

ROYAUME DE BELGIQUE
—
MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES
ADMINISTRATION DES MINES – SERVICE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE
—
13, rue Jenner – 1040 Bruxelles
—

Etude sédimentologique du Dévonien moyen du sondage de Boussu

(HAINAUT-BELGIQUE)

par

Michel ERRERA

Pl. Saint-Ghislain 150 E n° 386 (IV b)

PROFESSIONAL PAPER 1976 N° 2

Djorgje

ROYAUME DE BELGIQUE
—
MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES
ADMINISTRATION DES MINES – SERVICE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE
—
13, rue Jenner – 1040 Bruxelles
—

Etude sédimentologique du Dévonien moyen du sondage de Boussu

(HAINAUT-BELGIQUE)

par

Michel ERRERA

Pl. Saint-Ghislain 150 E n° 386 (IV b)

PROFESSIONAL PAPER 1976 N° 2

SERVICE GEOLOGIQUE DE BELGIQUE - PROFESSIONAL PAPER 1976/2.

PL. SAINT-GHISLAIN - 150 E, n° 386 (IVb)

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DU DEVONIEN MOYEN DU SONDRAGE DE BOUSSU

(HAINAUT - BELGIQUE)

par Michel ERRERA (°)

(avec trois figures dans le texte et quatre planches hors-texte).

(°) Institut des Sciences géologiques, Service et Laboratoire de Géologie
et de Paléontologie stratigraphique, Université Libre de Bruxelles,
Avenue Franklin D. Roosevelt 50, 1050 BRUXELLES - BELGIQUE

RESUME

L'évolution des séquences du Dévonien moyen du sondage de Boussu (Mons) est similaire à celle des séquences du Groupe de Givet au Mont d'Hours à Givet, ce qui permet de reconnaître vingt-cinq des trente-deux phases majeures du Groupe de Givet. Des failles suppriment les phases vingt-deux à vingt-huit et le sommet de la trente-deuxième. Une faille inverse provoque la répétition partielle des phases vingt-neuf et trente.

SAMENVATTING

De evolutie der midden Devoon sequenties van de boring te Boussu (Mons) is gelijkaardig aan deze der Groupe de Givet sequenties van de Mont d'Hours te Givet, dit laat toe vijfentwintig van de tweeëndertig voornaamste fasen der Groupe de Givet terug te vinden. Breuken maken dat de fasen tweeëntwintig tot achtentwintig en de top van de fase tweeëndertig ontbreken. Een tegengestelde verschuiving veroorzaakt een gedeeltelijke herhaling van fase negenentwintig en dertig.

ABSTRACT

The evolution of the middle Devonian sequences of the Boussu (Mons) borehole is similar to that of the sequences of the Groupe de Givet of the Mont d'Hours at Givet, this allows to recognize twenty-five of the thirty-two of the Groupe de Givet major phases. Faults suppress phases twenty-two to twenty-eight and the top of the thirty-two. A reverse fault cause the partial repetition of the phases twenty-nine and thirty.

REMERCIEMENTS

Je remercie MM. P. DUMONT et M. MAMET qui ont relu le manuscrit et m'ont fait part de leurs critiques. Je suis aussi reconnaissant à la direction du Département Exploration & Production de la PETROFINA qui m'a autorisé à utiliser le programme de tracé de stamper, l'ordinateur et la table traçante de la Société.

Le sondage de Boussu, situé entre Mons et Valenciennes au Sud de la partie orientale du Massif de Boussu, traverse de haut en bas, selon L. DEJONGHE (1973) : des terrains de recouvrement quaternaires et secondaires, les Schistes du Saint-Homme attribués au Siluro-Ordovicien, un poudingue et une unité carbonatée d'âge dévonien moyen, des schistes et grès carbonifères séparés des couches sus-jacentes par la faille de Boussu (Fig. 1).

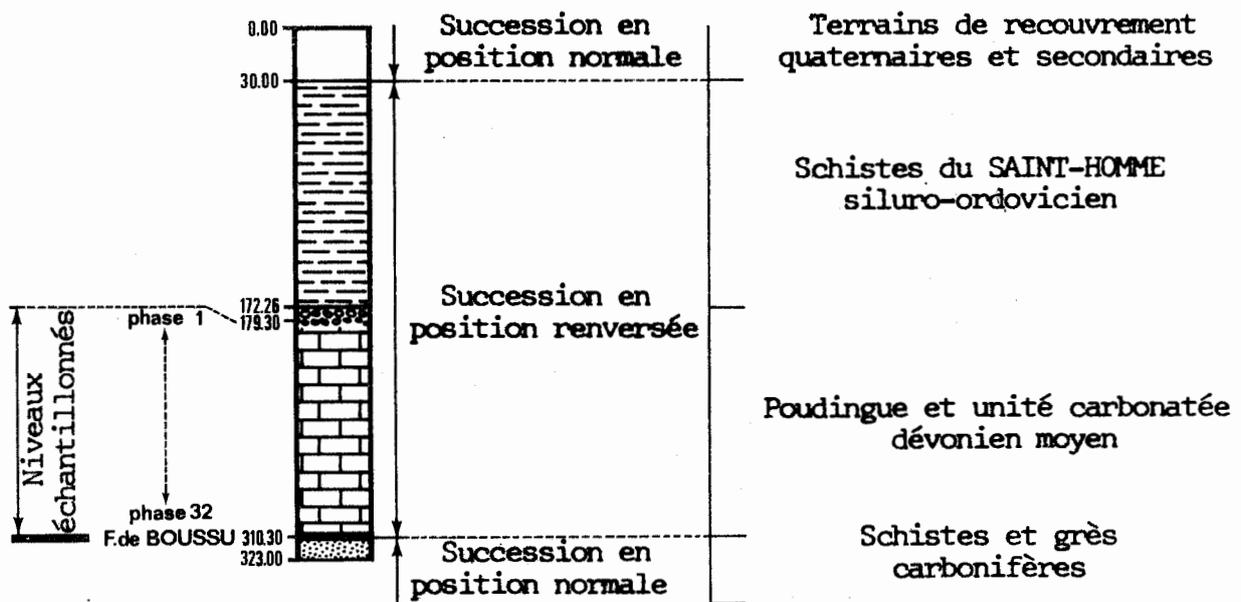


Fig. 1 : Schéma du sondage de Boussu.

Des échantillons ont été prélevés, tous les cinquante centimètres environ, entre les cotes 179,30 et 310,30 m. Une ou plusieurs lames minces y ont été taillées - il y en a deux cent quatre-vingt deux en tout - et, parallèlement, une analyse calcite-dolomite-insolubles a été effectuée au manocalcimètre. Les échantillons et les lames sont déposés au Service et Laboratoires de Géologie et de Paléontologie stratigraphiques de l'Université Libre de Bruxelles, où ils portent le numéro 5174.

La description lithologique macroscopique est reprise de la publication de L. DEJONGHE (1973), ainsi que l'étude des sédiments compris entre les cotes 172,26 m et 179,30 m.

Nous suivons A. LOMBARD (1956, pp. 270 - 273, pp. 284 - 285, fig. 144 p. 548) pour la définition de la série virtuelle locale et des différents termes qui se rapportent à l'analyse séquentielle. Nous adoptons la terminologie des éléments figurés de Cl. MONTY (1963, pp. B 94 - B 103).

Nous choisissons une série virtuelle locale composée de neuf termes. L'analyse des séquences montre qu'elles sont très similaires à celles observées dans la coupe du Mont d'Hauris à Givet par M. ERRERA, B. MAMET et P. SARTENAER (1972, pl. I, pl. II col. VI et VII, pp. 51 - 52).

I. SERIE VIRTUELLE LOCALE

La série virtuelle locale se compose de termes allant des conglomérats aux dolomies (fig. 2), se succédant dans l'ordre normal de la série détritiques-éaporites définie par A. LOMBARD (1956, p. 271) et correspondant, pour la partie carbonatée, au modèle des séries de plateforme épirogénique décrit par M.L. IRWIN (1965, pp. 450 - 454) et modifié par R.C. SELLEY (1970, pp. 135 - 136). Pour la partie D - I, elle est semblable à la succession établie indépendamment par B. MAMET (1972, pp. 283 - 284) dans le Carbonifère des cordillères américaines. Elle diffère du modèle proposé par M. ERRERA, B. MAMET et P. SARTENAER (1972, p. 39) en ce qu'il n'existe ni biostrome, ni milieu péri-récifal et que l'on passe d'un milieu marin franc à une lagune par l'intermédiaire d'une zone barrière non corallienne.

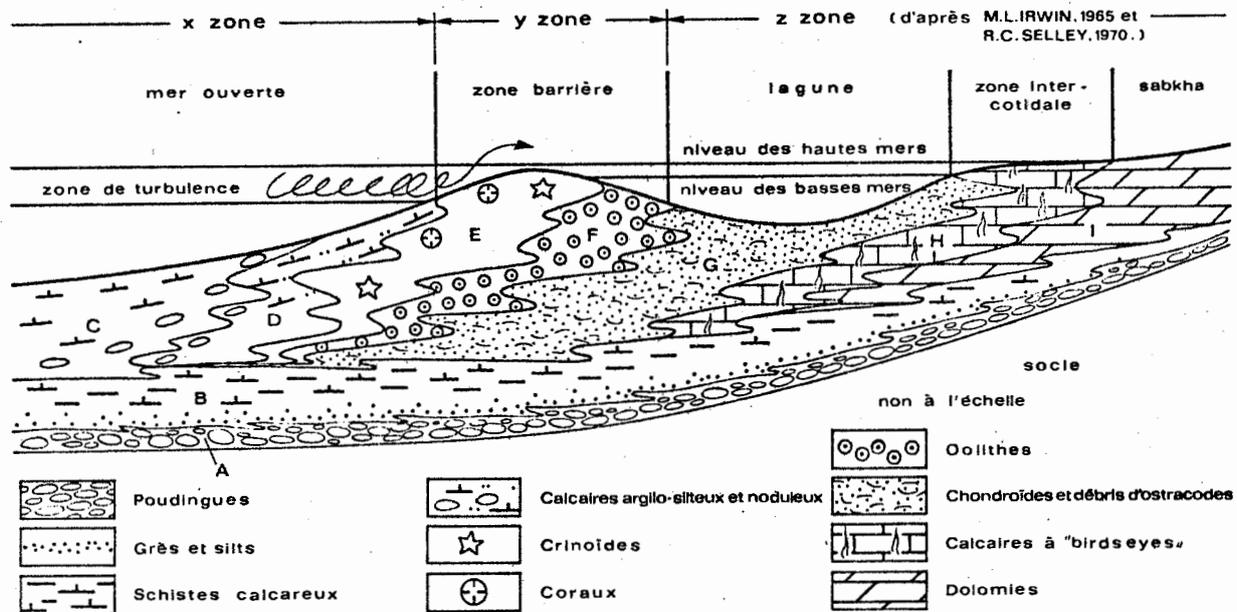


Fig. 2 : Reconstitution du milieu de dépôt du Dévonien moyen du sondage de Boussu.

A. CONGLOMERATS

Ce terme ne se rencontre qu'à la base de l'unité carbonatée entre 172,26 m et 175,55 m. Il s'agit, selon L. DEJONGHE (1973, pp. 14 - 25), d'un poudingue polygénique peu épais, dont, faute de contact visible, il n'a pu définir les relations avec les Schistes du Saint-Homme stratigraphiquement sous-jacents. Cependant, il est très vraisemblable qu'il y ait une discordance, comme l'a signalé A. DUMONT (1848, pp. 487-492) au puits Saint-Homme.

Les relations avec l'unité carbonatée stratigraphiquement sus-jacente ne sont pas mieux définies. L. DEJONGHE (1973, p. 27) y signale un mince banc de poudingue entre 177,15 m et 177,25 m.

Nous considérons (voir page 10) ces poudingues comme des conglomérats de transgression.

B. GRES, SILTSTONES ET SCHISTES CALCAIRES

Nous regroupons dans ce terme toutes les roches dont la teneur en insolubles est supérieure à 50 %, à l'exception des dolschistes placés dans le neuvième terme. Ces roches qui se présentent en couches minces (selon la terminologie de R.L. INGRAM, 1954) bien stratifiées, à stratification interne (litage) usuellement visible et souvent entrecroisée, se rencontrent plus particulièrement dans le sondage entre les cotes 197,95 m et 212 m. Les traces de bioturbation sont fréquentes. La proportion des grains de quartz dépasse 20 %. Ceux-ci se concentrent dans la fraction silteuse et atteignent parfois la taille qui est la leur dans les sables fins (dans l'échelle de Wentworth). Dans ce dernier cas, ils ont un arrondi et une sphéricité comprise entre 0,5 et 0,7 (d'après la charte visuelle de W.C. KRUMBEIN et L.L. SLOSS, 1951, fig. 4 - 9); quelques-uns sont presque sphériques. Les grains de feldspath et les paillettes de muscovite sont rares, la tourmaline et le zircon ne s'observent qu'exceptionnellement. Les argiles sont très abondantes. Les débris de Crinoïdes, de coquilles et de valves d'Ostracodes sont rares. On observe plus fréquemment des débris de végétaux.

Ces dépôts traduisent un milieu de faible profondeur sur la plate-forme continentale, dans lequel l'apport de sédiments terrigènes, remaniés par les courants, est important.

C. CALCAIRES ARGILO-SILTEUX

Le troisième terme englobe les roches calcaires dont la teneur en insolubles est comprise entre 50 et 20 %. En couches souvent épaisses et bien stratifiées, ces roches, parfois grano-classées, montrent un litage souligné par les argiles. Cette stratification interne est parfois entrecroisée et souvent à texture micronoduleuse. Les traces de bioturbation sont fréquentes. Les grains de quartz, abondants - plus de 20 % entre 227,60 et 245,76 m -, les chondroïdes et les débris d'organismes ont une taille comprise entre 0,004 et 0,125 mm. Les débris de dimensions supérieures n'excèdent qu'exceptionnellement 5 %; ils sont

formés de Crinoïdes et de quelques fragments de coquilles, dont des Ostracodes. *Kamaena* (ANTROPOV, N.A., 1967) est présente. *Earlandia* (PLUMMER, H.J., 1930) est souvent observée.

Ces caractères traduisent des dépôts en milieu peu profond, sous la zone de turbulence et d'action des vagues (milieu de faible énergie). Le remaniement par les courants est évident, comme le montre la formation de lits entrecroisés de valves disjointes d'Ostracodes. Remarquons cependant que l'accumulation de valves désarticulées d'Ostracodes peut s'expliquer par une période de mue, mais la distribution des valves en lits entrecroisés résulte de phénomènes mécaniques. Les Algues capables de réaliser la photosynthèse restent fort rares, le milieu est probablement situé à la limite de la zone euphotique.

D. CALCILUTITES ET CALCARENITES TRES FINES

Le quatrième terme comprend des roches calcaires se distinguant par leur aspect noduleux ou pseudonoduleux, dont la teneur en insolubles est inférieure à 20 %, et dans lesquelles le volume de débris de dimensions comprises entre 0,004 et 0,125 mm dépasse celui de débris de dimensions supérieures. Ces roches, en couches souvent épaisses, montrent soit une stratification confuse soulignée par des passées un peu plus grossières, soit une texture micronoduleuse soulignée par les argiles. La fraction silteuse devient abondante entre les cotes 227,60 et 245,76 m, sans que la teneur totale en insolubles dépasse 20 %. Les débris calcaires sont abondants - environ 25 % - et leurs dimensions restent comprises entre 0,062 et 0,125 m; ce sont en général des chondroïdes. Les débris d'organismes dont la taille est comprise entre 0,004 et 0,125 mm sont également très abondants. Les organismes identifiables ont le plus souvent une taille comprise entre 0,25 et 0,5 mm : Crinoïdes, Ostracodes, coquilles abondantes en débris, larves de Gastéropodes associées à d'abondantes *Earlandia* et *Kamaena*. *Vermiporella* (STOLLEY E., 1883) et quelques grandes *Parathikinella* (REYTLINGER, E.A., 1954) sont présentes.

Ces calcilutites et calcarénites très fines traduisent un dépôt en milieu peu profond sur la plate-forme continentale dans une zone de faible énergie. L'action de la turbulence commence à se manifester : la teneur en débris de granulométrie supérieure à 0,125 mm, augmente. L'apparition d'Algues comme *Vermiporella*, la prolifération de *Kamaena* et d'*Earlandia*, l'apparition de quelques grandes *Parathikinella*, ainsi que l'absence des Calcisphères sont caractéristiques de ce type de roches. Il s'agit d'un dépôt dans la zone d'énergie X et dans la zone de sédimentation I selon M.L. IRWIN (1965, p. 450, pp. 451 - 454).

E. CALCARENITES DE TYPE I

Le cinquième terme se rapporte à des roches calcaires à caractère organo-détritique net, dont la teneur en insolubles est inférieure à 20 % et dont le volume des débris de taille comprise entre 0,004 et 0,125 mm est moindre que le volume des débris de taille supérieure. En couches moyennes à épaisses, ces roches montrent une stratification nette, soulignée par de faibles variations granulométriques, plus rarement par des pellicules argileuses; la texture micronoduleuse est inhabituelle. Les grains de quartz sont rares - moins de 1 % - ils ont une dimension comprise entre 0,008 et 0,125 mm et sont peu arrondis. Les débris calcaires - chondroïdes et, parfois, bothrolithes - ont une taille variant entre 0,125 et 0,5 mm. Les débris d'organismes d'une taille inférieure à 0,125 mm deviennent beaucoup plus rares. Des Ostracodes ainsi que de gros débris de Crinoïdes et de Ccraux sont présents. Les Gastéropodes apparaissent. *Parathikinella* devient très abondante. *Bisphaera* (BIRINA, L.M., 1948) et les Calcisphères apparaissent, *Earlandia* et les débris de *Kamaena* sont encore présents.

Ces calcarénites traduisent un dépôt en milieu très peu profond sur la plate-forme continentale, dans une zone d'énergie moyenne; la turbulence, faible à moyenne, est attestée par le mauvais classement des débris.

Il s'agit d'un dépôt dans la zone d'énergie Y et dans la zone de sédimentation II selon M.L. IRWIN (1965, p. 450, pp. 451 - 454).

F. CALCARENITES DE TYPE II

Le sixième terme comprend les roches calcaires formées par des oolithes et des débris d'organismes accumulés en équilibre mécanique et cimentés par de la calcite spathique. La teneur en insolubles est toujours très faible. En couches minces, ces roches ne montrent pas de stratification; tout au plus l'orientation d'organismes allongés, tels que *Parathikinella*, peut donner une indication. Les oolithes, dont la taille varie entre 0,062 et 0,125 mm, montrent une structure étoilée nette; leur noyau est le plus souvent constitué d'une petite *Parathikinella* ou d'un chondroïde et, exceptionnellement d'un grain de quartz. Dans quelques cas, les oolithes sont incomplètement formées, le cortex n'étant composé que d'une ou deux couches de calcite; il s'agit d'oolithes superficielles. Les débris d'organismes sont essentiellement de gros fragments de Crinoïdes et, plus rarement, des fragments de Gastéropodes. Les micro-organismes sont principalement de petites *Parathikinella* et de rares *Kamaena* en débris. Les bothrolithes sont exceptionnellement observées.

La cimentation des oolithes par de la calcite spathique est particulière. Celles-ci sont liées étroitement les unes aux autres par un carbonate. Ce carbonate, qui a cristallisé sous forme de fines aiguilles perpendiculaires à la paroi des oolithes, forme une couche de 10 μ environ. Les espaces libres entre les oolithes sont secondairement remplis par de grands cristaux de calcite spathique. Notons que les rares grains de quartz sont libres de l'enveloppe carbonatée de 10 μ d'épaisseur. Ce type de cimentation ressemble à celui décrit par J.C.M. TAYLOR et L.V. ILLING (1969, p. 84, fig. B, D) dans des sédiments holocènes intercotidaux du Qatar.

Ces caractères témoignent d'un dépôt en milieu très peu profond, parfois même intercotidal, dans une zone de haute énergie. L'action de la turbulence forte est attestée par le bon classement des débris et des oolithes. Il s'agit d'un dépôt dans la zone d'énergie Y et dans la zone de sédimentation III selon M.L. IRWIN (1965, p. 450, pp. 451 - 454.

G. CALCARENITES DE TYPE III

Le septième terme englobe les roches calcaires à caractère grenu ou finement grenu, formées par des chondroïdes et, dans une moindre mesure, par des débris d'organismes accumulés en équilibre mécanique et cimentés par de la calcite spathique. La teneur en insolubles reste faible. En couches moyennes, ces roches montrent une stratification diffuse, soulignée par les variations de la taille des chondroïdes ou par des lits plus riches en débris d'organismes; cette stratification est parfois entrecroisée. Ce type de calcarénites contient très peu de quartz. Entre les cotes 238,25 et 240,20 m, le quartz devient plus abondant sans toutefois que sa proportion dépasse 10 %. La grosseur des grains augmente légèrement, devenant supérieure à 0,062 mm, mais ne dépassant pas 0,25 mm. Les débris calcaires sont presque exclusivement des chondroïdes bien classés. Ils ont généralement une taille comprise entre 0,125 et 0,25 mm. Les débris d'organismes sont surtout des articles de Crinoïdes; leurs dimensions varient entre 0,125 et 0,5 mm. Les débris de coquilles sont exceptionnellement observés, bien que quelques lames montrent des lits constitués par l'accumulation de valves disjointes d'Ostracodes. D'autres lames montrent quelques Ostracodes aux valves jointes. *Earlandia*, *Parathikinella*, *Kamaena* sont fréquemment observées. *Bisphaera* et les Calcisphères sont présentes. La dolomitisation de ces calcarénites est très variable : elle peut être très importante sans toutefois que la teneur en dolomite dépasse celle de la calcite.

Ces dépôts traduisent un milieu lagunaire peu profond sur la plate-forme continentale, dans une zone de moyenne à haute énergie. L'action des marées est suggérée par le classement des valves disjointes d'Ostracodes et par leur dépôt en lits. La convexité de ces valves est le plus souvent tournée vers le haut de la couche. Cette orientation est observée - près de 150 mesures - sur plus de 65 % des valves. Il s'agit d'un dépôt dans la zone d'énergie Z et dans la zone de sédimentation VI selon M.L. IRWIN (1965, p. 450, pp. 451 - 545). Dans le cas présent, il semble que les dépôts soient intermédiaires entre ceux de la zone Y et de la zone Z, selon R.C. SELLEY (1970, p. 135).

H. CALCAIRES A "BIRDSEYES", MICRITES ET BIOMICRITES, LOFERITES

Le huitième terme regroupe différentes roches reconnaissables macroscopiquement à leurs nombreuses mouchetures blanches, accompagnées souvent de veinules de calcite, à leur caractère finement grenu et à leur cassure esquilleuse. Ce sont des calcaires formés par l'accumulation de chondroïdes et en moindre mesure de débris d'organismes, cimentés par de la calcite spathique et montrant des "birdseyes" souvent accompagnés de fentes de retrait; des micrites et biomicrites, souvent algaires, accompagnées ou non de "birdseyes" et de fentes de retrait; et diverses roches calcaires criblées de fentes de retrait (Loférites). Ce dernier type est mal représenté dans le sondage de Boussu-lez-Mons. En couches moyennes, ces roches ne montrent guère de stratification sauf pour quelques micrites où, au contraire, elle est très marquée. La teneur en insolubles est toujours faible, la dolomitisation est variable. Les débris calcaires sont constitués soit de chondroïdes très bien classés, dont la taille est comprise entre 0,125 et 0,25 mm, soit de bothrolithes dont la taille varie entre 0,5 et 1 mm, atteignant exceptionnellement 4 mm, souvent perforés par des Girvanelles. Un faciès de bahamite composé de micrite sombre noyée dans de la micrite plus claire est également présent. Les débris d'organismes sont formés de quelques fragments de Crinoïdes, parfois de radioles d'Echinides, de morceaux de Brachiopodes et de Gastéropodes, exceptionnellement de Coraux et de petits fragments de *Kamaena*. Les Ostracodes sont présents. La microflore est très abondante : *Kamaena*, *Vermiporella*, les Calcisphères, et surtout les Girvanelles et d'autres algues encroûtantes. La microfaune est composée de quelques *Earlandia*, de divers groupes de *Parathikinella*: *Bisphaera* et *Parathurammia* (SULEYMANOV, I.S., 1945) sont présentes.

Ces caractères suggèrent un dépôt de faible énergie en milieu lagunaire, abrité de l'influence marine directe, comprenant des platiers algaires et atteignant la zone intercotidale. Il s'agit d'un dépôt dans la zone d'énergie Z et dans la zone de sédimentation VI selon M.L. IRWIN (1965, p. 450, pp. 451 - 454).

I. DOLOMIES, DOLOMIES CALCAIRES, DOLOMIES SILTEUSES ET DOLSCHISTES

Le neuvième terme comprend les roches carbonatées ou silteuses dont la teneur en dolomite est supérieure à celle de la calcite; la teneur est déterminée par les analyses au manocalcimètre et au microscope. En couches minces ou moyennes, ces roches montrent une stratification souvent confuse marquée seulement par des traînées plus silteuses. Les silts sont abondants et les dolomies passent fréquemment à des dolschistes; dans ce cas, la teneur en insolubles est voisine de 50 % et parfois même elle atteint 60 %. Les débris d'organismes sont rares, représentés surtout par des fragments de Crinoïdes et de Brachiopodes (débris d'épines de *Productoidea*). Les dolomies "primaires" -dolomicrites finement rubannées - typiques sont exceptionnellement observées, la plupart sont des dolomies épigénétiques pénécontemporaines interstratifiées dans la série. Les cristaux de dolomite sont fins, compris généralement entre 16 μ et 32 μ ; plus rarement ils sont plus grossiers, atteignant alors 125 μ . Les débris d'organismes ne sont pas dolomités, seule la matrice de la roche a subi la recristallisation. Des traces de bioturbation sont présentes. Les intercalations argilo-schisteuses sont fréquentes. Des brèches dolomitiques intraformationnelles ont été observées à la cote 179,30 m.

Ces dépôts indiquent un milieu lagunaire pénésalin dans la zone supracotidale passant à une sabkha. Il s'agit d'un dépôt dans la zone d'énergie Z et dans la zone de sédimentation IV selon M.L. IRWIN (1965, p. 450, pp. 451 - 454).

II. DESCRIPTION LITHOLOGIQUE, SEDIMENTOLOGIQUE ET SEQUENTIELLE (Planche I, II et III; légende : planche IV)

Première, deuxième, troisième et quatrième phases. De 172,26 à 184,50 m (épaisseur : 12,24 m).

Depuis 172,26 m jusqu'à 177,25 m, il y a un poudingue et des calcaires gréseux. Suivent des dolomies et des calcaires dolomitiques alternant avec des calcaires argilo-silteux à nombreux joints schisteux. A partir de 179,30 m nous observons des dolomies et des dolomies silteuses alternant avec des calcaires grenus. La macrofaune comprend des Ostracodes et quelques Lamellibranches

Les roches se présentent en couches minces et montrent une stratification nette.

Les calcaires grenus sont des calcaires à chondroïdes faiblement organodétritiques. La faune est composée d'Ostracodes et de rares Crinoïdes et Brachiopodes en débris. *Bisphaera*, *Parathikinella*, *Earlandia* et *Kamaena* sont présentes.

La courbe lithologique montre une grande séquence positive, suivie par le début d'une séquence négative oscillante. Conformément au schéma proposé notamment par R.C. SELLEY (1970, pp. 95-100) pour les lignes de rivage à dépôts détritiques linéaires, les quatre premières phases montrent le début d'une transgression marine. Celle-ci est marquée par le passage entre des dépôts continentaux alluviaux, une sabkha et des dépôts lagunaires. Il n'est pas possible de préciser les limites entre les quatre phases.

Cinquième phase. De 184,50 à 197,95 m (épaisseur : 13,45 m).

La cinquième phase montre une alternance entre des calcaires noduleux et subnoduleux. Les organismes sont des Coraux, des Crinoïdes, des Gastéropodes, quelques bivalves et des Ostracodes parfois assez abondants. Des restes de Trilobites sont présents.

Les couches sont moyennes et massives. La stratification est nette, soulignée par des joints argileux.

Pétrographiquement, on observe une alternance de calcaires organodétritiques parfois accumulés en équilibre mécanique et des calcarénites à chondroïdes, puis une alternance entre des calcaires organoclastiques d'une part et des dolomies et des calcaires dolomitiques à "birdseyes" d'autre part. La faune est composée de Coraux en débris, de Gastéropodes, de Brachiopodes, de rares Ostracodes. Les débris de Crinoïdes sont parfois abondants. La microfaune est composée de nombreuses *Parathikinella* et d'*Earlandia*. *Bisphaera* est également présente. La microflore est peu abondante, composée de *Kamaena* en débris.

La courbe lithologique montre la fin de la séquence négative oscillante mentionnée plus haut, puis une suite de trois biséquences positives-négatives. Le milieu est celui d'une plate-forme turbulente peu profonde dans la zone euphotique alternant avec une lagune, puis d'une plate-forme du même type que la précédente alternant avec une lagune dans la zone intercotidale. Celle-ci passe parfois à une sabkha.

Sixième phase. De 197,95 à 201,50 m (épaisseur : 3,55 m).

La sixième phase montre des calcaires silto-gréseux passant à des calcaires grenus argileux, puis à des dolschistes. La macroflore comprend des axes végétaux dans le calcaire silto-gréseux, la macrofaune, de nombreux Ostracodes, Coraux, Brachiopodes (dont des *Spiriferidae*) et de rares Crinoïdes.

Les couches sont moyennes, montrant de nombreuses traces de bioturbation. L'examen microscopique montre d'abord des siltstones argilo-calcaires, puis une alternance entre des calcaires organodétritiques et des calcarénites à chondroïdes. Les "birdseyes" sont rares. Les débris de Crinoïdes et *Parathikinella* sont abondants dans les faciès organodétritiques. Les Ostracodes, *Earlandia* et *Kamaena* sont présents.

La courbe lithologique montre une grande séquence positive.

La base de cette séquence est marquée par une brusque arrivée d'éléments terrigènes dans une zone de faible énergie de la plate-forme continentale, puis il y a passage à une plate-forme plus turbulente dans la zone euphotique, ensuite à une lagune atteignant parfois la zone intercotidale et enfin à une sabkha avec fort apport d'éléments terrigènes.

Septième phase. De 201,50 à 208,60 m (épaisseur : 7,10 m).

La septième phase consiste en grès argilo-calcaires passant à des calcaires argileux, puis à des calcaires dolomitiques et à des dolschistes calcaires et enfin à des calcaires finement grenus. La macrofaune comprend des Ostracodes, quelques Coraux, des petits Crinoïdes, des Gastéropodes et des bivalves en débris.

Les couches, minces ou massives, montrent de nombreuses traces de bioturbation et de pistes de vers.

Sous le microscope, on observe des grès à ciment calcaire et des grès dolomitiques passant à des calcilutites à stratification entrecroisée, puis à des calcarénites à chondroïdes et à farine de débris (Echinodermes ?), puis à des rythmes de calcarénites, de calcarénites à chondroïdes et à farine de débris et de biomicrites. Les Ostracodes, *Earlandia* et *Kamaena* sont abondants.

La courbe lithologique montre une séquence positive oscillante croissante.

Le milieu indique le passage entre un faciès marin de plate-forme continentale non turbulente à une lagune atteignant parfois la zone intercotidale.

Remarquons que dans la région de Givet, c'est avec la septième phase que prend fin la Formation de Trois-Fontaines (ERRERA, M., MAMET, B. et SARTENAER, P., 1972).

Huitième phase. De 208,60 à 211,50 m (épaisseur : 2,90 m).

La huitième phase montre le passage entre les calcaires très argileux et gréseux, des calcaires finement grenus gris clair contenant quelques mouchetures blanches, des calcaires finement grenus se transformant progressivement en calcaires grossièrement grenus et enfin des calcschistes noduleux. Les macro-organismes sont des Crinoïdes, des petits Gastéropodes et des Ostracodes.

Les lames minces montrent des siltstones gréseux passant à des biomicrites à "birdseyes" et à bothrolithes, puis à des calcarénites fines et enfin, à nouveau à des siltstones gréseux. Le bios est composé de diverses

coquilles en débris, d'Ostracodes, de *Parathikinella*, d'*Earlandia*.

Les biomicrites montrent en plus *Bisphaera*, des Calcisphères et des débris de *Kamaena*. Dans ces dernières roches, les traces d'Algues encroûtantes sont abondantes.

La courbe lithologique montre une biséquence positive-négative.

Le milieu correspond à une plate-forme continentale de très faible profondeur à apport détritique abondant, passant à une lagune et à un platier algaire puis revenant à la plate-forme.

Rappelons que dans la région de Givet, c'est avec la huitième phase que débute la Formation du Mont d'Haur (ERRERA, M., MAMET, B. et SARTENAER, P., 1972).

Neuvième phase. De 211,50 à 217,50 m (épaisseur : 6 m).

La neuvième phase consiste en un calcaire grenu, argileux, parfois subnoduleux (et entrecoupé de zones calcschisteuses) passant à un calcaire grenu non argileux et localement oolithique. On peut y voir des Gastéropodes, des Ostracodes et des petits Crinoïdes.

La stratification est régulière, en couches massives puis moyennes.

Pétrographiquement, ces roches sont des calcarénites, puis des biomicrites à bothrolithes algaires, des calcaires oolithiques, des calcarénites à chondroïdes et enfin des calcilutites. Signalons aussi, deux crachées de quartz détritique grossier respectivement à 214,40 puis 217 m. La faune comprend quelques Coraux en débris, des Ostracodes et des Gastéropodes. *Parathikinella* et *Earlandia* sont fréquentes. *Irregularina* (BYKOVA, E.F., 1955 in BYKOVA, E.V. et POLENOVA, E.N., 1955) *Parathuramina* et *Archaeosphaera* (SULEYMANOV, I.S., 1945) sont présentes associées à d'autres Calcisphères. Les Girvanelles encroûtantes sont très abondantes, tandis que *Kamaena* reste rare.

La courbe lithologique montre deux biséquences positives-négatives.

Le milieu indique une oscillation entre une plate-forme turbulente à très turbulente, de très faible profondeur et un platier algaire plus calme. L'apport terrigène est important, marqué par les deux crachées de quartz détritique grossier.

Dixième phase. De 217,50 à 200,30 m (épaisseur : 2,80 m).

La dixième phase comprend des calcaires argileux et dolomitiques. La faune comprend des Trilobites, des Crinoïdes et des Ostracodes, la flore, des débris d'axes.

Les couches sont moyennes et des traces de terriers et de pistes de vers sont présentes.

Sous le microscope, on peut observer des biomicrites à Algues encroûtantes et à "birdseyes", des micrites et des loférites caractéristiques montrant des structures plissotées ("crinkled") comme celles décrites par B. SANDER (1951, fig. 1 à 8) ou par A.G. FISCHER (1964, fig. 19B) dans les faciès cyclothémiques du Lofer et que l'on peut rapporter à des Stromatolithes (BAUER, F.K., 1970, p. 204).

La faune comprend des Crinoïdes en débris, quelques radioles d'Echinides, quelques Ostracodes et de rares Brachiopodes en débris. *Kamaena* est quelquefois présente.

La courbe lithologique montre une courte séquence positive suivie d'une série homogène.

Le milieu est caractéristique d'un platier algaire dans la zone intercotidale.

Onzième, douzième et treizième phases. De 220,30 à 229,20 m (épaisseur : 8,90 m).

Ces phases sont constituées d'une séquence de calcaires grenus très argileux et dolomitiques alternant avec des calcaires organodétritiques passant ensuite à des dolomies silto-gréseuses alternant avec des silts gréseux dolomitiques. On y trouve des débris de végétaux et de bivalves (dont des *Spiriferidae*), de rares débris de Crinoïdes et des Ostracodes.

Les traces de bioturbation, les pistes de vers et les terriers sont fréquents. L. DEJONGHE (1973, p. 43) décrit entre 228,80 et 229,20 m un calcaire gréseux caractérisé par un slumping avec troncature des têtes de bancs ("convolute bedding") à mettre peut-être en relation avec les slumpings signalés par M. ERRERA, B. MAMET et P. SARTENAER (1972, p. 45) dans la treizième phase du Groupe de Givet au Mont d'Hauris.

Pétrographiquement, ces roches sont des calcilutites silteuses alternant avec des calcarénites, puis il y a une alternance entre des dolomites silteuses et des siltstones grésodolomitiques. La faune est constituée d'Ostracodes aux valves disjointes, de Coraux en débris et de quelques radioles d'Echinides. La microfaune consiste en larves de Brachiopodes et de Gastéropodes, de grandes *Parathikinella* et d'*Earlandia*. La microflore comprend *Vermiporella* et *Kamaena* en débris.

La courbe lithologique montre une séquence positive oscillante croissante.

Le milieu correspond à celui d'une plate-forme peu profonde dans une zone calme, mais les dépôts sont remaniés par les courants. L'apport des terrigènes est important. Ce milieu passe ensuite à une sabkha.

Remarquons, qu'il est difficile de préciser les limites entre ces phases.

Quatrième phase. De 229,20 à 231,80 m (épaisseur : 2,60 m).

La quatorzième phase consiste en dolomies sombres, argilo-silteuses passant à des calcaires grenus également argilo-silteux. Quelques passées sont plus organodétritiques. Les mouchetures de calcite blanche sont fréquentes dans les calcaires. Les Ostracodes y sont très nombreux. On peut encore y voir des Coraux, des débris de bivalves et de rares petits Crinoïdes.

Les couches sont minces, souvent finement straticulées, interrompues par de nombreux joints schisteux.

Sous le microscope, on observe des calcarénites à accumulations de chondroïdes et de valves disjointes d'Ostracodes. La convexité des valves est orientée ordinairement vers le haut, indiquant une position hydrodynamiquement stable. Des débris de *Kamaena* et de *Vermiporella* sont présents.

La courbe lithologique montre une biséquence positive-négative dont le sommet forme une série plus homogène.

Ces caractères suggèrent un milieu lagunaire subcotidal agité (zone de moyenne à haute énergie) où les remaniements dus aux marées sont fréquents. L'apport des terrigènes est plus important vers le haut de la phase.

Quinzième phase. De 231,80 à 237,65 m (épaisseur : 5,85 m).

La quinzième phase consiste en calcaires gris, finement grenus, argileux, passant à des calcaires subnoduleux à noduleux alternant avec des calcaires gris-bleus grossièrement grenus, puis à une alternance entre des dolomies micacées et des calcaires argilo-silteux. Enfin, cette phase se termine par des calcaire finement grenus, à cassure esquilleuse et à mouchetures blanches. La macrofaune comprend des Ostracodes, des *Spiriferidae* et des petits Crinoïdes.

Les couches sont minces à moyennes. Les calcaires finement grenus du sommet de la phase sont, de plus, finement straticulés. Les pistes de vers sont fréquentes.

Observées en lames minces, ces roches sont des calcilutites et des calcaires argilo-silteux, puis des biocalcarénites à chondroïdes et "birds-eyes", puis encore des calcaires argilo-silteux. Enfin, cette phase se termine par le retour des calcaires à chondroïdes et "birdseyes". Remarquons que partout le quartz est abondant. La faune est constituée de Crinoïdes et de Coraux en débris, de Brachiopodes et d'Ostracodes. Quelques fragments de radioles d'Echinides sont présents. La microfaune consiste en *Bisphaera* (le remplissage de leur chambre montre quelquefois des structures géopétales) et d'*Earlandia*. La microflore consiste en *Vermiporella* et en *Kamaena*. Les Calcisphères peuvent être abondantes dans les calcaires à "birdseyes". Des traces de fortes bioturbations sont fréquentes dans les calcaires argilo-silteux.

La courbe lithologique montre deux séquences positives oscillantes croissantes.

Le milieu est interprété comme étant celui d'une plate-forme peu profonde, mais dans une zone de faible énergie, passant à une zone de moyenne à haute énergie, puis à une lagune dans la zone intercotidale. L'apport des terrigènes reste très important.

Seizième phase. De 237,65 à 245,45 m (épaisseur : 7,80 m).

La seizième phase consiste en une séquence de calcaires finement grenus, gris sombres, argileux, parfois noduleux, de calcschistes, de calcaires finement grenus à cassure esquilleuse, de dolomies et de dol-schistes. Des Ostracodes sont présents.

Ces roches se présentent en couches minces à stratification souvent perturbée. Les traces de bioturbations sont fréquentes.

Pétrographiquement, ce sont des calcaires argilo-silteux, des calcaires silteux à chondroïdes, des dolomies, des biocalcarénites, des silstones calcaro-gréseux et des calcaires argilo-silteux. Le quartz est toujours présent et souvent abondant. Le bios est constitué de rares Crinoïdes en débris, d'Ostracodes aux valves disjointes. Il y a aussi quelques fragments de coquilles de bivalves. Les débris de *Kamaena* sont parfois très abondants. De petites *Parathikinella* et *Earlandia* sont présentes. Dans les calcaires à chondroïdes, les Calcisphères peuvent être abondantes. Les traces de bioturbation sont fréquentes.

La courbe lithologique montre une séquence positive complexe, suivie par une série négative oscillante décroissante.

Le milieu est comparable à celui de la quinzième phase. L'apport détritique est toujours important, mais décroît vers le haut de la phase. Il y a peut-être passage à une sabkha.

Dix-septième phase. De 245,45 m à 250,00 m (épaisseur : 4,55 m).

La dix-septième phase est constituée respectivement de calcaires grossièrement grenus, subnoduleux, organodétritiques, de schistes, à nouveau de calcaires organoclastiques, de dolomies entrecoupées de nombreux petits lits schisteux et de calcaires oolithiques. La faune comprend des Brachiopodes (dont des *Spiriferidae*) en débris, des Gastéropodes, des Crinoïdes et des Ostracodes.

Sous le microscope, on observe des biocalcarénites d'accumulation de débris en équilibre mécanique, puis des calcarénites à petits endoclastes, de nouvelles biocalcarénites semblables aux précédentes contenant parfois de rares oolithes superficielles et quelques bothrolithes.

Les débris de Crinoïdes sont très abondants, Les Ostracodes, les Gastéropodes, les Brachiopodes sont fréquents. La microfaune consiste surtout en grandes *Parathikinella*, en grandes *Bisphaera* et en rares *Earlandia*. La microflore est représentée par *Vermiporella*.

La courbe lithologique montre une grande séquence positive.

Le milieu est celui d'une plate-forme peu profonde, dans une zone de haute énergie.

Dix-huitième et dix-neuvième phases. De 250,00 à 258,25 m (épaisseur : 8,25 m).

Les dix-huitième et dix-neuvième phases sont composées de calcaires organodétritiques noduleux et subnoduleux. A ces roches succèdent des calcaires grossièrement grenus, également organoclastiques et parfois noduleux ou subnoduleux, souvent argileux, puis, des calcaires dolomitiques et des dolomies calcaires très argileuses. Les organismes sont des Crinoïdes, des Coraux, des Ostracodes, des Gastéropodes et des Brachiopodes en débris (dont *Productella*, HALL, J., 1867). L. DEJONGHE (1973, p. 56) signale à 256,45 m un pygidium de Trilobite.

Les couches sont minces ou moyennes, de plus, les dolomies sont finement straticulées. Les joints schisteux ou calcschisteux sont abondants.

Les lames minces montrent des biocalcarénites passant à des calcaires argilo silteux dolomitiques ou à des dolomies argilo-silteuses calcaires. Les chondrolithes sont abondants. Les débris d'organismes sont ceux de Crinoïdes, de quelques Ostracodes, de Gastéropodes, de Coraux, de Brachiopodes dont de très nombreuses épines de *Productoidea*. La microfaune consiste en *Earlandia* et en *Parathikinella*. La microflore, peu abondante, consiste en *Kamaena*. Le litage est souvent confus, souligné par des straticules plus ou moins arénitiques.

La courbe lithologique montre une grande séquence négative, suivie d'une courte biséquence positive-négative.

Le milieu est celui d'une plate-forme peu profonde, dans une zone de moyenne puis de basse énergie, où l'action des courants reste cependant très sensible, suivie d'une plate-forme très semblable, mais sans doute dans

une position plus littorale (lagunaire ?).

Vingtième phase. De 258,25 à 265,44 m (épaisseur : 7,19 m).

La vingtième phase consiste en calcaires grenus, souvent argileux, subnoduleux ou noduleux, parfois organodétritiques. Les organismes comprennent de nombreux Coraux, des Brachiopodes (dont *Productella* sp.), des Gastéropodes et des Crinoïdes en débris.

Quelques minces couches dolschisteuses ou calcschisteuses soulignent la stratification, particulièrement au sommet de la phase.

Pétrographiquement, ces roches sont des biocalcarénites souvent assez dolomitiques, puis des calcarénites très fines alternant avec des dolomies silteuses, puis enfin, des biomicrites à "birdseyes" montrant quelquefois des fentes de retrait. Les biocalcarénites sont souvent bioturbées.

La courbe lithologique montre une séquence oscillante assez régulière, suivie d'une grande séquence négative.

Le milieu suggéré est celui d'une plate-forme peu profonde, de moyenne à haute énergie, dans la zone littorale, atteignant temporairement la zone intercotidale.

Vingt-et-unième phase. De 265,44 à 275,40 m (épaisseur : au moins 9,96 m).

La vingt-et-unième phase est constituée de calcaires finement grenus, argileux, parfois organodétritiques, parfois noduleux. Les Coraux sont très abondants; le reste de la faune est constitué de quelques petits Crinoïdes, de petits Brachiopodes et de rares Gastéropodes. De plus, L. DEJONGHE (1973, p. 64) signale entre 272,00 et 272,30 m la présence d'Algues.

Les joints calcschisteux sont assez nombreux et soulignent la stratification. Les couches sont minces.

Microscopiquement, on peut observer des biocalcarénites, puis une passée de biomicrites, puis de nouveaux des biocalcarénites passant progressivement à des biocalcarénites très fines. Les débris de Crinoïdes sont très nombreux, réduits en farine dans les calcarénites très fines. Les débris de Coraux, de Brachiopodes et de plus rares Gastéropodes sont constants.

Quelques lames minces montrent de rares Ostracodes. Les débris d'épines de *Productoidea* sont présents également. La microfaune et la microflore sont rares, représentées par *Earlandia*, *Parathikinella* et par des *Kamaena* en débris. Les traces de bioturbation sont peu fréquentes. Le litage est confus, souligné par de faibles variations dans le classement des débris, particulièrement dans les calcarénites très fines. Une lame mince montre la trace d'un petit chenal d'érosion.

La courbe lithologique montre une biséquence positive-négative, où la partie positive est brève et la partie négative plus importante.

Le milieu est celui d'une plate-forme peu profonde où l'action de la turbulence diminue progressivement. Parallèlement, les restes d'Algues deviennent plus rares. Ceci pourrait correspondre à un certain approfondissement du fond. La zone euphotique n'est toutefois pas dépassée.

La vingt-et-unième phase est incomplète, tronquée par une faille.

Faille. De 275,40 à 275,50 m.

L. DEJONGHE (1973, p. 66) signale entre 275,40 et 275,50 m des "microfissurations, des fragmentations dans la roche, à mettre en relation avec deux diaclases ouvertes et de nombreux joints terrasseux glissés". Il explique ceci en proposant une "zone faillée à rejet faible ou nul". La présence de microfissurations est confirmée par les lames minces qui montrent qu'effectivement il y a eu laminage de la roche. Or, jusqu'à 275,40 m les corrélations séquostratigraphiques entre le sondage de Boussulez-Mons et le Mont d'Haur à Givet étaient très aisées. Après 275,50 m, il n'en est plus de même, et l'on ne retrouve pas dans la courbe lithologique les formes caractéristiques de la vingt et unième phase, ni des suivantes. Par contre, les séquences qui suivent montrent des formes comparables à celles des vingt-neuvième et trentième phases, qui dans la région de Givet, appartiennent à la Formation de Fromelennes (ERRERA, M., MAMET, B. et SARTENAER, P., 1972).

Dans le travail de L. DEJONGHE (1973, pp. 95 et 96), P. BULTYNCK confirme par les Conodontes que les roches situées stratigraphiquement au-dessus de 282,60 m se sont bien déposées en même temps que celles de la Formation de Fromelennes dans la région de Givet, en leur donnant un âge "Gi3". Dans ce même article, H.H. TSIEN (pp. 87-92) se basant sur la présence

de *Rothpletzella* nov. sp. (à 280,10 m), de *Disphyllum aequiseptatum* (EDWARDS, H.M. et HAIME, J., 1851) (à 282,32; 282,48; 282,90; 283,15; 286,25; 302,80 m) et de *Hexagonaria philomena* (GLINSKI, A., 1955) (à 296,45; 297,40; 300,05 m), attribuée encore aux roches stratigraphiquement susjacentes à 275,50 m un âge "G₂ β" qui correspond dans la région de Givet encore à la Formation du Mont d'Hairs.

Vingt-neuvième phase. De 275,50 à 284,65 m (épaisseur : au moins 9,15 m).

La vingt-neuvième phase est formée par des calcaires noduleux à subnoduleux alternant avec des calcaires gris, argileux, grenus à finement grenus, puis par des dolschistes et des calcaires organodétritiques. La macrofaune comprend des Gastéropodes, des Brachiopodes et des Crinoïdes en débris, et enfin quelques Coraux.

Les couches sont minces dans les calcaires grenus et organodétritiques, minces, moyennes ou épaisses dans les calcaires subnoduleux et noduleux.

Péetrographiquement, ces roches sont des biomicrites à "birdseyes" peu fréquents, alternant avec des calcarénites, puis des biomicrites algaires passant à une dolomie silteuse organodétritique et à des calcarénites. Les débris de Crinoïdes, de Coraux, de Brachiopodes, de Gastéropodes, de Stomatopores et d'Ostracodes sont abondants. *Parathikinella* et quelques rares *Earlandia* représentent la microfaune. La microflore comprend d'abondantes Algues encroûtantes dans les biomicrites à "birdseyes" et des *Kamaena* en débris. Les Calcisphères sont peu nombreuses. Les calcarénites sont fréquemment bioturbées.

La courbe lithologique montre une séquence oscillante croissante, suivie par une courte séquence négative.

Ces dépôts traduisent l'oscillation entre un faciès de plate-forme dans une zone de turbulence faible ou moyenne à faible profondeur et un faciès de platier algaire atteignant parfois la zone intercotidale.

Débutant par une faille, la vingt-neuvième phase est donc incomplète.

Trentième phase. De 284,65 à 289,35 m (épaisseur : au moins 4,70 m).

La trentième phase est constituée de calcschistes alternant avec des calcaires argileux finement grenus à grenus. On y observe des débris de Coraux, de Brachiopodes et de Crinoïdes. Les Ostracodes y sont rares. L. DEJONGHE (1973, p. 72) signale une Goniatite à 287,50 m.

Sous le microscope, on observe une alternance entre des calcarénites et des calcilutites ou des calcarénites très fines. Les organismes comprennent des Crinoïdes et des Ostracodes. Les débris de Coraux et de Brachiopodes sont présents. Les micro-organismes sont rares, représentés par *Earlandia* et quelques Calcisphères.

La courbe lithologique montre une séquence oscillante régulière.

Ces dépôts suggèrent une plate-forme de faible profondeur, à la limite de la zone euphotique, oscillant entre un milieu de faible énergie sous la zone de turbulence et un milieu d'énergie faible à moyenne dans la zone de turbulence.

La trentième phase est incomplète, tronquée par une faille inverse dont la description suit.

Faille. De 289,35 à 289,85 m.

L. DEJONGHE (1973, p. 73) signale entre 289,35 et 289,85 m une zone où la "roche est totalement fragmentée en débris anguleux de taille variable". Il s'agit de la zone de passage d'une faille inverse d'un rejet vertical estimé à 5,70 m ayant pour effet de répéter une série de couches.

L'examen de la courbe lithologique notamment, indique clairement cette répétition, quoique l'analyse pétrographique ne montre pas des lames minces absolument identiques de part et d'autre de cette faille; en effet, la maille d'échantillonnage n'est pas assez serrée pour prouver la répétition des couches. La courbe calcite-dolomite-insolubles montre une bonne superposition de part et d'autre de cet accident.

Répétition du sommet de la vingt-neuvième phase. De 289,85 à 290,22 m.

Pour les raisons que nous venons d'évoquer, le sommet de la vingt-neuvième phase est répété. Il est constitué par une dolomie silteuse par une calcarénite à grands débris de coquilles.

Répétition de la base de la trentième phase. De 290,22 à 299,30 m (épaisseur : 9,08 m).

La trentième phase est constituée de calcschistes, puis de calcaires finement grenus, argileux, straticulés de lamelles calcschisteuses, se poursuivant par une alternance entre des calcaires finement grenus, argileux et des calcaires grenus, auxquels succède une alternance entre des calcaires noduleux et des calcaires grenus. La faune comprend des Coraux, des Gastéropodes et quelques petits Crinoïdes. Les débris de bivalves sont abondants. De plus, L. DEJONGHE (1973, p. 76) signale des Algues (?) à 297,10 m.

Les couches sont minces, sauf dans les calcaires grenus et finement grenus où elles sont moyennes.

Pétrographiquement, cette phase est composée d'une alternance entre des calcarénites et des calcilutites ou des calcarénites très fines pour la partie répétée par faille, à laquelle succède une passée de calcaires oolithiques et de calcaires à accumulation de débris en état d'équilibre mécanique, puis, une nouvelle calcarénite. La faune est constituée de débris de Coraux et de Crinoïdes, d'Ostracodes, de Gastéropodes et de Brachiopodes souvent en débris. La microfaune comprend *Earlandia* et *Parathikinella*. La microflore comprend de très nombreuses *Kamaena* en débris, principalement au début de la phase. Nous n'avons pas observé de structures algaires à 297,00 m. Par contre, à 299,00 m, les Girvanelles encroûtantes sont abondantes.

La courbe lithologique montre une séquence oscillante régulière (répétée par la faille), puis une brève biséquence positive-négative.

Le milieu suggéré est celui d'une plate-forme peu profonde dans la zone euphotique oscillant entre un milieu de faible énergie sous la zone de turbulence et un milieu d'énergie faible à moyenne dans la zone de turbulence, puis une plate-forme agitée également dans la zone de turbulence et d'action des vagues.

Trente-et-unième phase. De 299,30 à 302,17 m (épaisseur : 2,87 m).

La trente-et-unième phase est formée par l'alternance entre des calcschistes gris sombre, faiblement micacés, parfois noduleux et des calcaires finement grenus, argileux, souvent noduleux. Il y a des Crinoïdes, des Coraux et des débris de Brachiopodes.

Les pistes de vers et les bioturbations sont présentes.

Sous le microscope, il s'agit d'une alternance entre des calcaires argilo-silteux et des calcarénites auxquels succède un dolschiste à "birdseyes". Des débris de bivalves et de Crinoïdes sont présents. La microfaune comprend *Parathikinella*.

La courbe lithologique montre une séquence oscillante régulière.

Les dépôts traduisent une alternance entre une plate-forme peu profonde sous la zone de turbulence (milieu de faible énergie) avec apport de détritiques abondants et une plate-forme plus turbulente.

Remarquons que le milieu est comparable à celui de la trentième phase, mais en position plus littorale.

Trente-deuxième phase. De 302,17 à 310,30 m (épaisseur : au moins 8,13 m).

La trente-deuxième phase est formée de calcaires finement grenus, argileux, passant à des calcaires oolithiques. La faune y est composée de Brachiopodes et de Coraux en débris et également de petits Gastéropodes.

Ces roches sont abondamment microfaillées et microlaminées.

Pétrographiquement, il s'agit de micrites et de biomicrites à "birdseyes" passant à des calcaires oolithiques. Très rapidement (à partir de 304,50 m) les roches deviennent trop laminées pour que l'on puisse faire des observations microscopiques continues.

La courbe lithologique est probablement formée d'une grande séquence négative.

En raison du laminage intense que ces roches ont subi, il est possible que le "niveau des monstres" soit atteint, mais que l'observation en soit masquée.

Faille de BOUSSU. A 310,30 m.

A 310,30 m, la faille de Boussu, annoncée par le laminage de plus en plus important des roches, met en contact l'unité carbonatée et les schistes et grès carbonifères.

III. CONCLUSIONS.

L'analyse séquentielle permet de reconnaître vingt-cinq des trente-deux phases majeures observées dans le Groupe de Givet au Mont d'Hauris à Givet. Des failles empêchent d'identifier les phases vingt-deux à vingt-huit et le sommet de la trente-deuxième. Une faille inverse provoque la répétition partielle des phases vingt-neuf et trente.

La similitude d'évolution des séquences (fig. 3) suggère que la succession dans la série virtuelle locale ainsi que les phases sont liées à des mécanismes résultant de phénomènes extérieurs au milieu de sédimentation tels l'exhaussement des fonds, la subsidence, les variations climatiques ou eustatiques, c'est-à-dire des mécanismes allocycliques (BEERBOWER, J.R., 1964, p. 38; SELLEY, R.C., 1970, p. 15). De ce fait, les corrélations entre phases, à l'échelle du bassin, sont synchrones.

Il existe cependant des différences. La plus importante réside dans l'abondance des faciès détritiques grossiers à Boussu qui témoignent de la proximité du socle. Ceci contraste avec leur rareté, voire leur absence, sur la plate-forme carbonatée du Mont d'Hauris. De même, les dix-huitième à vingt-et-unième phases, qui à Boussu représentent une série relativement homogène, contrastent avec la succession observée au Mont d'Hauris qui représente une séquence positive nette. Comme le fait remarquer justement L. DEJONGHE (1973, p. 85), il pourrait s'agir d'un recul du rivage.

La présence, au sein de la vingt-neuvième phase, de faciès de platiers algaires atteignant parfois la zone intercotidale, laisse supposer que les phases vingt-deux à vingt-huit, manquantes, forment une séquence positive, probablement complexe.

Quoique le sommet de la trente-deuxième phase soit tronqué par la faille de Boussu, il est vraisemblable que le Dévonien moyen du sondage de Boussu-lez-Mons constitue, comme pour le Groupe de Givet, une mégabiséquence positive-négative complexe.

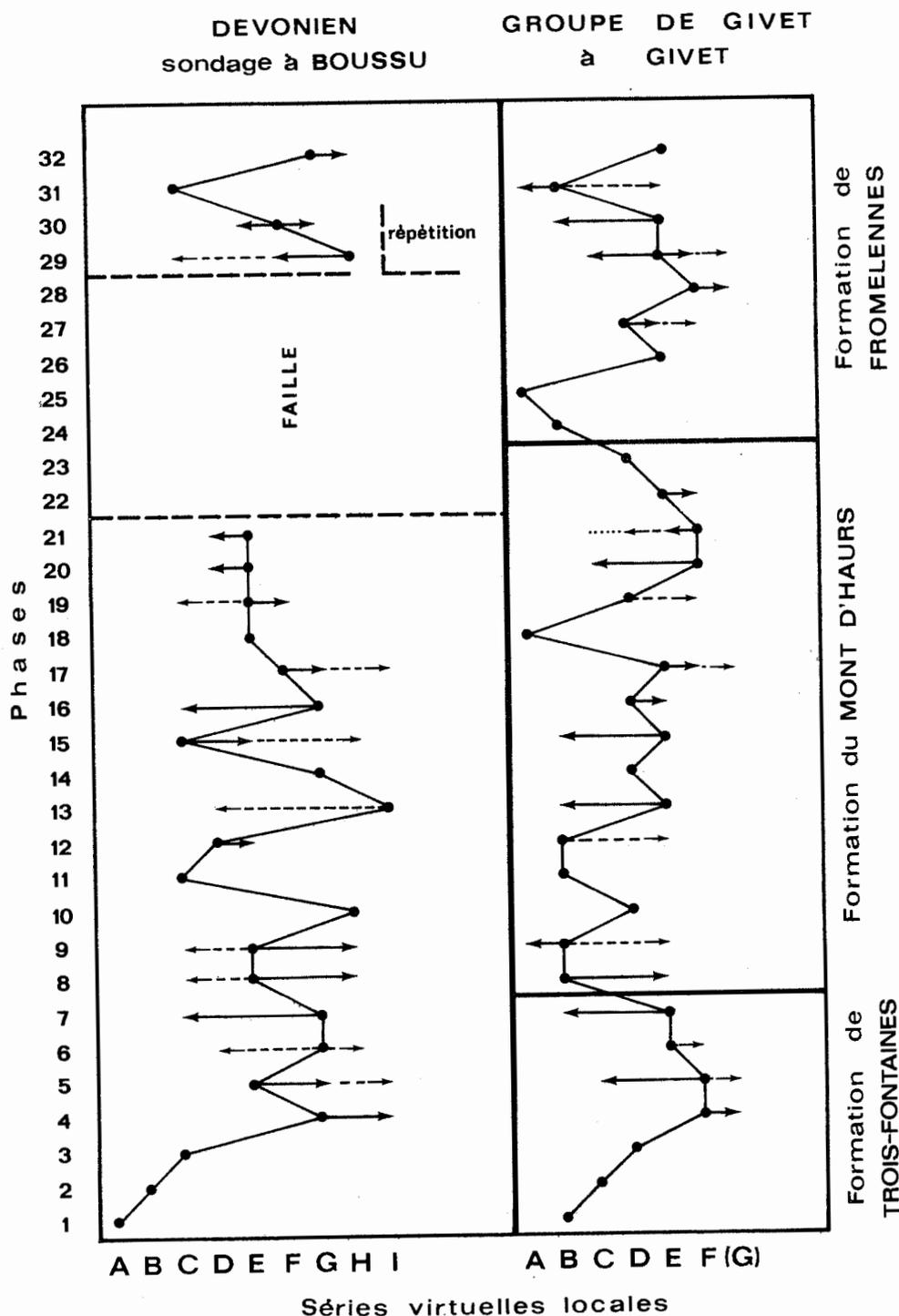


Fig. 3 : Comparaison des courbes résultantes de l'analyse séquentielle du Dévonien moyen du sondage de Boussu et du Groupe de Givet au Mont d'Hauris à Givet. Série virtuelle locale à Boussu-lez-Mons : voir texte pages 2 à 9. Série virtuelle locale du Groupe de Givet au Mont d'Hauris à Givet : A. Calcschistes et roches silto-calcaires; B. Calcaires noduleux et calcaires calcschisteux; C. Calcaires impurs, grenus, à Encrines et Stromatopores lamellaires; D. Calcaires massifs à Stromatopores constructeurs; E. Calcaires fortement remaniés, biosparites, lumachelles, calcaires oolithiques et chondrolitiques; F. Calcaires à "birdseyes" et Loférites; G. Calcaires dolomitiques et dolomicrites litées (ERRERA, M., MAMET, B. et SARTENAER, P., 1972, p. 39).

BIBLIOGRAPHIE

- BAUER, F.K. , 1970 : Zur Fazies und Tektonik des Nordstammes der Ostkarawanken von der Petzen bis zum Obir. (Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, vol. 113, pp. 189 - 245).
- BEERBOWER, J.R., 1964 : Cyclothems and Cyclic Depositional Mechanisms in Alluvial Plain Sedimentation. In : Symposium on cyclic sedimentation (ed. by D.F. MERRIAM, Kansas, Geol. Surv. Bull. 169, I, pp. 31 - 42).
- DEJONGHE, L., 1973 : Le sondage de Boussu, Pl. Saint-Ghislain - 150 E, N° 386 (IVb). (Service Géologique de Belgique, Professional Paper n° 3, 1973, 110 p.; 3 fig. hors texte).
- DUMONT, A., 1848 : Mémoire sur les terrains ardennais et rhénans de l' Ardenne, du Brabant, du Rhin et du Condros. Seconde partie. Terrain rhénan (Mém. cour. Acad. roy. de Belgique, XXII, 451 p.).
- ERRERA, M., MAMET, B. et SARTENAER P., 1972 : Le Calcaire de Givet et le Givetien à Givet (Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg., Vol. 48, fasc. I, pp. 1 - 59, 1972).
- FISCHER, A.G., 1964 : The Lofer Cyclothems of the Alpine Triassic. In : Symposium on cyclic sedimentation (ed. by D.F. MERRIAM, Kansas, Geol. Surv. Bull. 169, I, pp. 107 - 149).
- ILLING, L.V., 1969 : cf. TAYLOR, J.C.M.
- INGRAM, R.L., 1954 : Terminology for the thickness of stratification and parting units in sedimentary rocks. (Bull. Geol. Soc. Am., vol. 65, pp. 937 - 938, 1954).

- IRWIN, M.L., 1965 : General theory of epeiric clear water sedimentation.
(Bull. of the American Association of Petroleum Geologists, vol. 49, n° 4, april 1965, pp. 445 - 459, 12 figs).
- KRUMBEIN, W.C. et SLOSS, L.L.; 1951 : Stratigraphy and Sedimentation.
(San Francisco).
- LOMBARD, A., 1956 : Géologie sédimentaire. Les séries marines (Paris)
- MAMET, B., 1972 : Un essai de reconstitution paléoclimatique basé sur les microflores algaires du Viséen (Congrès géologique international, Montréal, vingt-quatrième session, Section 7 - Paléontologie, pp. 282 - 291).
- 1972 : cf. ERRERA, M.
- MONTY, Cl., 1963 : Base d'une nomenclature des roches calcaires marines.
(Ann. Soc. Géologique de Belgique, T. 8, 1962 - 63, Bull. n° 2, mai 1963, pp. B. 81 - B.122).
- SANDER, B., 1951 : Contributions to the study of depositional fabrics. Rhythmically deposited Triassic limestones and dolomites. (ed. by the American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, 207 p.).
- SARTENAER, P., 1972 : cf. ERRERA, M.
- SELLEY, R.C., 1970 : Ancient sedimentary environments. A brief Survey.
(London).
- SLOSS, L.L., 1951 : cf. KRUMBEIN, W.C.
- TAYLOR, J.C.M. et ILLING, L.V., 1969 : Holocene intertidal calcium carbonate cementation, Qatar, Persian Gulf.
(Sedimentology, vol. 12, pp. 69 - 107, 1969).

PETROFINA S.A.
EXPLORATION - LABORATOIRE GEOLOGIQUE

SONDAGE DE BOUSSU LEGENDES

REGION	BASSIN	CONCESSION	CARTE	COORDONNEES	GEOLOGUE	DATE
				LONG.	MICHEL EBRERA INSTITUT DES SCIENCES GEOLOGIQUES UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES	12 7 1972
				LAT.		

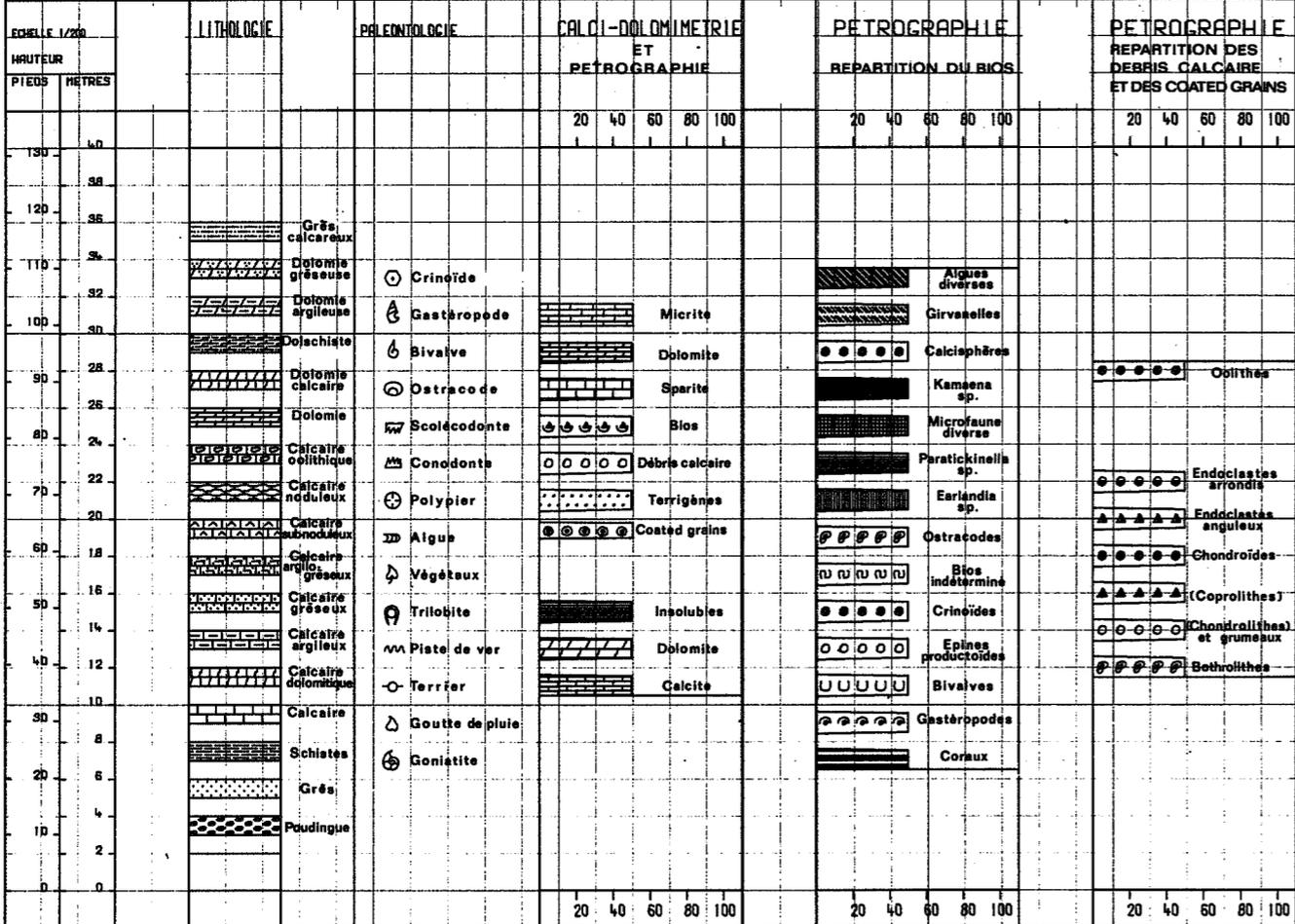


PLANCHE I : PHASE 1 A PHASE 7 : Ces phases correspondent à la Formation de Trois-Fontaines dans la région de Givet.
 PLANCHE II : PHASE 8 A PHASE 21 : Ces phases correspondent partiellement à la Formation du Mont d'Hairs dans la région de Givet.
 PLANCHE III : PHASE 22 A PHASE 32 : Ces phases correspondent partiellement à la Formation de Fromelennes dans la région de Givet.
 PLANCHE IV : Explications des planches et Légendes.

Ces quatre planches ont été tracées grâce au programme, à l'ordinateur et à la table traçante de la S.A. PETROFINA, ce qui a permis une grande souplesse, une grande précision et surtout une grande vitesse de réalisation. Elles ont été complétées manuellement.

EXPLICATIONS COMMUNES AUX PLANCHES I A IV.

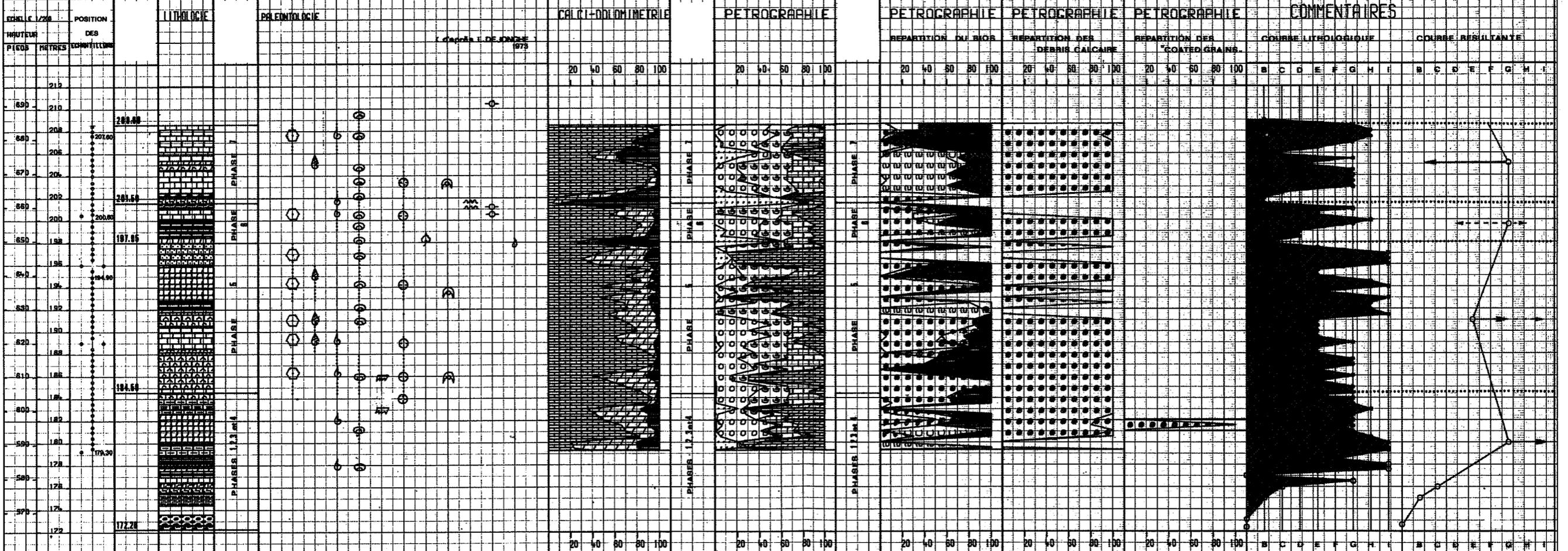
- Echelle** : L'échelle de 1/2000ème a été choisie afin de pouvoir comparer facilement avec la fig.3 dans L. DEJONGH (1973).
- Position des échantillons** : Les échantillons sont repérés d'après leur profondeur.
- Lithologie** : La lithologie est basée sur la description de L. DEJONGH (1973). Le figuré a été choisi en fonction du programme de l'ordinateur.
- Paléontologie** : La position des différents fossiles et leur figuré est repris de la fig.3 dans L. DEJONGH (1973).
- Calci-Dolomimétrie** : Résultats de l'analyse au manocalcimètre. Calcite + Dolomite + Insolubles = 100% de la roche.
- Péetrographie** : Répartition des divers éléments observés au microscope. 100% = l'entièreté d'une lame mince.
- Répartition du bios** : répartition du bios observée au microscope. 100% = totalité du bios d'une lame mince.
- Répartition des débris calcaires** : même principe que pour la répartition du bios.
- Répartition des "Coated grains"** : même principe que pour la répartition du bios. Nous avons préféré utiliser le terme "Coated grain" qui se veut uniquement descriptif et qui n'a actuellement pas d'équivalent admis en français.
- Commentaires** : La courbe lithologique résulte de l'analyse des lames minces et de la description lithologique de L. DEJONGH (1973). La courbe résultante traduit l'importance des variations de la courbe lithologique au sein de chaque phase.

Figurés particuliers : zone faillée : zone laminée :

PETROFINA S.A.
EXPLORATION - LABORATOIRE GEOLOGIQUE

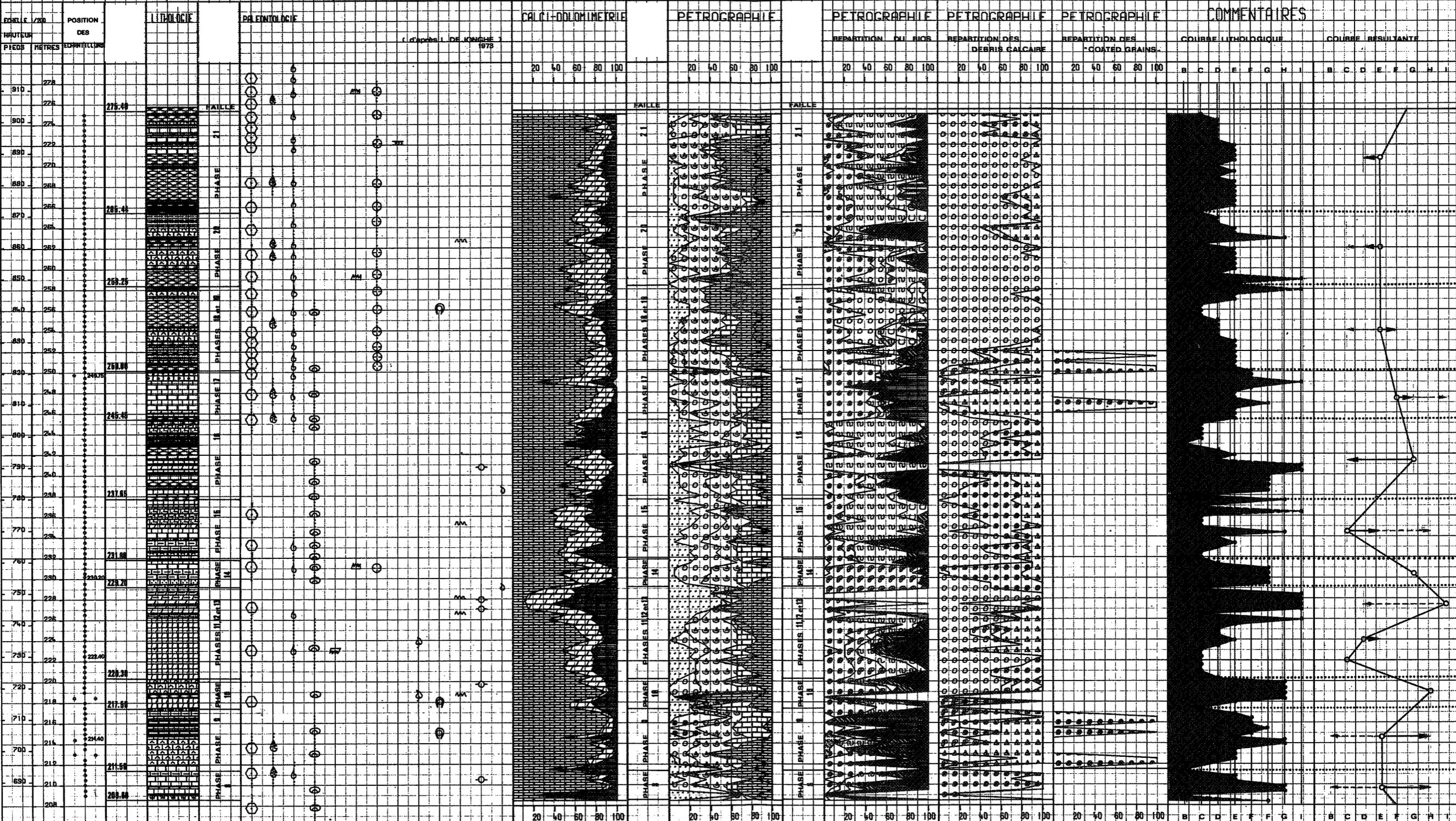
SONDAGE DE BOUSSU PHASE 1 A PHASE 7

REGION ST GHISSLAIN	BASSIN	CONCESSION	CARTE PL. 150 E. A. III (IV)	COORDONNEES LONG. 0° 36' 00"	LAT. 50° 25' 14"	GEOLOGUE MICHEL EBERA INSTITUT DES SCIENCES GEOLOGIQUES UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES	DATE 27 1972
------------------------	--------	------------	---------------------------------	---------------------------------	------------------	---	-----------------



P.P.1976-2

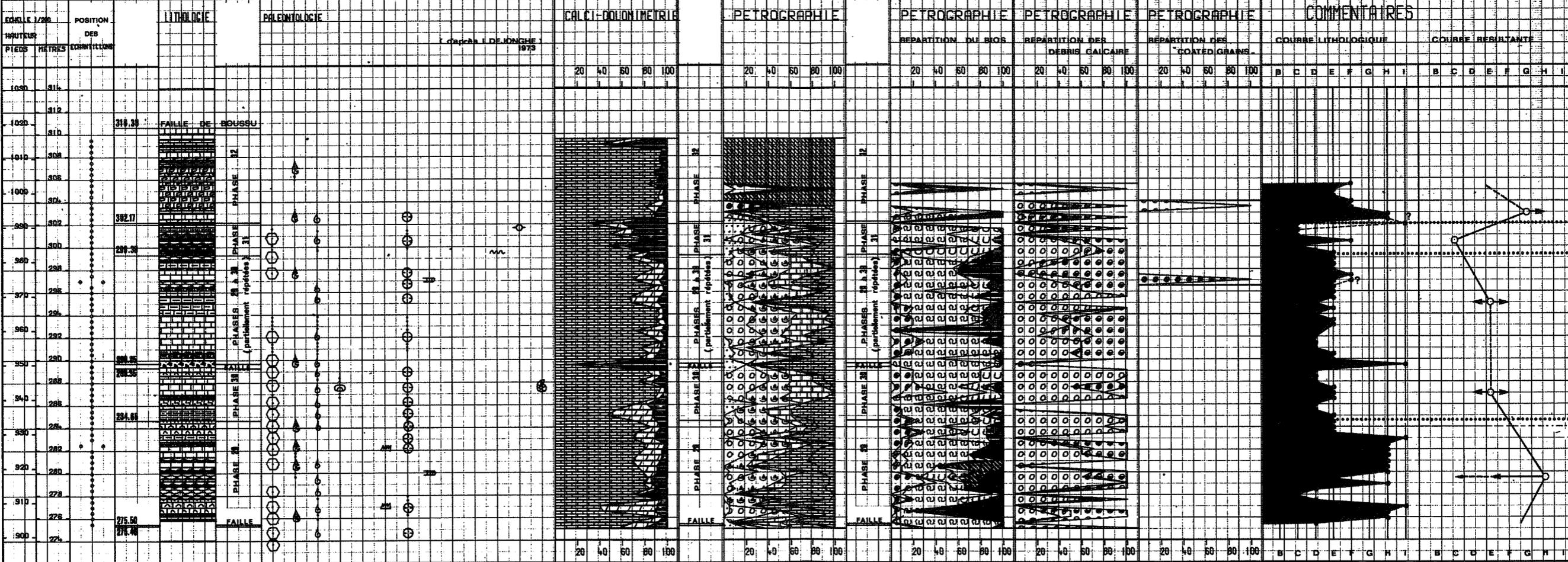
REGION ST GHISLAIN	BASSIN	CONCESSION	CARTE PL. 150 E. n° 138 (IV D)	COORDONNEES LONG. 0°36'00" LAT. 50°25'14"	GEOLOGUE MICHEL EBRERA INSTITUT DES SCIENCES GEOLOGIQUES UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES	DATE 12-7-1972
-----------------------	--------	------------	-----------------------------------	---	--	-------------------



PETROFINA S.A.
EXPLORATION - LABORATOIRE GEOLOGIQUE

SONDAGE DE BOUSSU PHASE 29 A PHASE 32

REGION: ST-GHISLAIN BASSIN: CONCESSION: CARTE: PL. 150 E (1971) (W.B.) COORDONNEES: LONG. 0°36'00" LAT. 50°25'14" GEOLOGUE: MICHEL ERBERA INSTITUT DES SCIENCES GEOLOGIQUES UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES DATE: 12 7 1972



PP 1976-2