

Etude de la fraction argileuse du Trias de la dépression d'Oued Mya (Sahara Central, Algérie)

Mohamed Kamel KERDJIDJ, Jean TRICHET et Brahim BENRABAH*****

** Institut Algérien du Pétrole. 35000 Boumerdès*

*** Université d'Orléans Laboratoire de Géologie U.R.A. 724 du C.N.R.S.*

**** Centre de Recherche et Développement SONATRACH 35000 Boumerdès*

Résumé : La fraction argileuse de la série triasique des forages de trois grandes structures (Hassi R'Mel, Berkaoui, Boukhezana) de la dépression de Oued Mya a fait l'objet d'une étude diffractométrique.

Les dépôts triasiques, épais de 350 m, reposent en discordance sur les différents termes du Silurien et parfois ceux de l'Ordovicien. Les profondeurs de cette série varient de 2000m à Hassi R'Mel à 4000m au centre de la dépression. Elle est parfois entrecoupée par une coulée volcanique d'épaisseur variable.

La fraction argileuse a été étudiée au diffractomètre Philips 1710 aux plaquettes orientées et sur poudres. Dans ce travail nous avons utilisé l'indice de KUBLER qui consiste à mesurer la largeur du pic 10Å , ainsi que l'utilisation du rapport cristallographique (I002)/(I001) pour différencier les types d'illites. Les résultats ont montré:

- pour les deux grandes structures (Hassi R'Mel et Berkaoui), la fraction argileuse se compose en majorité d'illite, accompagnée parfois de chlorite souvent abondante;
- par contre le forage de Boukhezana révèle une présence de kaolinite rare dans les forages de la dépression, accompagnée d'illite et des interstratifiés de type Illite montmorillonite;
- le forage de P.A-1 montre une prédominance d'illites alumineuses ayant une forte cristallinité, alors que les autres structures montrent des illites magnésiennes;
- un découpage de la série triasique peut se faire en fonction de la composition chimique des illites suivant les cas. Les faits marquant la série triasique mis en évidence lors de ce travail sont très nombreux et ne peuvent pas tous faire l'objet d'une interprétation dans ce résumé;
- les fortes cristallinités et la prédominance d'illites alumineuses trouvent leurs explications, soit dans les conditions d'altération continentale au Trias qui devraient être peu dégradante, soit dans un milieu géochimique de diagenèse favorable à la recristallisation;
- l'abondance de la chlorite (bien cristallisée) est en relation avec un volcanisme, source possible de magnésium ; d'une manière générale, les phénomènes qui ont contribué à la genèse de la fraction argileuse sont les transformations, l'héritage et la diagenèse dans une moindre mesure.

Mots clés : Illite alumineuse - Illite magnésienne - Kaolinite - Chlorite - Cristallinité - Cristalochimie - Série triasique-Oued Mya - Héritage - Diagenèse.

Triassic clay fraction study of Oued Mya Basin (Central Sahara, Algeria)

Abstract : In the diagenesis, the shales are subdued to phenomena of great importance. In fact, they undergo a series of transformations (either positive or negative) therefore, this zone constitutes a milieu where minerals issued from sedimentation lack equilibrium. The lattices have a fairly sensitivity to the physico chemical conditions around. Those belonging to shales have in fact a very high sensitivity due to, their small size, i.e. rate volume/surface and their leaflike structure which facilitates exchanges of ions between the crystal and its surrounding via interfoliary spaces. It is therefore natural and obvious that the diagenetic transformations will be particularly important from the shales side.

In this survey, diffractometric study has been carried on the drilling of three big structures of the Oued Mya as well as drilling in the north part of the latter (Hassi R'Mel, Haoud Berkaoui, Boukhezana, and the drilling P.A.1).

The triassic series, which are 350 m thick lies non-conformity on the different Silurian terms and sometimes even on the Ordovician. The depths of the triassic vary from 2000 m depth at Hassi R'Mel to 4000 m at the center of the depression (Berkaoui and Boukhezana).

In general, the triassic series is composed of two great units separated by an andesitic flow of variable thickness, sometimes non-existent such as and P.A.1.

The clay fraction was studied with a diffractometer Philips 1710 on oriented plaquets and in the powdery form. The Kubler index was used to measure the width of the 10 \AA° peak at a medium height and the cristallochemical rate $(I_{002})/(I_{001})$ to differentiate the illits type.

In general the mineralogy of clay fraction is mainly composed of illits associated sometimes with chlorit at irregular repartition which can from up to 80% of the clay fraction and exceptionnally with kaolinit.

The results show several facts in the different structures:

- the high cristallinity and a predominance of the aluminous illit in th drilling P.A.1.
- the mineralogic composition at Bokhezana with the illit and kaolinit presence at equal percentage and the predominance of the aluminate illit in presence of kaolinit.

The illits cristallinity shows a deep diagenesis. The abundance of the chlorit is probably in relation with the existence of a possible andesitic volcanism source of magnesium. The illits mostly composed of a triassic series have a magnesium composition except the P.A.1 drilling. Through the outlet of this work, we noticed that the phenomena controlling the chemical of the triassic illit are numerous, some of them can be explained whereas others cannot.

Key Words : Aluminous Illit - Magnesium Illit - Kaolinit - Chlorit - Cristallinity - Cristalochimie - Triassic serie - Oued Mya - Heritage - Diagenesis.

INTRODUCTION

L'importance des phénomènes auxquels sont soumis les argiles dans la zone de diagenèse est grande. Ces minéraux subissent dans cette zone des transformations positives ou négatives (agradations et dégradations) où existent aussi des néoformations. La zone de diagenèse constitue un milieu où bon nombre de minéraux issus de la sédimentation se trouvent en déséquilibre. Les réseaux cristallins ont une sensibilité très grande en raison:

- de la petite taille de ces minéraux entraînant une valeur élevée de leur rapport surface volume;
- de leur structure feuilletée qui facilite les réactions entre le cristal et son entourage.

Il est donc naturel que les argiles soient particulièrement sensibles aux transformations diagenétiques (Dunoyer de Segonzac et Clauer, 1966) et (Pollastro et Baker, 1986).

Dans ce travail une étude diffractométrique a été effectuée sur la fraction argileuse des réservoirs gréseux d'huile et de gaz et des argiles de la série triasique des gisements de Haoud Berkaoui, de Hassi R'Mel et de Boukhezana de la dépression d'Oued Mya (province triasique) afin de déterminer leur minéralogie et mettre en évidence dans la mesure du possible les différents phénomènes qui ont contribué à leur genèse.

SITE ET SERIES ETUDIEES

Les forages de trois grandes structures, appartenant à la dépression d'Oued Mya qui est

l'élément structural important du bassin Triasique, ont fait l'objet de cette étude. Il s'agit des structures suivantes: de Hassi R'Mel (8 sondages) qui est située à l'ouest, de Haoud Berkaoui (7 sondages); et de Boukhezana (3 sondages) qui sont situées au centre et un forage (P.A.1) a également été exploité au Nord de la dépression d'Oued Mya (figure).

La série triasique, épaisse de 350m, repose en discordance sur les différents termes du Silurien et parfois même sur l'Ordovicien. Les profondeurs de la série triasique sont très variables de 2000m à Hassi R'Mel à 4000m au centre de la dépression (Berkaoui et Boukhezana).

En général le Trias (figure 2) se compose de deux grandes séries séparées par une coulée andésitique d'épaisseur variable, parfois inexistante comme à P.A.:

- une série inférieure montre un faciès détritique fluvial (multiples chenaux séparés par des séquences argileuses de plaines d'inondations). Elle est plus développée au centre du bassin triasique que sur ces bordures;
- la coulée andésitique séparant les deux séries, est parfois très altérée. Son épaisseur est variable de zéro mètre à 70 mètres au maximum;
- une série supérieure est constituée de deux ensembles grés-argileux correspondant de plaines d'inondations.

La distinction entre la série dite supérieure et inférieure n'est pas aisée lorsque les niveaux andésitiques font défaut dans le

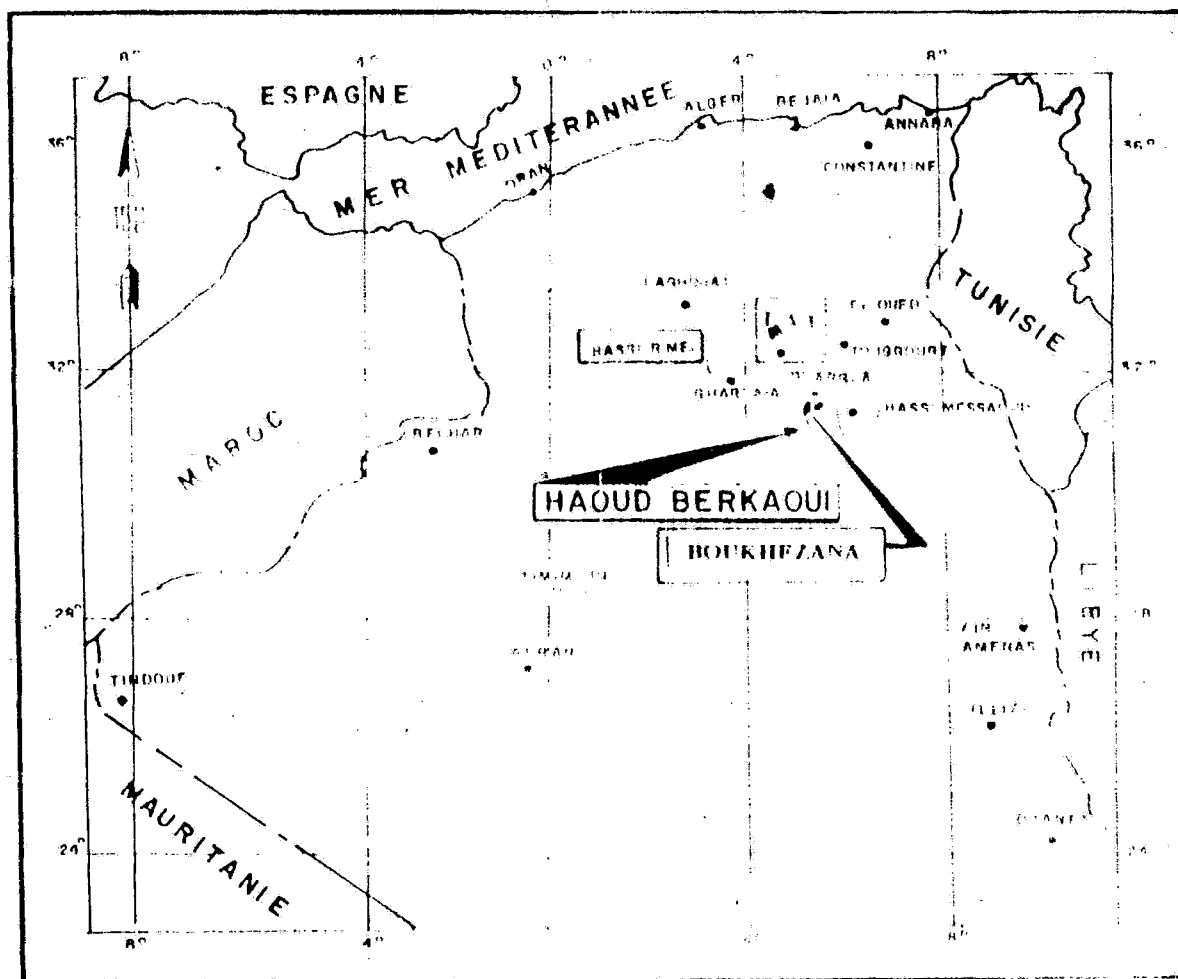


Fig. 1 - Situation géographique des sites étudiés

Geographic sitting map

cas du sondage de P.A.I. Dans ce cas précis, la série inférieure est à tendance strato-croissante avec la présence d'un épais banc de grès à sa partie sommitale (figure 3).

Un nombre important d'échantillons (450) a été prélevé des carottes; il s'agit de faciès argilo-gréseux, grès et argile, leur espacement varie de la dizaine de centimètre au mètre.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

1 - Appareillage

La technique d'analyse par diffractométrie des rayons X est basée sur la diffraction d'un faisceau de rayons X par les plans réticulaires des cristaux contenus dans l'échantillon en poudre ou en plaquettes orientées, selon la loi de Bragg.

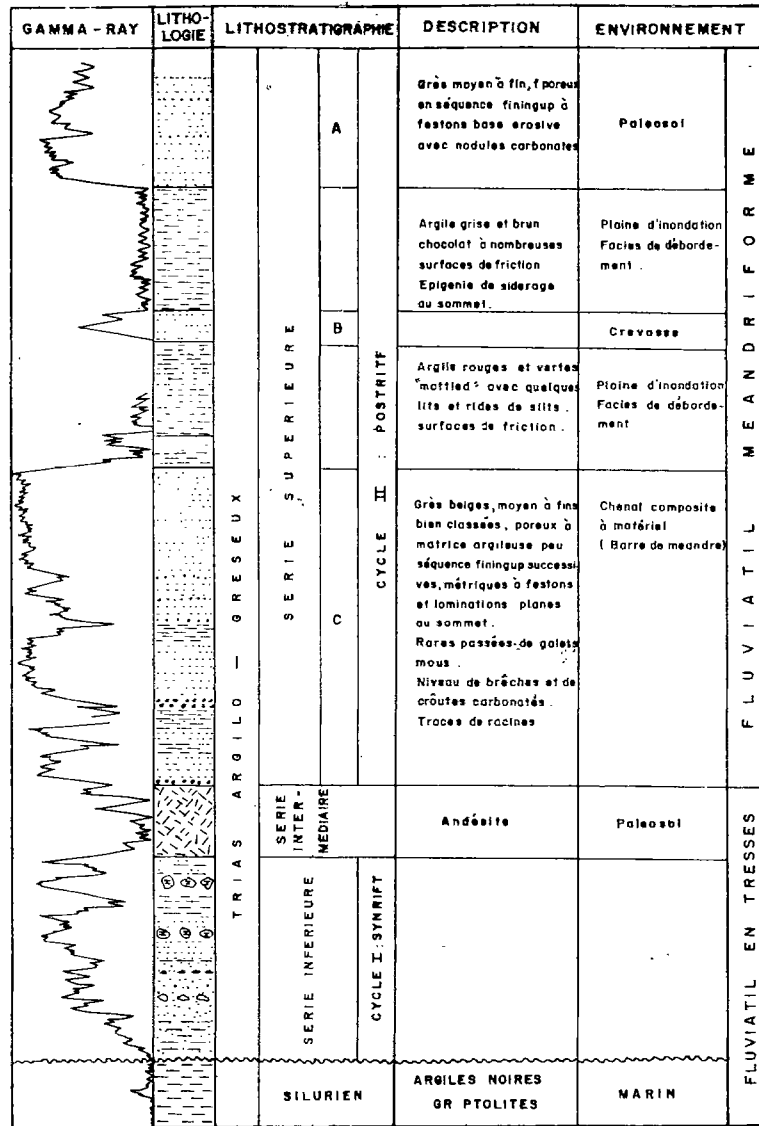


Fig. 2 - Coupe lithostratigraphique du Trias de la dépression de l'Oued Mya
Triassic lithostratigraphic series of Oued Mya basin

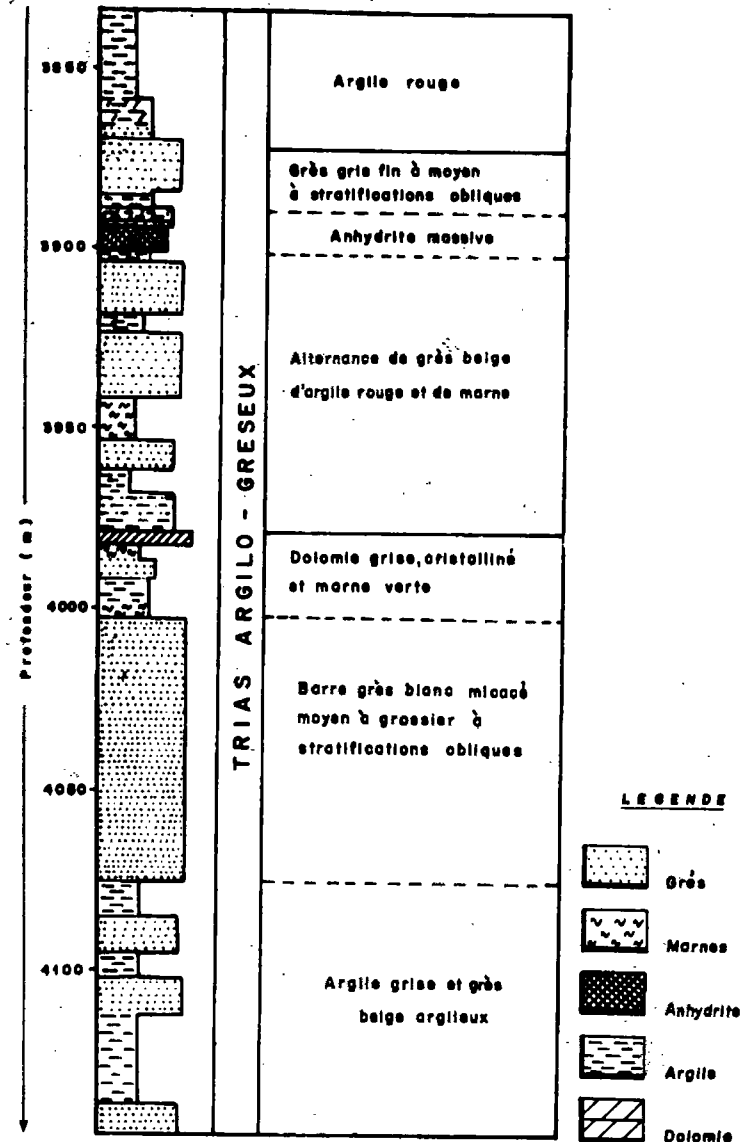


Fig. 3 - Coupe lithologique du Trias du sondage P.A.1.
Triassic lithologic serie of the Well P.A.1

L'appareillage utilisé est un diffractomètre de marque Philips de type PW 1710 dans les conditions expérimentales suivantes:

- radiation $K\alpha$ du cuivre;
- haute tension : 40KV, intensité : 40mA;
- fente de réception: 0,2 mm;
- fente de diffusion 1° ;
- vitesse goniométrique $2^\circ/20$;
- angles d'exploration 1° à $31^\circ/20$;
- vitesse de déroulement du papier: 5mm 20;
- sensibilité: 1000 cps.

Nous avons étalonné le diffractomètre à l'aide d'échantillons d'argiles à des distances différentes du métamorphisme de contact dans la région de Boumerdès. Nous avons mesuré les indices de cristallinité des illites près du contact (3 et 4mm) déterminant l'épizone et les indices

de cristallinité des illites assez éloignées à 50m du batholite (7 à 8mm) déterminant une diagénèse assez poussée (Kerdjidj et Benrabah, 1993). Comme nous avons travaillé dans les mêmes conditions expérimentales que Dunoyer, nous avons établi la limite diagénèse/anchizone à 6 (figure 4).

2 - Mesure de la cristallinité de l'illite et du rapport cristalochimique (I002) / (I001)

Weaver (1960, 1961) en utilisant le premier l'indice de cristallinité, a mis à profit ces données cristallographiques en recherchant des variations de cristallinité dans les illites de sédiments primaires des Ouachita Mountains (U.S.A.). Cette méthode était également utilisée dans les laboratoires de la Compagnie Française du Pétrole à Bordeaux, à l'Institut de Géologie de l'Université de Strasbourg puis au centre de recherche de Pau (SNPA)(Kubler 1964, 1966; Dunoyer et Kubler, 1966; Dunoyer, Artru et Ferrero, 1965; Dunoyer, Ferrero et Kubler, 1968; Kubler, 1968; Esquevin, 1969).

Après une étude expérimentale très poussée, menée par Kubler et Ferrero (Kubler, 1966) le paramètre de cristallinité choisi a été la largeur à mi-hauteur du pic à $10A^\circ$.

Dans ce travail nous avons utilisé l'indice de Kubler ainsi que le rapport cristalochimique (I002)/(I001) pour différencier les types d'illites. En effet l'intensité relative des raies de diffraction 001 est en relation avec la constitution chimique de la couche octaédrique dans les micas et les chlorites.

Nagelschmidt (1937) a montré que la raie $5A^\circ$ était beaucoup plus forte pour les micas dioctaédriques, du type muscovite, que pour les

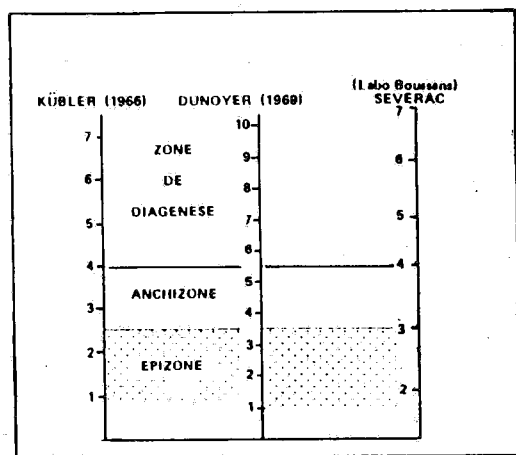


Fig. 4 - Correspondance des indices de cristallinité de l'illite définis par divers auteurs et définition des limites de l'anchizone

(d'après Dunoyer de Segonzac, 1969, modifié)

Correlations between illit crystallinity indexes determined by several authors and definition of the anchizone boundaries

trioctaédriques, du type biotite. Brown (1955) a poussé assez loin l'étude théorique et expérimentale des raies 001 pour les micas et les chlorites.

La première application géologique de ces données a été faite par Klingebiel et Latouche (1962), qui ont étudié la répartition stratigraphique des illites alumineuses et ferromagnésiennes, en mesurant le rapport d'intensité des raies à $5A^\circ$ et $10A^\circ$. Esquevin (1969) a fait la deuxième application et a délimité les différents types d'illites en fixant le rapport $(I002)/(I001)$ à 0,26 et démontre que la cristallinité des illites dépend non seulement de leur température de recristallisation, mais aussi de leur composition chimique. Il choisit un paramètre cristalochimique, le rapport de l'intensité des pic à $5A^\circ$ et $10A^\circ$: $(I002)/(I001)$ et construit un diagramme en fonction de la cristallinité.

RESULTATS

L'étude des diffractogrammes de poudres et de plaquettes orientées pour chaque structure a

donné les résultats suivants:

1 - forages de Haoud Berkaoui

1.1 - Minéralogie de la fraction argileuse

La fraction argileuse se compose en totalité (100%) d'illite, accompagnée parfois de chlorite dont la répartition est assez irrégulière et qui peut former jusqu'à 80% de la fraction argileuse dans certains échantillons (tableau 1).

1.2 - Cristallinité de l'illite

La figure 5 montre que la cristallinité de l'illite varie de 4 (épizone) à 16 (diagénèse) avec la profondeur. On distingue trois ensembles :

- un premier ensemble avec des valeurs de cristallinité variant de 4 à 10 dans l'intervalle de profondeur (3300 - 3400m) et qui correspond à la série supérieure du Trias,

- un deuxième ensemble avec des valeurs de cristallinité variant de 6 à 16 dans l'intervalle de

Tableau 1 - Composition minéralogique de la fraction argileuse dans la dépression de Oued Mya

Mineralogic composition of the clay fraction in the Oued Mya depression

puits	% illite	% chlorite	% kaolinite	% interstratifié (I.M)
Haoud Berkaoui	100 %	0 à 80 %	0 %	5 à 10 %
Hassl R'Mel	100 %	0 à 60 %	0 %	0 %
Boukhezana	45 %	5 à 10 %	45 %	5 %
P.A.1	90 %	10 à 50 %	0 %	0 %

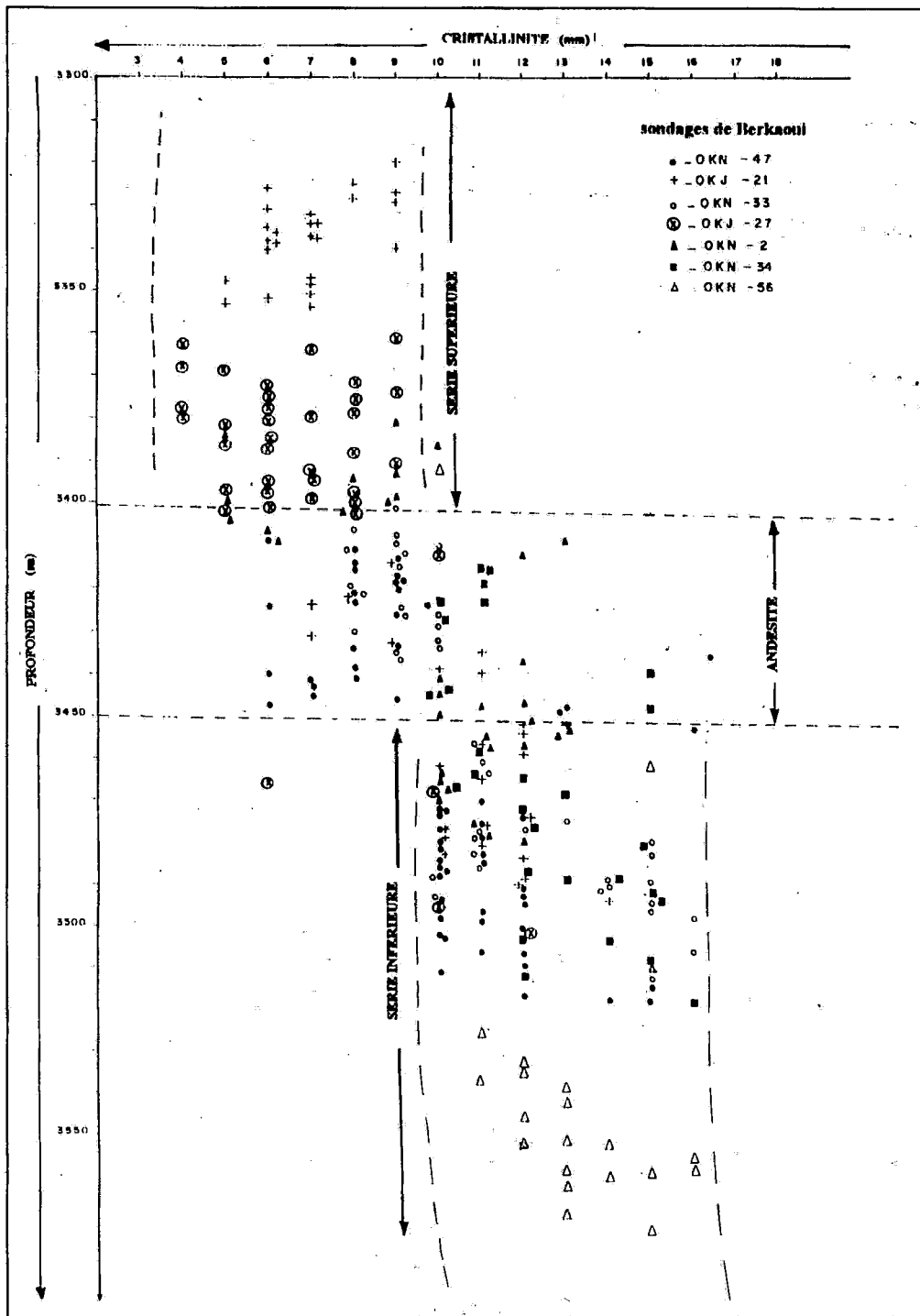


Fig. 5 - Evolution de la cristallinité des illites du Trias en fonction de la profondeur dans la structure de Berkaoui

Evolution of the Triassic illit with the depth in the Berkaoui structure

profondeur (3400 - 3450m) et qui correspond à la série andésitique,

- un troisième ensemble avec des valeurs de cristallinité variant de 10 à 16 et qui correspond à la série inférieure du Trias.

On constate que seules les illites magnésiennes ont un indice de cristallinité dispersée, par contre les illites alumineuses moins nombreuses et leur cristallinité est beaucoup plus stable (Esquevin, 1969, Kerdjidj et Benrabah, 1993). On remarque également que les illites de la série inférieure sont relativement plus ouvertes que celles de la série supérieure (figure 5). L'interprétation de ce résultat sera faite lors de la discussion sur les faits marquants de la série triasique.

1.3-Rapport cristalochimique (I002)/(I001)

La figure 6 montre que les illites sont en grande majorité magnésiennes avec des proportions très variables et que au-delà de la limite 0,26 (I002)/(I001) les valeurs de cristallinité sont moins dispersées et correspondent aux illites alumineuses.

En étudiant le rapport cristalochimique (I002)/(I001) en fonction de la profondeur et en dissociant la fraction argileuse du faciès gréseux de la fraction argileuse issue des argiles, on constate:

faciès gréseux (figure 7)

Les illites sont magnésiennes et leur rapport (I002)/(I001) varie de 0,17 à 0,22 dans la série supérieure. Tandis que dans la série inférieure, témoignant d'une plus grande variabilité de la composition chimique des argiles, ce rapport

varie entre 0,13 et 0,26 montrant une circulation des eaux provenant des coulées andésitiques à travers les grès poreux.

faciès argileux (figure 8)

On distingue les trois parties de la série triasique:

- *la série supérieure* a un rapport (I002) / (I001) variant entre 0,15 et 0,24 constant dans tout l'intervalle de profondeur (3300 - 3400m);

- *la série andésitique* a un rapport (I002)/(I001) variant entre 0,13 et 0,27 dans tout l'intervalle de profondeur (3400 - 3450m);

- *la série inférieure* a un rapport (I002) / (I001) variant entre 0,17 à 0,27 à 3450m de profondeur et évoluant à 0,25 à 3550m.

2 - Forage de Hassi R'Mel

2.1 - Minéralogie de la fraction argileuse

L'illite est présente dans tous les échantillons, accompagnée parfois de chlorite dont la répartition est assez régulière et peut former jusqu'à 60% de la fraction argileuse dans certains échantillons (tableau 1).

2.2. - Cristallinité de l'illite

On constate dans la figure 9 que l'indice de cristallinité de l'illite varie dans un domaine relativement faible (entre 9 et 14) dans toute la série triasique et que les illites alumineuses et magnésiennes ne se distinguent pas quant à leur cristallinité. Celles-ci témoignent d'une diagenèse modérée pour une faible profondeur (2000m).

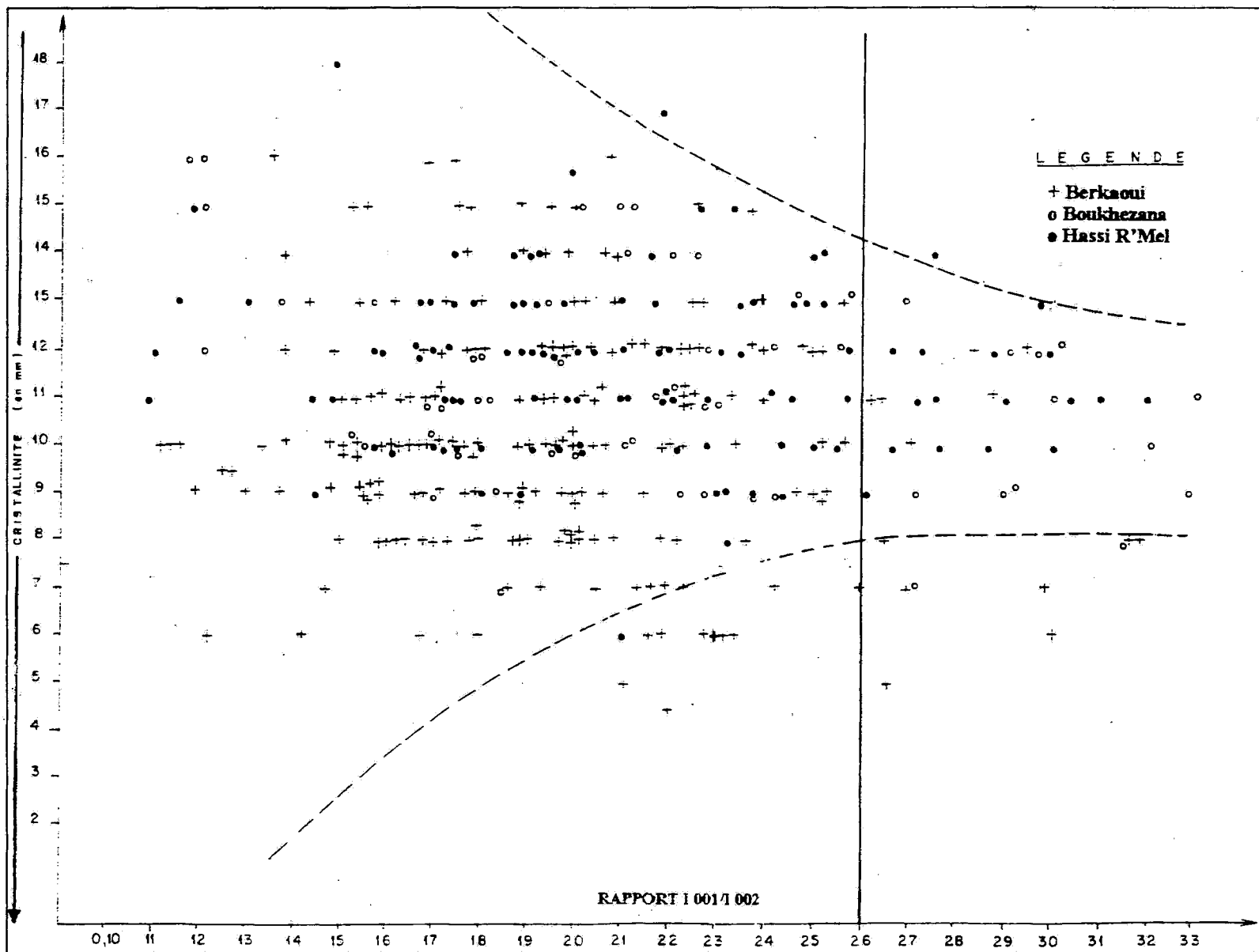


Fig. 6 - Relation entre la cristallinité des illite du Trias et leur composition chimique dans les sites étudiés
Relation between the Triassic illite crystallinity and their chemical composition in the studied structures

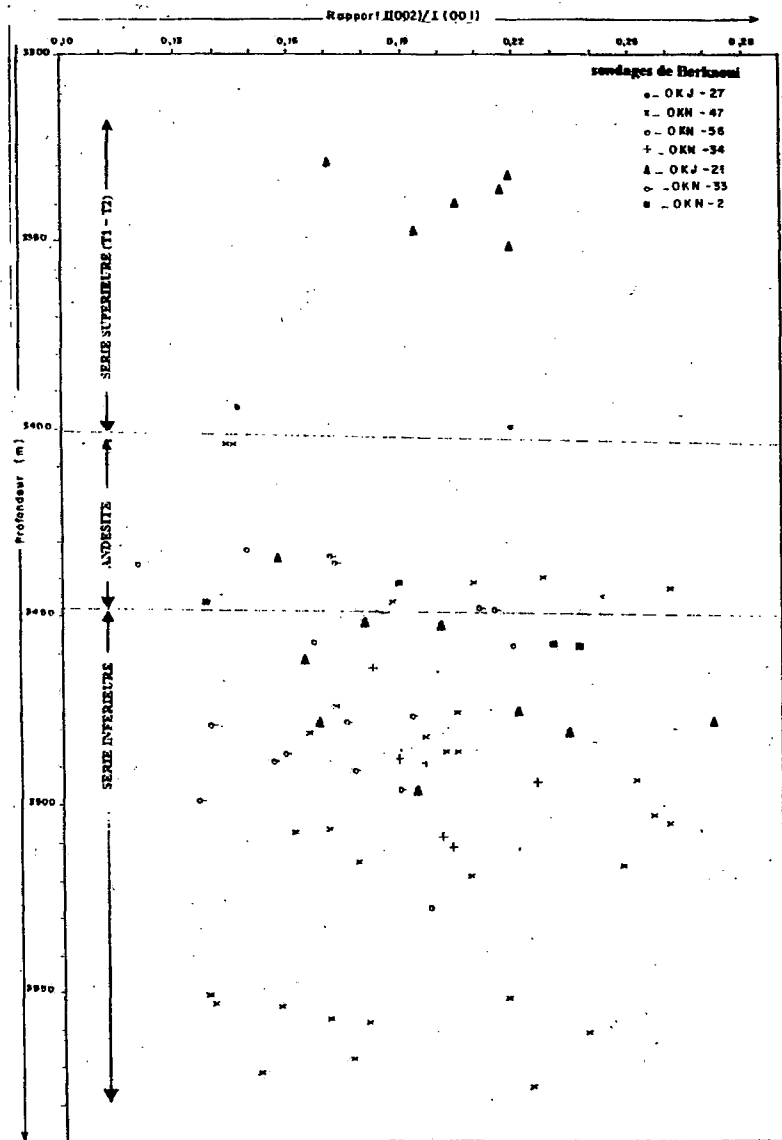


Fig. 7 - Evolution du rapport cristallichimique des illites du Trias en fonction de la profondeur dans le réservoir gréseux
Evolution of the Triassic illit crystallochemical with the depth in the sandstone reservoir

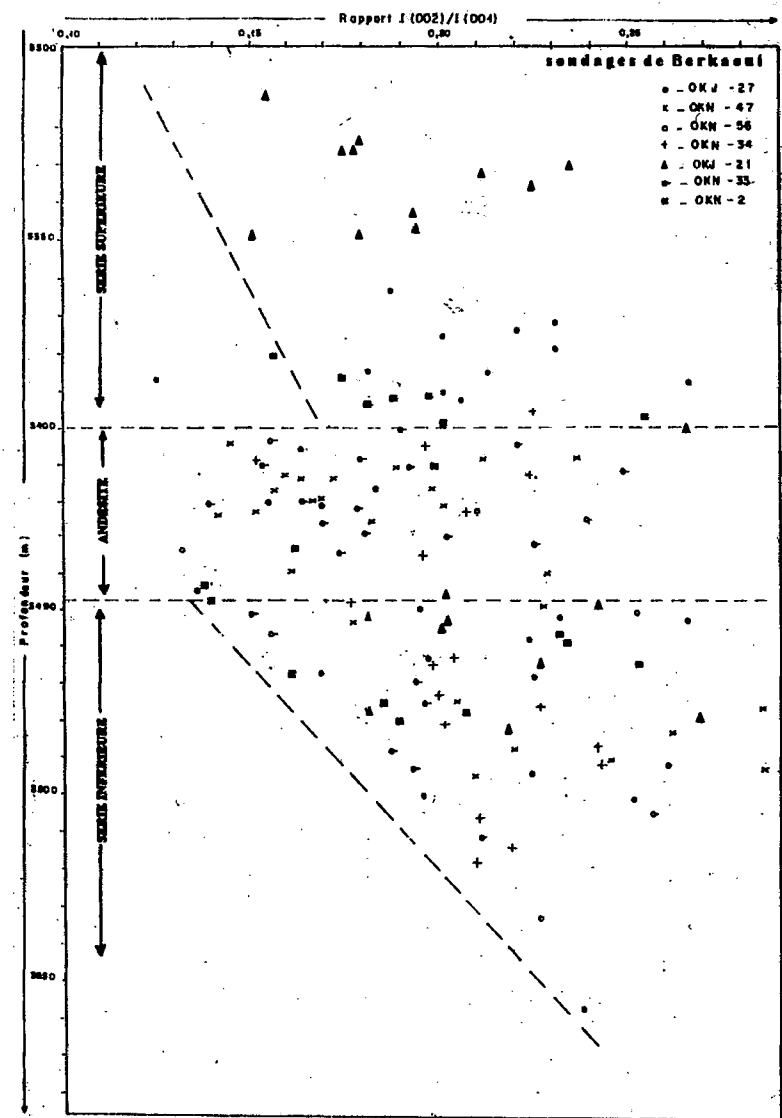


Fig. 8 - Evolution du rapport cristallichimique des illites du Trias, en fonction de la profondeur, dans les niveaux argileux
Evolution of the Triassic illit crystallochemical ratio with the depth in the shale

2.3 - Rapport cristalochimique (figure 10)

L'étude du rapport cristalochimique (I002)/(I001) avec la profondeur montre que:

- la série supérieure a un rapport cristalochimique variant entre 0,15 et 0,28;

- la série andésitique a un rapport cristalochimique très variable de 0,10 à 0,28. Les illites associées aux matériaux andésitiques sont plus variables que les illites sédimentaires qui les encadrent;

- la série inférieure a un rapport cristalochimique variant entre 0,15 et 0,28;

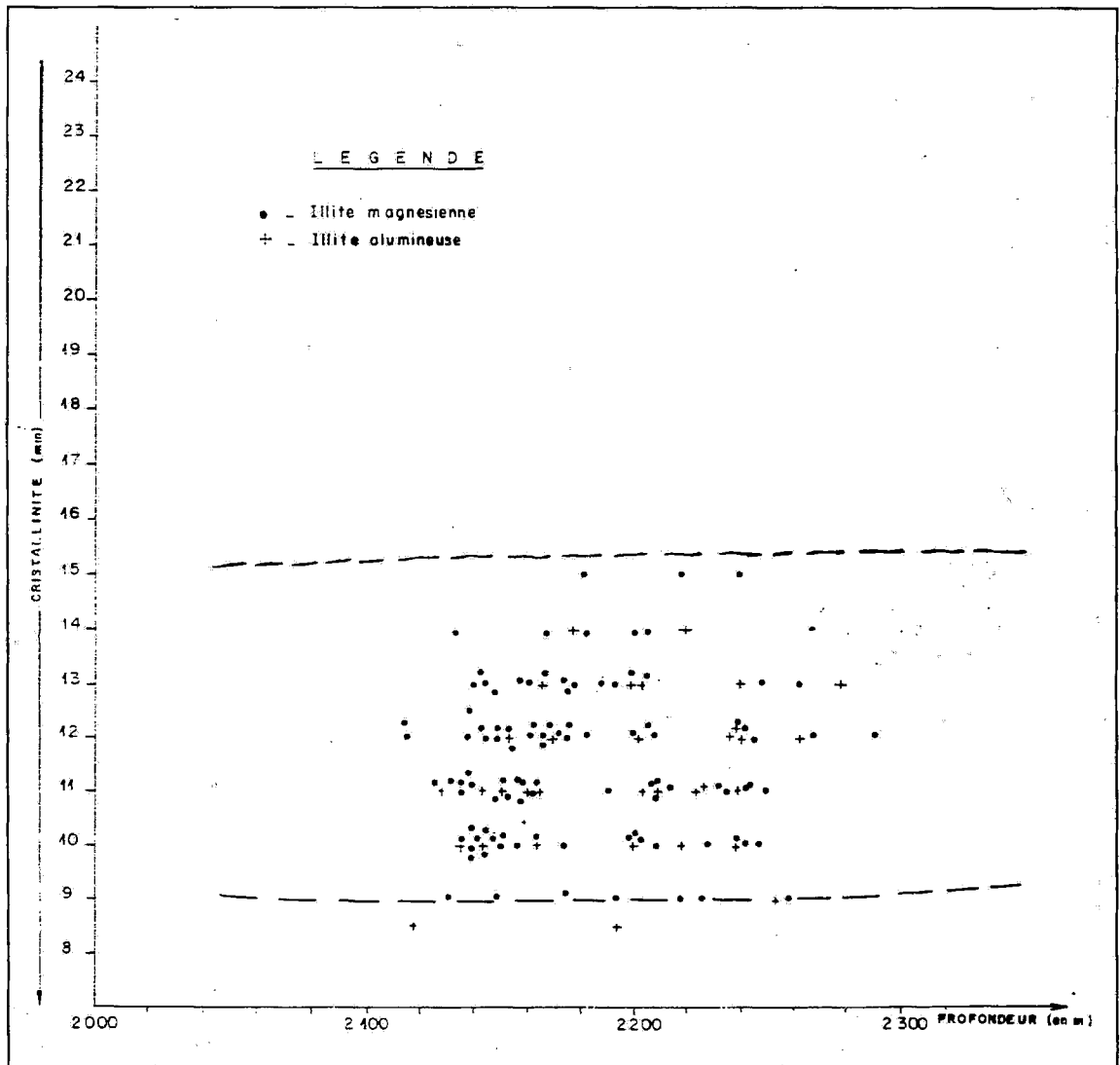


Fig. 9 - Evolution des cristallinités des illites du Trias en fonction de la profondeur dans la structure de Hassi R'Mel

Evolution of the Triassic illit cristallinity with the depth in the Hassi R'Mel structure

chimique variant entre 0,16 et 0,29.

3 - Forages de Boukhezana

3.1 - Minéralogie de la fraction argileuse

La composition minéralogique change par rapport aux autres sondages. Les phyllites sont constituées d'illite et de kaolinite à part égale et de chlorite et d'interstratifiées pour le reste. (tableau 1).

3.2 - Cristallinité de l'illite

Les échantillons analysés ici appartiennent à la série inférieure du Trias. On constate sur la figure 11 que cette série présente des illites de cristallinité variable entre 7 et 16 dans l'intervalle de profondeur (4050 à 4100m) évoluant entre 9 et 13 dans l'intervalle de profondeur (4200 à 4220 m).

3.3 - Rapport cristallographique (figure 12)

On remarque que les illites de la série inférieure ont pour une large part des illites alumineuses. Ceci distingue les échantillons de ce sondage des autres sondages. Le rapport (I002)/(I001) varie entre 0,14 et 0,42.

4 - Forage P.A.1

1 - Minéralogie de la fraction argileuse

L'illite est l'argile dominante (90%) accompagnée parfois de chlorite dont la répartition est assez irrégulière (tableau 1).

2 - Cristallinité de l'illite (figure 13)

La cristallinité de l'illite est généralement

assez forte (6 à 4) à la limite supérieure de l'anchizone (figure 4), constante dans tout l'intervalle de profondeur (3850 - 4100 m). On constate également que les illites sont plus cristallines dans les grès.

4.3 - Rapport cristallographique (figure 14)

L'étude du rapport cristallographique (I002)/(I001) avec la profondeur montre:

- une prédominance d'illite alumineuse par rapport aux illites magnésiennes;
- une subdivision de la série triasique en zones alternées composées d'illites alumineuses et magnésiennes associées, d'illites alumineuses et d'illites magnésiennes;
- les illites alumineuses ayant de fortes cristallinités, sont associées au faciès gréseux.

DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

Les discussions et les conclusions vont porter sur les faits marquants observés dans les forages de chaque structure:

1 - Forages de P.A.1 et de Boukhezana

- Les fortes cristallinités rencontrées dans ce sondage (P.A.1) marquent la limite supérieure de l'anchizone. Il s'agit de valeurs anormalement fortes, compte tenu des conditions de température et de pression du fond et de la profondeur. La température moyenne y est de 110°C, la pression hydrostatique est 580 kg/cm² et la profondeur de 4000 m environ.

La raison d'une aussi forte cristallinité doit être recherchée respectivement dans:

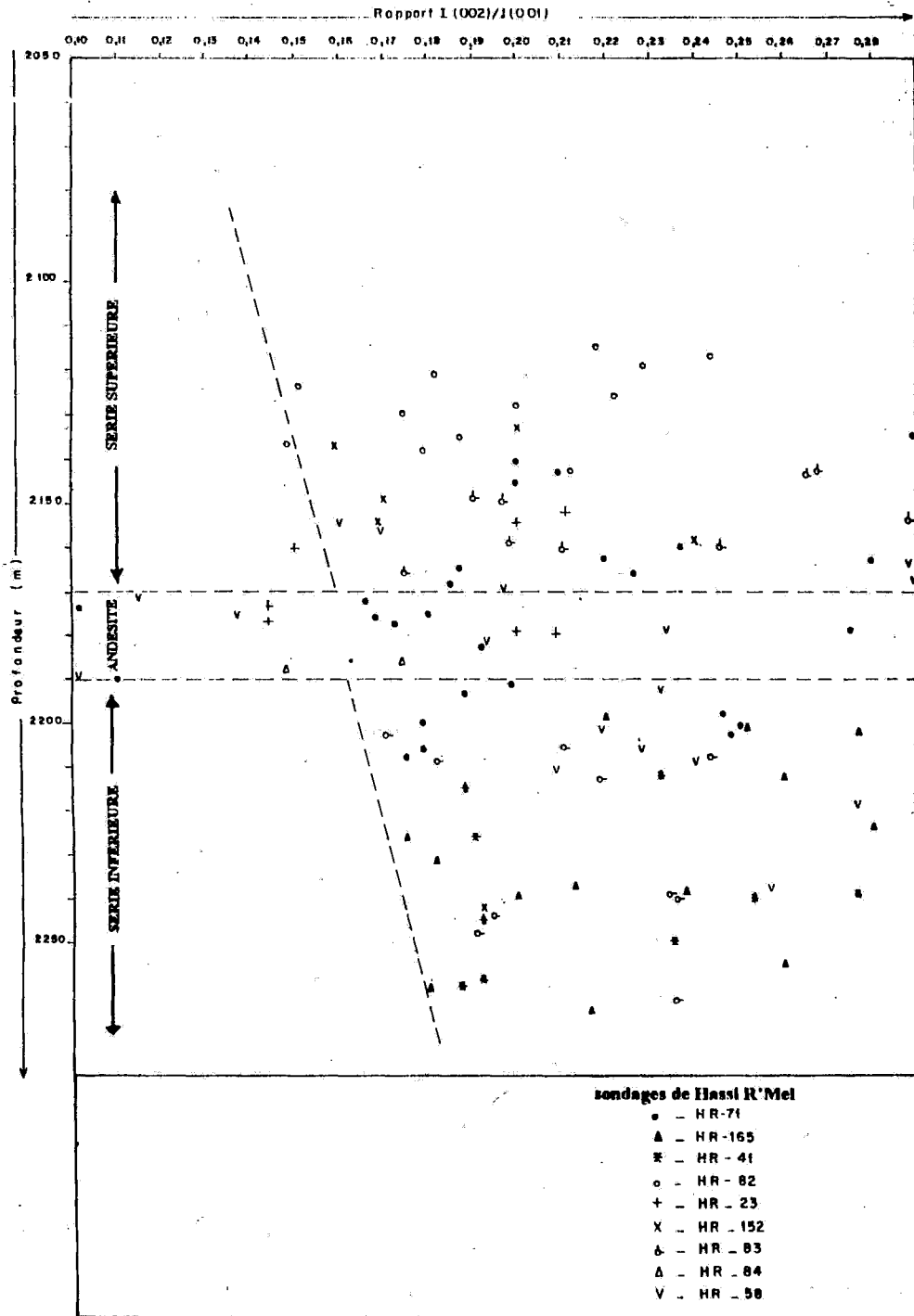


Fig. 10 - Evolution du rapport cristalochimique des illites du Trias en fonction de la profondeur dans la structure de Hassi R'Mel

Evolution of the Triassic illite crystallochemical ratio with the depth in the Hassi R'Mel structure

ETUDE DE LA FRACTION ARGILEUSE DU TRIAS DE LA DEPRESSION D'OUED MYA

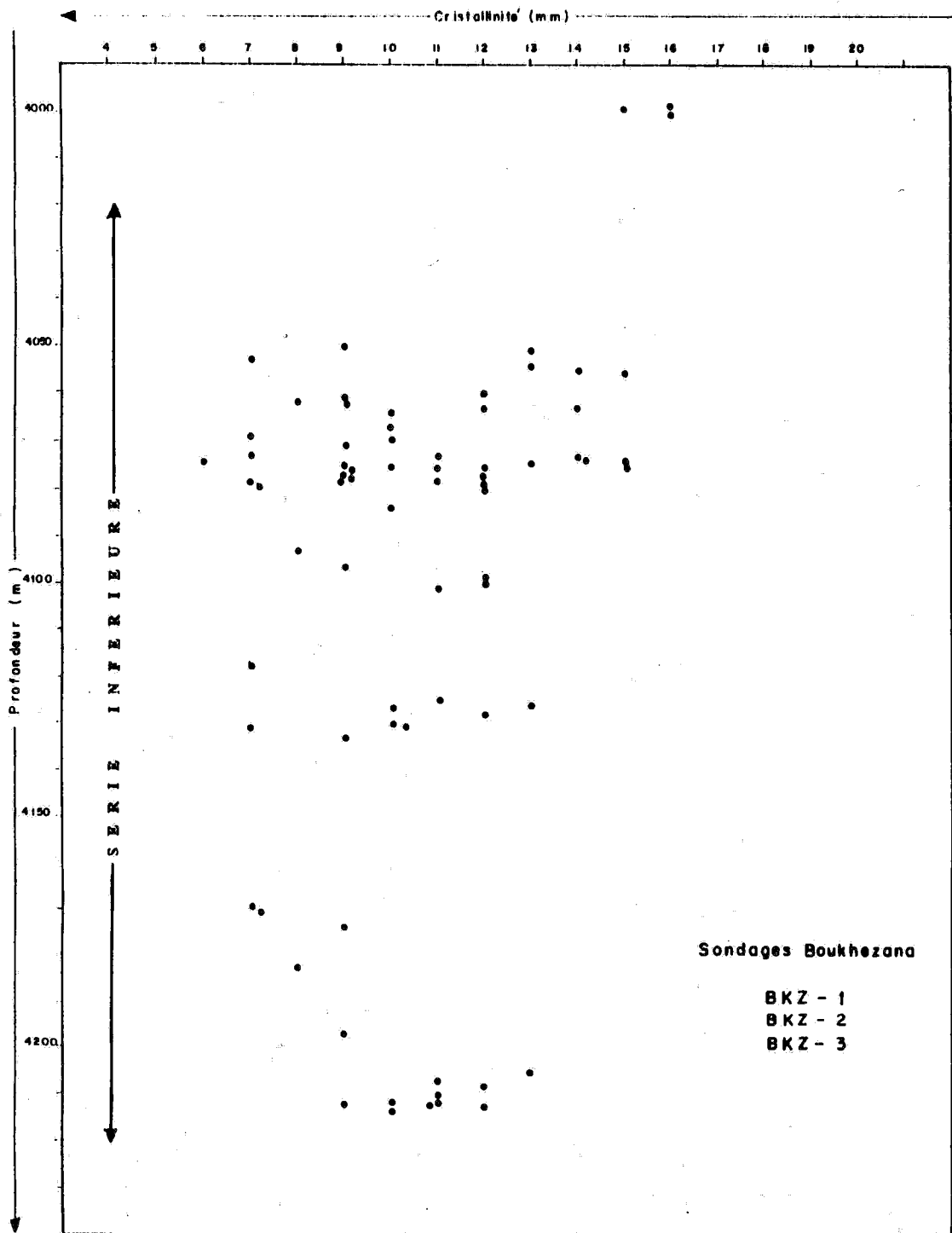
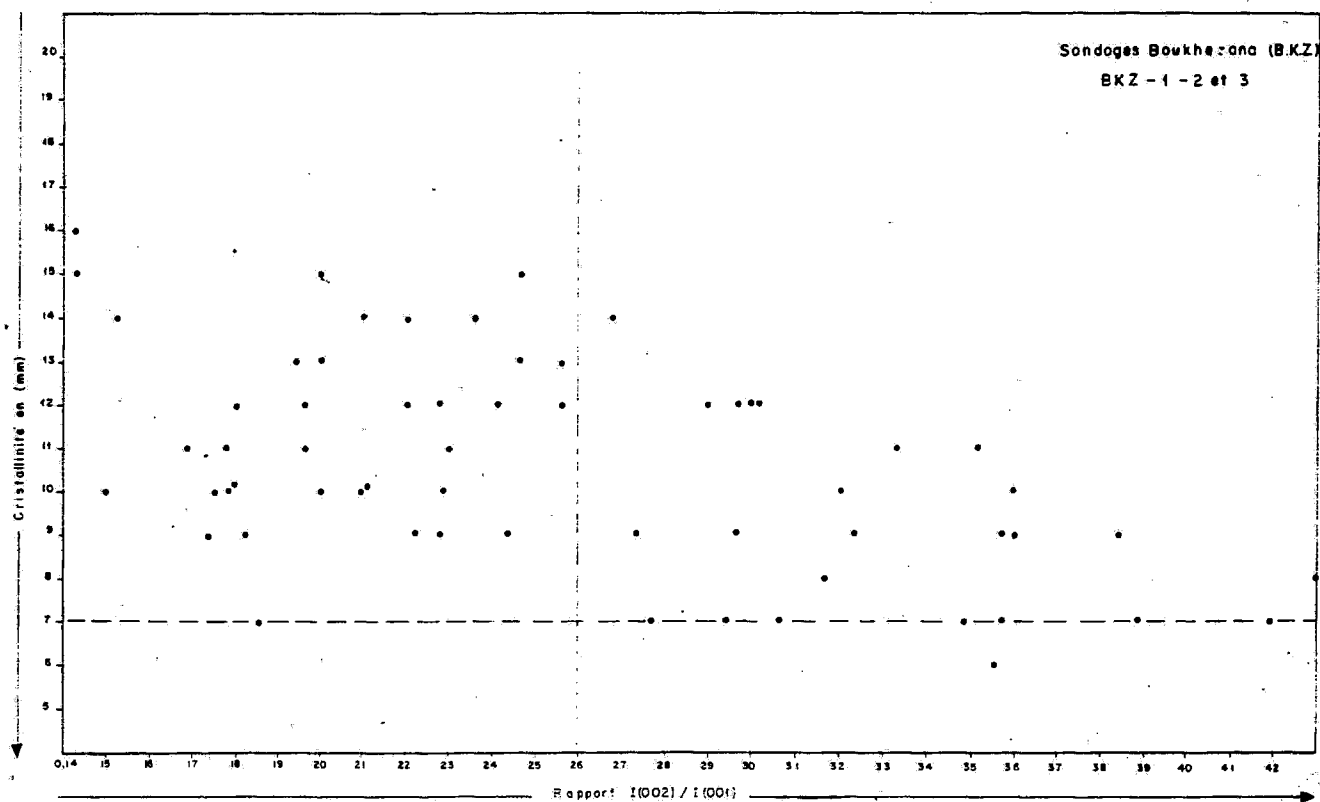


Fig. 11 - Evolution de la cristallinité des illites du Trias en fonction de la profondeur dans la structure de Boukhezana
Evolution of the Triassic illit crystallinity with the depth in the Boukhezana structure



**Fig. 12 - Relation entre la cristallinité des illites du Trias
et le rapport cristalchimique dans la structure de Boukhezana**
Relation between the Triassic illit crystallinity and the crystallochemical ratio in the Boukhezana structure

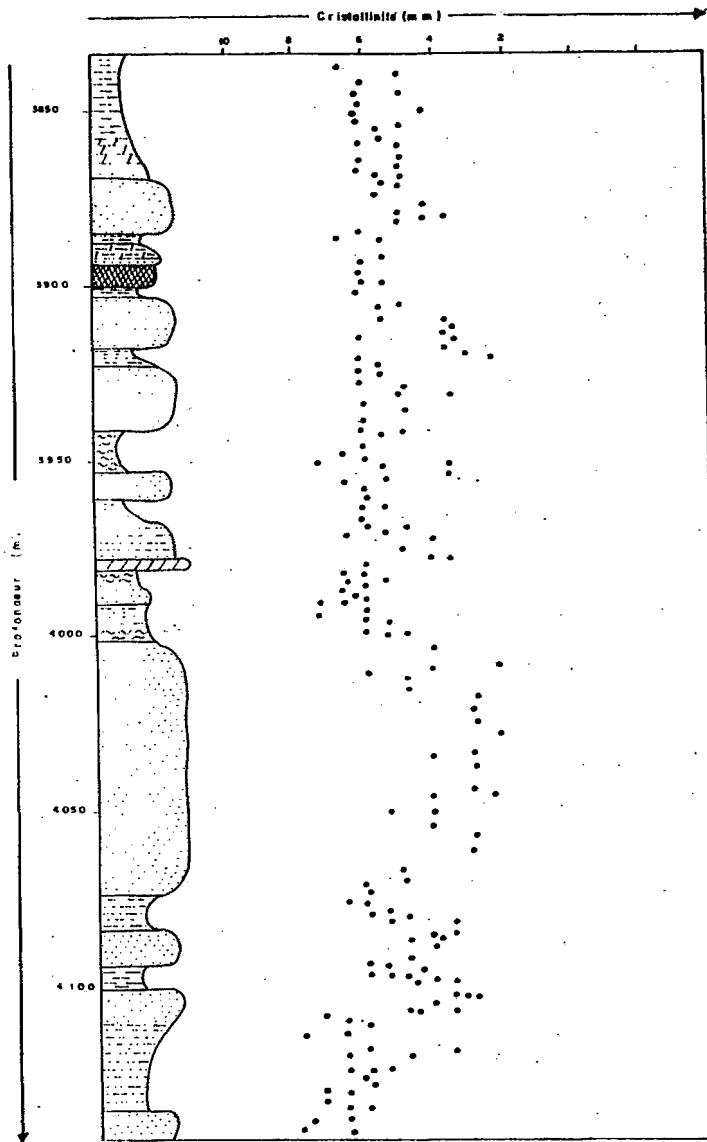


Fig. 13 - Evolution de la cristallinité des illites du Trias en fonction de la profondeur dans le sondage de P.A.1.
Evolution of the Triassic illit cristallinity with the depth in the well P.A.1

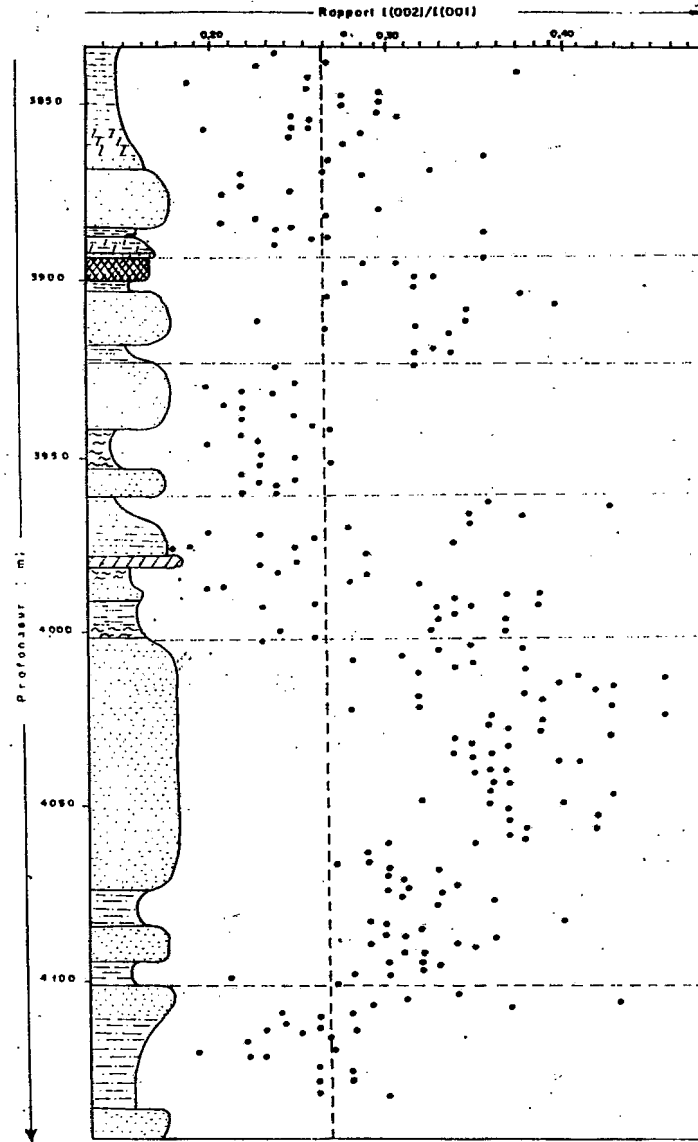


Fig. 14 - Evolution du rapport cristalochimique des illites du Trias en fonction de la profondeur dans le sondage de P.A.1
Evolution of the Triassic illit cristalochemical ratio with the depth in the well P.A.1.

- soit, dans les conditions d'altérations continentales au Trias, qui auraient été alors très peu dégradantes. La comparaison des données de cristallinités de ce sondage par rapport aux autres sondages voisins de la région montre que cette hypothèse ne tient que très difficilement;

- soit, dans un milieu géochimique de diagenèse favorable à la recristallisation;

- La prédominance des illites alumineuses dans le même sondage (P.A.1) en l'absence de la kaolinite et leur liaison au faciès gréseux. Est-ce une acquisition par héritage au moment de la sédimentation ou une transformation ?

Si on considère que les minéraux argileux du Trias sont hérités, il faut supposer que la composition des terres émergées et que le climat régnant également sur l'Eurafric favorisaient la chlorite aux dépens des autres minéraux. Il faut également supposer que la quantité de chlorite disponible sur le continent était suffisante pour former l'immense tonnage retrouvé dans les sédiments.

Si ces conditions sont remplies, le matériel apporté par les eaux à la mer était formé de tous les minéraux qu'on trouve dans les sédiments argileux: illite bien cristallisée et très dégradée, chlorite en gros cristaux et en particulier altérées. Tous ces minéraux auraient dû se déposer en vrac, tous mêlés les uns aux autres. Or ce que nous avons observé confirme qu'il n'en est rien :

- la distribution dans le temps et dans l'espace des illites alumineuses et des illites magnésiennes;

- les chlorites bien cristallisées se trouvent dans toutes les régions étudiées, même sur les bordures du bassin où elles devraient être absentes.

D'une manière générale dans la dépression de Oued Mya, la sédimentation semble homogène donc peu compatible avec un héritage obligatoirement varié, puisqu'il provient d'aires continentales diverses. On ne peut pas exclure l'héritage dans la sédimentation triasique puisque certains sondages confirment sa présence, mais ce n'est pas lui qui donne à la sédimentation son visage caractéristique.

- La composition minéralogique de la fraction argileuse à Boukhezana composée d'illite et de kaolinite à part égale (45%) et la prédominance d'illite alumineuse en présence de la kaolinite sont les deux traits de la minéralogie des argiles dans les forages de Boukhezana. La présence de kaolinite et la prédominance de l'illite alumineuse peuvent être interprétées comme la marque d'un héritage de minéraux pédologiques en milieux hydrolysants et lessivants soit comme le résultat de l'aluminisation d'illites ouvertes dans un milieu diagénétique riche en kaolinite.

Un phénomène comparable a pu être observé dans les grès de Messaoud, où le ciment argileux kaolinique, a évolué en dickite au cours de la diagenèse d'enfouissement (Kulbicki et Millot, 1960, Ferrero et Kubler, 1964, Cassan et Lucas, 1966) et puis une illitisation générale a pris place sous l'action des eaux salées interstitielles de la base du gisement.

Les interstratifiés sont les témoins des transformations (Dietrich Heling, 1974). Ces dernières passent par des édifices d'interstratifiés qui peuvent se former de deux façons

par lessivage partiel des feuillets d'un minéral, ou au contraire par remplissage partiel de ces mêmes feuillets sous l'influence du milieu géochimique. Les minéraux argileux ont une charpente silicatée; c'est la nature de ces ions et celles des ions interfoliaires qui donnent au minéral ses caractères propres; changer le nombre, la répartition et la nature de ces ions, revient à changer d'espèce minérale, à transformer un minéral en un autre.

Cette transformation peut se faire d'après Lucas (1962), à chaque période de l'évolution des silicates dans l'hydrosphère, en particulier pendant le dépôt dans le bassin de sédimentation même. Ce sont les transformations qui prédominent dans l'évolution de la fraction argileuse du Trias.

2 - Hassi R'Mel et Haoud Berkaoui

Les valeurs de cristallinité de l'illite montrent une évolution avec la profondeur dans les sondages de Hassi R'Mel malgré les variations de leur composition chimique, ceci peut s'expliquer par les phénomènes diagenétiques accélérés par des phénomènes thermiques de la dorsale (Kerdjidj et Benrabah, 1992), par contre dans les sondages de Haoud Berkaoui, elle se trouve bien cristallisée dans la série supérieure et ouverte dans la série inférieure, similaire à celle de boukhezana.

Les fortes cristallinités des illites rencontrées dans la série supérieure ne peut s'expliquer que comme le résultat de l'héritage d'argiles formés dans un climat peu dégradant. Les illites ouvertes par contre ne peuvent provenir que du Silurien ou du Dévonien altérées en climat dégradant. La rareté des illites alumineuses dans les grès peut admettre comme hypothèse plausible

l'absence de kaolinite dans le gisement de Berkaoui.

Egalement l'influence de l'andésite n'est pas exclue du processus de transformation des argiles. En effet l'abondance de la chlorite est sans doute en relation avec l'existence de l'andésite, source possible de magnésium ainsi que la variation de la composition chimique de la fraction argileuse dans les grès sous-jacents à la série andésitique causée par des circulations d'eau provenant de la série andésitique.

Pour conclure ce travail, nous dirons que les phénomènes qui ont contribué à la genèse de la fraction argileuse sont pour une large part, les transformations, l'héritage ainsi que, dans une moindre mesure, la diagenèse. Dans notre étude, si la diagenèse intervient dans l'élaboration des argiles du Trias, elle ne le fait que discrètement. En effet, les actions diagenétiques expliquent difficilement les alternances de zones à illites alumineuses et magnésiennes correspondant à l'alternance argile-grès dans le forage de P.A.1.

Bibliographie

- Brown G. 1955.** Intensities of 001 reflections of mica and chlorite-type structures. *Min. Mag.*, 30, p. 657-665.
- Cassan J.P. et Lucas J. 1966.** La diagenèse des grès argileux d'Hassi-Messaoud (Sahara): silicification et dickitisation. *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, Strasbourg, 19, p. 241 - 253.
- Dietrich Heling 1974.** Diagenetic alteration of smectite in argillaceous sediments of the Rhinegraben (SW Germany). *Sedimentology* (1974). 21, 463 - 472.
- Dunoyer de Segonzac G. 1964.** Les argiles du Crétacé supérieur dans le bassin de Douala (Cameroun): Problèmes de diagenèse. *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, Strasbourg, 17, p.287 - 310.

- Dunoyer de Segonzac G., Artru P. et Ferrero J. 1965.** Sur une transformation des minéraux argileux dans les «terres noires» du bassin de la durance influence de l'orogénie alpine. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 262, D, p.2409 - 2412.
- Dunoyer de Segonzac G. et Clauer N.1966.** Etude des minéraux argileux dans quelques forages du Tinrhert. *Rapport inédit, E.R.A.P.- Fac. Sci. Strasbourg*, 37p.
- Dunoyer de Segonzac G., Ferrero J. et Kubler B. 1968.** Sur la cristallinité de l'illite dans la diagénèse et l'anchimétomorphisme. *VII Congr. Inter. Sedim., Reading-Edimbourg, 1967* et *Sedimentology*, 10, p. 137 - 143.
- Esquevin J. 1969.** Influence de la composition chimique de l'illite sur leur cristallinité. *Bull. Centre Rech. Pau-S.N.P.A.*, 3, p. 147 - 154.
- Ferrero J. et Kubler B. 1964.** Présence de dickite et de kaolinite dans les grès cambriens d'Hassi-Messaoud. *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, Strasbourg, 17, p. 247 - 261.
- Kerdjidi M.K. et Benrabah B. 1992.** Paléogéothermie des dorsales Idjerane-M'Zab et Amguid El-Biod- Hassi Messaoud (Sahara central, Algérie). Relation avec la tectonique profonde de l'écorce. *Abstract, Symposium Intern. de Moscou*, Mai 1992.
- Kerdjidi M.K. et Benrabah B. 1993.** Relation entre la diagénèse minérale et organique à travers l'étude des argiles du Sahara (Algérie). *Cong. de I.A.S. Marrakech*, Avril 93, Abs. p. 213.
- Klingebiel A. et Latouche C. 1962.** Etude cristallographique des illites dans les séries éocènes du Bordelais. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 255, p. 142-144.
- Kubler B. 1964.** Les argiles, indicateurs de métamorphisme. *Rev. Inst. Fran. du Pétrole*, 19, p. 1093 - 1112.
- Kubler B. 1966.** La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme. *In: Coll. Sur les Etages Tectoniques*. A la Baconnière, Neuchatel, Suisse, p. 105 - 122.
- Kubler B. 1968.** Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. Etat des progrès réalisés ces dernières années. *Bull. Centre de Rech. Pau-S.N.P.A*, 2, p. 385 - 397.
- Kulbicki G. et Millot G. 1960.** L'évolution de la fraction argileuse des grès pétroliers cambro-ordoviciens du Sahara central. *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, Strasbourg, 13, p. 147- 156.
- Nagelschmidt G. 1937.** x -ray investigation on the clays. *Zeitschr. Krist.*, 97, p. 514 - 521.
- Pollastro R.M. and Barker C.E. 1986.** Application of clay Mineral, Vitrinite Reflectance, and Fluid Inclusion Studies to the Thermal and Burial History of the Pinedale Anticline, Green River Basin, Wyoming. *Societe of Economic Paleontologiss and Mineralogists. Special publication N°38*, pp. 73-83 June 1986. Tulsa, Oklahoma U.S.A.
- Weaver C.E. 1960.** Possible uses of the clay minerals in seach for oil. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 44, p. 1505 - 1518.
- Weaver C.E. 1961.** Clays minerals of the Ouachita structural belt and adjacent foreland. *In : The Ouachita System. The Univ. Texas Publ.*, 6120, Bureau Econ. Geol. Austin, p. 147 - 160.