

## **BULLETIN No 3/1970**

**SOMMAIRE :**

**Analyse des minéraux argileux du Grès Bigarré  
du sondage de Mersch**

**par A. M. FRANSOLET**

---

Ministère des Travaux Publics — Service Géologique  
Luxembourg

1970

## Avant-Propos

*En 1968 le Service Géologique a fait réaliser à Mersch un forage carotté d'une profondeur totale de 328 m. Ce forage débutait dans le Keuper à pseudomorphoses de sel et après avoir traversé les couches sous-jacentes du Trias le socle dévonien fut atteint à la profondeur de 315,35 m. Selon le Dr. Müller et le Dr. Klinkhammer de Sarrebruck qui ont bien voulu examiner la partie inférieure des carottes, ce forage aurait traversé le Grès Bigarré supérieur de 228,97 m à 312,05 m; entre 312,05 et 315,35 m il aurait rencontré des couches permo-triasiques (?).*

*La présente étude de A. M. Fransolet sur les minéraux argileux du Grès Bigarré du sondage de Mersch traite la partie du carottage située entre la profondeur 228,97 m et 315,35 m.*

*Nous remercions tous les collaborateurs et les membres de l'A.G.L. qui jusqu'à présent ont bien voulu nous aider dans l'examen des carottes du forage de Mersch.*

*Nous donnerons une description sommaire de la coupe ainsi que des résultats de ce forage dans un des prochains bulletins du Service Géologique.*

J. BINTZ

# Analyse des minéraux argileux du Grès Bigarré du sondage de Mersch

par A. M. FRANSOLET.

L'étude des minéraux argileux ne se limite pas à la simple définition de leurs associations trouvées à chaque niveau analysé.

Le problème génétique des minéraux argileux s'appuie sur la connaissance des faciès étudiés. C'est la raison pour laquelle l'analyse roentgenographique de la fraction argileuse est accompagnée d'un examen pétrographique préliminaire.

## I. Analyse pétrographique des roches du Grès Bigarré

L'examen pétrographique ne porte pas sur toute la lithologie de la coupe décrite par MM. MULLER et KLINKHAMMER mais se limite aux échantillons ayant fourni une fraction argileuse, aux roches présentant un aspect macroscopique particulier.

L'analyse des roches permet en outre de préciser les principaux lithotypes.

Le but recherché est d'abord de fixer, avec plus de précision, la nature minéralogique des constituants des roches du Grès Bigarré et ensuite, de fournir une description des structures et des textures des roches dont la fraction argileuse fait l'objet d'une étude minéralogique plus détaillée.

La classification lithologique adoptée est celle de P. MICHOT (1958), étoffée par l'addition de termes introduits par J. THOREZ (1969) complétant ainsi la classification des termes aréno-détritiques de P. MICHOT en y adjoignant en particulier l'élément carbonaté.

### 1. Analyse minéralogique des constituants des roches

#### a. Les éléments quartziques

Les roches du Grès Bigarré et du Permien (?) de Mersch contiennent essentiellement deux types de corpuscules de quartz détritiques:

- monocristallin à extinction franche;
- à extinction onduleuse.

Des inclusions fibroradiées de rutile ou des vermicules de chlorite sont parfois contenues dans ces plages de quartz.

#### b) Les débris de roches

La part prise par les *débris de roches* est importante. On les trouve sous forme de galets dans les poudingues francs mais également sous forme d'éléments de taille plus petite (100 microns) dans les roches plus fines.

Ce sont:

- des microgalets de quartzite passant, par une série d'intermédiaires, aux microgalets de psammites et de psammoschistes;
- des microgalets de pélites et de phyllades. Certains galets de pélites sont impressionnés par des corpuscules quartziques ou ont simplement flué dans les interstices.
- quelques microgalets de silexite, constitués d'un agrégat de plages de quartz xénomorphiques enchevêtrées les unes dans les autres, avec un contour sinueux contrastant avec le contour net des grains de quartz dans les galets quartzitiques.

#### c. Les carbonates

A la coloration sélective à l'Alizarine Red S, la calcite est absente; seule la dolomite est présente sous divers faciès:

- xénomorphique montrant la structure amoeboïde évoluant vers la structure poecilitique interstitielle et même poikilitique. Cette dernière est constituée de monocristaux de grande taille (0.4 à 0.7 mm) dans lesquels baignent des corpuscules détritiques;
- recristallisation sous forme de plages hyalines subrhomboédriques à rhomboédriques;
- microgalets à texture saccharoïde.

#### d. Les sulfates.

Le gypse, l'anhydrite et la barytine ont été reconnus dans les lames minces.

Le gypse assez fréquent, se présente sous forme de plages xénomorphiques hyalines dans les veinules et le ciment des poudingues. Il peut former un réseau de plages à texture chagrinée et à structure poecilitique interstitielle, voire même poikilitique. Il se trouve parfois en petits «nids» enserrés dans la dolomite.

L'anhydrite se rencontre dans les plages de dolomite à l'état résiduel et dans la masse de gypse, sous forme de petits cristaux hypidiomorphes.

La barytine est sporadique et peut accompagner le gypse, sous forme de cristaux hypidiomorphes, dans le ciment des poudingues.

#### e. Les minéraux accessoires.

Les phyllosilicates: Outre la matrice argileuse cryptogrenue constituant le liant des roches, la muscovite relativement fraîche et la chlorite, parfois à l'état de microgalets, apparaissent localement sans être abondantes.

Les feldspaths: Ils sont rares et de petite taille (60 à 100 microns). On peut reconnaître le plagioclase et le microcline.

Les grains de zircon et de tourmaline sont assez constants.

L'hématite participe parfois au ciment de la roche ou souligne la morphoscopie des corpuscules quartziques. Elle peut aussi se trouver

uniquement localisée dans les microgalets ou débris de roches (pélites ou psammites rouges.)

## 2. Définition des structures et des lithotypes

### a. La structure quartzitique.

Cette structure confère à la roche l'aspect d'une mosaïque; les grains relativement bien calibrés montrent une couronne d'accroissement secondaire, régulière, enserrant les grains et en parfaite continuité optique avec le nucléus. Elle caractérise seulement les *psammoquartzites* et les *microquartzites* francs constituant souvent les galets roulés des poudingues.

### b. La structure réticulo-jointive.

Lorsque la taille des grains varie entre 200 et 50 microns, un réseau argileux intergranulaire, local et discontinu, tempère la structure quartzitique. Ce sont les (*micro*)*psammitoquartzites* à structure réticulée naissante. Ce réseau argileux peut parfois s'accompagner de dolomite à structure amoéboïde ou de gypse poecilitique interstitiel.

### c. La structure réticulée.

Le liant argileux se répartit uniformément entre les corpuscules et forme un réseau de mailles isolant chaque élément du squelette corpusculaire. Suivant la granularité des éléments détritiques, c'est la classe des grès, des psammites et des micro-psammites.

Dans le Grès Bigarré de Mersch, les grès sont fréquents et caractéristiques par leur hétérogranularité et leur hétérogénéité. En effet, dans une même roche, la taille des grains peut varier entre 100 et 300 microns.

Outre les éléments quartziques, on trouve une variété assez grande de microgalets: pélitoschistes, microquartzites, silixites, quartz à chlorite vermiculaire et même dolomies à texture saccharoïde. Ces microgalets sont sertis dans un réseau de mailles, plus ou moins régulier et fin, constitué d'argile cryptogrenue, de dolomie et de gypse. Ces grès complexes répondent au nom de micro-conglomérats; quelques microconglomérats comprennent un pourcentage de grains de pélitoschistes dépassant 20 %; ils sont grauwochoïdes.

Les *psammites* sont aussi remarquables par leur fréquence et par la réticulation d'argile cryptogrenue mêlée à des plages de gypse poecilitique interstitiel et même poikilitique.

La dolomite peut aussi montrer de telles structures et former des cardes monocristallines de 300 à 400 microns où nagent des corpuscules détritiques. Si la dolomite intervient pour plus de 50 % dans le liant, la roche est un *dolpsammite*.

### d. La structure empâtée

Elle est rare dans les niveaux étudiés du Grès Bigarré de Mersch. Le liant argileux prend une place de plus en plus importante dans la roche isolant les corpuscules dans la masse de fond pélitique.

Un cas typique observé à Mersch, au sommet du Grès Bigarré, est celui d'un *microdolpsammoschiste* dans lequel la matrice pélitique est largement remplacée par la dolomite poïkilitique associée à un peu de gypse poecilitique interstitiel.

Une dolomie quartzifère a été rencontrée sous 313.25m (sommet du Permien?). Elle présente une texture saccharoïdale franche avec quelques formes (sub)rhomboédriques nettes. Le squelette détritique constitue 15 % de la roche et est figuré par des grains de quartz subanguleux et par des menus débris de roches. On retrouve dans les plages de dolomite et de gypse des anhydrites à contour très déchiqueté.

Cette étude pétrographique préliminaire conduit à une série de considérations intéressantes.

Parmi les corpuscules détritiques, parfois de petite taille (75 à 50 microns), l'analyse minéralogique a montré, outre la présence de quartz, celle, souvent abondante, de débris de roches, celle de chlorite relativement fraîche et une faible teneur en feldspaths détritiques.

Certains microgalets présentent la texture schisteuse propre aux phylades marquée par un alignement assez régulier de très fines paillettes de muscovite bien cristallisée.

L'abondance de dolomite et de gypse, déjà signalée par MULLER et KLINKHAMMER, constitue un caractère pétrographique notable du Grès Bigarré.

La matrice pélitique (argile cryptogrenue) est éventuellement mêlée de dolomite et de gypse; elle joue un rôle important dans la définition des structures des roches du Grès Bigarré. Pour cette partie du sondage, MULLER et KLINKHAMMER ont décrit une grande variété de grès fins argileux et silteux. La structure réticulée domine donc, conduisant aux grès microconglomératiques et aux psammites alors que les structures empâtée et réticulojointive sont peu fréquentes et la structure quartzitique absente.

## II. Analyse roentgenographique des minéraux argileux

### 1. Méthode d'études de la fraction argileuse.

La diffractométrie X est la technique la mieux appropriée pour identifier les minéraux argileux. C'est la fraction inférieure à 2 microns qui a été étudiée après avoir été extraite des matériaux bruts suivant la chaîne de préparation: broyage, mise en suspension, séparation granulométrique par sédimentation et centrifugation. La solution défloculée contenant la fraction inférieure à 2 microns est mise à sécher sur lame de verre à la température ambiante du laboratoire. Les particules se déposent suivant le plan (001) ce qui permet d'enregistrer des diffractogrammes X d'agrégats orientés. Les lames ont séjourné ensuite en atmosphère à humidité de 45 % RH.

Les échantillons calcaireux ou dolomitiques ont été préalablement décarbonatés par attaque à l'acide chlorhydrique 0.2 N à froid puis lavés pour éliminer les ions  $Cl^-$ . Le gypse a été éliminé par lavages répétés à l'eau distillée bouillante.

La lame portant l'agrégat orienté subit trois tests classiques.

#### a/ Echantillon naturel (N)

Sans traitement supplémentaire, la lame est irradiée dans le domaine angulaire  $2^\circ 2\theta$  -  $40^\circ 2\theta$ . On obtient ainsi l'enregistrement du profil (001) du minéral.

#### b/Echantillon glycolé (G)

La même lame est placée dans une enceinte saturée en vapeurs d'éthylène-glycol pendant 24 heures. Ce test permet, lors de l'enregistrement, de rendre compte de la présence ou de l'absence de minéraux (ou de feuillettes) ayant la propriété de «gonfler».

#### c/ Echantillon chauffé (Q)

La lame orientée est progressivement portée au four à une température de  $490^\circ C$  pendant 2 heures. Refroidie dans l'enceinte du four, elle est transférée ensuite dans un dessiccateur pour empêcher une éventuelle réhydratation. Le test du chauffage complète l'identification de certains minéraux dont la propriété se modifie par élévation de température: écrasement de l'empilement structural (déplacement ou disparition des réflexions harmoniques) ou destruction du réseau.

### 2. Description des minéraux argileux.

L'identification d'un minéral est fournie par l'interprétation des diffractogrammes N, G et Q des agrégats orientés où seules apparaissent les réflexions de la série (001).

En général, la réflexion (001) de l'échantillon N peut à elle seule fournir la nature du minéral.

Le comportement au glycol et au chauffage des minéraux argileux simples permet de les différencier entre eux sur la base des modifications intervenant dans le réseau.

Le cortège des minéraux argileux du Grès Bigarré de Mersch est simple: illite ouverte ou bien cristallisée, nettement prédominante sur une chlorite souvent ferreuse.

#### a / L'illite

L'illite est le seul minéral argileux à posséder une réflexion (001) à 10 Å importante. Les ordres successifs (001) de ce minéral ne s'altèrent ni au glycol, ni au chauffage. Cependant, par rapport à la muscovite, l'illite présente un degré moindre de cristallinité; ceci se traduit sur le diffractogramme par un élargissement à la base des réflexions.

Il existe des critères de distinction dans les illites détritiques depuis des illites intactes (illites fermées) jusqu'aux illites dégradées (illites «ouvertes»).

Les illites fermées sont caractérisées par des réflexions (001) à 10 Å et (003) à 3.33 Å assez aiguës et relativement symétriques.

Suivant l'état de dégradation de l'illite, on voit apparaître une asymétrie plus ou moins importante se marquant d'une part, sur la réflexion (001), du côté des petits angles et d'autre part, sur la réflexion (003), du côté des grands angles.

Dans le cas des illites ouvertes, LUCAS (1963) a reconnu, dans le cas d'asymétrie prononcée, les types suivants:

I<sub>V</sub>: L'asymétrie de la réflexion (001) subsiste au glycol mais disparaît au chauffage: la réflexion (001) devient étroite et symétrique. Il y a là une analogie avec le comportement des vermiculites.

I<sub>C</sub>: L'asymétrie de la réflexion (001) subsiste après chauffage. Il y a une analogie avec le comportement de la chlorite dont le feuillet élémentaire à 14 Å est stable au glycol et au chauffage.

I<sub>M</sub>: L'asymétrie de la réflexions à 10 Å s'intensifie au glycol et disparaît au chauffage. Certains feuillets de l'illite gonflent au glycol et s'écrasent au chauffage comme le fait la montmorillonite.

L'analyse détaillée de la phase argileuse du Grès Bigarré a permis de distinguer deux types d'illites.

A côté de l'illite fermée, il n'existe pas de cas d'illite typiquement ouverte au sens où l'entend LUCAS (1963). Ce sont davantage des illites à pic large; on peut y suivre, grâce aux divers traitements (G et Q) des modifications dans l'allure des réflexions les rapprochant des types I<sub>V</sub> et I<sub>M</sub>. Ces types d'illites à pic large ainsi reconnus sont désignés par les symboles I«V» et I«M».

La preuve de l'absence d'illites typiquement ouvertes est renforcée par la mesure d'un paramètre simple: la largeur de la réflexion (001) à mi-hauteur. Cette mesure a permis à LUCAS (1968) de qualifier les illites:

- illite à pic aigu:  $l = 3 \text{ mm}$
- illite à pic large:  $l = 6 \text{ mm}$
- illite ouverte:  $l = \text{ ou } > 10 \text{ mm.}$



A Mersch, sur l'épaisseur du Grès Bigarré, la largeur de la réflexion (001) des illites, mesurée à mi-hauteur, fluctue entre 2 et 6 mm.

Il s'agit donc bien d'illite fermée et d'illite à pic large.

#### b / La chlorite

La présence de chlorite est établie par la réflexion (001) à 14 Å stable aux différents traitements mais surtout par la réflexion (003) à 4.7 Å.

Dans le cas de mélange chlorite-kaolinite, les réflexions (001) de la kaolinite à 7.1 Å (001) et 3.57 Å (002) viennent se superposer aux réflexions d'ordre pair 7 Å (002) et 3.53 Å (004) de la chlorite. Après chauffage, ces dernières réflexions disparaissent du diffractogramme pour une kaolinite.

Une attaque à l'acide chlorhydrique 2N à chaud effectué sur plusieurs échantillons et y détruisant la chlorite n'a pas révélé la présence de kaolinite. De plus, le doublet 3.53-3.57 Å rendant compte parfois de la présence simultanée des deux minéraux n'a jamais été observé.

La qualité «ferreuse» qui caractérise les chlorites du Grès Bigarré est déduite de l'augmentation de l'intensité de la réflexion à 14 Å après chauffage.

Il est à noter que les chlorites rencontrées au cours de l'analyse ne manifestent pas de caractère de dégradation. Leurs réflexions sont relativement aiguës et, même dans le cas de traces, ces réflexions rendues assez fines après chauffage, se marquent au-dessus du fond continu du diffractogramme.

### 3. Les associations des minéraux argileux dans le Grès Bigarré de Mersch.

Deux types d'associations simples ont été observés dans le Grès Bigarré. Il s'agit de l'illite seule ou de l'illite accompagnée de chlorite de type ferreux (fig. 1.) L'illite est le minéral prédominant, présent à tous les niveaux étudiés. Mesurée en fonction de l'intensité de la réflexion principale (001) à 14 Å par rapport à l'intensité de la réflexion (001) de l'illite, la proportion relative en chlorite n'est guère élevée: elle n'excède pas 20 %.

La répartition des minéraux argileux dans le Grès Bigarré de Mersch a permis une subdivision en quatre zones:

- de 316.50 à 284 m: illite assez fermée, accompagnée de chlorite en proportion variable.
- de 284 à 271 m: zone à illite seule, à pic large, qualifiée de I<v> ou I<M>.
- de 271 à 249 m: illite à pic aigu avec une teneur relativement constante en chlorite de 20 %.
- de 249 à 229 m: zone à illite de type I<v> ou I<M> avec plus ou moins de 10% en chlorite.

L'examen de la répartition des minéraux argileux dans le Grès Bigarré (fig. 2) montre ainsi:

- la présence et l'abondance de l'illite;
- la relation entre teneurs maximum en chlorite ferreuse et le niveau conglomératique.

Pour mieux saisir encore la répartition assez monotone et les variations de type d'illite, nous avons eu recours à la mesure de divers paramètres.

Le rapport de l'intensité de la réflexion (001) sur l'intensité de la réflexion (002) de l'illite peut être un indicateur précieux sur la nature chimique de celle-ci. En effet, KLINGEBIEL et LATOUCHE (1962) ont montré que des valeurs des rapports inférieures à 3 correspondaient aux illites alumineuses alors que celles supérieures à 3 étaient propres aux illites ferreuses. La figure 3 montre, en colonne I, que les valeurs trouvées à Mersch sont généralement supérieures à 3 sauf au niveau de tonstein signalé par MULLER et KLINKHAMMER où le rapport vaut 1.5.

Le rapport A/B (fig. 4), introduit par WAEVER (1960) pour exprimer le degré de cristallinité de l'illite, a fourni une série de valeurs; celles-ci portées en diagramme (fig. 2), donnent une courbe dont les variations sont en relation assez étroite avec la granulométrie des roches.

L'illite relativement bien cristallisée se rencontre dans les épisodes conglomératiques alors que, dans les roches les plus fines et silteuses, elle apparaît plus dégradée.

Cette répartition en fonction des différents faciès est une fois de plus confirmée par les valeurs observées pour la largeur de la réflexion (001) à mi-hauteur. Les variations de cette courbe (colonne II, fig. 3.) montrent bien que les illites à pic aigu sont propres aux niveaux de conglomérats et que les illites à pic large caractérisent les roches de granularité plus fine.

Compte tenu de cette observation, une étude plus détaillée encore de l'illite a été faite. Une poudre d'illite à pic aigu et une poudre d'illite à pic large ont été soumises au rayonnement X dans l'intervalle angulaire de  $2^{\circ} 28' - 40^{\circ} 28'$  et de  $55^{\circ} 28' - 65^{\circ} 28'$ .

Les deux diffractogrammes ainsi obtenus ont fourni les réflexions résultant d'un mélange d'illite  $2M_1$  et  $1M$ . La poudre d'illite à pic aigu prélevée dans les roches conglomératiques est le mélange où l'illite  $2M_1$ , proche d'une muscovite, est prédominante. La phase  $1M$  ou illite dégradée domine dans la poudre d'illite à pic large, propre aux roches plus fines.

### III. Conclusions concernant la répartition des minéraux argileux

L'origine de l'illite et de la chlorite, observées dans le Grès Bigarré de Mersch, montre que ces deux minéraux accompagnent les roches détritiques et sont donc hérités du continent.

La répartition des illites dans le Grès Bigarré de Mersch apporte un élément supplémentaire. Souvent, quand les roches s'affinent et que le faciès présente davantage des caractères de milieux marins, on assiste au rajeunissement des illites. Or, ici à Mersch, il a été démontré que l'illite à pic aigu ou bien cristallisée était plus abondante dans les conglomérats tandis que l'illite dégradée se présentait en grande partie dans la fraction argileuse des psammites.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette relation.

On pourrait d'abord admettre l'existence de deux sources différentes intervenant à des moments différents. L'une fournirait les conglomérats et les illites fermées pendant une certaine période alors que l'autre source, mieux «lessivée», riche en sédiments fins et en illite dégradée, déterminait la nature des apports au cours de la période suivante et ainsi de suite. Cette première hypothèse est sujette à caution car le sondage de Mersch n'est qu'un point d'observation dans le bassin du Buntsandstein; de plus, nous ne possédons pas d'éléments relatifs aux sources et aux directions de courants qui auraient influencé la sédimentation durant cette période.

La deuxième hypothèse est d'admettre l'existence d'une source unique. Les matériaux en dériveraient et subissaient des périodes d'érosion plus ou moins intenses. Dès lors, dans les conglomérats, les illites fermées correspondraient à des vitesses d'érosion et de transport rapides, agissant au cours de périodes où l'altération mécanique du continent prenait le pas sur l'altération chimique. Les roches fines, contenant les illites dégradées, appauvries en potassium, se seraient ensuite déposées au cours de périodes où l'altération chimique était plus énergique, l'érosion et le transport s'effectuant plus lentement.

Ces considérations montrent que, grâce aux différents types d'illites, on peut saisir, d'une manière plus précise, les conditions suivant lesquelles les minéraux argileux hérités se sont déposés dans le bassin du Buntsandstein supérieur de Mersch. Ces considérations permettent de nuancer la minéralogie des argiles dont l'association de base est l'illite accompagnée de faibles proportions de chlorite.

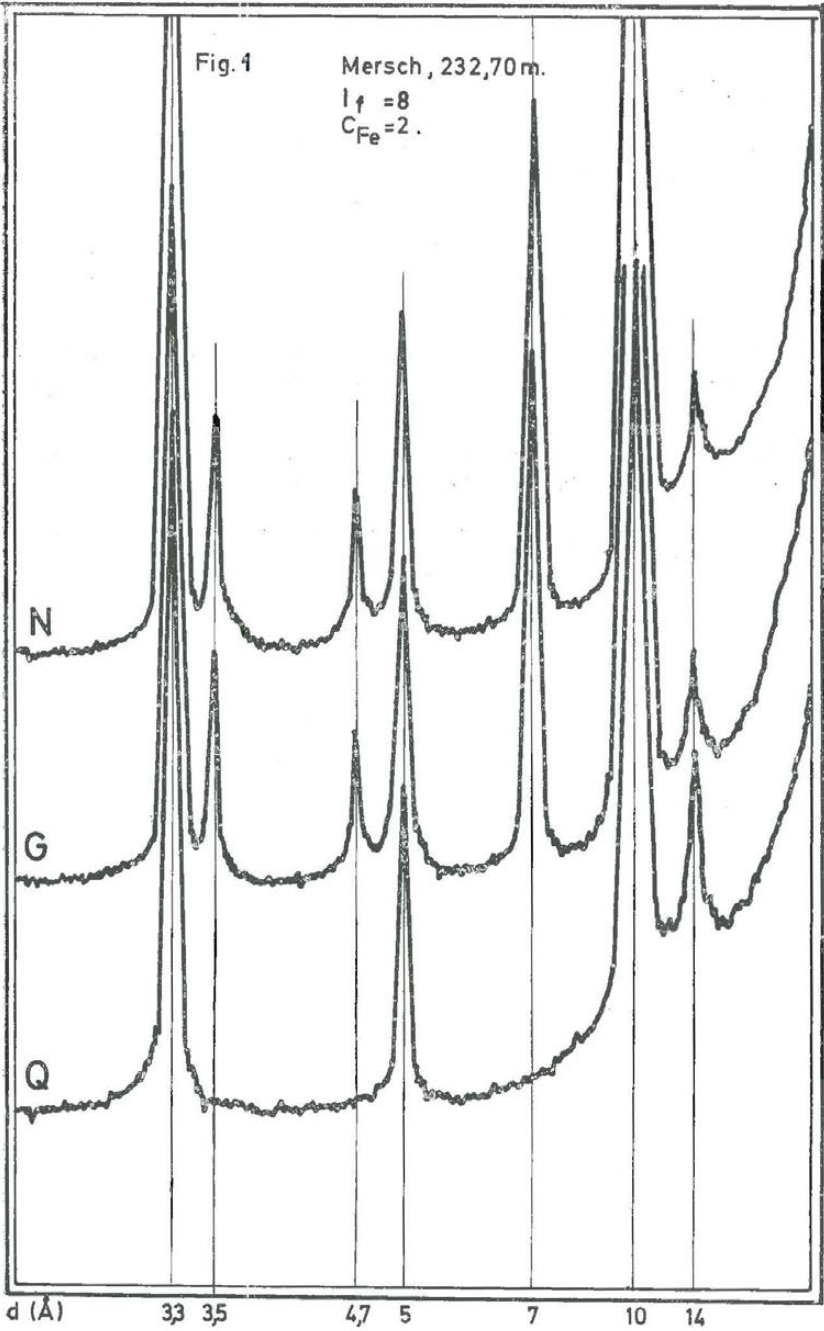
Enfin, la présence d'illite et de trace ou de faibles proportions de chlorite, l'absence de kaolinite et de montmorillonite sont propres aux grandes séries rouges.

«Laboratoire des Argiles  
Institut de Minéralogie  
Université de Liège.»

*Analyse des minéraux argileux du Grès Bigarré du sondage de Mersch*

*Bibliographie.*

- KLINGEBIEL A. et LATOUCHE (1962) – Etude cristallographique des illites dans les séries éocènes du Bordelais. C.R. Acad. Sc. Paris, T. 255, p. 142-144.
- LUCAS J. (1963) – La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etudes sur les argiles du Trias. Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., No 23, 202 p.
- MICHOT P. (1958) – Classification et terminologie des roches lapidifiées de la série psammito-pélique. Ann. Soc. Géol. Belg., T. 81, p. B 311-342.
- THOREZ J. (1969) – Sédimentologie du Famennien supérieur dans le synclorium de Dinant (Belgique). Thèse de doctorat. (inédit).
- WEAVER C. E. (1960) – Possible uses of clay minerals in search for oil. Clays and Clay Min., 8th nat. conf., p. 214.



# Répartition des minéraux argileux dans le Grès Bigarré de Mersch

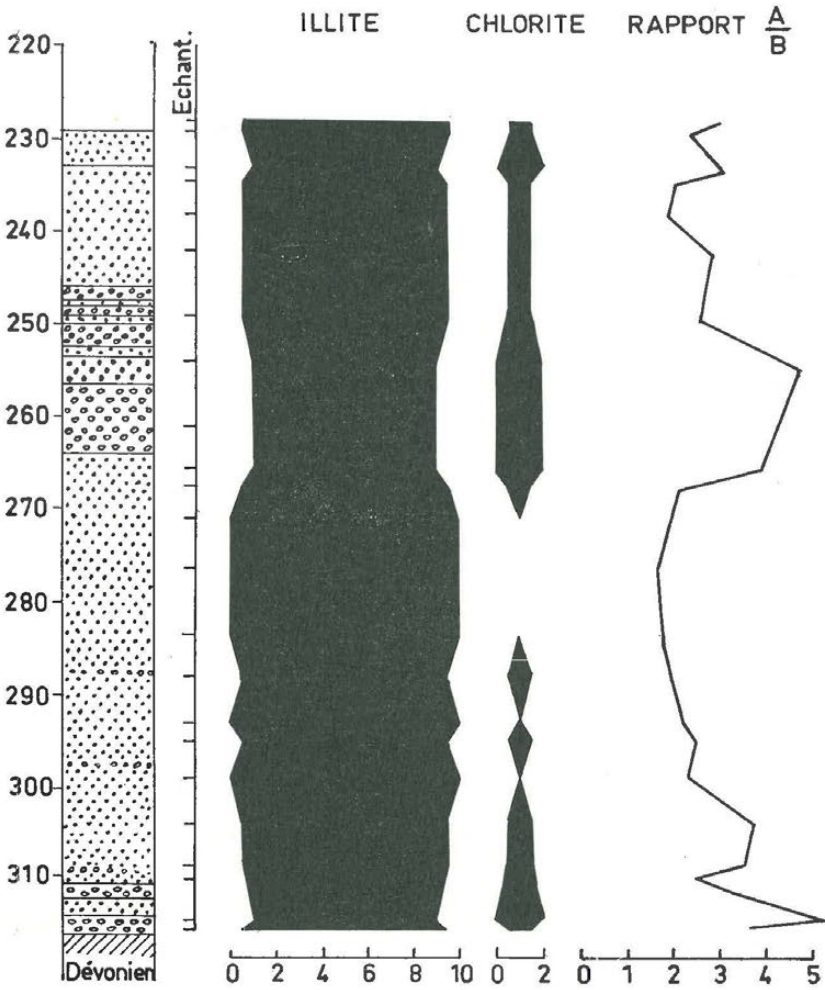


fig. 2

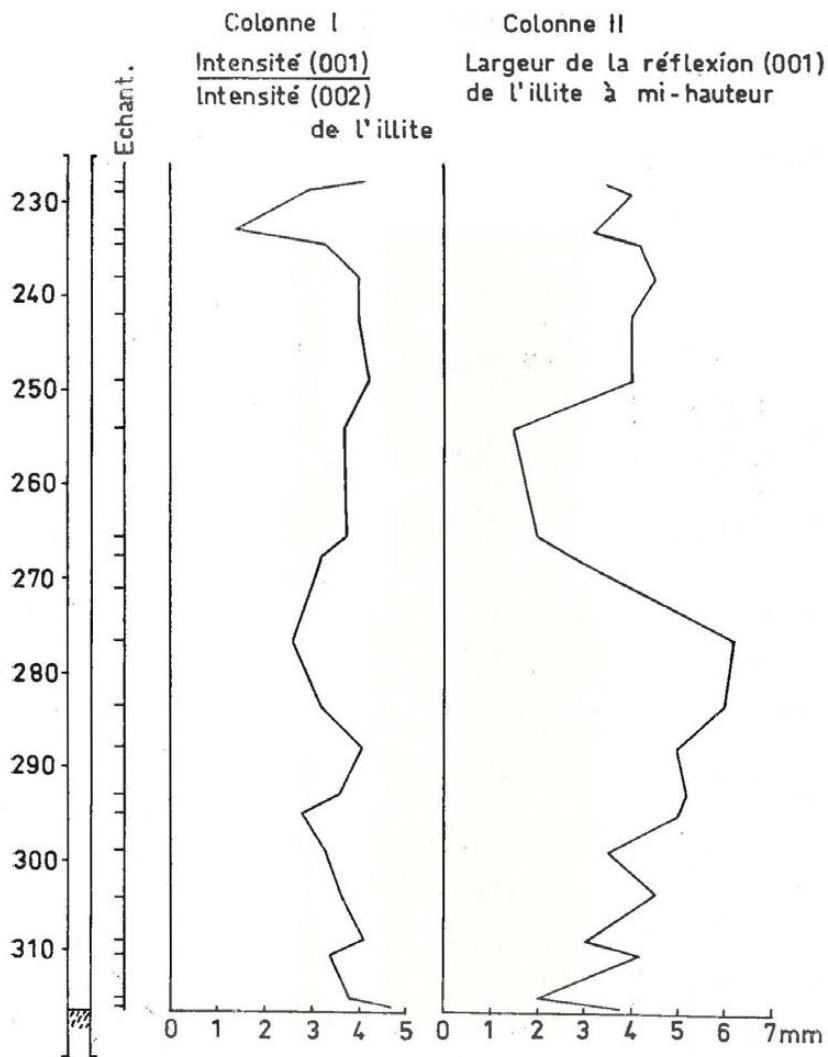


Fig. 3

FIG. 4  
MESURE, SUR UN DIFFRACTOGRAMME  
D'ILLITE, DU RAPPORT A/B.  
(WEAVER, 1960)

