maktar (djebel Es-Sfeïa, djebel Chaker, djebel Ousselat et djebel Serj).

Ces faciès sont facilement reconnaissables sur le terrain en raison de leur lithologie carbonatée bien identifiable et de leur encadrement par deux importantes formations argileuses (El Haria, d’âge Paléocène, à la base et Souar, d’âge Lutétien–Priabonien, au sommet) [1,4,5,7,14].

Les déformations subies par les calcaires yprésiens étudiés ont connu deux épisodes, à savoir, une distension N150, associée à un système de fentes de tension N060 évoluant en failles normales et fractures est–ouest, et un système décrochant N150, remobilisant les accidents subméridiens de manière synsédimentaire et/ou syndiagénétique affectant des sédiments encore mous (structures hydroplastiques typiques) au niveau d’escarpements sous-marins [8,10]. L’ensemble de ces mouvements synsédimentaires et transtensionnels a donné naissance à une fracturation multiéchelle en blocs organisés en horsts et en grabens (Fig. 2) [9,10].

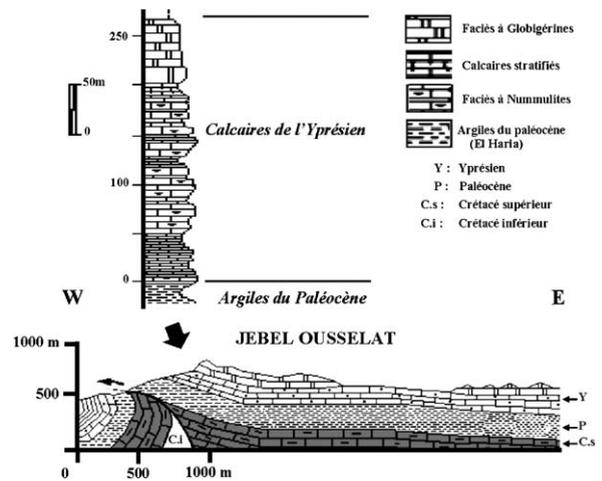


Fig. 3. Coupe est–ouest du djebel Ousselat [8].

Fig. 3. East–west cross-section of the Jebel Ousselat [8].

Actuellement, ces différentes unités morpho-structurales correspondent à des anticlinaux de directions axiales variant de nord–sud à N045 [4,10]. Le djebel Ousselat se présente comme un anticlinal coffré, d’une dizaine de kilomètres de largeur [4,10]. L’analyse structurale des calcaires de l’Yprésien à différentes échelles montre que ce bloc est limité à l’est et à l’ouest par des accidents inverses et décrochants polyphasés, de directions respectives N170 et N030 [8,10]. En coupe, ce bloc présente, du Campanien jusqu’à l’Yprésien, une pile sédimentaire anormalement épaisse, alors que de part et d’autre des accidents qui le limitent, s’observe une réduction rapide des épaisseurs, avec changement de faciès (Fig. 3). L’Ousselat a évolué en graben jusqu’à l’Yprésien, avant de subir une inversion de subsidence [8,10,15]. Ceci est le résultat de la phase de compression principalement tortonienne [4].

3. Études géochimiques

3.1. Matériel d'étude

Les échantillons étudiés ont été prélevés au niveau de quatre affleurements, en rapport avec la répartition morphostructurale des faciès yprésiens (djebel Es-Sfeïa, djebel Chaker, djebel Ousselat et djebel Serj).

Au niveau des secteurs étudiés, la base de la série lithologique yprésienne est riche en matière organique, dont la présence est reconnaissable, sur le terrain, à la couleur noire et à l'odeur particulière des calcaires fraîchement cassés. Au total, 108 échantillons intéressants ont été prélevés à la base de cette série yprésienne présumée contenir des quantités significatives de matière organique.

3.2. Techniques d'étude

Les techniques usuelles d'analyse géochimique ont été utilisées pour caractériser la matière organique (totale ou fractionnée) des faciès yprésiens. Les analyses ont été réalisées à la faculté des sciences de Sfax (laboratoire de géochimie organique) ou grâce à l'aimable concours de l'Entreprise tunisienne d'activités pétrolières (Etap) à Tunis, ainsi qu'au laboratoire de recherche sur les environnements naturels (Larsen) à Sfax.

L'évaluation du potentiel pétrolier et du degré d'évolution thermique de la matière organique, ainsi que la détermination de la teneur des roches brutes en carbone organique total (COT), ont été réalisées par pyrolyse «Rock–Eval II plus». Cette technique, largement employée depuis son introduction par Espitalié et al. [3], est devenue un outil classique en géochimie organique.

L'extraction de la fraction bitumineuse a été réalisée dans le solvant organique usuel (chloroforme), sous agitation douce et régulière, à environ 40 °C, dans des béchers de forme haute.

Le fractionnement de l'extrait lipidique a été réalisé sur microcolonnes (pipettes Pasteur) chargées, successivement, d'alumine et de silice pour séparer les hydrocarbures saturés (fraction F1 éluée par l'hexane), les hydrocarbures aromatiques (fraction F2 éluée par le mélange hexane/chloroforme (65 v/35 v) et les produits lourds ou composés NSO (fraction F3 retenue au niveau de la microcolonne).

L'étude de la distribution des *n*-alcane (*m/z* 99) a été effectuée par la technique GC/MS. Le chromatographe en phase gazeuse (HP 6890) a été couplé à un spectromètre de masse (HP-MSD 5973). La série est équipée d'un injecteur en mode «Split» (fractions d'hydrocarbures saturés de 2 à 3 µl). La température de l'injecteur

est maintenue à 310 °C. La température de l'interface est de 250 °C. La colonne capillaire est une CPSiL5CB (longueur : 25 m ; diamètre : 0,22 mm). Le programme de température est : 100 à 310 °C à une vitesse de chauffe de 3°C/min. Le gaz vecteur est l'hélium avec un débit constant de 1 ml min⁻¹.

4. Résultats des analyses géochimiques

4.1. Teneurs en carbone organique total (COT)

Trente-six échantillons judicieusement choisis, provenant des affleurements du bassin yprésien, ont fait l'objet de la détermination de leur teneur en COT. Les résultats obtenus sont consignés dans le **Tableau 1**.

À l'exception de l'échantillon (JE-03), les teneurs enregistrées varient de 0,35 à 3,71%, ce qui fait des faciès yprésiens à l'ouest de Kairouan, de bonnes à très bonnes roches mères potentielles d'hydrocarbures [3]. La série yprésienne est porteuse de grandes quantités de matières organiques sédimentaires qui se sont déposées de manière épisodique, mais assez régulière (**Tableau 1**). Cette dynamique sédimentaire implique que le secteur d'étude ait connu des épisodes de dépôt dans des conditions anoxiques, au cours desquels se sont préservées de grandes quantités de matière organique.

4.2. Pyrolyse Rock–Eval des roches brutes

La pyrolyse Rock–Eval des échantillons prélevés dans les faciès yprésiens révèle un potentiel pétrolier assez élevé (**Tableau 1**). Les valeurs enregistrées de l'index d'hydrogène (IH) pour les échantillons disposant de plus que 0,3% en COT, oscillent entre 138 et 861 mg HC/g COT (pour des teneurs en COT inférieures à 0,3% du poids de la roche (JE-03), la technique de pyrolyse n'est pas suffisamment fiable sur des roches brutes). Les valeurs enregistrées de l'index d'oxygène sont très faibles (dépassant très rarement 100 mg CO₂/g COT) et s'échelonnent entre 15 et 134 mg CO₂/g COT (**Tableau 1**). Toutes ces observations concordent pour attribuer à la matière organique en question une origine marine franche (lignée II de type planctonique) [3]. Celle-ci n'a pas atteint le stade de production d'hydrocarbures, comme on peut le voir dans le diagramme IH en fonction de T_{max} (**Fig. 4**). De telles valeurs font de la formation en question l'une des meilleures roches mères potentielles d'hydrocarbures en Tunisie, avec des potentiels pétroliers pouvant atteindre, par endroits 20,70 mg d'hydrocarbures/g de roche. Le fait qu'il s'agisse là, d'une part, d'échantillons prélevés à l'affleurement donc de valeurs de teneurs en

Tableau 1

Résultats des analyses par pyrolyse Rock–Eval des échantillons représentatifs des jebels Ousselat (AS), Es-Sfeia (JE), Chaker (JC), et Serj (KZ)

Table 1

Results of Rock–Eval analyses of representative samples from Ousselat (AS), Es-Sfeia (JE), Chaker (JC), and Serj (KZ) Jebels

Echantillon	COT (%) ^a	mg hydrocarbures par g de roche		IP ^b	PP ^c	IH ^d	IO ^e	T _{max}
		S1	S2					
AS-01	0,86	0,11	03,03	0,04	03,14	352,0	034	434,0
AS-08	0,64	0,13	01,38	0,09	01,51	216,0	091	436,0
AS-12	0,64	0,12	01,69	0,07	01,81	264,0	067	433,0
AS-15	0,50	0,12	00,69	0,15	00,81	138,0	128	432,0
AS-18	0,83	0,11	02,51	0,04	02,62	302,0	046	433,0
AS-22	0,62	0,09	01,25	0,07	01,34	202,0	127	435,0
AS-25	0,61	0,08	01,33	0,06	01,41	218,0	103	436,0
AS-29	1,32	0,16	05,35	0,03	05,51	405,0	038	432,0
AS-33	1,17	0,20	04,66	0,04	04,86	398,0	062	431,0
AS-37	0,79	0,16	02,08	0,07	02,24	263,0	105	433,0
AS-40	1,76	0,30	07,16	0,04	07,46	407,0	052	430,0
AS-43	1,26	0,29	05,11	0,05	05,40	406,0	048	432,0
AS-45	1,19	0,22	05,11	0,04	05,33	429,0	061	432,0
AS-48	1,66	0,27	07,05	0,04	07,32	425,0	044	430,0
AS-51	1,38	0,32	05,86	0,05	06,18	425,0	058	429,0
<i>Moyenne</i>	1	0,18	03,61	0,06	03,79	300,0	071	432,6
JE-01	2,97	0,78	16,15	0,05	16,93	544,0	016	431,0
JE-05	2,40	0,62	14,56	0,04	15,18	607,0	015	431,0
JE-08	3,71	0,95	19,75	0,05	20,70	532,0	015	430,0
JE-11	1,54	0,44	09,21	0,05	09,65	598,0	023	430,0
<i>Moyenne</i>	3	0,57	11,97	0,09	12,54	500,6	085	430,0
JC-01	1,04	0,18	04,81	0,04	04,99	463,0	016	433,0
JC-04	1,82	0,42	08,77	0,05	09,19	482,0	034	433,0
JC-08	1,15	0,14	04,97	0,03	05,11	432,0	042	436,0
JC-12	1,23	0,72	05,51	0,12	06,23	448,0	049	434,0
JC-16	1,57	0,31	05,47	0,05	05,78	348,0	052	435,0
JC-21	1,42	0,20	05,51	0,04	05,71	388,0	049	436,0
JC-24	1,48	0,28	05,41	0,05	05,69	366,0	065	438,0
JC-28	1,68	0,27	06,28	0,04	06,55	385,0	056	436,0
<i>Moyenne</i>	2	0,31	05,34	0,05	06,65	414,0	45,4	435,1
KZ-01	0,40	0,05	00,70	0,07	00,75	175,0	093	442,0
KZ-03	0,54	0,09	01,41	0,06	01,50	261,0	067	439,0
KZ-06	0,39	0,05	00,62	0,07	00,67	159,0	105	439,0
KZ-09	1,35	0,20	05,81	0,03	06,01	430,0	031	430,0
KZ-11	1,37	0,16	03,58	0,04	03,74	261,0	045	431,0
KZ-14	3,12	0,73	17,99	0,04	18,72	577,0	016	427,0
KZ-16	1,68	0,54	14,47	0,04	15,01	861,0	020	427,0
<i>Moyenne</i>	1	0,26	06,37	0,05	06,63	389,1	054	433,6

^a COT : carbone organique total (%). ^b IP : index de production (S1/S1 + S2). ^c PP : potentiel pétrolier (S1 + S2). ^d IH : index d'hydrogène (S2/COT × 100). ^e IO : index d'oxygène (mg CO₂/TOC × 100).

carbone organique par défaut et que, d'autre part, la matière organique soit immature du point de vue thermique, d'après les faibles valeurs de T_{max} comprises entre 427 et 442 °C et dont la moyenne se situe autour de 430–435,1 °C, témoignent du fait que cette matière organique est présente dans la roche à l'état immature. De telles valeurs placent la matière organique yprésienne à la fin du stade de la diagenèse et au début de la catagenèse (Fig. 4). Les faibles valeurs des teneurs en hydro-

carbures libres dans la roche (<1 mg HC/g de roche) confirment l'état peu évolué du contenu organique de ces faciès yprésiens et leur absence de pollution par des hydrocarbures allogènes (Figs. 5–8).

4.3. Abondance des extraits lipidiques

En vue d'esquisser un schéma d'évolution de la matière organique dans le bassin yprésien à l'ouest de Kai-

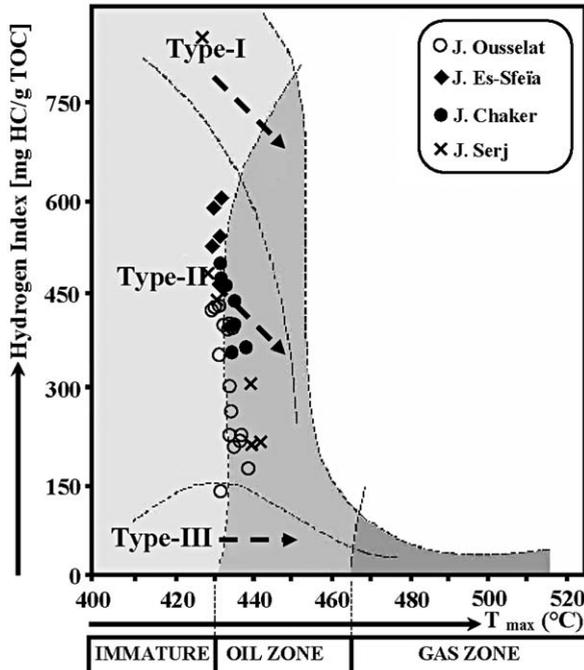


Fig. 4. Diagramme de variation des valeurs de l'index d'hydrogène (IH) en fonction des valeurs de T_{\max} des échantillons provenant des djebels Es-Sfeïa, Chaker, Ousselat et Serj.

Fig. 4. Hydrogen index values (HI) versus maximum pyrolysis temperatures (T_{\max}) of representative samples from Es-Sfeïa, Chaker, Ousselat, and Serj Jebels.

rouan, 108 échantillons ont fait l'objet d'une extraction dans le chloroforme de la fraction lipidique libre. La plupart d'entre eux (52) proviennent de djebel Ousselat, en raison de la grande épaisseur du dépôt yprésien (plus que 200 m) dans ce secteur.

Le taux d'extraction des hydrocarbures libres dans le chloroforme est, dans l'ensemble, faible à très faible, variant de 0,1 à 6 mg HC/g de roche (à l'exception de l'échantillon JE-03 qui montre un taux très bas, 0,01 mg HC/g de roche). Un tel constat est loin d'être surprenant, si l'on se réfère au caractère immature de la matière organique yprésienne, tel que l'a montré la pyrolyse Rock-Eval. En plus du caractère immature de la matière organique en question [14], ce résultat confirme, à nouveau, l'absence de tout apport externe en hydrocarbures.

4.4. Constitution des extraits lipidiques

Les teneurs relatives en composés NSO sont nettement prédominantes (pouvant atteindre 95%), reléguant de la sorte les hydrocarbures vrais à une part mineure (Fig. 9). Un tel résultat indique l'état globalement immature de la matière organique et, par la très faible part des aromatiques, l'homogénéité de celle-ci qui serait d'origine marine [12,16].

La répartition des valeurs obtenues dans les échantillons des domaines en situation de horst indique un

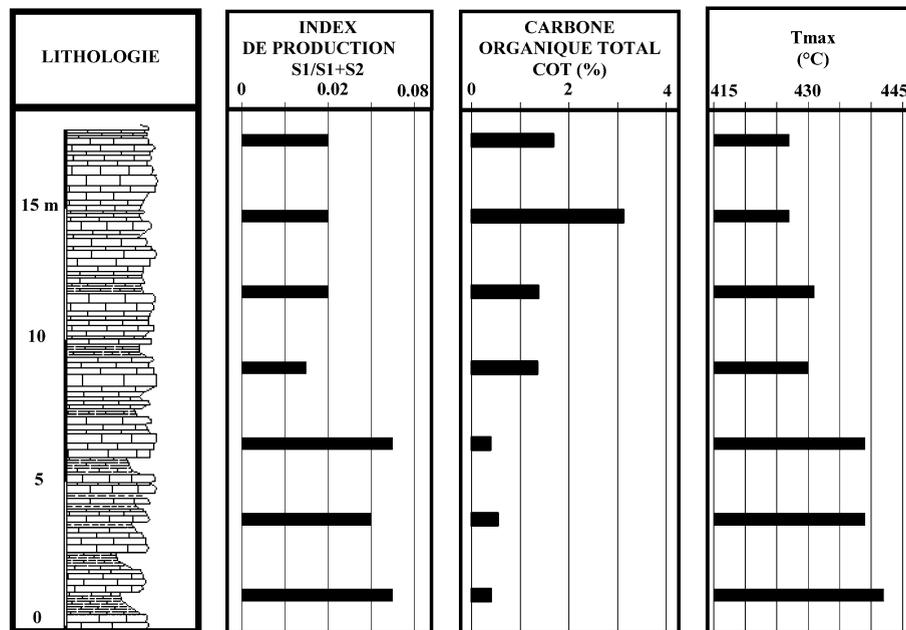


Fig. 5. Logs géochimiques de la coupe du djebel Serj.

Fig. 5. Geochemical logs of Serj Jebel cross-section.

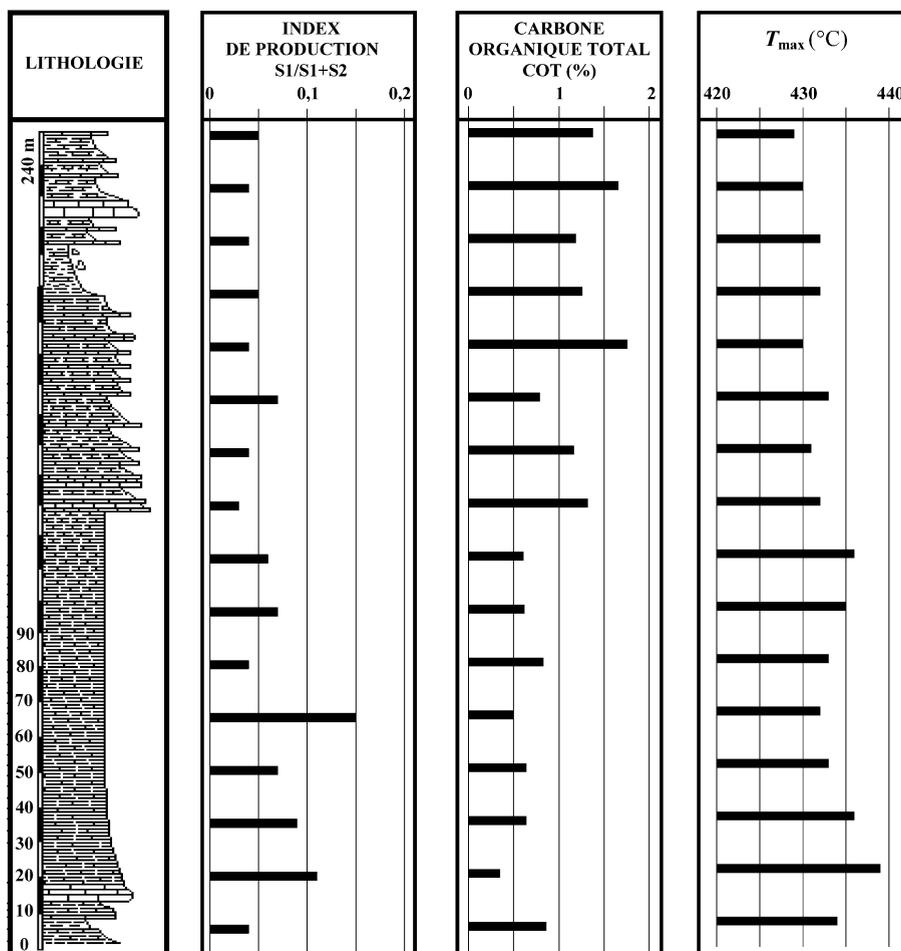


Fig. 6. Logs géochimiques de la coupe du djebel Ousselat.

Fig. 6. Geochemical logs of Ousselat Jebel cross-section.

enrichissement relatif en hydrocarbures. En effet, les teneurs moyennes varient de 39 à 46% et de 10 à 12% du poids total de l'extrait, respectivement, pour les hydrocarbures saturés et aromatiques. En revanche, les échantillons prélevés dans des domaines subsidants (grabens) montrent une plus grande pauvreté en hydrocarbures avec des teneurs pondérales moyennes de 26% pour les saturés et 11% pour les aromatiques.

Ce résultat est très important, car il traduit une discrimination dans la composition des substances hydrocarbonées en fonction du cadre morphostructural du bassin au moment du dépôt yprésien. La structuration en horsts et grabens du bassin yprésien aurait favorisé une activité biologique (surtout bactérienne), plus intense au niveau des massifs Serj, Es-Sfeïa et Chaker qu'elle n'aurait été au niveau du djebel Ousselat. Il est évident qu'une telle activité ne peut qu'améliorer les qualités hydrocarbonées de la matière organique en question.

4.5. Distribution des *n*-alcanes

Les différents chromatogrammes de masse (m/z 99) sont présentés dans la Fig. 10. Ces spectres sont semblables et montrent une distribution unimodale en n -C₁₈. Ces données indiquent que la matière organique yprésienne est, dans les différents secteurs étudiés, homogène et d'origine marine, essentiellement phytoplanctonique [11,13,16].

Par ailleurs, on constate la présence d'isoalcanes, en particulier de pristane (*iso*-C₁₉) et de phytane (*iso*-C₂₀) (Fig. 10). Cette distribution est rencontrée, en particulier, dans les faciès carbonatés où la maturité de la matière organique n'a pas atteint le stade de la fenêtre à huile [13]. Cela traduit, en outre, une certaine oxydation du milieu de dépôt, ainsi qu'une certaine biodégradation des hydrocarbures [6] (Fig. 11), limitée pour les échantillons provenant des domaines hauts (djebel Es-Sfeïa,

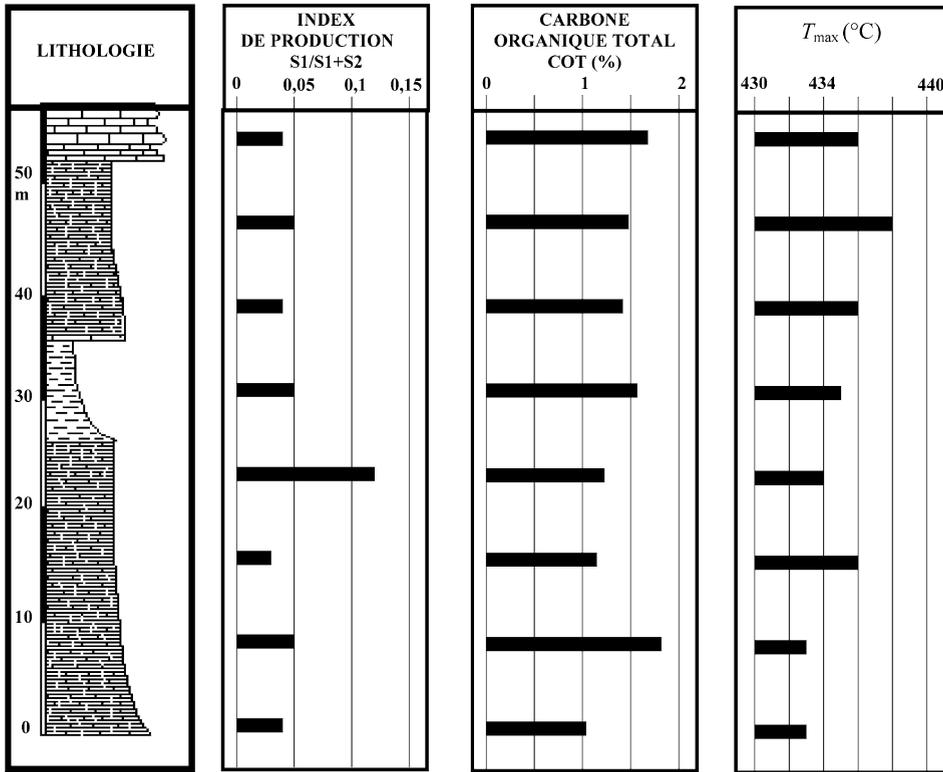


Fig. 7. Logs géochimiques de la coupe du djebel Chaker.

Fig. 7. Geochemical logs of Chaker Jebel cross-section.

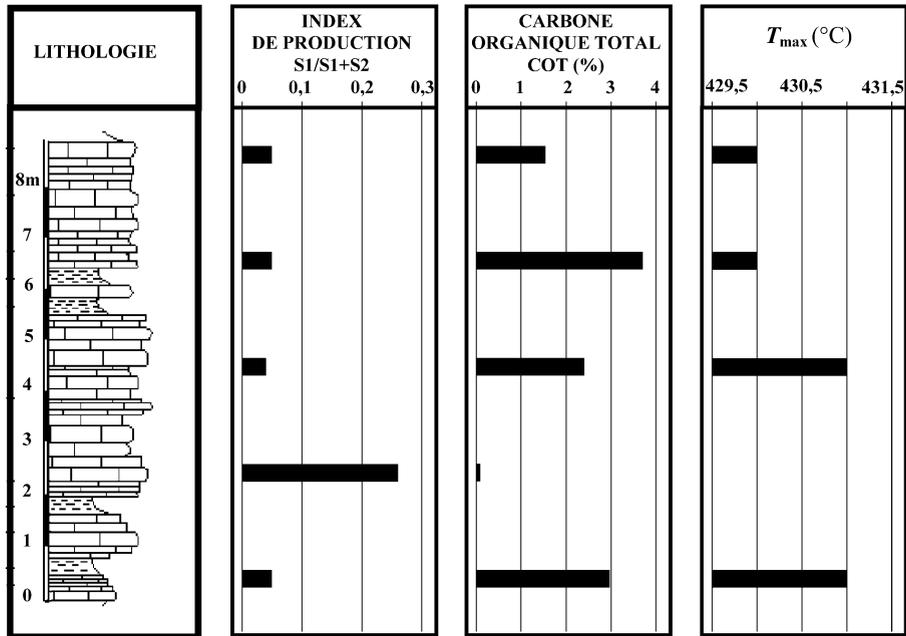


Fig. 8. Logs géochimiques de la coupe du djebel Es-Sfeïa.

Fig. 8. Geochemical logs of Es-Sfeïa Jebel cross-section.

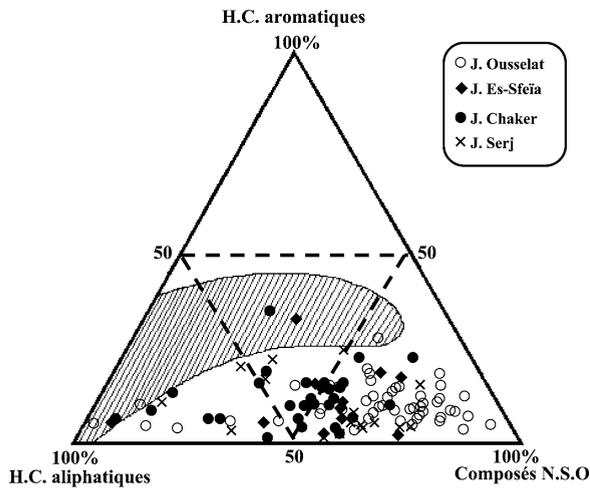


Fig. 9. Diagramme triangulaire représentant la constitution des extraits chloroformiques des échantillons des secteurs étudiés. La zone hachurée correspond aux huiles brutes typiques [13].

Fig. 9. Triangular diagram representing the chloroform extract composition of samples from studied areas. Typical crude oils fall within the hachured area [13].

djebel Chaker et djebel Serj) et plus avancée pour ceux provenant du domaine plus bas (djebel Ousselat). Cette oxydation et cette biodégradation pourraient être expliquées par le fait qu’il s’agit d’échantillons prélevés à l’affleurement, donc ayant été exposés à l’altération, et ne pas témoigner avec certitude d’un caractère oxydant du milieu de dépôt.

5. Conclusions

Les faciès yprésiens de l’ouest de Kairouan présentent le double intérêt d’avoir été déposés sur un plancher sédimentaire très mobile (mouvements synsédimentaires décrochants distensifs ayant donné naissance à une fracturation multiscalaire en blocs contemporaine de la sédimentation fini-yprésienne [5]) et dans un environnement sédimentaire à caractère suffisamment anoxique pour avoir préservé de grandes quantités de matière organique.

Les quantités et la qualité de la matière organique préservée confèrent aux faciès yprésiens des djebels Es-Sfeïa, Chaker, Ousselat et Serj le caractère d’excellentes roches mères d’hydrocarbures dans le contexte structu-

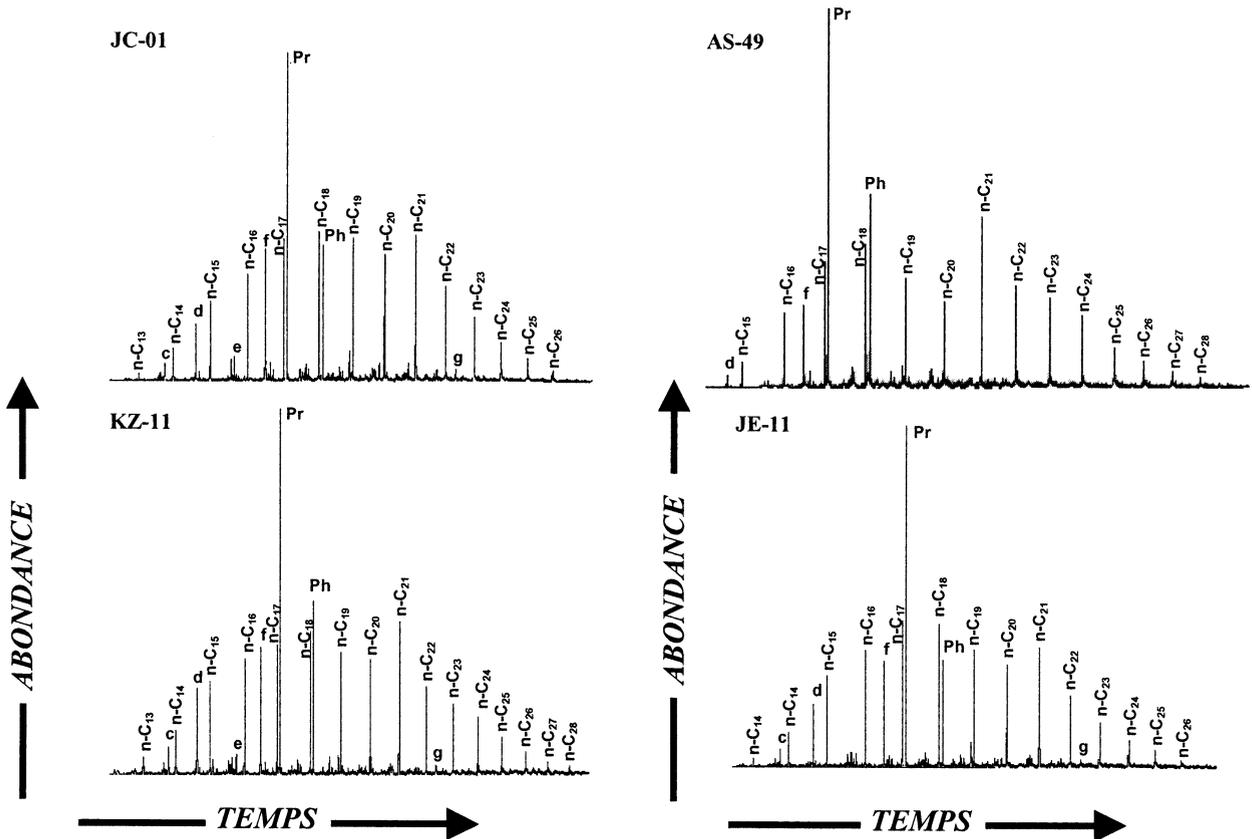


Fig. 10.

Fig. 10. Chromatogrammes de masse (m/z 99) des hydrocarbures aliphatiques des échantillons représentatifs des djebels Ousselat (AS-49), Es-Sfeïa (JE-11), Chaker (JC-01), et Serj (KZ-11). (n -C₁₄) tétradécane; (n -C₁₅) pentadécane; (n -C₁₆) hexadécane; (n -C₁₇) heptadécane; (n -C₁₈) octadécane; (n -C₁₉) nonadécane; (n -C₂₀) éicosane; (n -C₂₁) hénicosane; (n -C₂₂) docosane; (n -C₂₃)tricosane; (n -C₂₄) tétracosane; (n -C₂₅) pentacosane; (n -C₂₆) hexacosane; (n -C₂₇) heptacosane; (n -C₂₈) octacosane; (c) 2,6,10-triméthylododécane; (d) 2,6,10-triméthyltridécane; (e) 2,6,10-triméthyltétradécane; (f) nor-pristane; (Pr) pristane; (Ph) phytane; (g) 2,6,10,14,18-pentaméthyléicosane.

Fig. 10. Mass chromatograms (m/z 99) of the aliphatic hydrocarbon fractions for representative samples from Ousselat (AS-49), Es-Sfeïa (JE-11), Chaker (JC-01), and Serj (KZ-11) Jebels.

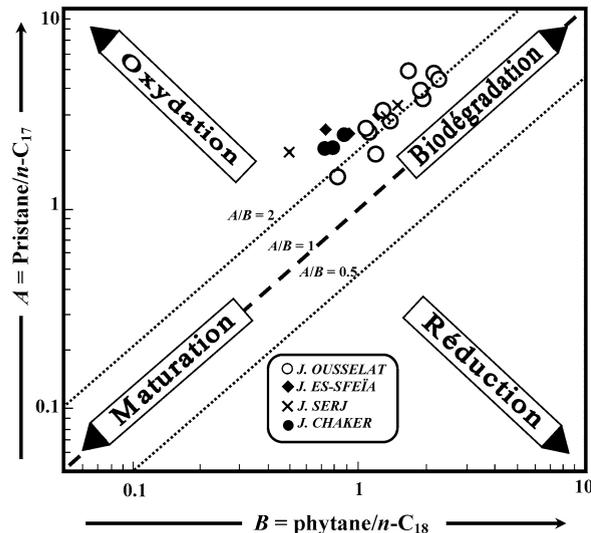


Fig. 11. Localisation des échantillons représentatifs des djebels Ousselat, Chaker, Es-Sfeïa et Serj dans le diagramme pristane/ n -C₁₇ en fonction de phytane/ n -C₁₈ [6].

Fig. 11. Location of representative samples of Ousselat, Chaker, Es-Sfeïa, and Serj Jebels in the pristane/ n -C₁₇ vs phytane/ n -C₁₈ diagram [6].

ral de la Tunisie centro-septentrionale, et constituant, de ce fait, un objectif de prospection de choix.

Cette étude géochimique indique que le cadre morphostructural joue un rôle non seulement dans la distribution et la préservation de la matière organique mais aussi, et cela est nouveau, dans la composition de celle-ci (en particulier les hydrocarbures). Ces traits de composition ont pu résulter de variations dans l'intensité des processus d'oxydation et de biodégradation (ou de préservation) de la matière organique, fraîchement déposée, en fonction de la hauteur de la tranche d'eau et de la stratification des eaux (salinité et oxygène dissous).

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le Dr. M. Saidi (Tunis) et le Pr. M. Kallel (Sfax) pour avoir aidé à la réalisation de certaines analyses géochimiques. Les auteurs tiennent aussi à remercier les rédacteurs et le comité de lecture pour leurs judicieux commentaires.

Références

- [1] C. Abbès, Étude structurale du Jebel Touila-Extrémité septentrionale du chaînon N-S Sidi Khalif-Nara-El Haouareb, thèse de 3^e cycle, université de Tunis, 1983 (121 p.).
- [2] N. Boukadi, S. El Ayebe, S. Kharbachi, Analyse quantitative de la fracturation des calcaires yprésiens en Tunisie : l'exemple de Jebel Ousselat, Bull. Soc. géol. France 3 (2000) 309–315.
- [3] J. Espitalié, J.-L. Laporte, M. Madec, F. Marquis, P. Leplat, J. Paulet, A. Boutefeu, Méthode rapide de caractérisation des roches mères, de leur potentiel pétrolier et de leur degré d'évolution, Rev. Inst. Fr. Pet. 32 (1977) 23–43.
- [4] C. Gourmelen, Serrage polyphasé de paléstructures distensives dans l'axe NS tunisien : le segment Bouzer-Rhéouis, thèse de 3^e cycle, Grenoble, 1984 (216 p.).
- [5] C. Gourmelen, A. Rigane, P. Broquet, R. Truillet, R. Aité, Caractères structuraux et dynamiques d'un bassin en transtension : la plate-forme tunisienne à l'Yprésien terminal, Bull. Soc. géol. France 171 (2000) 559–568.
- [6] G.W.M. Lijmbach, On the origin of petroleum, in: Proceedings of the 9th World Petroleum Congress, vol. 2, Applied Science Publishers, London, 1975, pp. 357–369.
- [7] J. Ouali, Structure et évolution géodynamique du chaînon Nara-Sidi Khalif (Tunisie centrale), thèse de 3^e cycle, université de Rennes, 194 (119 p.).
- [8] A. Rigane, Les calcaires de l'Yprésien en Tunisie centro-septentrionale : cartographie, cinématique et dynamique des structures, thèse, université de Franche-Comté, 1991 (217 p.).
- [9] A. Rigane, Dynamique et morphostructure de la Tunisie centro-septentrionale au cours de l'Yprésien, in : 10^e Colloque des bassins sédimentaires marocains, Rabat, 1992, pp. 22–26.
- [10] A. Rigane, C. Gourmelen, P. Broquet, R. Truillet, Originalité des phénomènes tectoniques syn-sédimentaires finiypésiens en Tunisie centro-septentrionale (région de Kairouan), Bull. Soc. géol. France 165 (1994) 27–35.
- [11] K.E. Peters, J.M. Moldowan, The Biomarker Guide. Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1993 (363 p.).
- [12] B.P. Tissot, D.H. Welte, Petroleum Formation and Occurrence, Springer-Verlag, 1984 (699 p.).
- [13] B.P. Tissot, R. Pelet, J. Roucaché, A. Combaz, Utilisation des alcanes comme fossiles géochimiques indicateurs des environnements géologiques, in : R. Campos, J. Goni (Eds.), Advances in Organic Geochemistry, Enadimsa, Madrid, 1977, pp. 117–154.
- [14] M.M. Turki, Polycinématique et contrôle sédimentaire associé sur la cicatrice Zaghuan-Nebhana, thèse d'État, université de Tunis, 1985 (252 p.).
- [15] M.M. Turki, J. Deltiel, R. Truillet, C. Yaïch, Les inversions tectoniques de la Tunisie centro-septentrionale, Bull. Soc. géol. France 3 (1988) 399–406.
- [16] D.W. Waples, Geochemistry in Petroleum Exploration, Reidel Publishing, Boston, MA, USA, 1985 (232 p.).