

SOCIÉTÉ  
GÉOLOGIQUE  
DU  
NORD

---

ANNALES

Tome XCVI

1976

*1<sup>er</sup> trimestre*

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD  
BOITE POSTALE 36  
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

# SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD

## Extraits des Statuts

### Article 2.

— Cette Société a pour objet de concourir à l'avancement de la géologie en général, et particulièrement de la géologie de la région du Nord de la France.

— La Société se réunit de droit une fois par mois, sauf pendant la période des vacances. Elle peut tenir des séances extraordinaires décidées par le Conseil d'Administration.

— La Société publie des Annales et des Mémoires. Ces publications sont mises en vente selon un tarif établi par le Conseil. Les Sociétaires bénéficient d'un tarif préférentiel (1).

### Article 5.

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre au cours de la séance suivante.

## Extraits du Règlement Intérieur

§ 7. — Les Annales et leur supplément constituent le compte rendu des séances.

§ 13. — L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un même auteur, ne peut dépasser le total de 10 pages, 1 planche simili étant comptée pour 2 p. 1/2 de texte.

Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues.

§ 17. — Les notes et mémoires originaux (texte et illustration) communiqués à la Société et destinés aux Annales doivent être remis au Secrétariat le jour même de leur présentation. A défaut de remise dans ce délai, ces communications prennent rang dans une publication postérieure.

§ 18. — Les Mémoires sont publiés par fascicules après décision du Conseil.

## Avertissement

La Société Géologique du Nord ne peut en aucun cas être tenue pour responsable des actes ou des opinions de ses membres.

## Tirages à part

Conformément au paragraphe 14 du Règlement Intérieur (Tome LXXXI, p. 12), les tirages à part sont à la charge des auteurs qui doivent en faire par écrit la déclaration expresse en tête des épreuves du bon à tirer.

## Cotisations et Abonnements (à la date du 1<sup>er</sup>-1-1975)

	QUALITE	COTISATION	ABONNEMENT
FRANCE et BENELUX	Personnes physiques (2) .....	15,00 F	55,00 F
	Personnes morales .....	40,00 F	75,00 F
AUTRES PAYS	Personnes physiques .....	15,00 F	60,00 F
	Personnes morales .....	40,00 F	75,00 F

FRANCE et ETRANGER : Abonnement des non-membres : 120,00 F.

Pour tous renseignements et règlements, s'adresser à : Secrétariat S.G.N., Sciences de la Terre,  
B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq — Tél. 56.92.00 — C.C.P. Lille 5247

## ANNALES DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD

La vente des Annales s'effectue par tomes entières aux prix suivants. Exceptionnellement, et jusqu'à épuisement du stock, certains fascicules sont en vente séparément. Leur liste figure en fin de fascicule.

Tomes I à LXXXV (manquent I, II, V à IX, XVI, XXII, XXXIV à XXXVI, XXXIX à XLIII, XLV, XLVII à LVIII) 120,00 F.  
Tomes LXXXVI et suivants (manque XCI) ..... 130,00 F.

(1) Modification adoptée lors de l'Assemblée Générale du 10 Janvier 1974.

(2) Les étudiants qui en font la demande annuelle peuvent, par décision du Conseil, bénéficier d'un tarif préférentiel sur l'abonnement (35,00 F).

SOCIÉTÉ  
GÉOLOGIQUE  
DU  
NORD

---

ANNALES

Tome XCVI

1976

*1<sup>er</sup> trimestre*

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD  
BOITE POSTALE 36  
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1976 —

<i>Président d'Honneur</i> .....	M. G. WATERLOT
<i>Président</i> .....	M. l'Abbé HEDDEBAUT
<i>Premier Vice-Président</i> .....	M. M. WATERLOT
<i>Vice-Présidents</i> .....	M. P. CELET M. G. SOULIEZ
<i>Secrétaire</i> .....	M. J.J. FLEURY
<i>Secrétaire-Adjoint</i> .....	M. F. LETHIERS
<i>Déléguée aux Publications</i> ....	M <sup>me</sup> Paule CORSIN
<i>Trésorier</i> .....	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i> .....	M. J.L. MANSY
<i>Conseillers</i> .....	M. A. DALINVAL M. J. PAQUET M. J. SOMMÉ M. I. GODFRIAUX M. Cl. DEZOBRY M. J. DERCOURT



**A N N A L E S**  
**D E L A**  
**SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD**

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

---

**Secrétariat : Société Géologique du Nord**  
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59650 Villeneuve d'Ascq  
Tél. 56.92.00 — C.C.P. Lille 5.247

---

---

**Compte rendu de l'activité de la Société**

**ASSEMBLEE GENERALE ORDINAIRE DU 8 JANVIER 1976**

Présidence de M. J. PAQUET, Président

---

Avant de passer à l'ordre du jour de la Séance ordinaire, le Président fait procéder aux élections nécessaires pour constituer le Conseil d'Administration pour l'année 1976.

Monsieur l'Abbé HEDDEBAUT est élu Président par 46 voix (sur 48 suffrages exprimés), tandis que Monsieur WATERLOT obtient 47 voix pour son élection au poste de Premier Vice-Président.

En ce qui concerne les deux Vice-Présidents, les résultats du vote sont les suivants :

M. P. CELET .....	42 voix
M. G. SOULIEZ .....	38 voix
M. Ch. DELATTRE .....	3 voix
M. J. SOMMÉ .....	1 voix
M. H. IZART .....	1 voix
M. A. BEUGNIES .....	1 voix

MM. P. CELET et G. SOULIEZ sont donc élus seconds Vice-Présidents pour l'année 1976.

En remplacement de MM. P. CELET, E. MÉRIAUX et G. SOULIEZ dont le mandat arrive à expiration, on procède ensuite à l'élection de 3 conseillers. Ont obtenu :

M. J. SOMMÉ .....	39 voix
M. A. DALINVAL .....	39 voix
M. J. PAQUET .....	35 voix
M. A. BEUGNIES .....	5 voix
M. Ch. DELATTRE .....	3 voix
M. P. DE WEVER .....	2 voix
M. J. PROUVOST .....	1 voix
M. B. DELPORTE .....	1 voix
M. H. IZART .....	1 voix
M. A. BONTE .....	1 voix

MM. J. SOMMÉ, A. DALINVAL et J. PAQUET sont donc élus Conseillers.

Enfin, le mandat de M. J.L. MANSY comme Archiviste-Bibliothécaire est reconduit à l'unanimité moins une abstention.

Le Conseil d'Administration pour 1976 est donc constitué comme suit :

Président d'Honneur : M. G. WATERLOT.

Président : M. l'Abbé HEDDEBAUT.

Premier Vice-Président : M. M. WATERLOT.

Vice-Présidents : M. P. CELET et M. G. SOULIEZ.

Conseillers : MM. A. DALINVAL, J. PAQUET, J. SOMMÉ, I. GODFRIAUX, Cl. DEZOBRY, J. DERCOURT.

Secrétaire : M. J.J. FLEURY.

Secrétaire-Adjoint : M. F. LETHIERS.

Déléguée aux Publications : M<sup>me</sup> Paule CORSIN.

Trésorier : M. l'Abbé TIEGHEM.

Archiviste-Bibliothécaire : M. J.L. MANSY.

### SEANCE ORDINAIRE DU 8 JANVIER 1976

Présidence de M. J. PAQUET, Président

---

M. PAQUET procède d'abord à l'élection d'un nouveau membre. Il s'agit de :

M. Bruno VRIELYNCK, U.E.R. Sciences de la Terre, B.P. 36 à 59650 Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. J. Dercourt et J.J. Fleury.

Puis il présente un exposé intitulé « Influence de l'environnement sur la vitesse de fissuration des roches : exemple des roches carbonatées ».

### SEANCE ORDINAIRE DU 5 FEVRIER 1976

Présidence de M. J. PAQUET, Président pour 1975  
puis de M. l'Abbé HEDDEBAUT, Président pour 1976

---

M. J. PAQUET ouvre la séance en s'adressant ainsi à l'Assemblée :

Mes chers Collègues,

Au terme d'un mandat sans histoire, je tiens à vous remercier de cette année fructueuse. Les difficultés financières annoncées ont été aplanies et notre Société a pu, sans l'aide habituelle du C.N.R.S., équilibrer son budget. Je souhaite que les efforts « régionaux » se poursuivent et que la Société Géologique du Nord continue à prouver sa vitalité de manière aussi éclatante. Les communications ont, en effet, été nombreuses et nous avons pu réunir, au mois de mai 1975, de nombreux spécialistes sur le thème de la « Rupture des Roches et des Massifs Rocheux ». Le fascicule spécialisé paru sur ce sujet est de qualité. Que Madame Paule CORSIN, notre rédactrice, en soit remerciée ! Je passerai donc les pouvoirs à Monsieur l'Abbé HEDDEBAUT sans trop de craintes, car les vents sont favorables. Le succès de notre Société sera certain sous sa présidence.

Puis il cède la parole à M. l'Abbé HEDDEBAUT, qui prononce l'allocution suivante :

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

Au moment d'assumer la présidence de notre Société, à laquelle vous avez bien voulu m'élire, je tiens à évoquer le souvenir de celui qui aurait dû être à ma place, ici, cette année. Je veux parler de Monsieur l'Abbé de LAPPARENT. Comme cela a déjà été dit ici-même, son décès subit a privé notre Société de tout ce qu'il

aurait pu encore lui apporter, au cours d'une présidence, par sa compétence, son renom et ses qualités humaines. Je n'aurai pas la prétention de dire que je vais le remplacer : j'ai simplement voulu assumer une charge qu'il aurait remplie infiniment mieux que moi. Je sais du moins que je puis compter sur votre aide à tous et, en particulier, des membres dévoués du Conseil, et cela me rassure un peu, en même temps que votre confiance m'honore grandement.

Ainsi, malgré de grosses difficultés et l'incompréhension que son désir de vivre de façon autonome soulève dans certains milieux, notre Société poursuit sa marche. Elle le doit, certes, justement à cette volonté d'exister de tous ses membres mais, en particulier, à la ténacité qui a animé mes prédécesseurs immédiats. Je tiens à leur rendre hommage ici : ils ont eu à traverser des moments bien critiques et, si des difficultés de tous genres demeurent, ils ont su maintenir intacts les objectifs de la Société, tout en sachant prendre les tournants nécessaires.

Il nous faut soutenir ensemble notre vigilance et notre effort. Je voudrais souligner maintenant certains axes qui me semblent importants et qu'il me faudra poursuivre avec votre accord et votre aide.

Et d'abord l'attention à notre région. Ce n'est pas faire injure à nos grands ancêtres que de croire qu'ils n'ont pas tout dit à son sujet et qu'il y reste encore beaucoup de travail à faire. La macropaléontologie, par exemple, est à reprendre dans des perspectives actuelles. L'analyse sédimentologique et tectonique, avec les méthodes fines qui sont maintenant à notre disposition, attendent encore de porter tous leurs fruits dans bien des secteurs du Nord de la France.

Je pense, en second lieu, qu'il faut continuer à ouvrir nos Annales, non seulement à des notes courtes, mais aussi à des travaux plus longs et plus synthétiques, de géologie régionale par exemple, faisant appel à plusieurs disciplines géologiques à la fois, comptes rendus de thèses ou autres. Ce souhait ne veut pas, bien sûr, minimiser l'intérêt des notes courtes, denses et spécialisées que comportent plus habituellement nos Annales : elles y auraient toujours une place prépondérante et justifiée, mais l'ouverture que je propose, à la suite d'ailleurs de plusieurs de mes prédécesseurs, ne renouvellerait-elle pas l'intérêt de nos publications ? D'autant plus qu'une parution rapide, que nous devons à la diligence jamais en faute de Madame CORSIN, est un attrait non négligeable. Je sais bien que cette rapidité de publication peut risquer, à la longue, de poser des problèmes, mais c'est un atout majeur pour nous.

Il est inutile aussi, je pense, de souligner l'intérêt que représente la publication annuelle d'un volume centré sur un thème donné. La toute récente issue du fascicule sur « La Rupture des Roches », due à l'initiative de mon prédécesseur Monsieur PAQUET, en est une preuve ; sa présentation et sa richesse de contenu augurent bien de son succès de diffusion. C'est pourquoi j'envisage pour ma part d'organiser cette année une réunion spécialisée sur des données nouvelles acquises en biostratigraphie et en paléogéographie sur les terrains paléozoïques de l'Europe occidentale. Cette rencontre devrait être une préparation et apporter certaines bases indispensables aux synthèses qui ne manqueront pas d'être présentées au prochain Congrès sur la Chaîne varisque. Cette réunion pourrait se tenir en Octobre prochain et il serait intéressant de la jumeler avec une excursion dans le Primaire du Boulonnais. Sans négliger aucunement le travail sur les terrains plus récents, notre Société trouverait dans ce regain d'intérêt et de préoccupation pour le Paléozoïque un objectif dans lequel se sont illustrés beaucoup de ses membres et qui ont fait sa renommée.

Un dernier point mérite notre attention. Plusieurs fois déjà ces derniers temps, nous nous sommes posé ce problème : comment intéresser nos collègues de l'enseignement secondaire, et aussi les étudiants, aux activités de notre Société ? Des initiatives heureuses ont déjà été prises en ce domaine : conférences d'intérêt général précédant nos réunions plus spécialisées, ventes de diapositives... Ne pourrait-on, pour continuer cet effort, proposer cette année une ou deux rencontres, ouvertes à un public assez vaste, et où serait exposée la géologie d'ensemble d'une région ou d'un pays que tel ou tel groupe de recherche parmi nous connaît bien ? On n'y entrerait pas dans le détail trop technique et on l'illustrerait par des vues où l'intérêt artistique ne le céderait en rien à l'intérêt géologique. Prise en charge par un groupe et ne visant pas à apporter des choses nouvelles, une conférence de ce genre ne demanderait pas un trop long travail de préparation. Par contre, elle attirerait sans doute par son caractère général le public que nous visons. C'est là une simple suggestion que je fais et un appel que je lance dans la ligne de cette ouverture à l'extérieur de la Société, ouverture qui semble indispensable.

Voilà quelques orientations que je voudrais donner à l'activité de notre Société cette année. En les énonçant peut-être trop légèrement, je suis bien conscient de ne pouvoir les mettre en œuvre seul. Mais je sais, encore une fois, que je puis compter sur vos avis et sur votre aide à tous et, en particulier, du Conseil. C'est pourquoi je suis heureux de retrouver dans ce Conseil ceux qui m'ont précédé et d'y accueillir ses nouveaux membres. Je suis bien conscient aussi que l'activité de notre Société repose en premier lieu sur ses permanents : je pense à notre secrétaire Monsieur FLEURY et à son adjoint Monsieur LETHIERS, à notre directeur des publications Madame CORSIN, à notre trésorier Monsieur l'Abbé TIEGHEM, à notre bibliothécaire Monsieur MANSY ; sans leur travail continu et souvent ingrat, la S.G.N. ne pourrait poursuivre des objectifs quels qu'ils soient !

Que tous, en tout cas, dans l'amitié qui nous unit, nous puissions cette année encore faire vraiment vivre notre Société !

Après lecture des procès-verbaux de l'Assemblée Générale Ordinaire et de la Séance Ordinaire du 8 Janvier 1976, M. l'Abbé HEDDEBAUT donne la parole à M. l'Abbé TIEGHEM qui présente les comptes de la Société pour l'année 1975.

Puis il fait procéder à l'élection de nouveaux membres. Sont élus :

- M. Hubert LELUC, U.E.R. Sciences de la Terre, B.P. 36 à 59650 Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. P. Celet et B. Clément.  
M. Régis ARDAENS, U.E.R. Sciences de la Terre, B.P. 36 à 59650 Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. P. Celet et B. Clément.

Le Président présente ensuite à l'Assemblée M. Ch. ESTOE, de l'Université de Hobart (Australie), qui expose « Les grands traits de la Géologie de l'Australie ».

### Communications écrites

- D. PAJAUD. — Les Brachiopodes du Pliocène de Sierra de Santa Pola (Sud d'Alicante, Espagne) : *Terebratula terebratula* (Linné, 1858) et *Phapsirhynchia sanctapaulensis* nov. gen., nov. sp. (\*).  
J. PONCET. — Description de quelques Algues calcaires éodévoniennes du Bassin de Laval (Est du Massif Armoricain).

### SEANCE ORDINAIRE DU 4 MARS 1976

Présidence de M. l'Abbé HEDDEBAUT, Président

M. le Président ouvre la séance en faisant procéder à l'élection d'un nouveau membre. Il s'agit de :

- M. Jean-Pierre HAFFREINGUES, Ingénieur des Arts et Manufactures, 90, rue Royale à 59000 Lille, présenté par MM. J. Gantois et Cl. Heddebaut.

### Communications orales

- Ch. DELATTRE, F. LECLERCQ et M. WATERLOT. — Sur le Dévonien de Matringhem-Vincly (Pas-de-Calais).  
B. DUTHOIT, R. HAZEBROUCQ et J. PAQUET. — Influence de l'eau sur les propriétés mécaniques des craies.

### Communications écrites

- J. MANIA. — Analyse automatique des courbes de descente. Restitution des paramètres hydrauliques d'un aquifère par la méthode des éléments finis (\*).  
B. HOYEZ. — Précisions stratigraphiques, sédimentologiques et tectoniques sur les massifs de flysch du Nord de Medjana (Willaya de Sétif, Algérie) (\*).  
P. DE WEVER. — Stratigraphie de la série de Tripolitza en Péloponnèse septentrional (Grèce) (\*).

---

(\*) Communication intégrée dans le second fascicule de l'année 1976 (Tome XCVI).

## Description de quelques Algues calcaires éodévoniennes du bassin de Laval (Est du Massif armoricain)

par Jacques PONCET (\*)

(Planches I et II)

**Sommaire.** — Une florule d'Algues calcaires, représentée par six espèces, est décrite à partir de niveaux carbonatés d'âge dévoniens inférieur (Siegenien moyen) localisés dans le bassin de Laval. Ces Algues se rapportent aux Rhodophycophyta (deux espèces), aux Chlorophycophyta (deux espèces) et aux Schizophyta (deux espèces).

**Summary.** — Six species belonging to five genera are described from limestones Middle Siegenian in age outcropping near Viré in the basin of Laval (East of Armorican Massif). Two species belong to red algae, two others to green algae and the two last to blue-green algae.

### INTRODUCTION

La description de la florule algale, présentée dans cette note, s'intègre dans un programme de recherche axé sur la province carbonatée dévoniennne du Massif armoricain. C'est la première fois que des Algues calcaires dévoniennes sont signalées dans le synclinorium médian Brest-Laval, et, en l'état actuel de nos recherches, elles sont représentées par six espèces qui se répartissent comme suit :

Rhodophycophyta :		
Solenoporaceae .....	2 genres	2 espèces
Chlorophycophyta :		
Codiaceae .....	1 genre	1 espèce
Schizophyta :		
Porostromata .....	1 genre	1 espèce
Famille incertaine ....	1 genre	1 espèce

### Localisation géographique.

Toutes les Algues calcaires décrites dans cette note proviennent du bassin de Laval, et, plus précisément, d'un ensemble de carrières abandonnées localisées sur la commune de Viré en Champagne (fig. 1).

(\*) Laboratoire de Géologie armoricaine, U.E.R. des Sciences de la Terre, Université de Caen et R.C.P. n° 240 du C.N.R.S.

Note déposée le 15 Janvier 1976.

### Position stratigraphique.

Ces Algues ont été récoltées dans des niveaux carbonatés interstratifiés entre les

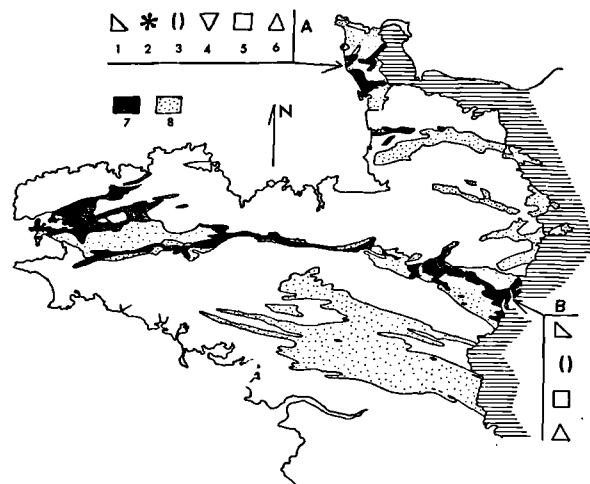


Fig. 1. — Répartition des gisements connus d'Algues calcaires éodévoniennes dans le Massif armoricain.

A : Algues calcaires du Cotentin.  
B : Algues calcaires du bassin de Laval (région de Viré en Champagne).

1. Solénoporacées. — 2. Dasycladacées. — 3. Codiacées. — 4. Udotéacées. — 5. Schizophyta. — 6. Porostromata. — 7. Affleurements dévoniens. — 8. Paléozoïque (sauf Dévonien).

Grès à *Platyorthis monnieri* rapportés au Siegenien inférieur et les grauwackes du Siegenien supérieur. L'ensemble de cette florule est considéré comme appartenant au Siegenien moyen.

#### Matériel.

Les lames minces contenant les Algues calcaires qui font l'objet d'une description dans cette note sont déposées dans les collections du Laboratoire de Paléontologie et de Stratigraphie de l'Institut de Géologie de l'Université de Rennes.

### DESCRIPTION SYSTEMATIQUE

Phylum RHODOPHYCOPHYTA Papenfuss, 1946

Classe RHODOPHYCEAE Ruprecht, 1851

Famille SOLENOPORACEAE Pia, 1927

Genre *PSEUDOCHAETETES* Haug, 1883

*PSEUDOCHAETETES DEVONIENSIS*  
(Delépine) Johnson, 1958

(Pl. I, fig. 1-2)

1931. *Solenopora devoniensis* Delépine. Delépine, p. 43-49, 4 fig., 1 pl. hors-texte.

1958. *Pseudochaetetes devoniensis* (Delépine) Johnson. Johnson, p. 19, reprod. pl. hors-texte de Delépine.

1971. *Pseudochaetetes devoniensis* (Delépine) Johnson. Poncet, p. 91-93, 1 pl., 4 fig.

#### Description.

En section longitudinale (Pl. I, fig. 1), le thalle est formé par des files juxtaposées de cellules présentant des rangées de cloisons transversales épaisses, nombreuses et irrégulièrement espacées. En section transversale (Pl. I, fig. 2), les cellules ont des contours polygonaux.

#### Mensurations.

Longueur des cellules ..... 105 à 153  $\mu\text{m}$   
Largeur des cellules ..... 26 à 30  $\mu\text{m}$

Spécimens du Nord de l'Anatolie (pour comparaison) :

Longueur des cellules 100 (rare) à 160  $\mu\text{m}$   
Largeur des cellules . 50 à 80  $\mu\text{m}$

#### Remarque.

Les spécimens de *P. devoniensis* du bassin de Laval possèdent des cellules dont la largeur est inférieure à celle des spécimens du Nord de l'Anatolie.

#### Répartition stratigraphique.

Dévonien inférieur à Dévonien supérieur.

#### Répartition géographique.

Nord de l'Anatolie, Nord-Est et Est du Massif armoricain.

Genre *SOLENOPORA* Dybowski, 1877

*SOLENOPORA ERECTA* Poncet, 1971

(Pl. I, fig. 3-4)

1971. *Solenopora erecta* Poncet n. sp. Poncet, p. 93, Pl. 2, fig. 6.

#### Description.

Le thalle, en section longitudinale, apparaît composé par des cellules disposées en files verticales, contiguës, parallèles, qui, après un parcours rectiligne, s'incurvent légèrement pour former la périphérie du thalle. Les cloisons transversales sont situées à intervalles irréguliers. Sur les sections transversales, le contour polygonal des cellules apparaît nettement (Pl. I, fig. 4).

#### Mensurations.

Longueur des cellules ..... 217 à 434  $\mu\text{m}$   
Largeur des cellules ..... 108 à 173  $\mu\text{m}$

#### Remarques.

Par rapport à l'espèce-type découverte dans le Cotentin (Nord-Est du Massif armoricain), les spécimens du bassin de Laval possèdent des cellules un peu moins longues, mais de largeur identique. Ils présentent également une croissance verticale typique de l'espèce.

#### Répartition stratigraphique.

Dévonien inférieur.

#### Répartition géographique.

Nord-Est et Est du Massif armoricain.

Phylum CHLOROPHYCOPHYTA  
Papenfuss, 1946

Classe CHLOROPHYCEAE Kützing, 1843

Famille CODIACEAE (Trevisan) Zanardini, 1843

Genre *LANCICULA* Maslov 1956

*LANCICULA* sp. 2

(Pl. I, fig. 5 à 7)

**Description.**

Le thalle est composé par une série d'articles en forme de bols empilés les uns sur les autres, et entourant la tige centrale (stèle). La stèle est parcourue longitudinalement par un système de canaux centraux de grand diamètre à partir desquels divergent des canaux secondaires (branches) de plus petit diamètre qui se continuent dans les articles en forme de bols, et s'ouvrent à la face supérieure de ces derniers. Après la mort de l'Algue, les articles avec leur portion de tige sont souvent dissociés.

**Mensurations.**

Article : hauteur non mesurée  
          largeur : 1,120 à 1,480 mm

Canaux centraux : diamètre : 220 à 240  $\mu\text{m}$   
                  nombre : 8

Canaux secondaires (branches) : diam. 40  $\mu\text{m}$

**Discussion.**

Par ses articles en forme de bol n'ayant pas un aspect très évasé, cette espèce se rapproche de *L. gortanii* Palla, 1966, mais elle en diffère par le plus grand nombre de ses canaux centraux (8 au lieu de 4-5), et par leur plus grand diamètre (220-240  $\mu\text{m}$  au lieu de 100 à 150  $\mu\text{m}$ ).

Le nombre restreint de spécimens trouvés jusqu'alors, et leur individualisation peu marquée n'autorisent pas la création d'une espèce nouvelle, c'est pourquoi cette Algue est laissée provisoirement en nomenclature ouverte.

**Répartition stratigraphique du genre *Lancicula*.**

Dévonien inférieur.

**Répartition géographique du genre *Lancicula*.**

Sibérie, Australie, Alpes carniques, Cotentin (Nord-Est du Massif armoricain), bassin de Laval (Est du Massif armoricain).

**CODIACEAE sp. 1**

(Pl. II, fig. 1-2)

**Description.**

Des sections transversales de thalles légèrement obliques (Pl. II, fig. 1-2) révèlent l'existence de deux systèmes de canaux :

— un premier système composé par deux canaux axiaux de grand diamètre subcirculaires et coalescents par suite de la disparition (ou de la non-calcification) de la cloison médiane ;

— un second système formé par des canaux secondaires (branches) de plus petit diamètre que les canaux axiaux, comme le montre la Pl. II, fig. 2).

Ces canaux secondaires prennent naissance à partir des canaux axiaux dont ils divergent obliquement. Quand le parcours de ces canaux est proche de la surface du thalle, la paroi mince de ce dernier, par suite de sa fragilité a été brisée. Le thalle présente alors des indentations hémicirculaires caractéristiques (Pl. II, fig. 1).

**Mensurations.**

Diamètre du thalle .....	800 $\mu\text{m}$
Diamètre des canaux centraux ....	280 $\mu\text{m}$
Diamètre des canaux latéraux ....	80 $\mu\text{m}$
Nombre de canaux centraux .....	1 à 2

**Discussion.**

La présence de canaux axiaux ou siphons et de canaux latéraux (branches) non disposés en verticilles permet de classer cette Algue dans la famille des Codiaceés.

Des sections semblables de thalles ont été rencontrées dans les sédiments dévoniens du Cotentin (Poncet, 1972), et rapportés avec doute au genre *Litanaia* Maslov. L'absence de sections longitudinales, même partielles, dans le matériel en provenance du bassin de Laval empêche toute attribution générique pour cette Algue.

**Répartition stratigraphique.**

Dévonien inférieur.

**Répartition géographique.**

Cotentin, bassin de Laval.

Phylum SCHIZOPHYTA (Falkenberg)  
Engler, 1892

Classe SCHIZOPHYCEAE Cohn, 1880  
POROSTROMATA Pia, 1927

Genre *SPHAEROCODIUM* Rothpletz, 1890,  
emend. Wray, 1967

*SPHAEROCODIUM STRAELENI* Lecompte, 1936

(Pl. II, fig. 6 à 9)

**Description.**

Tous les spécimens, rencontrés sous forme de fragments remaniés, offrent les caractères morphologiques de l'espèce *S. straeleni*; à savoir :

— des filaments ondulants appliqués les uns contre les autres, et dont les extrémités montrent un renflement terminal ;

— des organes en éventail correspondant à des dichotomies successives de filaments dans un même plan ;

— des alignements moniliformes dus aux sections transversales des organes en éventail.

**Mensurations.**

Diamètre des filaments . . . . . 40 à 60  $\mu$ m  
Épaisseur de la paroi . . . . . 5  $\mu$ m

**Remarque.**

Sur la Pl. II, fig. 6, associés aux filaments de *S. straeleni*, on observe la présence de filaments de beaucoup plus petit diamètre appartenant également au genre *Sphaerocodium*. Leur nombre par trop restreint ne permet pas d'en faire l'étude du point de vue de la systématique.

**Répartition stratigraphique.**

Dévonien inférieur à Dévonien supérieur.

**Répartition géographique.**

Ardennes, Boulonnais, Est du Massif armoricain (bassin de Laval).

Famille incertaine

Genre *RENALCIS* Vologdin, 1932

(Pl. II, fig. 3 à 5)

**Description.**

Le thalle se compose d'une ou plusieurs cloques grossièrement hémisphériques ou réniformes pouvant être juxtaposées, accolées, ou empilées les unes sur les autres. Chaque cloque comprend une enveloppe sombre, plus ou moins épaisse, faite de micrite, et une zone interne de sparite.

**Remarque.**

La position systématique de ce genre est contestée. Certains auteurs (Vologdin, Korde, Johnson, Wray), auxquels je m'associe, le rangent chez les Algues, alors que d'autres (Klovan, Riding) le classent chez les Foraminifères.

**Répartition stratigraphique.**

Le genre *Renalcis* est connu depuis le Cambrien jusqu'au Dévonien supérieur.

**CONCLUSION**

Parmi les six espèces représentées dans le bassin de Laval, on retrouve deux espèces déjà décrites dans le Cotentin. A ce propos, il est intéressant de préciser que l'une d'elles (*Solenopora erecta*) n'était connue jusqu'alors que dans le Cotentin. La validité de cette nouvelle espèce se trouve ainsi confirmée, et partant, apporte une nouvelle preuve quant à l'existence de communications entre le Nord-Est et l'Est du Massif armoricain au cours du Dévonien inférieur.

*Remerciements.* — Mes remerciements vont à M. P. Morzadec (Laboratoire de Paléontologie et de Stratigraphie, Institut de Géologie, Université de Rennes), qui a aimablement mis à ma disposition sa collection de lames minces.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) DELEPINE G. (1931). — Description de *Solenopora devoniensis* n. sp. dans des calcaires dévoniens de Bartine (Asie Mineure). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LVI, p. 43-49.
- 2) JOHNSON J.H. (1958). — Studies of devonian Algae. *Quart. Colorado School of Mines*, v. 53, n° 2.
- 3) JOHNSON J.H. (1963). — Lower devonian Algae and encrusting Foraminifera from New South Wales. *Jour. Paleontology*, v. 38, p. 98-108, Pl. 25-29.
- 4) KLOVAN J.E. (1964). — Facies analysis of the Redwater reef complex, Alberta, Canada. *Canadian Petroleum Geol. Bull.*, v. 12, p. 1-100.
- 5) KORDE K.B. (1961). — Cambrian Algae from south-eastern part of Siberia platform. *Akad. Nauk. S.S.S.R., Paleont. Inst. Trudy*, v. 89, p. 3-174.
- 6) LECOMPTE M. (1936). — Contribution à la connaissance des "récifs" du Frasnien de l'Ardenne. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, v. 10, p. 29-112, Pl. 6-11.
- 7) PALLA P. (1966). — *Lancicula gortanii*, nuova specie di Alga Codiacea del Devoniano inferiore della carnia (Alpi orientali). *Natura*, v. 57, 2, p. 89-102, 2 pl.
- 8) PONCET J. (1971). — *Pseudochaetetes devoniensis* (Delépine) Johnson et *Solenopora erecta* n. sp., Solenoporaceae des calcaires dévoniens de l'Horizon récifal de Baubigny. *Rev. de Micropaléontologie*, v. 14, 2, p. 91-95, 2 pl.
- 9) PONCET J. (1972). — Sur une codiacée du Dévonien inférieur du Cotentin (Manche). *Bull. Soc. linn. de Normandie*, v. 103, p. 26-29, 1 pl.
- 10) RIDING R. (1972) — Calcareous Algae and some associated microfossils from ancient Wall Reef Complex (Upper Devonian), Alberta. *A.A.P.G. Bull.*, v. 56/3, p. 684.
- 11) VOLOGDIN A.G. (1932). — Archaeocyathids of Siberia V.2. State Scientific, Technical Exploration Publ., Moscow-Leningrad (en russe).
- 12) WRAY J.L. (1967). — Upper Devonian calcareous Algae from the Canning Basin, Western Australia. *Prof. Contributions of the Colorado School of Mines*, n° 3.

\* \* \*

### EXPLICATION DES PLANCHES

#### Planche I

- Fig. 1. — *Pseudochaetetes devoniensis* (Delépine) Johnson.  
Section longitudinale du thalle. Gr. = 25.
- Fig. 2. — *Pseudochaetetes devoniensis* (Delépine) Johnson.  
Section transversale et longitudinale du thalle.  
Gr. = 25.
- Fig. 3. — *Solenopora erecta* Poncet.  
Section longitudinale du thalle; à noter la recristallisation sous forme de sparite qui affecte le thalle et débute en son centre. Gr. = 11,5.
- Fig. 4. — *Solenopora erecta* Poncet.  
Section transversale du thalle montrant le contour polygonal des cellules. Gr. = 11,5.
- Fig. 5. — *Lancicula* sp. 2.  
Section transversale du thalle montrant les canaux centraux au nombre de 8, et les canaux secondaires de plus petit diamètre disposés à la périphérie. Gr. = 25.

Fig. 6 et 7. — *Lancicula* sp. 2.

Sections longitudinales d'articles avec leur portion de tige. Gr. = 25.

#### Planche II

Fig. 1 et 2. — Sections transversales obliques de codécées. Gr. = 25.

Fig. 3 à 5. — *Renalcis* sp.

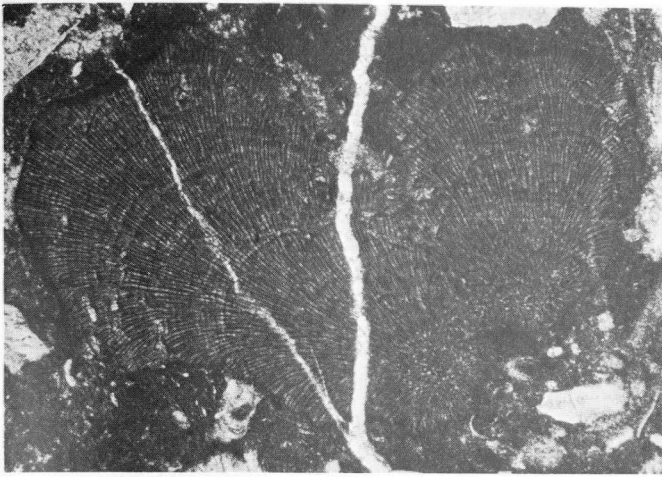
Sections de thalles diversement orientées.

Fig. 3 et 4: Gr. = 50; fig. 5: Gr. = 25.

Fig. 6 à 9. — *Sphaerocodium straeleni* Lecompte.

Fragments remaniés. Sur la fig. 6, les filaments de petite taille appartiennent à une espèce de *Sphaerocodium* non encore déterminée. Gr. = 55.

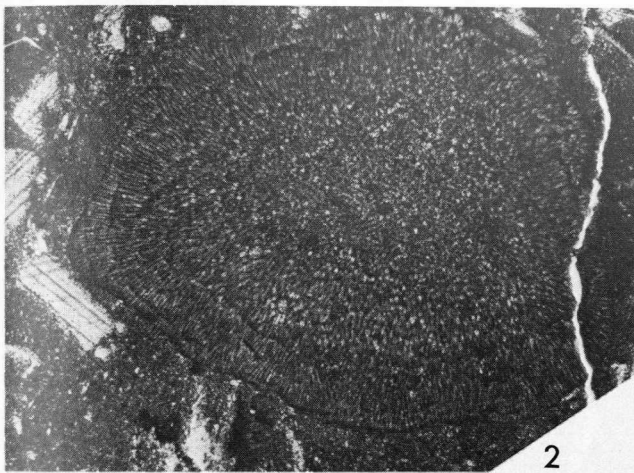
————— « » —————



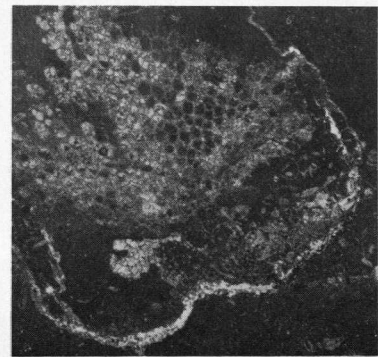
1



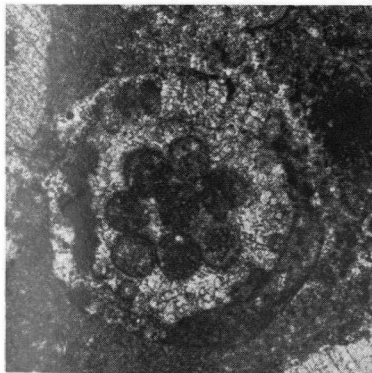
3



2



4



5

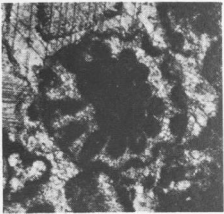


6

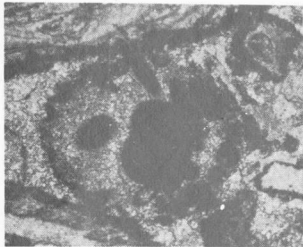


7





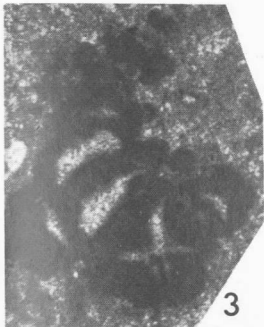
1



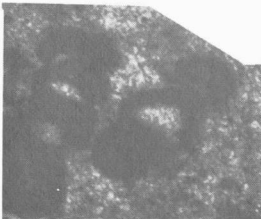
2



6



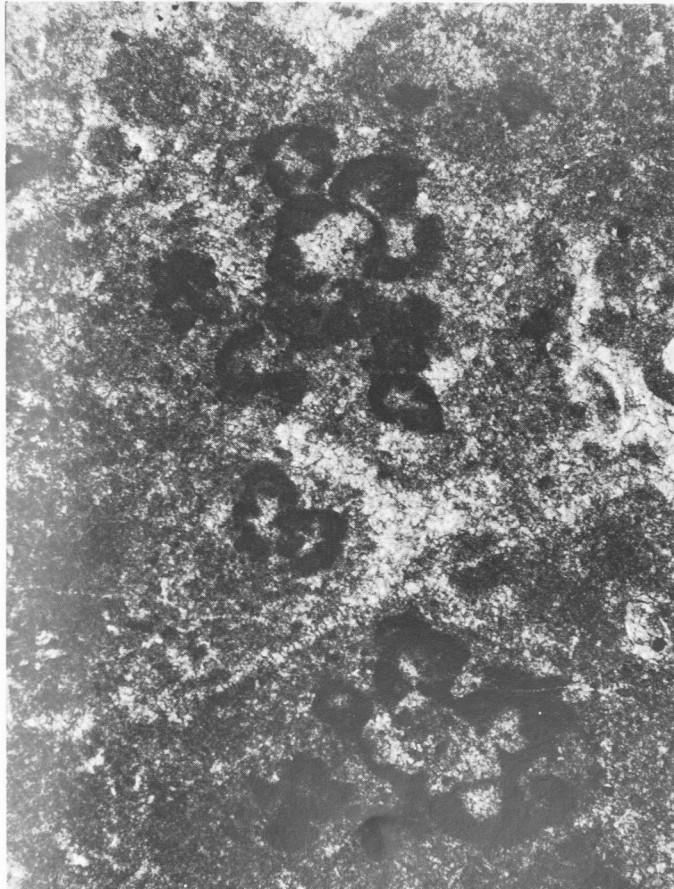
3



4



7



5



8



9



## Influence de l'eau sur les propriétés mécaniques de craies (\*)

par B. DUTHOIT (\*\*), R. HAZEBROUCK (\*\*\*) et J. PAQUET (\*\*)

**Sommaire.** — Cet article se rapporte à l'étude expérimentale des variations de résistance mécanique en compression simple, de cinq types de craies du Nord de la France, en fonction de l'humidité relative de l'atmosphère dans laquelle les échantillons sont conservés et testés.

Les variations de résistance peuvent être interprétées à l'aide du concept de contrainte de gonflement.

Les résultats ainsi obtenus, nous montrent à quel point il est nécessaire de préciser les conditions expérimentales.

**Summary.** — This paper concerns the water effect on five different chalks coming from the North of France. The deformation values of unstressed samples are measured in several wet atmospheres. The compressive strengths under uniaxial stress are shown as directly connected to the air moisture and to the water content of the rocks.

Les roches poreuses, et en particulier les craies dont la porosité peut atteindre 50 %, sont caractérisées par leur perméabilité à l'air humide ou sec et à l'eau. Dans leur gisement naturel les craies ont des teneurs en eau infiniment variables. Elles sont soit directement au contact de l'atmosphère, soit indirectement, car sous faible recouvrement limoneux de surface. Elles peuvent être également immergées totalement dans la nappe aquifère ou dans sa frange capillaire.

Les caractéristiques mécaniques de ces matériaux dépendent étroitement de leur teneur en eau. On connaît depuis longtemps les effets de l'humidité sur l'abaissement de la résistance à la rupture d'une roche (1 à 7). Le concept de contrainte de gonflement  $\sigma_g$  a été quelquefois utilisé (1, 5, 6).

Il indique qu'une roche passant de l'état sec à un état humide donné est soumise à une contrainte hydrostatique de tension qui entraîne

une variation volumique  $\Delta V/V$ . Cette dilatation ou gonflement de la roche varierait en fonction de l'humidité (\*\*\*) (6).

Dans le cas des craies à forte porosité, les processus de gonflement sont importants et altèrent considérablement leur cohésion interne. Ce rôle est purement mécanique. De l'environnement, dépendront donc les caractéristiques mécaniques obtenues par les essais classiques. Nous nous sommes donc attachés dans un premier temps à étudier les propriétés de gonflement de plusieurs craies typiques du Bassin de Paris en fonction de l'humidité de l'air environnant. Dans un second temps, nous avons examiné les variations de leur résistance à la rupture en compression en fonction également de l'humidité de l'environnement.

### I. — DEFINITION DES CRAIES ETUDIÉES

Cinq types de craies de faciès différents ont été testés. Il s'agit de Crétacé supérieur du Nord de la France (Turonien et Sénonien).

(\*) Cette note constitue une partie des thèses de spécialité de MM. Duthoit et Hazebrouck, n° 571-572, Université de Lille I, Janvier 1976 : *Propriétés mécaniques de craies - relations avec leur microstructure - Rôle de l'environnement.*

(\*\*) Laboratoire associé au C.N.R.S., n° 234, « Propriétés et structure de l'Etat Solide », Groupe Roches, Université des Sciences et Techniques de Lille, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq (France).

Note déposée le 4 Mars 1976.

(\*\*\*) L'humidité atmosphérique se caractérise par l'humidité relative  $\psi = P_v/P_s\theta$  avec  $P_v$ , pression de la vapeur d'eau de l'air et  $P_s\theta$ , pression de la vapeur d'eau qui serait contenue dans l'air à la même température et s'il était saturé.

L'humidité de la roche peut s'exprimer par le degré de saturation  $S_r = V(H_2O)/V$  avec  $V(H_2O)$ , volume de l'eau contenue dans l'échantillon et  $V$  = volume des vides.

Le type I est une craie blanche classique sénonienne [carrière de la Loïse = Barlin et Hersin-Coupigny (62)]. Il s'agit d'une craie organoclastique formée de coccolithes et de débris de foraminifères.

Ces bioclasts ont des dimensions de l'ordre du  $\mu\text{m}$  et sont agglomérés en amas élémentaires d'une dizaine de  $\mu\text{m}$  de diamètre. La porosité de cette craie blanche est élevée, de l'ordre de 45 %, les rayons moyens de pores équivalents étant essentiellement compris entre 0,1 et 1  $\mu\text{m}$ . La densité sèche est de 1,6 environ.

Le type II est une craie grise turonienne (carrière de Sainghin-en-Mélantois, SE de Lille). La porosité est de 34 % pour un maximum de pores équivalents entre 0,1 et 1  $\mu\text{m}$  comme précédemment. La densité sèche est de 1,7. Cette craie grise est très proche de la craie blanche sur le plan microstructural mais un peu plus dense.

Le type III est une craie verte, variation locale du faciès précédent, avec des grains de glauconie. La porosité est également de 34 % mais le spectre de pores est plus étalé que celui de la craie grise puisque 15 % des pores équivalents ont plus de 1  $\mu\text{m}$  de rayon.

Les types IV et V correspondent respectivement aux types II et III mais *indurés*. Ce sont des craies plus dures et de porosité beaucoup plus faible, de l'ordre de 10 %. Le spectre de porosité montre la prédominance de petits pores de rayons moyens équivalents inférieurs à 0,1  $\mu\text{m}$ . Elles sont également formées de grains de l'ordre du  $\mu\text{m}$  (entre 0,5 et 3  $\mu\text{m}$ ) associés en amas plus compacts. Les surfaces des joints de grains sont nettement plus importantes que précédemment.

Le choix de ces cinq types de craies recouvre les principaux faciès de craies que l'on peut caractériser à l'affleurement.

## II. — LE GONFLEMENT DES CRAIES

Deux appareillages furent utilisés pour effectuer la mesure du gonflement des craies en fonction de l'humidité :

— un banc de climatisation de laboratoire fut employé pour mesurer le gonflement pour des humidités relatives ( $\psi$ ) variant de 10 à 100 % ;

— une cellule fut réalisée pour permettre de passer en continu d'une atmosphère sèche à une atmosphère saturée puis à une immersion.

Le détail de ces installations est donné en Annexe 1.

La mesure des déformations peut se faire soit par jauges extensométriques collées, soit par capteur à induction. L'état de surface des éprouvettes de craies étant très irrégulier, la pose de jauges nécessite de placer un enduit rectifié. Les jauges devront elles-mêmes être isolées électriquement de l'environnement humide. Un tel traitement de la surface de l'échantillon la perturbe quelque peu. Nous avons donc choisi de mesurer les déformations suivant une direction donnée. La craie étant isotrope, la variation volumique sera égale à trois fois la déformation linéaire mesurée.

### 1) Gonflement sous atmosphère saturée et en immersion.

Le tableau I donne les valeurs de la déformation  $\Delta L/L$  dans une direction et le gonflement  $\Delta V/V$  qui en est déduit pour une atmosphère

$\theta_s = 20^\circ \text{C}$	Craie blanche type I		Craie grise Type II		Craie verte type III		Craie grise indurée type IV		Craie verte indurée type V	
	$\frac{\Delta L}{L} 10^{-6}$	$\frac{\Delta V}{V} 10^{-6}$	$\frac{\Delta L}{L} 10^{-6}$	$\frac{\Delta V}{V} 10^{-6}$	$\frac{\Delta L}{L} 10^{-6}$	$\frac{\Delta V}{V} 10^{-6}$	$\frac{\Delta L}{L} 10^{-6}$	$\frac{\Delta V}{V} 10^{-6}$	$\frac{\Delta L}{L} 10^{-6}$	$\frac{\Delta V}{V} 10^{-6}$
$\psi = 100 \%$ $Sr \approx 0,05$	1.600	4.800	1.350	4.050	1.100	3.300	600	1.800	650	1.950
$Sr = 1$ immersion	1.800	5.400	1.600	4.800	1.400	4.200	900	2.700	1.100	3.300

Tableau I. — Gonflement de craies en atmosphère saturée en eau et en immersion totale dans l'eau.



à 100 % d'humidité (correspondant à un degré de saturation en eau des échantillons ( $S_r \approx 0,05$ ) et dans le cas d'une immersion complète.

**2) Gonflement en fonction de l'humidité relative de l'air.**

$$\Delta L/L = f(\psi) \text{ (fig. 1)}$$

Nous avons réalisé les mesures de gonflement en fonction de l'humidité de l'air pour la craie grise type II et pour la craie grise indurée type IV. Pour une humidité de l'ordre de 30 %, le gonflement est insensible alors qu'il croît nettement à partir de 50 % environ. On notera que l'augmentation du gonflement lors de l'immersion complète des échantillons n'est pas considérable par rapport au gonflement obtenu en atmosphère saturée en vapeur d'eau. Le tableau I l'indique clairement.

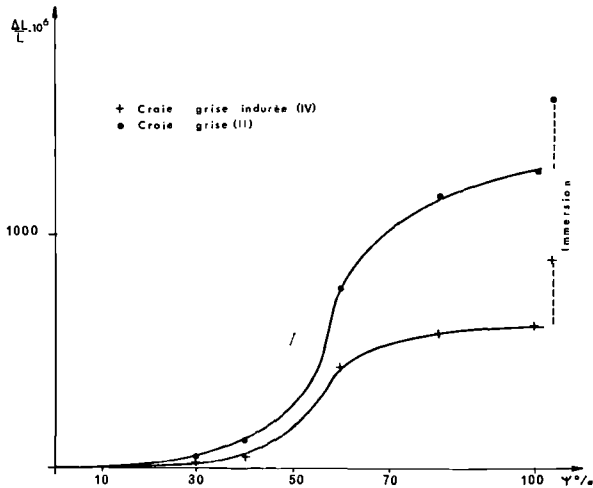


Fig. 1. — Evolution du gonflement de deux types de craies (II et IV) en fonction de l'humidité atmosphérique.

**3) Gonflement pour une humidité de l'air, donné en fonction du temps.**

$$\Delta L/L = f(t)$$

La fig. 2 montre l'évolution du gonflement dans le temps d'une craie blanche type I et d'une craie verte type V en atmosphère à 100 % d'humidité à 20° C. Le gonflement de la craie blanche est pratiquement stabilisé après un jour d'exposition alors que la craie verte indurée ne

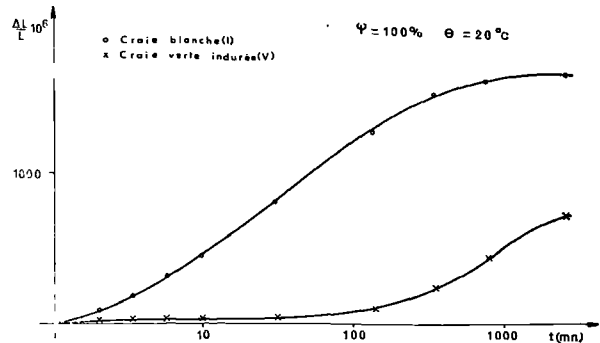


Fig. 2. — Evolution du gonflement de deux types de craies (I et V), en fonction du temps, à humidité constante ( $\psi = 100\%$ ).

l'est apparemment pas. La porosité plus faible de ce dernier type de craie (10 % pour 45 % à la craie blanche) ainsi que le diamètre beaucoup plus petit des pores sont vraisemblablement la cause de ce retard à l'équilibre.

**III. — VARIATIONS DE LA RESISTANCE A LA RUPTURE EN COMPRESSION DE CRAIES EN FONCTION DE L'HUMIDITE DE L'AIR AMBIANT ET EN IMMERSION COMPLETE DANS L'EAU**

Afin de tester les variations de comportement mécanique des craies en compression en fonction de l'humidité, nous avons dû réaliser d'une part une cellule d'essai étanche dont l'atmosphère est contrôlée par une installation de conditionnement d'air en condition humide. Le détail technique de ce montage est donné en Annexe 2. Pour des températures de 20 à 25°, nous avons pu effectuer des essais de résistance à la rupture en compression pour une humidité relative de l'air de 10 %, 45 %, 100 %, ainsi que dans le cas d'une immersion complète dans l'eau.

**1) Résultats.**

Le tableau II indique la résistance ultime  $\sigma_{rc}$  des craies à l'état "sec" et à l'état "saturé".

L'état "sec" étant, nous l'avons vu, très difficile à définir suivant les méthodes de conservation des échantillons, nous avons choisi le qualificatif de "sec" pour des échantillons

Types de craies	Résistance à la rupture en compression $\sigma_{rc}$ (bars)	
	"sec"	"saturé"
I. Blanche .....	110	50
II. Grise .....	145	60
III. Verte .....	55	20
IV. Grise indurée ...	1.600	950
V. Verte indurée ...	1.680	780

Tableau II. — Résistance à la rupture en compression des craies.

étuvés à 110° C pendant trois semaines au moins et testés sous atmosphère climatisée à 25° C avec 10 % d'humidité relative après 4 h. au moins de mise à ce type d'environnement (voir Annexe 2). L'état "saturé" est obtenu par immersion.

L'élanement des éprouvettes est de 2,5, la vitesse de déformation pour les craies "sèches" est  $\epsilon = 35.10^{-7}s^{-1}$  et pour les craies "saturées" de  $\epsilon = 100.10^{-7}s^{-1}$ .

Les variations de résistance à la rupture en compression sont importantes : ce résultat est bien connu pour les roches en général : on a, dans le cas des craies,

$$2 < \frac{\sigma_{rc} \text{ "sec" }}{\sigma_{rc} \text{ "sat."}} < 3$$

## 2) Evolution de $\sigma_{rc}$ en fonction de l'humidité relative de l'air.

Les courbes de la fig. 3 montrent clairement que la résistance à la rupture en compression chute considérablement lorsque l'atmosphère ambiante est humide. Les craies à forte porosité (craie blanche : type I et craie grise : type II) ont une résistance à la rupture en compression qui chute de 45 % lorsqu'on passe d'une atmosphère sèche (10 % d'humidité) à une atmosphère saturée (100 %). A partir de ces valeurs en atmosphère saturée, la chute de résistance est de l'ordre de 20 % lorsqu'on passe à l'état immergé. La craie verte : type III est un peu

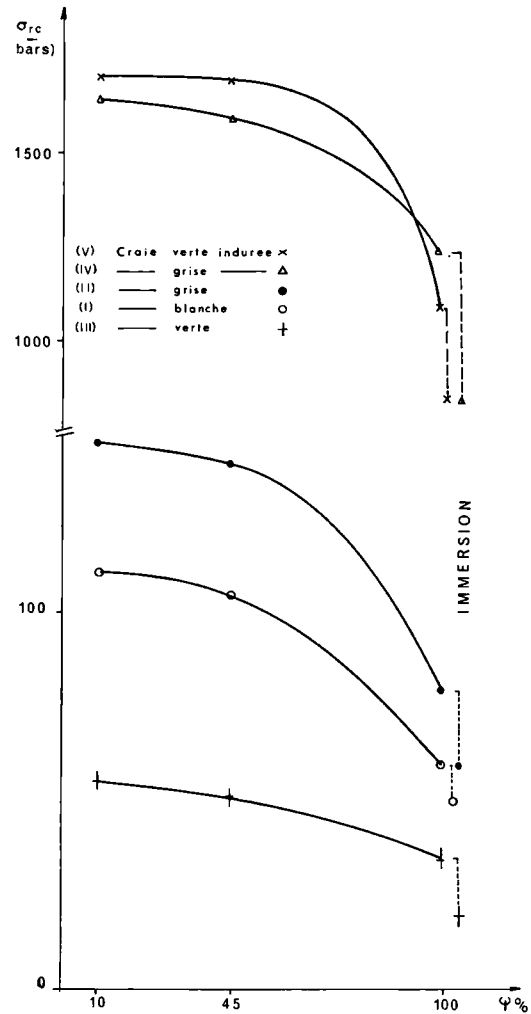


Fig. 3. — Evolution de la résistance en compression simple ( $\sigma_{rc}$ ) des cinq types de craies en fonction de l'humidité atmosphérique de conservation et d'essai.

moins sensible à l'humidité ambiante puisque  $\sigma_{rc}$  chute de 38 % lorsque l'humidité de l'air passe de 10 à 100 %. Par contre, la chute de résistance à l'immersion est du même ordre que pour les autres craies.

Les craies indurées — type IV et V — sont un peu moins sensibles à l'eau. Néanmoins, la résistance à la rupture en compression diminue de 45 à 50 % lorsqu'on passe d'un environnement sec à l'immersion complète.

### 3) Interprétation.

A ce stade de l'étude, nous ne formulerons aucune conclusion quant aux modifications du phénomène de rupture lui-même, apportées par la variation de teneur en eau de l'échantillon. On peut simplement constater que la résistance à la rupture en compression chute essentiellement à partir d'une humidité relative de l'air de l'ordre de 50 %. Or c'est précisément à cette caractéristique de l'ambiance que le gonflement apparaît clairement (fig. 1 et 2).

On peut, en première analyse, associer l'apparition notable du gonflement des craies et celle de la chute de leur résistance en compression.

L'éprouvette en atmosphère humide (au moins 45 % d'humidité relative) peut être considérée, en utilisant le concept de contrainte de gonflement, en état de traction qui diminuerait d'autant sa résistance à la compression (fig. 4).

Il apparaît donc, au terme de cette étude, que les craies peuvent subir d'importantes déformations volumiques par le simple effet de l'humidité de l'atmosphère si celle-ci dépasse 50 %,

ce qui est fréquemment le cas. La résistance à la rupture en compression simple des craies chute considérablement d'un facteur au moins égal à 1/2 et l'on peut, en première analyse, attribuer cette chute de résistance au gonflement précédemment cité.

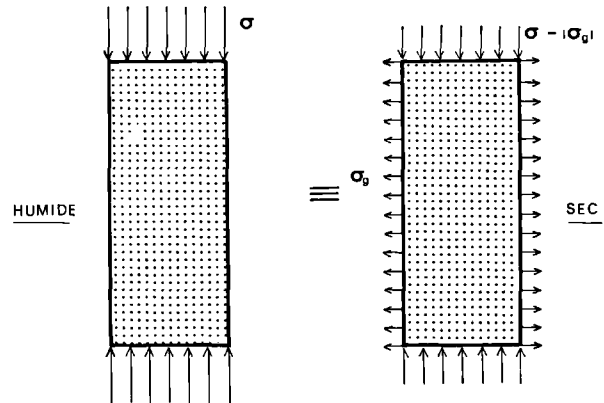


Fig. 4. — Interprétation de la variation de résistance à la compression simple de la craie "humide" par rapport à la craie sèche en utilisant le concept de contrainte de gonflement.

### BIBLIOGRAPHIE

- 1) COLBACK P.S.B., WIID B.L. (1965). — The influence of moisture content on the compressive strength of rock. *Proc. Symp. Rock Mech.*, 3rd Toronto, p. 65-83.
- 2) DESSENNE J.L. (1971). — Etude rhéologique et géotechnique de la craie. Thèse de docteur ingénieur, Université I, Grenoble.
- 3) FLOOD E.A., FARHAN F.M. (1963). — Stresses and strains in absorbent-absorbate systems - V: Thermodynamic theory of adsorption extension phenomena. *Canadian Journal of Chemistry*, 41, p. 1703-1717.
- 4) KROKOSKY E.M., HUSAK A. (1968). — Strength characteristics of basalt rock in ultra-high vacuum. *Journal of Geophysical Research*, 73, p. 2237-2247.
- 5) MORLIER P. (1970). — Comportement des roches sous contrainte en fonction de leur teneur en eau. *La Houille Blanche*, n° 5, p. 471-475.
- 6) POWERS T.C. (1968). — The thermodynamics of volume change and creep. *Matériaux et Construction*, 1, 6, p. 487-508.
- 7) SIMPSON D.R., FERGUS J.H. (1968). — The effect of water on the compressive strength of diabase. *Journal of Geophysical Research*, vol. 73, n° 20, p. 6591-6594.

\* \* \*

### Dispositifs expérimentaux de la mesure du gonflement des craies

Un appareillage de climatisation de laboratoire Hilton fut utilisé (fig. 5). Il permet de créer grâce à son équipement très complet (batteries chaudes, batterie froide, humidificateur) une atmosphère régulée entre 10 et 100 % d'humidité relative, la température étant maintenue aux environs de 25° C.

Intéressant par la multitude des atmosphères réalisables, cet appareil présente cependant l'inconvénient de nécessiter des transferts de l'échantillon de milieu d'ambiance totalement différents : de l'étuve ou de la cloche à vide à la cellule du banc de climatisation, à la cellule d'immersion. Nous avons donc réalisé un montage permettant de passer en continu d'une atmosphère "sèche" à l'immersion complète. Cette installation est schématisée dans la fig. 6.

L'échantillon (1) ayant subi un étuvage prolongé est placé dans un récipient cylindrique (2) enfermé dans une cloche à vide (5) alimentée par une réserve d'eau (8). Un capteur à induction (3) indiquant la déformation longitudinale est relié à un système d'enregistrement en continu (7). L'humidité de l'air ambiant est mesurée à l'intérieur de la chambre par un psychromètre à cheveux (4). Après une mise sous vide permettant de faire baisser au maximum l'humidité, la cuve (5) est mise en eau jusqu'au niveau N 1 (l'échantillon n'étant donc pas immergé) ; l'humidité passera de quelques % à une valeur voisine de 100 %, quand la déformation sous air est stabilisée à 100 % d'humidité le niveau d'eau est amené à N 2, l'échantillon est alors immergé.

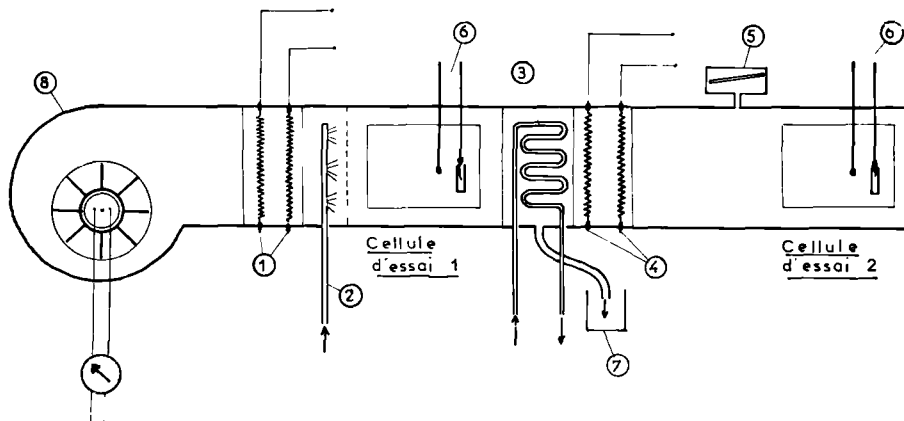


Fig. 5. — Banc de climatisation Hilton.

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. - Première batterie chaude. | 5. - Débitmètre.                       |
| 2. - Humidificateur à vapeur.  | 6. - Psychromètre à deux thermomètres. |
| 3. - Batterie froide.          | 7. - Réservoir à condensation.         |
| 4. - Deuxième batterie chaude. | 8. - Ventilateur.                      |

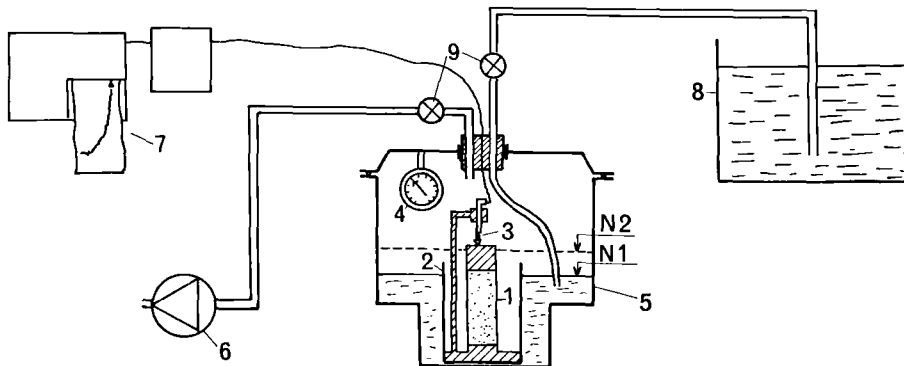


Fig. 6. — Schéma de l'installation de mesure de gonflement.

- |                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. - Echantillon.                 | 6. - Pompe à vide.                 |
| 2. - Récipient porte-échantillon. | 7. - Enregistreur de déformations. |
| 3. - Capteur de déformations.     | 8. - Réserve d'eau.                |
| 4. - Psychromètre à cheveux.      | 9. - Robinets.                     |
| 5. - Cloche à vide.               |                                    |

\* \* \*

## ANNEXE 2

### Dispositifs expérimentaux d'essais mécaniques sous atmosphère contrôlée

Les principes des montages réalisés sont donnés en fig. 7 ; des diagrammes thermodynamiques de l'air humide (diagrammes psychrométriques) schématisés permettent de suivre les cycles de l'air.

L'échantillon (1) est situé dans une chambre hermétique s'appuyant sur les plateaux de compression de la machine. La paroi verticale est un anneau rigide de téflon surmonté d'une membrane déformable permettant le libre déplacement des plateaux de la presse. Une circulation fermée d'air assure la climatisation de cette cellule.

Pour les essais en atmosphère "sèche" (fig. 7a), l'air passe dans un sécheur à gel de silice (5) puis dans une batterie de chauffe régulée (4) qui assure le point de soufflage désiré en température et en humidité. La mesure des caractéristiques de l'air est déterminée par un thermomètre "sec" et un thermomètre

"humide" (\*) placés en sortie de la cellule. Ce montage permet, en maintenant une température voisine de 25° C, d'obtenir une humidité  $\psi \approx 10\%$ .

Dans le cas d'essais en atmosphère très humide (fig. 7b), l'air passe dans une première batterie de chauffe (6) qui détermine grossièrement la température, puis dans un humidificateur à eau chaude (5). La quantité de vapeur prélevée est dosée en régulant la température de l'eau ; à la sortie de l'humidificateur, une seconde batterie de chauffe (4) régulée assure un réglage fin de la température et de l'humidité de l'air au soufflage. Comme précédemment, la mesure des caractéristiques de l'air s'effectue par deux thermomètres.

(\*) Le bulbe d'un thermomètre humide est entouré d'un coton saturé en eau, l'indication ( $\theta_h$ ) d'un tel thermomètre est fonction de l'humidité de l'air. La connaissance de la température sèche ( $\theta_s$ ) et de la température humide ( $\theta_h$ ) permet de définir l'humidité relative ( $\psi$ ).

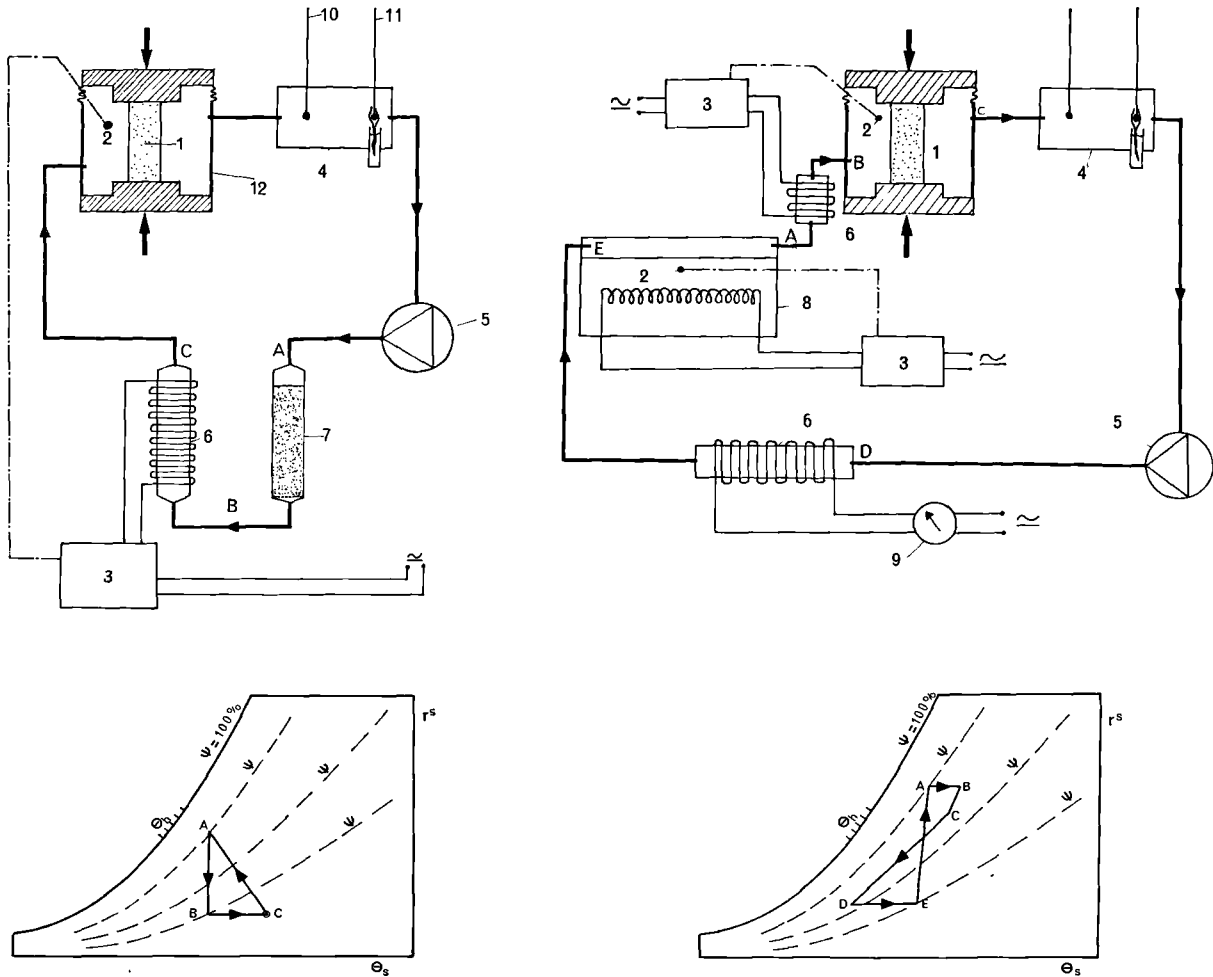


Fig. 7. — Dispositifs expérimentaux de régulation de l'atmosphère au niveau des plateaux de la presse.

7a. - Conditions "sèches".

7b. - Conditions "humides".

- 1. - Echantillon.
- 2. - Thermocouple.
- 3. - Régulateur.
- 4. - Psychromètre à deux thermomètres.

- 5. - Circulateur.
- 6. - Batterie de chauffe.
- 7. - Sécheur à gel de silice.
- 8. - Humidificateur.

- 9. - Variateur de puissance.
- 10. - Thermomètre sec.
- 11. - Thermomètre humido.
- 12. - Cellule d'essai.

$\theta_s$ : température sèche.

$\theta_h$ : température humide.

$\psi$ : humidité relative.

$r^s$ : humidité spécifique (poids d'eau contenu dans un kg d'air sec).

## Sur le Dévonien de Matringhem-Vincly (Pas-de-Calais, France)

par Charles DELATTRE (\*), Francis LECLERCQ (\*) et Michel WATERLOT (\*)

**Sommaire.** — Des terrains d'âge dévonien inférieur affleurent dans la région de Matringhem-Vincly (Artois, France). L'étude lithostratigraphique montre que l'ensemble des sédiments est essentiellement grés-schisteux, les lentilles argileuses qui y sont incluses se révèlent riches en débris de végétaux. L'analyse biostratigraphique conduit les auteurs à rapporter à l'Emsien inférieur une partie des niveaux rencontrés.

On démontre qu'au Dévonien inférieur, des incursions marines ont eu lieu dans la région.

**Summary.** — Some lower Devonian rock-formations crop out in the Matringhem-Vincly area (Artois, France). The study of the lithostratigraphy shows that the main part of the sediments is composed of sandstones and mudrocks. Some richplant-bearing lenses of clay have been found. The analysis of the biostratigraphy leads the authors to give a lower-Emsian age to some of the observed beds. We demonstrate that some marine incursions have taken place during the lower Devonian in the area.

### INTRODUCTION

L'Artois, prolongement oriental du bombement anticlinal du Weald-Boulonnais, constitue une ligne de partage des eaux qui descendent soit vers les plaines flamandes au Nord, soit vers le Sud et le plateau crayeux picard. Ces cours d'eau ont entaillé le cœur du dôme anticlinal jusqu'à atteindre le Paléozoïque supérieur qui affleure en différents endroits. La Lys, notamment, s'est creusée une étroite et assez profonde vallée dans laquelle apparaissent des roches dévoniennes (fig. 1). Celles-ci affleurent dans la région de Vincly (Pas-de-Calais) depuis Matringhem, village au Sud duquel la couverture mésozoïque repose en discordance sur le Dévonien inférieur, jusque Dennebrœucq, village au Nord duquel des marbres et conglomérats rapportés au Carbonifère supérieur reposent en discordance sur les formations dévoniennes (Mériaux, 1961).

Depuis Dufrenoy et De Beaumont (1842), différents auteurs se sont intéressés au "Pays de Matringhem", notamment Du Souich (1851), Potier (1875), Parent (1893), Gosselet et Dollé

(1910), Bertrand (1913), Defretin (1950), Danzé-Corsin (1956 b), Delattre (1969), Delattre, Mériaux et Waterlot (1973), Degouy (1973), Leclercq (1975).

### LITHOSTRATIGRAPHIE

Une analyse systématique des nombreuses carrières ouvertes dans cette région a été réalisée. Les formations rencontrées ont une direction N 115 en moyenne. Les valeurs oscillent entre N 90 et N 130 pour les extrêmes. Le pendage est en moyenne de 30° S. Il est parfois assez fort (de l'ordre de 40°). On a pu noter quelques pendages nord dans la région mais aucun axe anticlinal n'a pu être observé. L'on doit cependant admettre l'existence d'un plissement en ondulations souples.

Les sédiments sont des grès blancs, verts ou rouges à délits de schistes, schistes argileux, schistes gréseux rouges et verts et d'argiles polychromes plus ou moins kaoliniques. Ces formations sont en proportion élevée des grès quartzitiques ("quartzitic sandstones", selon la définition de Krynine, 1940). Parmi elles, on note quelques lits de grès lithiques ("lithic sandstones", si l'on se réfère à Pettijohn, 1954). Ces grès comportent moins de 15 % de matrice et plus de 5 % de feldspaths (souvent en voie

(\*) Laboratoire de Géologie régionale et fondamentale, U.E.R. des Sciences de la Terre, Université de Lille I.

Note déposée le 4 Mars 1976

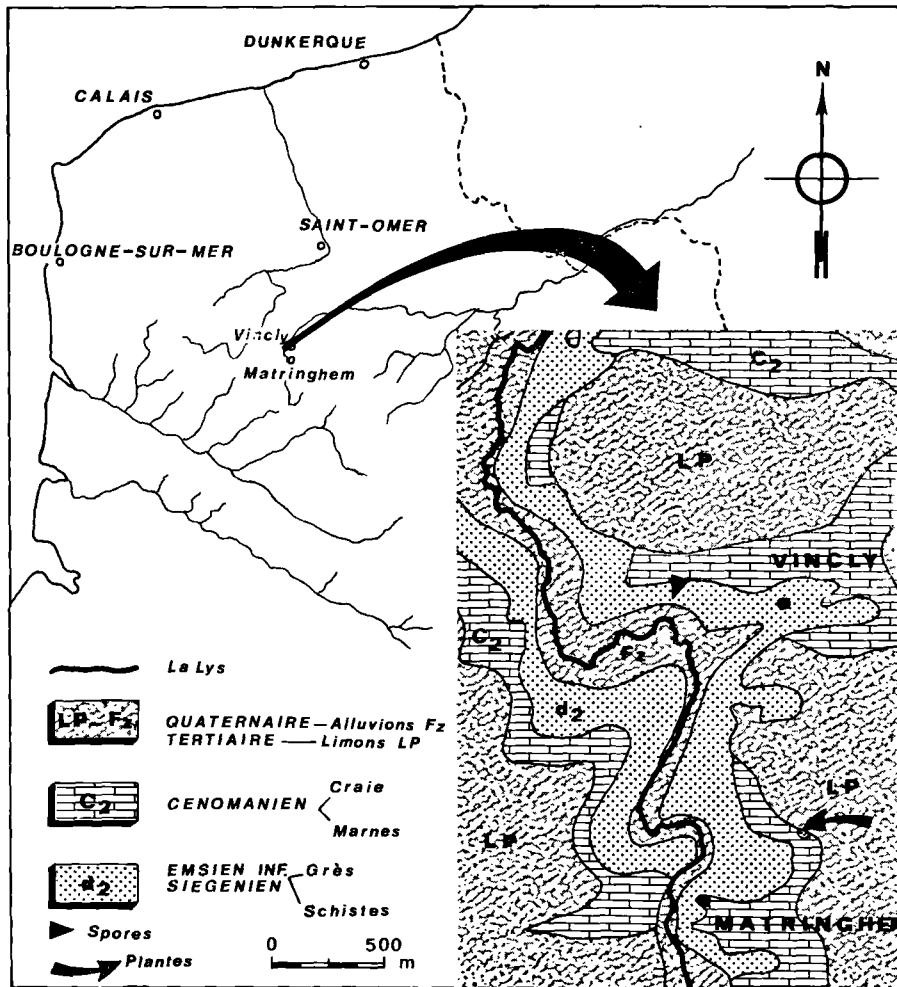


Fig. 1. — Carte de localisation et de géologie régionale.

de séricitisation) et de débris de roches. Les quartz sont engrenés, jointifs, anguleux, irréguliers et présentent une extinction roulante dominante. Cela laisse supposer un léger dynamométamorphisme. Le ciment est siliceux (cela est net dans le cas des grès quartzitiques proprement dits). Les grains de quartz ont subi un nourrissage par de la silice secondaire. Dans certains cas, on note l'existence de cherts microcristallins authigènes à contours diffus et anguleux. Ces grès présentent une certaine porosité et, par ailleurs, le rapport quartz/feldspath reste

toujours faible. Outre les quartz, on note un certain nombre de grains détritiques, à savoir :

- des minéraux lourds (Tourmaline, Zircon),
- des cherts détritiques (origine sédimentaire),
- des microquartzites à structures orientées (origine métamorphique),
- des lydiennes.

Ces grès ont une granulométrie fine (inférieure à 550 microns). Le classement est varia-



ble (ils sont monodispersés, assez mal calibrés à mal calibrés). Un aspect caractéristique de ces grès est illustré par la photographie de la fig. 3. L'échantillon représenté sur cette figure a été prélevé au niveau précisé par une flèche évidée sur la fig. 2. On peut y distinguer (fig. 3) :

1. Oxydes de fer opaques.
2. Cherts authigènes (les contours sont diffus).



Fig. 2. — La carrière de coordonnées X = 587,7 et Y = 317,7.

On note l'alternance d'arénites, de siltites, de lutites et de pélites litées qui pendent vers le Sud. La flèche noire indique le niveau où ont été trouvées les plantes. La flèche évidée indique le lieu de prélèvement de l'échantillon de grès de la fig. 3.

(Cliché Jean Carpentier).

3. Quartz montrant l'allure concavo-convexe de son pourtour ; les grains sont engrenés. Ils ont subi un "nourissage" secondaire de silice.
4. Quartz montrant l'alignement d'inclusions.
5. Grains de cherts détritiques (les contours sont arrondis).
6. Paillette de muscovite détritique déformée lors de la diagenèse.
7. Quartz en position d'éclairement moyen.
8. Craquelures dans les quartz provoquées lors de la fabrication de la lame mince.
9. Quartz montrant l'extinction "roulante".
10. Microquartzite à structures orientées.
11. Quartz en position d'extinction maximale.
12. Quartz en position d'éclairement maximal.
13. Zircons.
14. Tourmaline.
15. Trou dans la préparation.

La granulométrie est parfois si fine qu'il convient de classer certains lits parmi les siltites (siltstones), c'est-à-dire des roches détritiques consolidées composées en majeure partie de particules que l'on peut intégrer dans la classe des silts (2 à 63  $\mu$ ).

L'étude aux rayons X de certains niveaux a permis de mettre en évidence la nature des minéraux argileux. On note la présence de kaolinite, d'illite et de muscovite et, pour 50 % des échantillons étudiés, la présence de chlorite.

## BIOSTRATIGRAPHIE

Un niveau d'argiles bariolées indiqué par une flèche noire sur les fig. 1, 2 et 4, s'est révélé riche en débris de plantes très fragiles mais assez bien conservées. Ces plantes ont pu être identifiées comme appartenant à l'ordre des Rhyniales et des Psilophytales (M<sup>me</sup> Corsin, communication personnelle) (fig. 5). On a pu notamment déterminer *Taeniocrada decheniana*, *Thursophyton vahlbergianum* et *Hostimella* sp.

Les niveaux schisteux rencontrés dans cette région de l'Artois se sont révélés riches en microflore. Un niveau particulier (triangle noir de la fig 1) a livré des spores qui ont permis de préciser les déterminations réalisées sur le

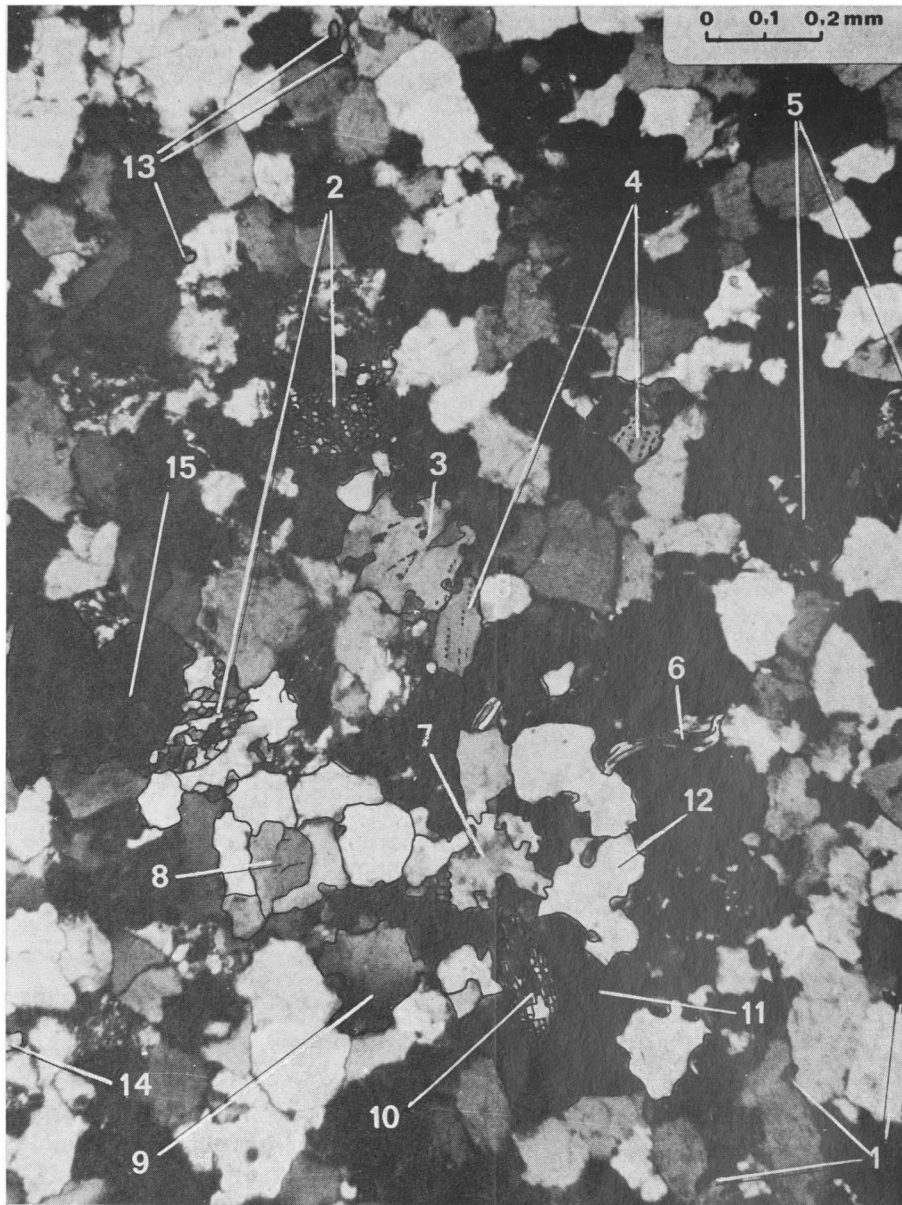


Fig. 3. — Lamme mince d'un échantillon de grès (voir légende dans le texte).

matériel du massif dévoniaien inférieur de La Comté-Beugin [homologue méridional du Massif de Matringhem-Vincly (Degouy, 1973)]. L'étude entreprise a permis aussi de découvrir de nouvelles espèces et d'autres non encore trouvées

dans le Dévoniaien inférieur artésien, dont certaines *Emphanisporites*. Ce niveau, qui affleure dans la carrière dont les coordonnées sont  $x = 587,7$  et  $y = 317,7$  a, par ailleurs, livré des Acritarches dont l'étude est en cours.

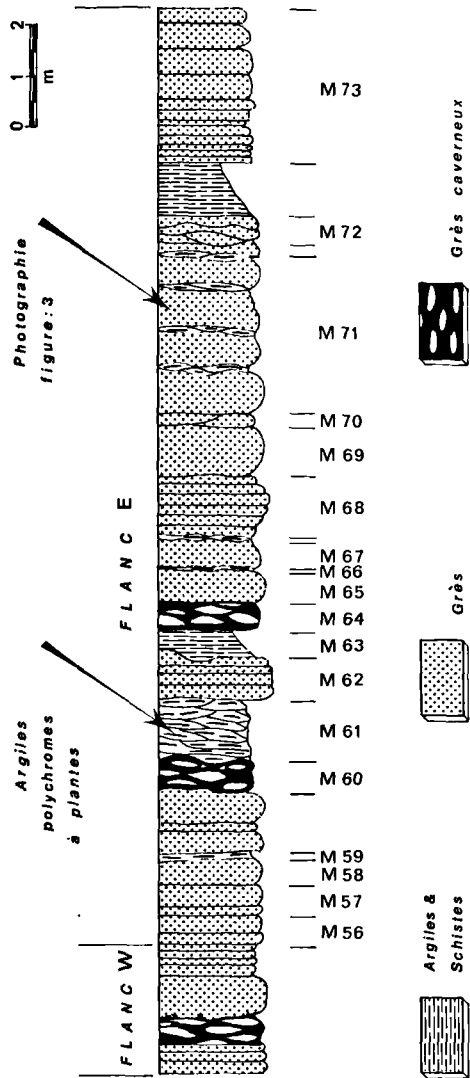


Fig. 4. — Echelle lithologique des niveaux de schistes et grès qui affleurent dans la carrière de la fig. 2.

### CONCLUSIONS

Par rapport aux travaux antérieurs, la présente étude apporte des précisions sur la lithologie, la stratigraphie et la paléontologie du Dévonien inférieur de l'Artois. Sur le plan chronostratigraphique, les renseignements fournis par l'étude de la macroflore n'ont pas apporté d'éléments nouveaux par rapport aux études antérieures très poussées effectuées par

Danzé-Corsin. Les conclusions de ces études réalisées sur des fossiles recueillis à Matringhem (partie sud du massif dévonien) avaient conduit à attribuer aux sédiments qui les renfermaient un âge siegenien inférieur. Cette flore, en effet, ne contient que des végétaux très primitifs. Aucune Arthropfite, ni Ptéridospermophyte n'a été recueillie. En revanche, la microflore découverte récemment à Vincly démontre la présence de niveaux d'âge emsien inférieur.

Sur les plans paléocéologique et paléogéographique, on peut remarquer que *Taeniocrada decheniana* évoque une plante aquatique (Krausel et Weyland, 1930) submergée (tiges longues, plates, supposées rubanées). Si ces plantes n'ont pas été transportées loin du biotope d'origine (et dans le cas contraire, elles auraient probablement été détruites), on peut envisager un milieu lagunaire ou un environnement de mer épicontinentale à cette époque et à cet endroit précis de l'Artois. De plus, la présence d'Acritarches prouve qu'une partie de ces sédiments s'est déposée dans un environnement marin.

Les terrains plissés du Dévonien inférieur affleurent sur environ 3 km. On peut considérer que le Siegénien est puissant de 600 m au moins, ce qui est conforme à l'épaisseur des assises du bord septentrional du synclinorium de Dinant (Siegénien épais de 800 m) dont l'Artois constitue le prolongement. Quant à celle de l'Emsien mis en évidence, elle reste difficile à chiffrer en raison de l'état des affleurements.

Par ailleurs, on sait que des Ostracodes, des Esthéries et des Poissons ont vécu dans ce milieu (Defretin, 1960). Les influences de la mer dévonienne sont donc certaines dans cette région. L'étude pétrographique tend à prouver que de légers mouvements de la mer ont effectivement eu lieu dans cette zone littorale. Les sédiments se déposent au Dévonien inférieur, tantôt au fond d'une mer épicontinentale lorsque celle-ci transgressait, tantôt dans des lagunes lors de la régression.

Au Dévonien, la région de Vincly se trouve dans la zone littorale bordant le Continent Nord-Atlantique. La mer a battu les sommets érigés issus de cette érosion intense se sont accumulés sur le pourtour du continent en donnant des grès et des schistes.

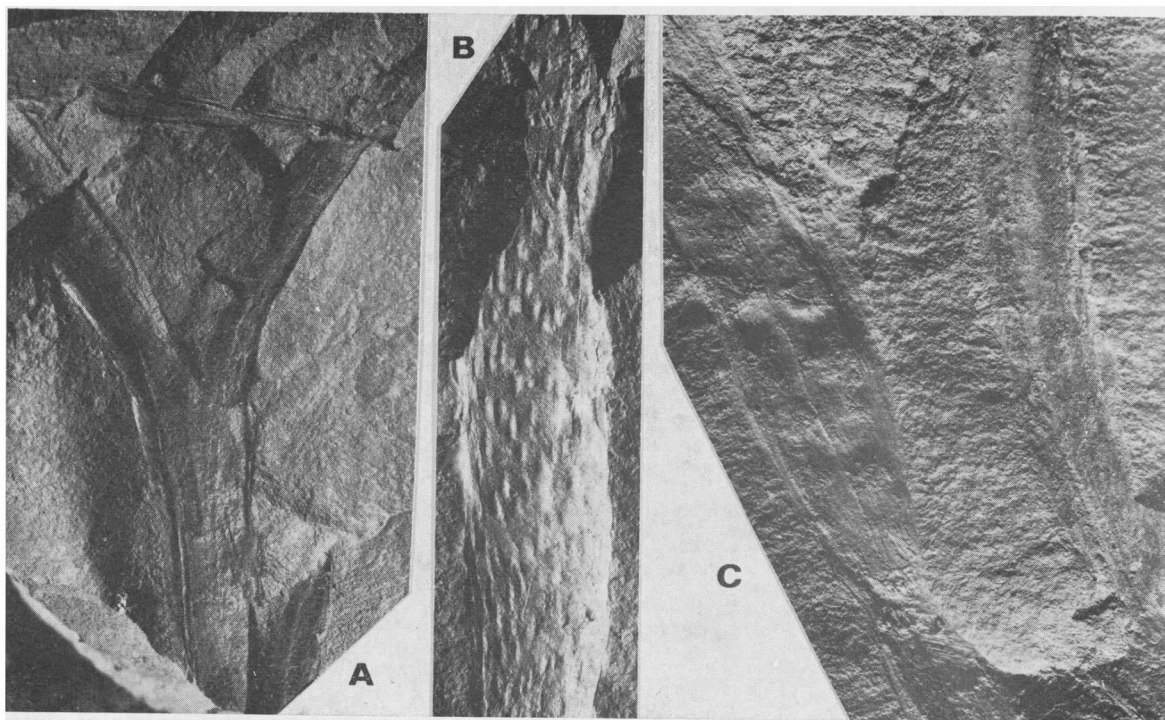


Fig. 5. — A. *Hostimella* sp. Gr. = 3. — B. *Thursophyton vahlbergianum*. Gr. = 3. — C. *Taeniocrada decheniana*. Gr. = 3. (Clichés Jean Carpentier).

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) BERTRAND P. (1913). — Note préliminaire sur les Psilophytons des grès de Matringhem. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XLII, p. 157-163.
- 2) DANZE-CORSIN P. (1956a). — Contribution à l'étude des flores éodévoniennes du Nord de la France. I. - Flore éodévonienne de Matringhem. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXV, p. 143-160.
- 3) DANZE-CORSIN P. (1956b). — Etude comparative des flores éodévoniennes du Nord de la France. *Ann. Sci. Nat.*, II<sup>e</sup> série, XVII, p. 259-268.
- 4) DEFRETIN S. (1950). — Crustacés fossiles du Dévonien de l'Artois et du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXX, p. 55-66.
- 5) DEGOUY M. (1973). — Etude du Massif Paléozoïque de la Comté-Beugin (Pas-de-Calais) et de sa couverture crétacée. *D.E.A.*, Lille.
- 6) DELATTRE Ch. (1969). — Les grands traits géologiques de l'Artois : Géologie du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, p. 79-90.
- 7) DELATTRE Ch., MERIAUX E. et WATERLOT M. (1973). — Région du Nord, Flandres, Artois, Boulonnais, Picardie. *Guides géologiques régionaux*, Masson et Cie, Edit., 176 p.
- 8) DUFRENOY A. et DE BEAUMONT E. (1842). — Carte géologique générale de la France, 1<sup>re</sup> édition.
- 9) DU SOUICH A. (1851). — Carte du Département du Pas-de-Calais, 1<sup>re</sup> édition.
- 10) GOSSELET J. et DOLLE P. (1910). — Pays de Matringhem. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXIX, p. 9-20.
- 11) KRAUSEL R. et WEYLAND L. (1930). — Die flora des deutschen Unterdevons. *Abh. Preuss. Geol. Landesanst.*, N.F., 131, p. 1-92.
- 12) KRYNINE P.D. (1940). — Petrology and genesis of the third Bradford Sand. *Pennsylvania State College, Bull.* 29, 134 p.
- 13) LECLERCQ F. (1975). — Contribution à l'étude du Dévonien de Matringhem-Vincly (Pas-de-Calais, France). *D.E.A.*, Lille.
- 14) MERIAUX E. (1961). — Observations sur les conglomérats et marbres rouges de l'Artois. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXI, p. 65-71.
- 15) PARENT H. (1893). — Les grès primaires de l'Artois. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXI, p. 104-106.
- 16) PETTIJOHN F.J. (1954). — Classification of sandstones. *Jour. Geology*, vol. 62, p. 360-365.
- 17) POTIER M. (1875). — Carte géologique de la France au 1/80 000. Feuille d'Arras.

## Le lambeau de poussée hercynien de la Tombe (Ardenne belge)

par A. BEUCNIES (\*)

*Summary.* — The stratigraphical study of the outlier of la Tombe at the front of Eifelian overthrust allow us to precise the paleogeographical origine of the outlier which was located on the south flank of the Namur basin and to emphasize an upwarping phase during visean time (V2b-V3a) with a W-E polarity inducing several sedimentary breccias.

On the basis of stratigraphical and structurological features the outlier is composed of two different units : a lower one (middle Visean to lower Westphalian) overlapping a folded and faulted westphalian basement by mean of a curved thrustfault and a upper one (Frasnian-Namurian) thrusting the former along another horizontal fault (fault of Gaux). The setting of the units took place during the last events of the asturian phase of hercynian orogeny (upper Westphalian) proving a displacement from South of North over a distance more than 11 km. During the last phase of hercynian orogeny (lower Permian?) both units were dislocated by wrench faults later on distorted by the last S-N displacement of the southern massif along the eifelian thrustfault and by ultimate translations of faulted units into different directions.

### VUE D'ENSEMBLE

On donne le nom de " Massif de la Tombe " (fig. 1) à un lambeau de poussée hercynien de l'Ardenne, limité à la base par la faille listrique de la Tombe au front du " Massif du Midi " qui le chevauche au Sud le long de la Grande Faille du Midi (ou faille eifélienne), accident majeur du domaine hercynien de l'Ardenne. Il occupe une région de forme grossièrement elliptique dont le grand axe s'allonge sur 11 km depuis Lalu au Nord-Ouest jusqu'à la Tombe au Sud-Est et dont le petit axe entre Wespes et Goutroux mesure environ 4 km. Sur la plus grande partie de son pourtour, il est ceinturé par les formations westphaliennes du substratum ; ce n'est qu'à sa bordure méridionale sur les territoires de Wespes et de Landelies qu'il vient au contact des formations gedinniennes du Massif du Midi sur une longueur de 5 km.

A l'Ouest de Fontaine-l'Evêque, le socle paléozoïque disparaît sous le manteau tertiaire du plateau d'Anderlues. Dans sa partie orientale, le massif de la Tombe est traversé par les

vallées de la Sambre et de l'Eau d'Heure, qui en dégagent les plus belles coupes naturelles. Dans sa partie centrale, il affleure encore dans les vallées de l'Iernelle au Nord et du ruisseau de Wespes au Sud, de part et d'autre du plateau de Leernes.

L'étude de la partie occidentale enfouie sous le recouvrement tertiaire a été rendue possible par les nombreux sondages, puits et galeries souterraines exécutés par les charbonnages de la région et plus particulièrement ceux de la Société de Monceau-Fontaine (1894-1966). C'est encore les documents fournis par les travaux miniers qui ont permis de préciser le tracé de la faille de la Tombe au Nord et à l'Est.

Un faisceau de failles transversales découpe le massif en plusieurs panneaux systématiquement surélevés à l'Est de chaque accident. La plus orientale d'entre elles, ou faille de Mont-sur-Marchienne, fait disparaître le massif de la Tombe à l'Est de la localité de même nom.

La surrection axiale transverse de Jamioulx, responsable du bombement de la faille du Midi et de l'émergence du substratum dans une bande large de 2 à 3 km, sépare le Massif de la Tombe d'un autre lambeau de poussée plus oriental connu sous le nom de Massif de Bouffioulx (fig. 2).

(\*) Faculté Polytechnique de Mons (Belgique).

Note déposée le 4 Mars 1976.

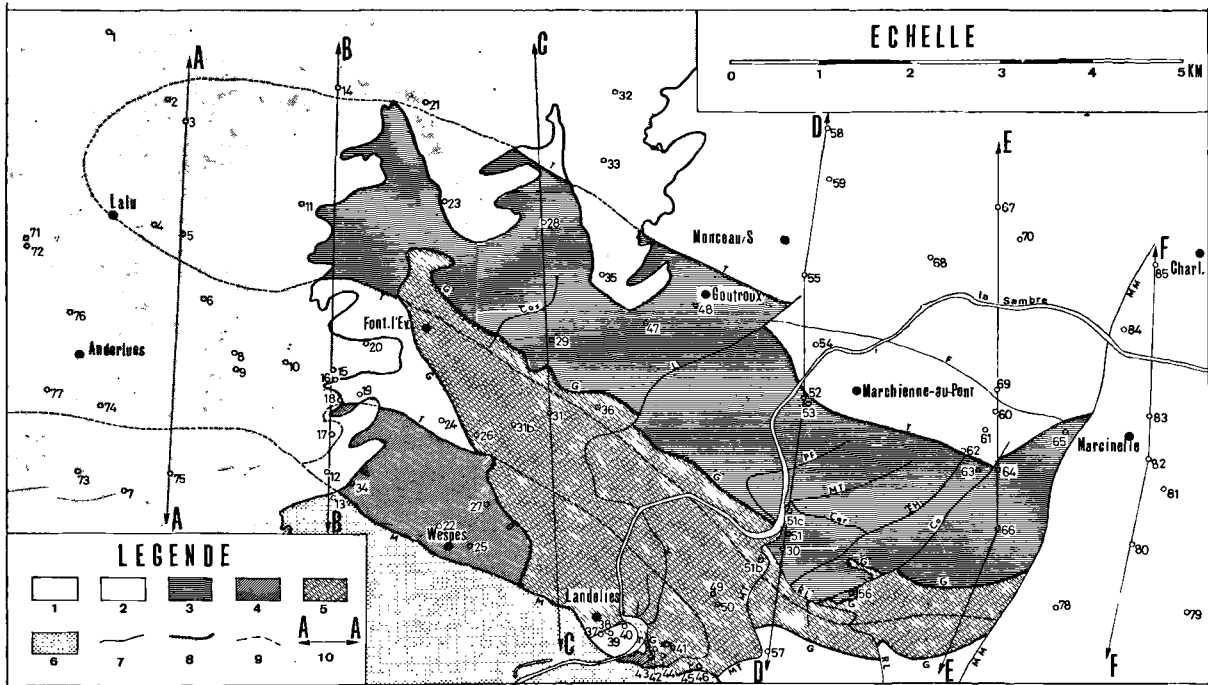


Fig. 1. — Le Massif de la Tombe.

Légende : 1, couverture tertiaire et quaternaire. — 2, substratum westphalien. — 3, lambeau de Fontaine-l'Évêque. — 4, lambeau de Wespes. — 5, lambeau des Gaux. — 6, Massif du Midi. — 7, tracé de faille transversale à l'affleurement. — 8, tracé de faille de charriage à l'affleurement. — 9, tracé de faille sous un lambeau. — 10, coupe A reproduite à la fig. 8. — 09, sondage (ou puits) portant le n° S9 dans le répertoire en annexe II. — Car, faille des Carrières. — Cas, faille de la Casse. — Co, faille des Couturelles. — E.H., faille de l'Eau d'Heure. — G, faille des Gaux. — L, faille de Landelies. — M, faille du Midi. — M.M., faille de Mont-sur-Marchienne. — M.T., faille de Montignies-le-Tilleul. — P.F., faille du Pré Fleuri. — R.L., faille du Rocher Lambot. — T, faille de la Tombe.

## HISTORIQUE

En 1894, Briart publie la synthèse de son analyse structurale du Massif de la Tombe qu'il interprète, avec beaucoup de mérite et de lucidité, comme un lambeau de poussée au front du charriage du Midi. Il distingue dans le Massif trois lambeaux séparés l'un de l'autre par des failles listriques, soit :

- la faille de Leernes (L, fig. 2) à la base du lambeau supérieur ;
- la faille de Fontaine-l'Évêque (FE, fig. 2) à la base du lambeau intermédiaire ;
- la faille de la Tombe (T, fig. 2), faisant reposer le lambeau inférieur sur le substratum westphalien.

Si l'on excepte une correction relative à la désignation des failles de Leernes et de

Fontaine-l'Évêque dans la région orientale, Smeysters n'introduit aucune modification aux tracés de Briart fidèlement reproduits sur les cartes illustrant ses travaux de 1898 et de 1905. Toutefois, il signale l'existence de lambeaux au Nord du Massif (les lambeaux de Forêt et de Charleroi) constitués de Namurien et de Westphalien, séparés du substratum par des failles plates à faible inclinaison sud.

La conception de Briart selon laquelle le Massif de la Tombe se présente comme un empilement de trois lambeaux résulte en partie du fait que l'auteur interprète la "brèche rouge de Landelies" au sein du Viséen supérieur comme une brèche tectonique jalonnant la faille de Leernes à l'Ouest de la Sambre et la faille de Fontaine-l'Évêque à l'Est. Or, en 1905, Brien, à la suite de son étude du Viséen de la vallée de la Sambre, met fortement en doute l'origine

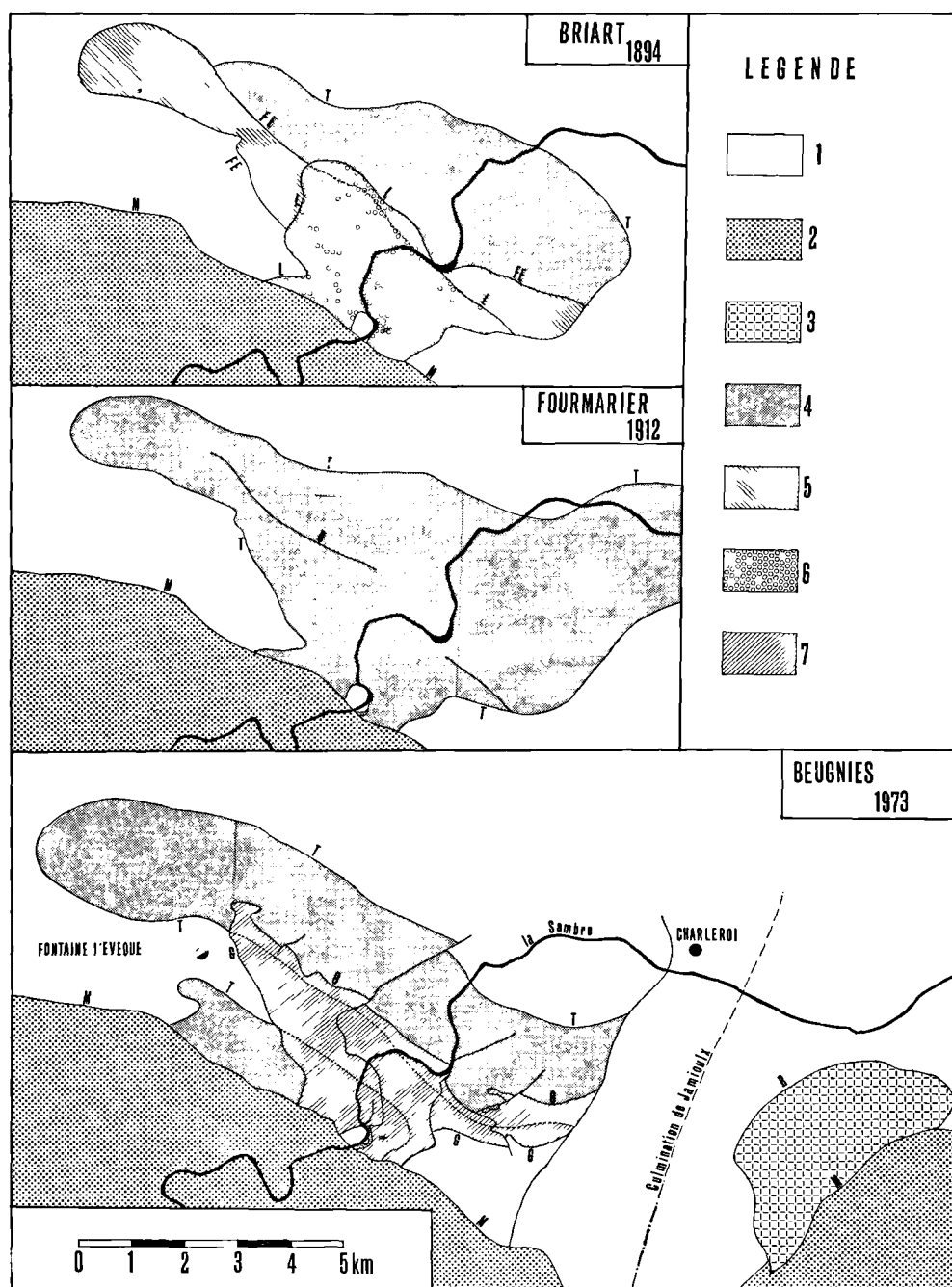


Fig. 2. — Evolution des interprétations de la structure du Massif de la Tombe.

Légende : 1, substratum. — 2, Massif du Midi. — 3, Massif de Bouffioulx. — 4, Massif de la Tombe (Fourmarier, 1912), lambeau inférieur (Briart, 1894), unité inférieure (Beugnies, 1973). — 5, lambeau de Fontaine-l'Evêque (Briart, 1894). — 6, lambeau de Leernes (Briart, 1894). — 7, unité supérieure (Beugnies, 1973). — B, faille de Bouffioulx. — F.E., faille de Fontaine-l'Evêque. — G, faille des Gaux. — L, faille de Leernes. — M, faille du Midi. — T, faille de la Tombe.



dynamique de la brèche de Landelies, et par voie de conséquence, la réalité des accidents tectoniques décrits par Briart.

Pour lever l'incertitude qui plane désormais sur la structure du Massif de la Tombe, Fourmarier, en 1912, procède à la révision de plusieurs "secteurs-clefs". Ne désirant pas prendre position dans le problème très épineux de la genèse des brèches, il porte son attention aux régions où les failles discutées ont été reconnues par Briart avec une allure transversale. Il peut ainsi démontrer qu'entre Fontaine-l'Évêque et Leernes, les séries stratigraphiques (notamment la succession V2a-V2b) sont en parfaite continuité d'Ouest en Est jusque dans la vallée de la Sambre, ce qui infirme l'existence de la branche occidentale de la faille de Leernes. Finalement, Fourmarier ne voit dans le Massif de la Tombe qu'un seul lambeau limité inférieurement par une faille listrique dont le bombement méridional engendre la "fenêtre de Landelies" où affleure le substratum. Dans la partie nord-occidentale du Massif, il maintient la faille de Fontaine-l'Évêque qu'il considère cependant comme un chevauchement tardif d'extension limitée désigné sous le nom de faille des Gaux.

Pour Fourmarier comme pour ses prédécesseurs, le Viséen de la région de Wespes à l'Ouest du Massif de la Tombe et au Nord de la faille du Midi appartient au substratum dont le style local se caractérise par le déversement accentué des couches. Le sondage de la Hougarde (S 13) (\*), dont les résultats sont publiés par Stainier vers la fin de 1912, ne permet plus de maintenir une telle interprétation et met bien en évidence la présence d'un lambeau constitué de couches viséennes renversées reposant sur un substratum westphalien plissé. Dans la description qu'il donne en 1913 de la structure du bord sud des bassins de Charleroi et du Centre, Stainier donne au nouveau lambeau le nom de Massif de Wespes limité à la base par la faille listrique de même nom.

Depuis lors, aucune acquisition importante ne viendra modifier l'image que l'on se fait du Massif de la Tombe. La reconnaissance au sein du lambeau de poussée, d'un accident trans-

versal que Stainier (1922) interprète comme une faille plate limitant le lambeau de Saint-Martin ne change rien d'essentiel à la structure d'ensemble.

Si l'étude tectonique du Massif de la Tombe n'a guère progressé depuis 1922, il n'en va pas de même pour la stratigraphie qui a bénéficié d'un grand nombre de travaux où la macropaléontologie, la micropaléontologie, l'analyse séquentielle et la lithologie ont permis l'établissement de repères stratigraphiques précieux dans les séries dévono-dinantiennes et namuriennes. En particulier, la région de Landelies a conduit à l'élaboration d'échelles stratigraphiques détaillées du Namurien inférieur (Lefebvre, 1926), du Viséen supérieur (Pirlet, 1968), du Viséen inférieur et du Tournaisien (Mamet, Mickhailoff et Mortelmans, 1970) et suscité de fructueuses recherches consacrées à la grande brèche viséenne (Anthoine, 1922 ; Kaisin, 1927 ; Fourmarier, 1946 ; Bourguignon, 1951 ; Pirlet, 1972).

Tel est le stade des connaissances au moment où nous avons entamé nos levés géologiques en 1970 et dont les résultats font l'objet du présent mémoire.

*L'étude stratigraphique* a notamment permis d'établir la succession des formations frasniennes et famenniennes qui se rattachent par leur puissance et leur faciès au bord méridional du synclinorium de Namur. L'analyse comparée des séries calcaires du Viséen moyen à supérieur conduit à mettre en évidence un trait majeur de la paléogéographie mésoviséenne du Massif de la Tombe se traduisant par l'existence d'une ride où la sédimentation réduite s'accompagne d'importants phénomènes de ravinement antérieurs aux épisodes de formation des brèches.

*L'étude structurale* conduit à distinguer dans le Massif de la Tombe, deux unités distinctes à la fois par leur contenu sédimentaire et leur style tectonique, séparées l'une de l'autre par une faille listrique importante qui s'identifie, dans la région septentrionale, à la faille des Gaux. L'unité inférieure, dont les formations, en allure complètement renversée, constituent une série compréhensive allant du Viséen moyen (V2a) au Westphalien inférieur, repose partout sur le substratum westphalien par l'intermédiaire de la faille de la Tombe. L'unité supérieure, dont le style tectonique est celui d'un vaste anticlinal déversé à flanc normal subhorizontal ou

(\*) Le numéro entre parenthèses se rapporte au numéro de sondage tel qu'il est repris dans la liste en annexe et figuré sur les divers documents cartographiques.



mollement plissé et à flanc inverse de plus en plus déversé vers le Nord, comporte des formations dont les âges s'échelonnent du Frasnien inférieur au Namurien inférieur. Par l'étude des affleurements et des coupes souterraines, nous montrons que le lambeau de Wespès appartient à l'unité inférieure du Massif de la Tombe au même titre que le lambeau de Fontaine-l'Evêque dont il est séparé par une bande médiane de substratum.

Nous mettons encore en évidence les effets d'une phase tardive hercynienne dominée par d'importants décrochements, des dislocations longitudinales et des glissements qui ont gauchi et ployé les accidents verticaux. Les grands décrochements de Landelies et de Montignies-le-Tilleul conduisent à une nouvelle interprétation de la "fenêtre de Landelies" et donnent une explication satisfaisante de plusieurs contacts anormaux observés le long de la limite du Massif de la Tombe. Les dislocations tardives reconnues à l'Est de la Sambre ont permis de résoudre la géologie complexe de la vallée de

l'Eau-d'Heure où la faille listrique des Gaux cerne la petite fenêtre des Couturelles et la klippe de Pont-à-Nôle.

La synthèse tectonique des faits observés conduit à une interprétation géodynamique du Massif de la Tombe où l'on distingue deux phases. La phase de compression asturienne engendre le massif écaillé de la Tombe dont la translation vers le Nord sur un substratum lui-même très faillé peut être estimée à plus de 11 km. La phase de distension tardihercynienne fait intervenir plusieurs mécanismes générateurs parmi lesquels on peut citer : l'accentuation de la culmination de Jamioulx et les glissements gravitationnels commandés par la dépression synclinale du bassin de Namur et la forme en cuiller des grandes failles listriques. Les déplacements qui en résultent peuvent atteindre plus de 1 000 m et déclenchent des déformations très diversifiées comme les décrochements, les chevauchements à polarité longitudinale, les plis en retour et les déformations des plans de faille.

## I. — STRATIGRAPHIE

### A) LE DEVONIEN

#### 1) L'Eodévonien (massif du Midi).

L'Eodévonien n'est représenté que dans le Massif du Midi où les séries les plus inférieures comportent successivement de haut en bas :

- Sg1 ou formation des Grès noirs de Landelies, rapportée au Siegénien inférieur (Asselberghs, 1946), constituée en majorité de grès gris sombre à noir, localement calcaireux, souvent zonaires en bancs fenticulaires alternant avec des schistes gris à vert sombre plus rarement violacés, qui ont livré de nombreux restes de *Taenio-crada decheniana* (225 à 250 m).
- Gd ou formation des Psammites de Fooz, traditionnellement rapportée au Gédinnien (Asselberghs, 1946), essentiellement constituée de grès gris vert, micacés fréquemment celluleux ; la série est tronquée inférieurement par la faille du Midi (Ep. visible : 80 m).

#### 2) Le Frasnien (lambeau des Gaux).

Nous avons adopté pour l'étage frasnien, une limite inférieure coïncidant avec la base des Schistes de Bossières à *Spirifer orbelianus* et une limite supérieure à la base de la zone caractérisée par les premières faunes typiquement famenniennes (*Rhynchonelles*, *Cyrtiopsi-*

dés, etc...) (Sartenaer, 1957). Dans le massif de la Tombe, les "Schistes de Bossières" affleurent mal dans le noyau de l'anticlinal de Landelies et leur contact avec les calcaires givétiens éventuellement sous-jacents n'a jamais pu être observé, ni à l'affleurement, ni par sondage. La limite supérieure du Frasnien est difficile à fixer au sein d'une série péritique où l'outil paléontologique s'avère nécessaire. Fort heureusement, dans le Massif de la Tombe, les schistes du Frasnien supérieur (Fr3) contiennent, pratiquement jusqu'à leur sommet, des nodules de calcaire construit à *Phillipsastrea* tandis que les schistes du Famennien inférieur (Fa1) se caractérisent, dans les couches les plus inférieures, par la présence de *Cyrtiopsidés* alors que les *Rhynchonelles* sont rares, sinon absentes.

Largement représenté au flanc normal de l'anticlinal de Landelies, le Frasnien affleure sur les deux rives de la Sambre où plusieurs carrières, actuellement abandonnées, permettent d'établir les successions stratigraphiques décrites ci-après où nous distinguons deux lithofaciés superposés.

**Coupe du chemin de la Malfalise, rive droite de la Sambre.**

Fr3 - ou faciès schisteux supérieur	
Schistes à nodules de calcaire clair à <i>Phillipsastrea</i> .....	plus de 5,00 m
Fr2 - ou faciès des calcaires à biostromes	
où l'on distingue deux séries superposées : une série inférieure (Fr2a) essentiellement composée de calcaire construit et une série supérieure (Fr2b) où prédominent les calcaires lités organoclastiques ne comportant qu'un seul biostrome à Stromatopores.	
Fr2b - ou série supérieure :	
Calcaire gris-sombre à taches jaunes ..	3,00 m
Calcaire gris-clair bien lité .....	8,00 m
Lacune d'observation due à une faille ..	? m
Calcaire argileux alternant avec des calcaires gris clair .....	4,80 m
Calcaire gris-sombre massif .....	2,50 m
Calcaire construit à stromatopores lamellaires à entrelits schisteux passant vers la base à un calcaire en petits bancs à <i>Phillipsastrea</i> puis à un calcaire noir argileux crinoïdique et spathique à <i>Spirifer</i> .....	3,60 m
Schiste vert fin à <i>Spirifer verneuli</i> avec localement vers le sommet des lentilles d'hématite .....	2,50 m
Calcaire noir argileux, crinoïdique et spathique .....	plus de 5,00 m
	Fin de la succession visible

**Coupe des carrières du Trieu des Gaux, rive gauche de la Sambre.**

Fr3 - Schistes avec plaquettes et nodules de calcaire à <i>Phillipsastrea</i> .....	au moins 12,00 m
Fr2b - Calcaire noir plaqueté .....	2 à 3,00 m
Micrite organoclastique à débris de poly-piers, en gros bancs .....	20,00 m
Petit niveau (0,20 m) de calcaire construit à stromatopores lamellaires, surmonté de calcaire sombre plaqueté .....	0,50 m
Calcaire construit à Stromatopores globulaires, <i>Alveolites</i> , <i>Hexagonaria</i> , <i>Pachypora</i> .....	5,00 m
Calcaire en gros bancs bien lité .....	6,00 m
Calcaire gris sombre plaqueté .. plus de	1,00 m
	Fin de la succession visible

**Coupe des carrières du four à chaux au Fond des Vaux.**

	Début de la coupe
Fr2b - Calcaire lité en bancs décimétriques ..	2 à 3,00 m
Calcaire construit à <i>Hexagonaria</i> .....	1,00 m
Calcaire construit à Stromatopores globulaires .....	2 à 3,00 m
Calcaire gris clair .....	1,00 m
Calcaire gris plaqueté .....	2 à 3,00 m

Fr2a - Complexe biostromal inférieur constitué, de haut en bas, de :

- calcaire construit, gris à taches blanches, d'aspect massif sans stratification apparente .....	6,00 m
- calcaire sombre bien lité .....	3,00 m
- calcaire construit, gris sombre, à taches jaunes .....	12,00 m
- calcaire noir bien lité .....	3,00 m
- calcaire à Stromatopores globulaires 4 à 5,00 m	
- calcaire noir plus argileux .... au moins	2,00 m

Fin de la coupe

En résumé, le Frasnien de Landelies, dont la partie inférieure n'est pas visible, montre la superposition de deux faciès superposés :

— Le faciès supérieur Fr 3 est constitué de schistes gris verdâtres, souvent micacés, à nombreux nodules de calcaire gris clair à *Phillipsastrea*. D'après les observations recueillies de part et d'autre de la route de Landelies à Montignies-le-Tilleul, on peut estimer à 25 m environ la puissance du Fr3 y compris la partie sommitale à Buchioles et Brachiopodes (*Spirifer*, *Productus*). Il est assimilable à la Formation d'Aisémont qui caractérise la partie supérieure du Frasnien au bord méridional du synclinorium de Namur où sa puissance varie de 15 m à 45 m entre Aisémont et Engis (Lacroix, 1974).

— Le faciès calcaire à biostromes Fr 2 montre distinctement une séquence supérieure (Fr 2b) épaisse de 35 m où dominant largement les calcaires lités et une séquence inférieure (Fr 2a) épaisse de 32 m qui se caractérise par l'ampleur considérable des masses récifales. Il est tout à fait comparable à la Formation de la Marlagne, dont l'épaisseur de 75 m à Aisémont diminue vers l'Est (Lacroix, 1974).

Comparativement aux séries classiques de l'Ardenne, le Frasnien de Landelies montre les plus grandes analogies avec celles du bord sud du synclinorium de Namur qui se distinguent de celles du bord nord du synclinorium de Dinant par des épaisseurs plus réduites (tableau I). On peut déjà en conclure que le Frasnien de l'unité supérieure du Massif de la Tombe tire son origine paléogéographique d'une zone qui offre les plus grandes affinités avec la bordure méridionale du synclinorium de Namur.

	Bord Sud synclinorium de Namur			Bord Nord synclinorium de Dinant		
	Landelies	Aisémont (*)	Huy (**)	Bersillies l'Abbaye (***)	Tailfer (****)	Vallée du Houyoux (*****)
Fr3 .....	25 m	15 m	26 m	50 m	78 m	85 m
Fr2 .....	67 m	75 m	50 m	110 m	103 m	82 m
Fr2 + Fr3 .....	92 m	90 m	76 m	160 m	181 m	167 m

(\*) Lacroix, 1974 ; Lecompte, 1960.  
(\*\*) Lacroix, 1974.  
(\*\*\*) Beugnies, Charlet, Toubeau, 1963.  
(\*\*\*\*) Lecompte, 1963 ; Tsien, Dricot, Mouravieff, Bouckaert, 1973.  
(\*\*\*\*\*) Coen-Aubert, 1973.

Tableau I. — Epaisseurs comparées des séries frasniennes.

**Remarque.** - Dans la dernière partie du présent mémoire (annexe I), le lecteur trouvera une analyse comparée du Frasnien de Landelies et de Presles due à Coen que je tiens à remercier pour sa précieuse collaboration.

### 3) Le Famennien (lambeau des Gaux).

Nous avons adopté pour limites de l'étage famennien celles qui ont été préconisées sur la base d'un inventaire paléontologique où interviennent les Rhynchonelles, les Foraminifères, les Conodontes et les Spores (Bouckaert, Streel, Thorez, 1968).

Le Famennien ainsi défini est particulièrement bien exposé dans les escarpements de la rive gauche de la Sambre. On peut y distinguer les deux sous-étages très inégaux en épaisseur, le Famennien supérieur à *Camarotoechia* du groupe *ictiensis* (200 m) et le Famennien inférieur (22 m) groupant les zones à Rhynchonelles développées sous la zone à *Cam. letiensis*, mieux exposé sur la rive droite de la Sambre, de part et d'autre de la route conduisant de Landelies à Montignies-le-Tilleul.

Dans la description du Famennien supérieur, nous distinguons chaque lithofaciès par une lettre minuscule. Sous le Tournaisien inférieur (Tn1) représenté par 5 à 6 m de calcaire noir crinoïdique en gros bancs, on note la succession suivante de haut en bas :

Fa2g - ou faciès schisto-gréseux sup. (18,50 m)	
Grès bien lité en bancs de 0,20 m .....	1,50 m
Schistes gréseux couronnés par un banc de grès bleuté de 0,20 m ( <i>Cam. letiensis</i> )	2,00 m
Grès plaqueté alternant avec des schistes gréseux .....	15,00 m

Fa2f - ou faciès gréso-carbonaté sup. (22,75 m)	
Grès plaquetés alternant avec des bancs de 0,50 m de grès calcaireux crinoïdiques décalcifiés à <i>Cam. letiensis</i> .....	3,00 m
Grès calcaireux alvéolaires à nodules de calcaire gris bleu en bancs de 0,30 m à 0,40 m .....	12,00 m
Grès micacé finement plaqueté .....	3,00 m
Grès calcaireux alvéolaire .....	2,00 m
Grès finement plaqueté .....	2,00 m
Grès à nodules de calcaire décalcifiés ....	0,75 m
Fa2e - ou faciès gréso-schisteux moyen (25,60 m)	
Grès vert plaqueté .....	1,00 m
Grès faiblement calcaireux à stratification fruste .....	2,00 m
Alternance de schistes gréseux verdâtres et de grès finement plaquetés .....	20,00 m
Grès en bancs de 0,20 m .....	1,10 m
Alternance de schistes gréseux et de grès plaquetés .....	1,50 m
Fa2d - ou faciès gréso-carbonaté inférieur assimilable au faciès de <i>Souverain-Pré</i> (21,60 m)	
Grès nodulaire à nodules de calcaire crinoïdique à <i>Cam. letiensis</i> .....	1,10 m
Schistes gréseux très micacés .....	2,10 m
Grès en bancs de 0,30 m .....	2,00 m
Grès à gros ovoïdes aplatis de grès .....	1,00 m
Schistes gréseux .....	1,10 m
Grès à ovoïdes aplatis de grès .....	0,90 m
Grès finement plaquetés à entrelits schisteux .....	1,50 m
Grès très calcaireux crinoïdique .....	0,90 m
Grès plaqueté .....	8,00 m
Grès plaqueté, alternant avec des bancs de 0,50 de calcaire sableux à brachiopodes ..	3,00 m

Fa2c - ou faciès schisto-gréseux inférieur (29 m)	
Grès en gros bancs à stratification fruste	6,00 m
Alternance de grès gris-vert en bancs lenticulaires à stratification fruste, et de schistes verts micacés et gréseux .....	23,00 m
Fa2b - ou faciès gréseux assimilable aux Grès du Watissart (50 m)	
Grès en très gros bancs, généralement bien stratifiés, à ripple marks et stratifications entrecroisées, souvent micacés, à faune de lamellibranches .....	50,00 m
Fa2a - ou faciès schisteux (32 m)	
Schistes verts avec quelques rares niveaux gréseux un peu plus fréquents vers le sommet où ils sont souvent ferrugineux ; quelques fossiles : <i>Cyrtospirifer verneuili</i> , <i>Camarotoechia</i> du groupe <i>letiensis</i> , <i>Athyris</i> sp.	30,00 m
Quelques bancs de 0,20 m à 0,50 m de grès silicifié et hématitisé alternant avec des schistes gréseux à nombreux fossiles : <i>Cyrtospirifer verneuili</i> et <i>Cam. letiensis</i> ..	1 à 2,00 m
Fa1 - ou Famennien inférieur (22 m)	
Schistes verts à violacé, à débit grossier, localement carbonatés avec quelques rares lentilles ou plaquettes de grès verdâtres micacés, azoïques .....	20,00 m
Schistes calcaireux gris-vert à nombreux <i>Cyrtospirifer verneuili</i> de grande taille et <i>Cyrtiopsis</i> sp. ....	2,00 m

La sédimentation est continue du Frasnien au Famennien, la limite entre les deux étages étant fixée par l'apparition d'une macrofaune typiquement famennienne (*Cyrtiopsis*).

La limite Fa2-Fa1 est fixée de la même manière par l'apparition de *Camarotoechia* du groupe *letiensis* dont les formes les plus précoces (Fa2a) sont de grande taille (forme 1) tandis que les variétés plus tardives (Fa2d, e, f, g) sont à rapporter à la forme 2 (Beugnies, 1965) plus petite et plus globuleuse.

Afin de rattacher le Famennien de Landelies à une zone classique de l'Ardenne, nous l'avons comparé (tableau II) aux séries de même âge du bord sud du Synclinorium de Namur (Dave-Naninne) et du bord nord du Synclinorium de Dinant (Walcourt). Comme pour le Frasnien, on ne peut guère hésiter à situer au flanc méridional du bassin de Namur la "patrie" du Famennien de Landelies caractérisée par une puissance de 220 m environ (contre plus de 500 m pour le bord nord du bassin de Dinant), la présence de faciès calcaires (Fa2c et Fa2e) plus développés toutefois dans le massif de la Tombe, la grande extension des faciès gréseux dans le Famennien supérieur et la faible épaisseur du Famennien inférieur.

	Landelies	Dave-Naninne	Walcourt
Fa2g .....	18,50 m	28,00 m	100,00 m
Fa2ef .....	48,35 m	68,00 m	170,00 m
Fa2d .....	21,50 m	6,00 m	24,00 m
Fa2abc .....	111,00 m	108,00 m	209,50 m
Fa1 .....	22,00 m	28,60 m	+ de 47 m
TOTAL .....	221,35 m	238,60 m	+ de 549 m

Tableau II. — *Épaisseurs comparées des séries famenniennes* (Beugnies, 1973, 1965)

## B) LE CARBONIFERE

### 1) Le Tournaisien (lambeau des Gaux).

Le Tournaisien du Massif de la Tombe, admirablement exposé sur la rive gauche de la Sambre au Nord de Landelies, a fait l'objet de maintes descriptions (Brien, 1905 ; Delépine, 1911) dont la dernière en date (Mamet, Mikhaloff, Mortelmans, 1970), extrêmement fouillée, a été choisie comme échelle de référence reprise ci-après sous une forme simplifiée. La succession observée s'établit comme suit de haut en bas :

Tn3 ou Tournaisien supérieur (Assise de Tournai et de Celles), comprenant :	
Tn3γ - ou faciès supérieur des calcaires lités groupant les termes VI/c à VI/g des auteurs précités (soit 17,45 m)	
Calcaire noir à cherts (VI/d à VI/g) à <i>Caninia cornucopiae</i> .....	13,75 m
Calcaire noir massif à crinoïdes et <i>Syringopora</i> .....	3,70 m
Tn3β - ou faciès dolomitique moyen groupant le Tn3b (sous-assise du Petit granite) et la partie inférieure du Tn3c (termes VI/a à VI/b des auteurs précités) (52,45 m)	
Calcaire dolomitique et dolomie massive ..	22,70 m
Dolomie à <i>Caninia cornucopiae</i> et <i>Syringopora reticulata</i> .....	29,75 m
Tn3a - ou sous-assise du Calcaire d'Yvoir (33 m)	
Calcaire grenu couronné par une dolomie	3,55 m
Calcaire gris sombre à cordons de cherts	3,40 m
Calcaire gris dolomitique passant vers le haut à une dolomie massive crinoïdique ..	13,95 m
Calcaire noir subspathique en gros bancs se terminant vers le haut par des calcaires plaquetés .....	12,15 m
Tn2 - ou Tournaisien moyen (Assise de Maredsous) caractérisé par la trilogie classique	

Tn2c ou sous-assise des Calcschistes de Maredsous, composé de calcaires argileux et de calcschistes noirs riches en fenestelles et brachiopodes ( <i>Rhipidomella michelini</i> , <i>Spirifer tornacensis</i> , <i>Leptaena analoga</i> , <i>Syringothyris laminosa</i> , etc...) .....	11,00 m
Tn2b ou sous-assise du Calcaire de Landelies Calcaire organodétritique à crinoïdique, bien stratifié, avec passées oolithiques vers le sommet, à <i>Spirifer tornacensis</i> .....	22,55 m
Tn2a ou sous-assise des Schistes à <i>Spiriferellina peracuta</i> , essentiellement constitué de schistes et calcschistes verts .....	12,20 m
Tn1 - ou Tournaisien inférieur (Assise d'Etrœungt) où l'on distingue :	
Tn1b ou sous-assise du Calcaire d'Hastières Calcaire noir organodétritique, devenant argilo-gréseux vers le sommet; la partie inférieure est tronquée par la faille de Landelies .....	plus de 3,65 m
Tn1a ou sous-assise du Calcaire d'Etrœungt Calcaire noir organodétritique et crinoïdique avec passée de calcschistes (partie supérieure non observable) .....	plus de 6,30 m

Nous avons subdivisé l'ensemble Tn3b + c en deux faciès Tn3 $\gamma$  et Tn3 $\beta$  avec le souci de grouper toutes les dolomies en une seule unité lithostratigraphique, ce qui facilite les tracés cartographiques.

Le Tournaisien inférieur, qui offre une lacune d'observation sur la rive gauche de la Sambre par suite du passage en cet endroit de la faille de Landelies, a été recoupé sur toute son épaisseur au sondage de Malfalise (S 49).

Compte tenu du pendage des couches (50° p.S.), la puissance du Tn1 peut y être estimée à 24 m environ de calcaire crinoïdique.

Comme les autres étages, le Tournaisien de Landelies offre beaucoup d'analogies avec celui d'Aisémont au bord sud du synclinorium de Namur où, au-dessus d'un Tn1 crinoïdique, la trilogie du Tournaisien moyen ne diffère que par une épaisseur totale un peu plus faible (Tn2a, 6 m; Tn2b, 12 m; Tn2c, 18 m); la seule différence notable concerne le faciès dolomitique qui débute dans la partie inférieure du Tn3a.

## 2) Le Viséen inférieur (lambeau des Gaux).

Le Viséen inférieur ou Assise de Dinant (VI) montre, sur la rive gauche de la Sambre, la succession suivante reproduite après simplification d'après les observations de Mamet, Mikhailoff et Mortelmans (1970) :

V1b ou sous-assise des Calcaires et Dolomies de Sovet (61,20 m)	
V1b $\gamma$ - Calcaires sombres, graveleux, bien lités	15,40 m
V1b $\beta$ - Faciès dolomitique comportant Calcaires gris bleu, grumeleux, bien lités à grain moyen plus ou moins dolomitiques Dolomie gris bleu altérée .....	11,05 m 5,40 m
V1b $\alpha$ - Faciès des calcaires algaires Calcaires gris bleu à algues et passées oolithiques .....	23,40 m 5,00 m
Calcaires gris bleu à algues, en gros bancs	11,40 m
Gros bancs de calcaire gris bleu homogène	7,00 m
V1a ou sous-assise du marbre noir de Dinant (71,45 m)	
V1a $\delta$ - Calcaires gris bleu, oolithiques, organoclastiques algaires, bien lités à crinoïdes et brachiopodes .....	20,15 m
V1a $\gamma$ - Faciès à passées calcschisteuses comportant des calcaires algaires ou cryptitiques sombres en bancs séparés par des joints calcschisteux, des calcaires gris-bleu plaquetés et, à la base, un calcaire oolithique .....	14,85 m
V1a $\beta$ - Faciès dolomitique (29,15 m) Calcaire dolomitique et dolomie litée en gros bancs .....	15,85 m
Dolomie plus ou moins violacée et localement caverneuse, à <i>Chonetes papilionacea</i> , <i>Levitusia humerosa</i> , <i>Palaosmia</i> .....	13,30 m
V1a $\alpha$ - Calcaires bleus à noirâtres, parfois en bancs très épais, à brachiopodes, crinoïdes et algues ( <i>Chonetes papilionacea</i> ) .....	7,75 m

Le V1b de Landelies offre beaucoup d'analogies avec la même sous-assise à Aisémont où l'on relève de haut en bas la succession suivante sous les calcaires blancs oolithiques du V2a :

V1b $\gamma$ - Calcaire noir bien lité à brachiopodes et calcaire gris sombre comportant plusieurs horizons de gros cherts .....	15,00 m
V1b $\beta$ - Calcaire gris grumeleux bien lité .....	10,00 m
Calcaire gris oolithique à <i>Levitusia humerosa</i>	4,00 m
Calcaire gris plaqueté .....	1,00 m
V1b $\alpha$ - Calcaire gris algaire à linéoles dolomitiques .....	4,00 m

Par contre, la sous-assise V1a y apparaît moins épaisse (25 m) et sous un faciès presque entièrement dolomitique.

A l'intérieur même du Massif de la Tombe, on n'enregistre aucune variation importante des faciès. Vers l'Est en particulier, le V1b, bien exposé aux anciennes carrières du rocher Lambot sur la rive droite de l'Eau d'Heure, montre les formations V1b $\beta$  et V1b $\alpha$  identiques à celles

décrites à Landelies. Il en va de même pour le V1a qui affleure largement au Sud de Mont-sur-Marchienne avec ses horizons de calcaires noirs argileux et souvent plaquetés du V1a $\gamma$  et ses faciès dolomitiques V1a $\beta$ .

### 3) Le Viséen moyen [lambeau des Gaux et lambeau de Fontaine-l'Evêque (V2a)].

#### a) La succession stratigraphique.

Le Viséen moyen ou assise de Namèche V2, se subdivise en deux sous-assises : les *Calcaires inférieurs d'Anhée* V2b et le *Calcaire de Neffe* V2a.

Dans le cadre géologique régional du Massif de la Tombe, nous désignons par V2b, l'ensemble des séries sédimentaires limité au sommet par la Grande Brèche (V3a) et à la base par le calcaire blanc oolithique à *Productus cora* (V2a). A l'intérieur du V2b ainsi délimité, nous distinguons avec Michot et Gerards (1963) plusieurs faciès caractérisés par la nature et la répartition des séquences dont la valeur stratigraphique a été confirmée au bord nord du synclinorium de Namur par l'inventaire micropaléontologique (Conil et Pirlet, 1963).

Au bord nord du synclinorium de Namur, dans les régions orientales, le V2b, dont la puissance dépasse 60 m, montre de haut en bas (Gerards et Michot, 1965) une succession où l'on distingue le faciès V2b $\delta$  à nombreux lits de cherts (13 m), le faciès rythmique V2b $\gamma$  (21 m) qui groupe 6 séquences, la grosse séquence V2b $\beta$  (18 m) et le faciès rythmique inférieur V2b $\alpha$  (15 m) avec ses récifs algaires répartis sur 3 à 6 séquences.

Dans le massif de la Tombe, le faciès V2b $\delta$  manque, tandis que le faciès V2b $\gamma$  caractérisé par ses petites séquences inférieures à 5 m n'existe que localement ; le faciès V2b $\beta$  est représenté par une seule séquence supérieure à 10 m ; le faciès V2b $\alpha$  groupe essentiellement 3 séquences ne dépassant guère 6 à 7 m.

Le faciès V2b $\beta$  du Massif de la Tombe se distingue encore par une phase organoclastique épaisse (2,00 m) souvent grossière et riche en débris de brachiopodes et dont le contenu micropaléontologique a livré en maints endroits du Massif les associations caractéristiques du V2b (Pirlet, 1972).

Un autre trait remarquable du faciès V2b $\alpha$  résulte de la présence fréquente de récifs algaires en allure mamelonnée ou rubanée. En outre, la séquence inférieure  $\alpha_1$ , dans le Massif de la Tombe, débute avec le Banc d'Or et se termine au sommet de la petite brèche V2b $\alpha'$ .

Des caractères secondaires méritent encore d'être soulignés comme l'existence d'un horizon schisteux à la base de la séquence V2b $\alpha_3$ .

Dans le Massif de la Tombe, nous choisisons l'échelle-type du V2b dans l'échelle inférieure de Fontaine-l'Evêque sur la rive gauche de la Sambre [Carrière du Pré Fleuri (C, fig. 3)] où la série est la plus complète et celle du V2a, toujours sur la rive gauche, aux Carrières Saint-Louis, dans l'unité supérieure des Gaux (B, fig. 3).

Sous-assise V2b (40 m).

Directement sous la Grande Brèche V3a, on note la succession :

V2b $\gamma$  ou faciès rythmique supérieur (9,75 m) où l'on reconnaît de haut en bas :

4	(3,35 m)	
		Cryptite grise à zones rougeâtres et veinules de calcite avec, vers le bas, un banc de brèche à ciment calcaire rouge de 0,2 m .. 1,50 m
		Cryptite gris sombre ..... 1,00 m
		Calcaire spathique et organoclastique en bancs de 0,5 m à 1 m, à veinules rougeâtres vers le bas ..... 1,75 m
		Brèche à ciment schisteux rouge ..... 0,10 m
3	(3,20 m)	
		Cryptite gris sombre en petits bancs .... 0,50 m
		Idem, mais en plus gros bancs ..... 1,40 m
		Calcaire argileux et brèche à ciment schisteux rouge ..... 0,30 m
		Schiste rouge ..... 0,10 m
		Cryptite ..... 0,20 m
		Calcaire organoclastique surmontant un petit lit schisteux de 5 cm ..... 0,70 m
2	(1,20 m)	
		Cryptite reposant sur un lit de schiste rouge de 5 cm ..... 0,75 m
		Micrite gris sombre, surmontant un calcaire organoclastique reposant lui-même sur un lit de schiste rouge de 5 cm ..... 0,45 m
1	(2,00 m)	
		Séquence comparable à la précédente mais un peu plus épaisse et sans intercalation de schiste rouge ..... 2,00 m

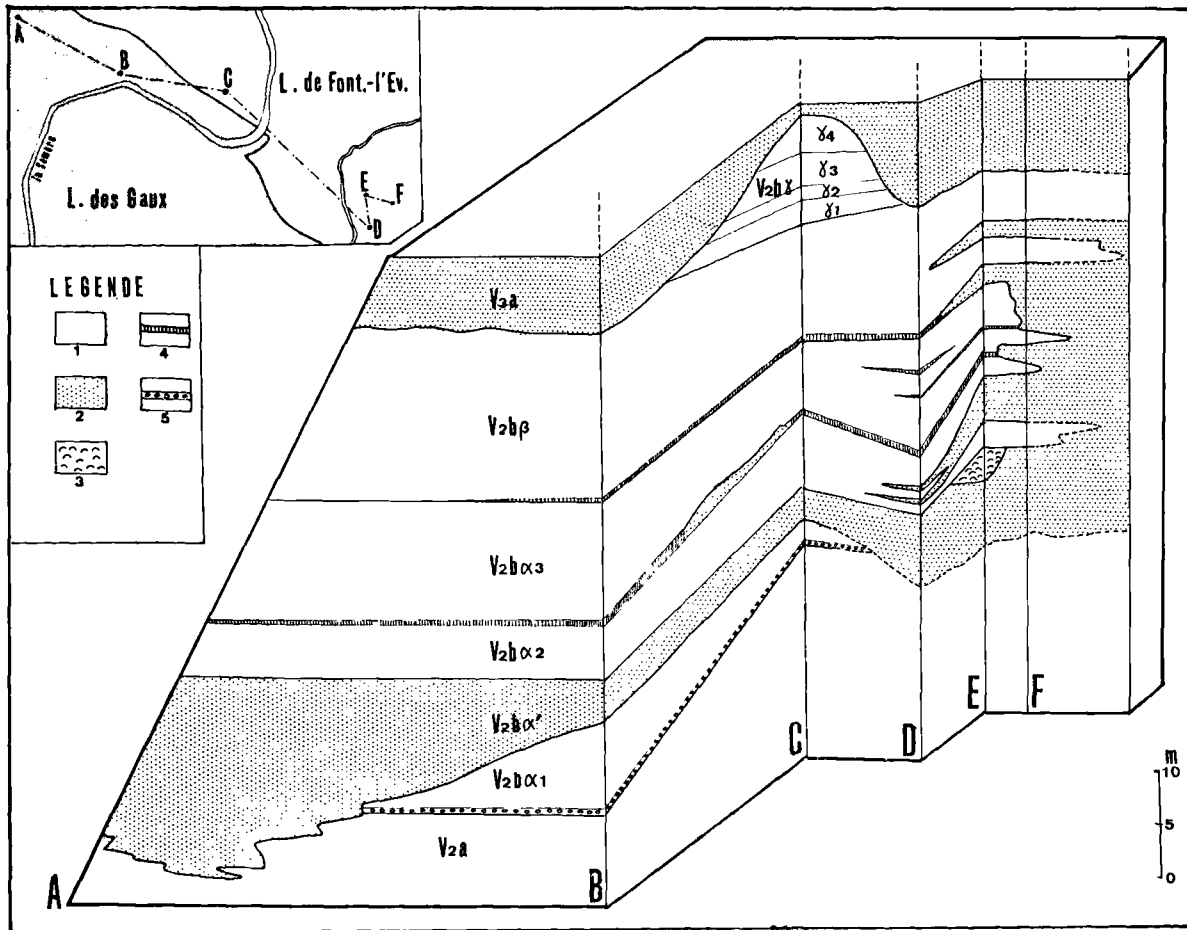


Fig. 3. — Le V2b du Massif de la Tombe.

Légende : 1, calcaire lité. — 2, brèche. — 3, calcaire algair. — 4, horizon schisteux. — 5, le "Banc d'Or". — A, carrière Saint-Louis, partie occidentale. — B, chemin vers Hameau. — C, carrière du Pré Fleuri. — D, carrière sud de Pont-à-Nôle. — E, carrière nord de Pont-à-Nôle.

Remarque : Sur le bloc diagramme, la distance BC a été volontairement exagérée, la position relative des divers points correspondant à une époque antérieure à la translation S-N du lambeau des Gaux.

V2bβ caractérisé par une seule séquence très épaisse (11,35 m)

Cryptite, d'abord en petits bancs, puis en gros bancs .....	2,45 m
Schiste rouge .....	0,20 m
Cryptite en gros bancs se chargeant de veines de calcite vers le bas .....	3,10 m
Calcaires algaires onduleux .....	0,60 m
Cryptite à algues dispersées .....	1,90 m
Cryptite homogène .....	1,90 m
Calcaire organoclastique à débris de brachiopodes reposant sur une semelle schisteuse de 2 cm .....	2,00 m

V2bα ou faciès rythmique inférieure (~ 20 m) où l'on distingue :

α3 (7,10 m)	
Calcaire algair à <i>Lithostrotion martini</i> .....	1,00 m
Calcaire organoclastique à brachiopodes ..	6,00 m
Schiste rouge passant latéralement à une brèche à ciment schisteux rouge .....	0,10 m
α2 (6,40 m)	
Calcaire à algues mamelonnées .....	1,00 m
Cryptite massive, gris clair, à petits polyptères isolés .....	3,10 m
Calcaire algair rubané .....	0,30 m
Calcaire organoclastique gris à patine rouge, en petits bancs .....	2,00 m

$\alpha 1$  (6,00 m env.)

Brèche à éléments de calcaire noir et ciment calcaire rouge en contact ravinant avec son mur (Petite Brèche ou faciès V2b $\alpha'$ ) ..	3 à 3,50 m
Cryptite gris sombre .....	2,50 m
Schistes et calcaires argileux nodulaires à galets de calcaire (Banc d'Or) .....	0,30 m

Sous-assise V2a (70,00 m)

Calcaire blanc oolithique .....	1,00 m
Calcaire gris-bleu algairé lité .....	0,50 m
Masse sans stratification nette de calcaire blanc crayeux à nombreuses passées oolithiques et lentilles de calcaires blancs coquilliers à nombreux <i>Productus cora</i> .....	52,50 m
Calcaire blanc oolithique .....	7,00 m
Calcaire gris-bleu algairé .....	3,00 m
Calcaire gris grumeleux .....	6,00 m

b) Le contact ravinant V2b - V2a.

Le contact V2b - V2a (A, fig. 3) qu'on peut suivre en direction sur 900 m au front septentrional des grandes carrières Saint-Louis, montre d'Est en Ouest sur 300 m, le Banc d'Or tel qu'il est décrit ci-dessus à la limite du V2a et du V2b, puis, très rapidement, la Petite Brèche V2b $\alpha'$  s'épaissit vers le bas en ravinant de plus en plus le V2b $\alpha_1$ , de sorte qu'à l'entrée de la carrière occidentale, elle repose directement sur le calcaire V2a, la succession observable étant la suivante de haut en bas :

V2b $\alpha'$ - Brèche monogénique à éléments de calcaire noir du V2b $\alpha_1$ et ciment schisteux rouge .....	plusieurs m.
Brèche grise polygénique à éléments de calcaires blancs (V2a) à <i>Productus cora</i> et de calcaire gris (V2a) .....	2,00 m

V2a - Calcaire blanc oolithique

Sur 150 m en allant vers l'Ouest, la brèche grise jalonne le contact de plus en plus ravinant du V2b $\alpha'$  sur le V2a dont la puissance se trouve réduite d'une trentaine de m à l'aplomb du paléocreux ; la brèche grise se maintient encore sur une distance de 150 m avant de disparaître définitivement, le contact du V2b $\alpha'$  sur le V2a s'opérant ensuite par la brèche rouge. L'allure du contact devient alors extrêmement capricieuse, dessinant de profondes indentations dans le V2a, isolant parfois d'énormes blocs de V2a et prenant à maints endroits des allures subverticales. La surface enveloppe du contact délimite de la sorte, en direction des couches, deux paléoreliefs et deux paléocreux mettant en jeu

une dénivellation maximum de 25 m, la brèche V2b $\alpha'$  atteignant localement une puissance de 35 m.

c) Les variations de faciès.

A l'intérieur même du Massif de la Tombe, le V2b subit plusieurs variations de faciès que nous tentons de préciser ci-après. Dans le lambeau de Fontaine-l'Evêque, le V2b est encore bien représenté dans la région orientale, principalement sur la rive droite de l'Eau d'Heure où sont ouvertes les carrières de Pont-à-Nôle, de part et d'autre de la route de Montignies-le-Tilleul à Mont-sur-Marchienne. Dans la carrière sud et à l'entrée de la carrière nord, on note la succession suivante, immédiatement sous la Grande Brèche V3a (D, fig. 3) :

V2b $\beta$  (12,10 m)

Cryptite gris clair litée, passant vers le bas à un calcaire grumeleux à veines de calcite ..	6,00 m
Calcaire organodétritique en gros bancs ..	6,00 m
Un niveau de schiste rouge passant latéralement à une brèche .....	0,10 m

V2b $\alpha$  (plus de 19 m)

$\alpha 3$  (10,30 m)

Calcaire gris sombre, cryptique en bancs de 20 cm .....	2,50 m
Calcaire gris grumeleux à veines de calcite reposant sur un lit de schiste rouge de 2 cm ..	0,80 m
Calcaire gris grumeleux à veine de calcite en bancs de 20 à 60 cm avec, à la base, un niveau de calcschiste rouge de 5 cm ..	2,00 m
Calcaire gris grumeleux à veine de calcite en bancs de 10 à 15 cm passant vers le bas à un calcaire organoclastique plaqueté .....	5,00 m

$\alpha 2$  (plus de 5 m)

Calcaire gris sombre cryptitique à petits amas d'algues passant latéralement à des récifs algaires rubanés entrecoupés de passées de brèches à pâte calcaire rouge + de 5,00 m  
Lacune d'observation.

$\alpha 1$  (plus de 3 m)

Brèche à pâte calcaire rouge (Petite Brèche  $\alpha'$ ) .....

La suite de la coupe est interrompue, à la carrière sud, par la faille des Gaux qui tronque le lambeau inférieur au niveau de la Petite Brèche  $\alpha'$ . Dans la carrière nord, la succession observable sous la Grande Brèche V3a qui repose directement sur le V2b, est la suivante de haut en bas (E, fig. 3) :



V2b $\beta$  (10,50 m)

Calcaire cryptitique, gris clair à gris sombre, à veinules de calcite .....	5,00 m
Brèche monogénique à éléments de cryptite gris sombre à pâte schisteuse rouge .....	1,00 m
Calcaire gris, organoclastique, riche en débris de coquilles de brachiopodes .....	3,00 m
Brèche à gros blocs allongés suivant la stratification (parabrèche) en contact ravinant avec le mur .....	1,50 m

V2b $\alpha$  (22,80 m), où l'on distingue :

$\alpha 3$ (6,80 m)	
Calcaire gris, cryptitique, bien lité, surmontant un niveau de schiste rouge de 10 cm ..	4,10 m
Cryptite gris sombre litée, passant à un calcaire organoclastique vers la base ....	2,50 m
Schiste rouge .....	0,20 m
$\alpha 2$ (6,00 m)	
Cryptite litée gris sombre .....	2,00 m
Brèche à patine blanchâtre contenant de gros blocs en stratification (parabrèche) ..	4,00 m
$\alpha 1$ (10,00 m)	
Calcaire gris cryptitique à algues dispersées	3,00 m
Parabrèche passant rapidement vers le bas à une brèche à ciment schisteux ou calcaire rouge .....	6 à 7,00 m

La suite de la coupe est interrompue par la faille des Gaux.

A l'extrémité orientale du front d'exploitation de la carrière nord de Pont-à-Nôle, à moins de 100 m à l'Est de la coupe précédente, la série stratigraphique se caractérise par le développement nettement prédominant des formations bréchiques, comme en témoigne la succession suivante (F, fig. 3) relevée de haut en bas immédiatement sous la grande brèche V3a :

V2b $\beta$  (9,00 m)

Calcaire cryptitique, gris clair à gris sombre, à veinules de calcite .....	5,00 m
Brèche monogénique à éléments de cryptite gris sombre à pâte schisteuse rouge .....	1,00 m
Calcaire gris, organoclastique riche en débris de coquilles de brachiopodes .....	3,00 m

V2b $\alpha_{s+2}$  (14,30 m)

Parabrèche à gros blocs allongés suivant la stratification .....	5,80 m
Calcaire gris sombre lité .....	0,80 m
Parabrèche à patine blanchâtre .....	2,00 m
Cryptite litée gris sombre .....	1,70 m
Parabrèche à patine blanchâtre .....	4,00 m

V2b $\alpha_1$  (plus de 9 m)

Calcaire gris cryptitique .....	3,00 m
Parabrèche passant rapidement vers le bas à une brèche à ciment schisteux ou calcaire rouge .....	6 à 7,00 m

La suite de la coupe est interrompue par la faille des Gaux. Dans le lambeau des Gaux, le V2b bien exposé le long du chemin vers Hameau jusqu'à la bordure septentrionale de la carrière Saint-Louis, montre la succession sous la Grande Brèche V3a (B, fig. 2) :

V2b $\beta$  (14 à 15 m)

Calcaire gris clair plaqueté, cryptitique à grumeleux .....	7,00 m
Cryptite gris sombre en gros bancs ....	3 à 4,00 m
Calcaire spathique et organoclastique bien lité en bancs de 20 à 30 cm reposant sur un mince niveau de calcschiste .....	4,00 m

V2b $\alpha$  (plus de 26,50 m)

$\alpha 3$ (11,50 m)	
Calcaire gris sombre algaire à <i>Lithostroton martini</i> .....	6,00 m
Calcaire gris clair organoclastique .....	3,00 m
Organoclastite à pâte fine, à oolithes dispersées .....	2,00 m
Calcschistes et calcaire nodulaire argileux	0,50 m
$\alpha 2$ (> 4 m)	
Cryptite gris clair en gros bancs .....	4,00 m
Lacune d'observation due à une faille ....	? m
$\alpha 1$ (> 11 m)	
Brèche à ciment schisteux rouge ( $\alpha'$ ) + de	3,00 m
Calcaire noir argileux finement plaqueté ....	2,50 m
Cryptite gris clair en bancs de 20 à 40 cm	3,00 m
Brèche à ciment calcaire rouge .....	0,20 m
Calcaire noir fissuré et bréchifié .....	0,50 m
Calcaire noir massif .....	1,00 m
Schiste rouge à galets de calcaire passant vers le bas à un calcaire noir nodulaire argileux (Banc d'Or) .....	0,80 m

V2a (70 m)

Calcaire blanc oolithique passant vers le bas à une masse sans stratification nette de calcaire blanc crayeux à <i>Productus cora</i> ..	70,00 m
--	---------

#### d) Les conséquences paléogéographiques.

Les corrélations entre les séquences du V2b en divers endroits du Massif de la Tombe aboutissent à une reconstitution (fig. 3) qui met en évidence plusieurs faits :

1. La Petite Brèche (V2b $\alpha'$ ) et la Grande Brèche (V3a) montrent des contacts extrêmement ravinants avec leurs murs respectifs. Nous avons décrit le cas de la Petite Brèche, mais les faits sont tout aussi nets en ce qui concerne la Grande Brèche qui repose, tantôt sur la séquence V2b $\beta$ , tantôt sur la séquence

V2b $\gamma$ 4 traduisant, au moment de sa formation, l'existence d'un paléorelief avec des dénivellations de plus de 10 m.

2. Contrairement au mur, le toit de la Petite Brèche semble bien occuper un même niveau stratigraphique situé vers le sommet de la séquence V2b $\alpha$ 1.
3. Vers le Nord-Est, le V2b apparaît progressivement envahi par des faciès brêchoïdes où l'on distingue des parabrèches constituées de blocs allongés en stratification et de vraies brèches formées de blocs non orientés, de dimensions variables, dispersés dans un ciment rouge généralement schisteux. Dans tous les cas, les murs des horizons brêchoïdes apparaissent toujours très ravinés, ce qui implique une action de démantèlement antérieure à la formation des brèches.

Comparativement au V2b du synclinorium de Dinant et du bord nord du synclinorium de Namur, celui du Massif de la Tombe se distingue par l'absence généralisée des séquences les plus élevées (V2b $\delta$ ), la présence très localisée des séquences V2b $\gamma$  et le remarquable développement des brèches.

Au bord nord du synclinorium de Namur, dans les régions orientales, le V2b atteint 60 m et montre typiquement la succession  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ . A l'Ouest, dans le Boulonnais, on a reconnu également (Hoyez, 1971) le V2b $\delta$  (plus de 15 m), le V2b $\gamma$  (environ 30 m), la grosse séquence V2b $\beta$  (18 m) et le V2b $\alpha$  (environ 45 m), constitué de 20 séquences conduisant à une puissance totale de plus de 190 m pour le V2b. Dans la partie centrale du synclinorium de Dinant, la succession observable à la gare même de Dinant (Pirlet, 1971) conduit à assigner au V2b une épaisseur d'une centaine de m où l'on reconnaît les faciès V2b $\beta$  et V2b $\alpha$ .

Dans le Massif de la Tombe, le V2b le plus complet (C, fig. 3) n'atteint que 40 m d'épaisseur et il se réduit le plus souvent aux seuls faciès V2b $\beta$  et V2b $\alpha$ .

Parmi les causes susceptibles d'expliquer l'absence de certaines séquences du V2b, il faut certainement retenir les *phénomènes de ravinement* qui ont laissé leur empreinte au mur des brèches. C'est par un tel mécanisme que la Petite Brèche V2b $\alpha$ ' se substitue latéralement à la séquence V2b $\alpha$ 1 et à la partie supérieure du

V2a dont on retrouve les témoins à l'état de blocs dans la brèche elle-même.

Il en va de même pour le V2b $\gamma$  raviné par la Grande Brèche V3a $\beta$  et pour diverses formations du V2b passant latéralement à des parabrèches dans la partie orientale du Massif de la Tombe. Le même phénomène pourrait être retenu pour expliquer, dans toute l'étendue du Massif de la Tombe, l'absence des faciès V2b $\delta$  et V3a $\alpha$  qui auraient été érodés antérieurement à la formation de la Grande Brèche V3a $\beta$ . Une telle hypothèse implique l'existence, au cours du V2b et jusqu'à la fin du V3a $\alpha$ , d'une ride soumise à l'érosion sous-marine ou aérienne.

On peut avancer encore l'hypothèse que les faciès rythmiques V2b $\delta$  et V3a $\alpha$  n'ont jamais existé dans le Massif de Landelies où ils sont représentés par des faciès brêchiques contemporains développés à la faveur d'une ride soumise au démantèlement et qui aurait pris naissance pendant une période couvrant la fin du V2b et le début du V3a.

Si l'on reconnaît aux divers faciès rythmiques du V2b ou du V3a une valeur stratigraphique, on conclurait de la même manière, soit à une lacune de sédimentation du V2b $\delta$  et du V3a $\alpha$ , soit à une érosion du V2b $\delta$  et du V3a $\alpha$  antérieurement à la formation de la brèche V3a $\beta$ .

Quelle que soit l'hypothèse retenue, l'interprétation conduit à la formation d'une ride soumise aux actions érosives, soit vers la fin du V2b (premier cas), soit au début du V3a (deuxième cas).

L'existence d'une ride amorcée, dans le Massif de la Tombe, dès le début du V2b et se maintenant jusqu'au début du V3a, s'accorde avec la puissance réduite de l'étage V2b comparativement aux épaisseurs enregistrées au bord nord du bassin de Namur ou dans le bassin de Dinant.

*On peut en conclure qu'à l'époque du V2b, la région du futur Massif de la Tombe apparaît comme un seuil à déficit de sédimentation séparant des domaines septentrional et méridional nettement plus subsidents.* Si l'on en juge par la fréquence des brèches et des phénomènes de ravinement dans les parties les plus orientales du lambeau de Fontaine-l'Evêque, on serait tenté de situer la zone apicale du seuil à l'Est de l'aire d'extension actuelle du lambeau de poussée.

4) **Le Viséen supérieur** (lambeaux des Gaux, de Fontaine-l'Evêque et de Wespes).

Le Viséen supérieur, ou assise de Bioul et de Warnant, se subdivise en trois sous-assises, soit, de bas en haut : la sous-assise de la Grande Brèche (V3a), celle des calcaires supérieurs d'Anhée (V3b) et celle de transition au Namurien (V3c). Pour les tracés de la carte géologique, nous avons groupé les deux sous-assises supérieures en une seule (V3b + c). Les séries du Viséen supérieur ont fait l'objet d'une description minutieuse de Pirlet (1968) dans son étude sur la sédimentation rythmique du V3b et du V3c dans les synclinoriums de Namur et de Dinant, dont nous avons extrait la coupe-type avec quelques simplifications. En outre, nous avons encore bénéficié, pour la région de Landelies, des déterminations paléontologiques ayant conduit Pirlet (1971) à préciser la stratigraphie du Viséen supérieur en divers endroits du Massif de la Tombe. Enfin, nous avons tenu compte des observations des divers auteurs qui ont porté leur attention sur les problèmes posés par la Grande Brèche de Landelies (Brien, 1905 ; de Dorlodot, 1907 ; Delepine, 1910-1911 ; Pirlet, 1971). Au bord nord du synclinorium de Namur, entre Namèche et Huy, l'analyse séquentielle (Pirlet, 1964) et micropaléontologique (Conil et Pirlet, 1963) de la sous-assise V3a permet de distinguer de bas en haut un faciès rythmique inférieur V3a $\alpha$  (20 à 37,5 m) groupant 19 séquences, un faciès brêchoïde ou Grande Brèche V3a $\beta$  (36 m) et un faciès rythmique supérieur V3a $\gamma$  (7 m) groupant 5 séquences. L'échelle-type du V3b + c dans le lambeau inférieur de Fontaine-l'Evêque telle qu'on peut l'établir dans la grande carrière située sur la rive gauche de la Sambre en face de la centrale électrique de Monceau, présente de haut en bas la succession suivante sous le Namurien schisteux :

V3c (10 m)

Calcaires algaires et calcaires argileux comportant 4 séquences et reposant sur une couche de schiste gris foncé à jaune verdâtre de 20 cm (Banc de desserre) ..... 10,00 m

V3b (93,50 m), où l'on distingue :

V3b $\gamma$  (27,50 m), constitué de 12 séquences où dominant les calcaires grossiers organoclastiques  
Calcaires noirs organoclastiques avec joints schisteux minces répartis sur 2 séquences formant le "Bleu belge" ..... 6,00 m

Plusieurs bancs de calcaire gris, grossier, organoclastique, groupés en 5 séquences se terminant chacune par une mince passée cryptogrenue ..... 13,00 m  
Une couche de schistes charbonneux .... 0,30 m

Ensemble de 5 séquences où les phases algaires sont mieux développées ; la séquence inférieure débute par un banc épais (2 m) de calcaire organoclastique qui tranche sur les calcaires à pâte fine du V3b $\beta$  ; vers le sommet, un niveau de calcaire oolithique ..... 8,00 m

V3b $\beta$  (48 m) caractérisé dans son ensemble par la prépondérance des cryptites algaires claires

Epaisse séquence dont la phase phytogène supérieure comporte deux niveaux d'algues noduleuses et, au sommet, 4 veinettes de houille ..... 9,00 m

Groupe de 6 séquences où les calcaires à structure varvoïde sont bien développés ; plusieurs niveaux schisteux au sein de la séquence inférieure ..... 16,00 m

Groupe de 4 séquences formant la partie inférieure du V3b $\beta$  caractérisée par de gros bancs de calcaire cryptogrenu algaire de teinte gris clair ..... 23,00 m

V3b $\alpha$  (18 m) groupant 6 séquences, où l'on distingue de haut en bas :

Calcaires varvoïdes ; calcaires à polypiers et calcaires à cherts ..... 7,00 m

Un banc à *Collenia* ..... 1,00 m

Calcaire en petits bancs, généralement plaqueté ..... 6,00 m

Calcaire en gros bancs avec plusieurs niveaux de cherts ..... 4,00 m

V3a (plus de 28 m) ou sous-assise de la Grande Brèche

V3a $\gamma$  (plus de 3 m)

Calcaire cryptitique à algues rubanées et ondulées comportant un niveau oolithique et une passée de brèche à ciment calcaire rose ..... + de 3,00 m

Lacune d'observation ..... quelques m

V3a $\beta$

Brèche à ciment calcaire gris, passant vers la base à une brèche à ciment calcaire rouge (Grande Brèche) ..... environ 25,00 m

Le mur de la brèche V3a $\beta$  est constitué par les calcaires V2b $\gamma$  de la carrière du Pré Fleuri (p. 00), les termes V3a $\alpha$  et V2b $\delta$  étant partout absents dans le Massif de la Tombe.

La sous-assise V3b + c ne montre pas de variations notables dans toute l'étendue du Massif de la Tombe où les divers faciès sont aisément identifiables grâce aux nombreux repères lithostratigraphiques. Par exemple, dans l'unité supérieure des Gaux, le V3b $\gamma$  est bien exposé aux carrières de Fontaine-l'Evêque où

l'on exploite le "Bleu belge". Le V3b $\beta$ , avec ses calcaires gris clair algaires et ses quatre veinettes de houille au sommet, est bien développé sur la rive droite de la Sambre aux Carrières Moreau et sur les deux rives de l'Eau d'Heure au Nord des Carrières de Pont-à-Nôle.

En ce qui concerne la sous-assise V3a, les variations se marquent surtout au niveau des calcaires algaires V3a $\gamma$ . Dans le lambeau de Fontaine-l'Evêque, le faciès V3a $\gamma$  est toujours présent et souvent épais. Ainsi, sur la rive droite de la Sambre, aux Carrières Moreau, on note la succession suivante sous les calcaires en gros bancs, à cherts rubanés formant la partie inférieure du V3b $\alpha$  :

V3a $\gamma$ (19,50 m)	
Cryptites algaires rubanées formant deux horizons continus .....	4,50 m
Calcaire algaire grumeleux, en gros bancs, à veines et taches de calcite .....	15,00 m
V3a $\beta$ (plus de 36 m)	
Brèche à ciment gris .....	16,00 m
Brèche à ciment rouge schisteux .. + de	20,00 m

Vers l'extrémité sud de la carrière, le faciès V3a $\gamma$  passe à un récif lenticulaire de plusieurs mètres d'épaisseur.

Dans la vallée de l'Eau d'Heure, sur la rive gauche, on note la succession :

V3a $\gamma$ (plus de 10 m)	
Calcaire gris grumeleux couronné par une brèche à ciment calcaire rouge de 0,50 m ..	1,00 m
Même succession un peu plus épaisse ....	1,50 m
Calcaire gris grumeleux algaire à veines de calcite .....	0,50 m
Gros récif lenticulaire de calcaire à algues rubanées .....	6 à 8,00 m

Dans l'unité supérieure des Gaux, au méridien de la Sambre, le faciès s'amincit progressivement vers le Nord. Au Nord du chemin vers Hameau, dans les grandes carrières abandonnées ouvertes, sur la rive gauche, dans la Grande Brèche, le V3a $\gamma$  atteint une puissance de 12 m et il apparaît constitué de calcaires construits à algues rubanées, interrompus par des niveaux d'accumulation de petits brachiopodes où l'on a identifié *Productus undiferus* et *Seminaula ficoides* (Brien, 1905 ; Delépine, 1910, 1911 ; Bourguignon, 1951 ; Pirlet, 1971). A l'entrée méridionale de la tranchée du chemin de fer dite de la Jambe de Bois, le faciès algaire V3a $\gamma$  se réduit à 6 m avant de disparaître à la sortie

de la même tranchée où la brèche V3a $\beta$  est recouverte directement par les couches de base du V3b $\alpha$  (Pirlet, 1971).

La Grande Brèche V3a $\beta$  dont la puissance varie entre 25 et 45 m, se présente le plus souvent sous un faciès à pâte rouge schisteuse ou calcaire. Elle atteint son épaisseur maximum, là où elle ravine le plus profondément son mur stratigraphique : 45 m dans l'unité supérieure là où elle repose sur le V2b $\beta$  (C, fig. 3), plus de 35 m dans la partie orientale de l'unité inférieure à Mont-sur-Marchienne et 25 m à Monceau-sur-Sambre où elle repose sur des couches plus récentes V2b $\gamma$ .

A tous les endroits du Massif de la Tombe où l'on peut observer le toit stratigraphique de la brèche V3a $\beta$ , on le voit constitué soit de V3a $\gamma$ , soit des couches basales du V3b $\alpha$ , le passage de la brèche à son toit s'opérant généralement par des faciès de transition comportant plusieurs niveaux de brèches intercalés dans des calcaires lités.

La formation de la Grande Brèche V3a $\beta$  dans le Massif de la Tombe succède à un épisode de ravinement qui s'est développé avec une ampleur maximale au cours du V2b. Elle s'achève, dans l'unité inférieure, avant la fin du V3a dont la phase terminale se caractérise par l'implantation d'une frange récifale algaire tandis que dans l'unité supérieure des Gaux, la formation de la brèche se maintient localement jusqu'à la fin du V3a.

Comparativement aux séries homologues du bord nord du synclinorium de Namur, la sous-assise V3a du Massif de la Tombe apparaît à la fois moins épaisse et incomplète par l'absence du faciès rythmique inférieur V3a $\alpha$ . C'est ainsi qu'entre Namur et Liège, le V3a épais de plus de 80 m (Pirlet, 1963), montre la succession : V3a $\gamma$  (7 à 8 m), V3a $\beta$  ou Grande Brèche (36 m), V3a $\alpha$  ou faciès rythmique inférieur (45 m). Dans le Boulonnais (Hoyez, 1971), le V3a comporte aussi un faciès rythmique inférieur V3a $\alpha$  d'une puissance supérieure à 60 m auquel succède la Grande Brèche (V3a $\beta$ ) puis les calcaires rubanés V3a $\gamma$  (12 m).

Dans le synclinorium de Dinant, il semble bien que le faciès V3a $\alpha$  soit extrêmement réduit ou absent si l'on en juge par la coupe de la gare de Dinant (Pirlet, 1971, 1972).

On peut en conclure qu'au cours du V3a, la sédimentation dans le Massif de la Tombe, tra-

duit toujours les effets du " seuil " qui s'est manifesté depuis le début du V2b.

Au contraire, au cours du V3b, dont les séries sont complètes, on assiste à l'effacement du " seuil " qui migre sans doute vers les zones orientales du synclinorium de Namur où l'on enregistre les lacunes les plus importantes (Pirlet, 1968).

### 5) Le Namurien (Massif de la Tombe et Substratum).

Limité au sommet par l'horizon marin à *Gastrioceras subcrenatum* (Congrès de Heerlen, 1927) et à la base par la première apparition de *Cravenoceras leion* (Congrès de Heerlen, 1958), le Namurien est parfaitement défini dans l'échelle stratigraphique. La subdivision de l'étage, basée sur une zonation à Goniatites (Van Leckwijck, 1964), a permis d'y reconnaître 7 sous-étages notés de bas en haut, E1, E2, H1, H2, R1, R2 et G1 correspondant aux genres *Eumorphoceras* (E), *Homoceras* (H), *Reticuloceras* (R) et *Gastrioceras* (G).

Partout en Belgique, le Namurien est constitué de formations terrigènes qui succèdent en concordance aux calcaires du Dinantien malgré l'existence d'une lacune couvrant, au moins, le sous-étage E1. D'abord essentiellement marine (E2 et partie inférieure de H1), la sédimentation prend ensuite un caractère continental, à faciès paralique de plus en plus accusé (veines et veinettes de houille).

Dans le Massif de la Tombe, le Namurien débute par un faciès marin ampélitique où l'on a reconnu (Demanet, 1941 ; Van Leckwijck, 1964) dans la vallée de la Sambre à hauteur de l'écluse de la Jambe de Bois, les zones E2b1 à *Cravenoceratoides edalensis* et E2b2 à *Ct. nitidus*. Comme le faciès marin de la zone E2b ne se retrouve que dans le synclinorium de Dinant, on peut conclure avec Van Leckwijck (1964) à la situation nettement plus méridionale de la patrie du Massif de la Tombe.

La partie supérieure de R1, le sous-étage R2 et la partie inférieure de G1, ont été reconnus au sondage n° 2 d'Espinoy (S 51). La zone E2c à *Nuculoceras nuculum* a été identifiée au lieu-dit " Lutia " à Mont-sur-Marchienne (Demanet, 1941).

Dans le cadre régional du Massif de la Tombe et compte tenu du but poursuivi par nos recherches où les aspects structuraux ont retenu davantage notre attention, nous avons préféré adopter pour le Namurien une échelle lithostratigraphique où nous distinguons une formation supérieure H1b, caractérisée par une sédimentation largement arénacée et une formation inférieure H1a, presque essentiellement pélitique. La limite lithostratigraphique entre les deux formations, qui se situe à l'intérieur du sous-étage H1, fait succéder des grès en petits bancs aux ampélites à faciès marin du Namurien inférieur. Les deux formations sont bien représentées dans le Massif de la Tombe, principalement dans les lambeaux inférieurs de Fontaine-l'Évêque et de Wespes.

#### H1b - Formation supérieure (plus de 300 m)

##### H1b $\beta$ (plus de 100 m)

La partie supérieure de H1b est caractérisée par plusieurs horizons de 10 à 15 m d'épaisseur de grès grossier feldspathique à passées conglomératiques, en allure lenticulaire, constituant le faciès H1b $\beta$  ou " Poudingue houiller ". Dans le lambeau de Fontaine-l'Évêque, la partie inférieure du faciès montre deux niveaux de " poudingue " épais de 10 à 15 m, séparés par une dizaine de m de schistes noirs que l'on suit assez bien au Nord, depuis Mont-sur-Marchienne à l'Est, jusqu'à Fontaine-l'Évêque à l'Ouest.

En général, on distingue (Stainier, 1932) deux masses de " poudingue ", l'une vers le bas et l'autre vers le haut, sous lesquelles on observe très souvent une veinette de charbon ou veine Sainte Anne.

##### H1b $\alpha$ (200 m)

Ensemble nettement plus schisteux comportant plusieurs niveaux de grès plus fins, moins feldspathiques et quelques horizons calcaires à faunes marines ..... 120,00 m  
Une veinette de houille assez constante ou veine Calvaire

Schiste noir siliceux passant vers le bas à des grès finement plaquetés ..... 10 à 30,00 m  
Grès fins plus ou moins feldspathiques .... 20,00 m  
Schistes noirs avec minces passées gréseuses ..... 10,00 m  
Grès blancs fins, en bancs de 30 à 40 cm .. 13,00 m  
Schistes bruns à noirâtres ..... 5,00 m  
Grès plaquetés à débris de végétaux .... 4,00 m  
La série à prédominance arénacée sous la veine Calvaire a été observée dans le lambeau de Wespes, au Sud de la commune de Leernes.

#### H1a - Formation inférieure (100 m)

Essentiellement constituée de schistes noirs souvent micacés contenant quelques rares passées gréseuses, des horizons plus épais de schistes argileux ampélitiques et, vers le bas, des niveaux plus pyriteux à nodules carbonatés. Elle a livré une riche

faune marine dans la vallée de la Sambre au cours des travaux d'aménagement de l'écluse de la Jambe de Bois (Lefevre, 1926; Demanet, 1941), et comprenant notamment les faunes caractéristiques des zones E2b1 et E2b2.

#### 6) Le Westphalien inférieur (lambeau de Fontaine-l'Évêque et Substratum).

Le Westphalien inférieur (H2a) affleure mal dans le Massif de la Tombe et n'est bien connu que par les travaux souterrains (Stainier, 1932 ;

Renier, 1932). Plusieurs veines de houille y ont été reconnues et exploitées dont l'une des plus inférieures, la veine Léopold (ou Drion), se situe à 80 m environ au toit du "Poudingue houiller". La veine Gros Pierre qui se localise à quelque 80 à 100 m au-dessus de la veine Léopold, à la base d'un faisceau de couches assez nombreuses et épaisses, sépare la série inférieure du Westphalien A ou Assise de Châtelet (H2a $\alpha$ ) de la série supérieure ou Assise de Charleroi (H2a $\beta$ ).

## II. — STRUCTURE

### A) LE MASSIF DU MIDI

Entre l'Abbaye d'Aulne et Landelies, la structure du Massif du Midi est celle d'un flanc nord de synclinal brisé par une faille transversale et mollement ondulé avec des pendages qui oscillent entre 30 et 65° pS. A l'entrée sud de Landelies, quelques ondulations anticlinales dans les roches noires du Siegenien inférieur montrent des allures dysharmoniques dans leurs zones axiales provoquées par l'incompétence tectonique des schistes.

La faille du Midi, qui limite le massif au Nord, est bien visible (fig. 7, coupe CC') dans les escarpements de la rive droite de la Sambre à 400 m en amont du déversoir de Landelies. Elle sépare les grès verts celluleux gedinniens (dN 50° Wp 30° S) au-dessus, des calcaires viséens appartenant au lambeau de Wespes (dN 80° Wp 30° S) en-dessous. Près de la faille, les calcaires noirs sillonnés de veinules de calcite sont plus ou moins bréchés sur 2 à 3 m d'épaisseur, tandis que les grès gedinniens sont simplement indurés. Le contact anormal, particulièrement net, souligné par une brèche de quelques cm d'épaisseur constituée de terre noire charbonneuse, se suit aisément au flanc de la vallée où il incline de 20 à 25° au Sud. Vers l'Est, la faille du Midi inclinant au Sud de 38°, a été encore recoupée à une soixantaine de m de profondeur par le bouveau Sud creusé à partir du puits Hanoteau (S 46) à proximité de la route de Beaumont (fig. 7, FF'). On y a observé (Blanchart, 1894) les grès gedinniens très fissurés et aquifères en contact avec le Westphalien du substratum en dressants déversés au Nord avec des pendages de 30 à 35° pS.

### B) L'UNITE SUPERIEURE DES GAUX

Dans la description structurale du Massif de la Tombe, il est commode de distinguer plusieurs panneaux limités par les failles radiales, à savoir :

— le panneau occidental limité à l'Est par la faille de Landelies ;

— le panneau médian compris entre la faille de Landelies et la faille de Montignies-le-Tilleul ;

— le panneau oriental compris entre la faille de Montignies-le-Tilleul et la faille de Mont-sur-Marchienne.

#### 1) Les plis.

Dans le panneau occidental (fig. 4, AB, EF), la structure du lambeau des Gaux est celle d'un vaste anticlinal déversé, l'anticlinal de Landelies dont le flanc normal plissé et faillé est cisailé au Sud par la faille du Midi et dont le flanc inverse montre des couches en "dressants" qui se déversent de plus en plus vers le Nord.

Sur la rive gauche de la Sambre, le flanc normal de l'anticlinal de Landelies, étalé du Sud au Nord sur une distance de 1 500 m, comporte un tronçon méridional de 800 m montrant des formations essentiellement frasniennes plissées et faillées et un tronçon septentrional où les couches du Famennien supérieur gardent une allure subhorizontale sur 700 m.

Les plis dirigés N 20° W, affectant le tronçon méridional, s'annoient vers le N-NW et comprennent du SW au NE :

— l'anticlinal du Ruisseau de Wespes nettement déversé vers le NE (flanc normal 20° W ;

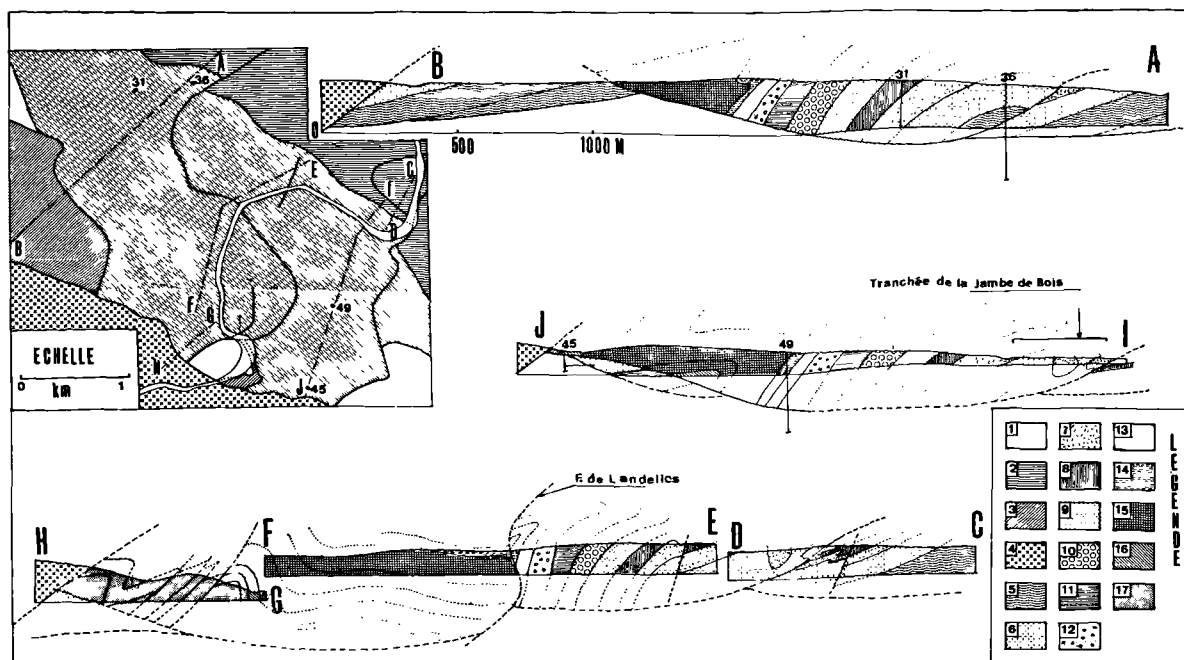


Fig. 4. — Le lambeau des Gaux.

Légende : 1, substratum westphalien. — 2, lambeau de Fontaine-l'Évêque. — 3, lambeau de Wespes. — 4, Massif du Midi. — 5, Namurien H1. — 6, Viséen supérieur V3b + c. — 7, Viséen supérieur V3a. — 8, Viséen moyen V2b. — 9, Viséen moyen V2a. — 10, Viséen inférieur V1b. — 11, Viséen inférieur V1a. — 12, Tournaisien supérieur Tn3. — 13, Tournaisien moyen Tn2. — 14, Tournaisien inférieur Tn1. — 15, Famennien supérieur Fa2. — 16, Famennien inférieur Fa1. — 17, Frasnien Fr.

flanc inverse  $77^\circ$  W à la carrière du four à chaux) et axé sur les formations les plus anciennes du Frasnien (Fr2a et Fr1 ?) ;

— l'anticlinal du Vigna, chevauché par l'anticlinal précédent, lui aussi déversé NE (flanc normal  $15$  à  $20^\circ$  W, flanc inverse  $70^\circ$  W) laissant affleurer dans sa zone axiale, les calcaires lités Fr2b $\beta$  bien visibles dans le coteau boisé du Vigna et dans une ancienne carrière située à la bifurcation des chemins de Wespes et de l'Espinette ;

— le synclinal du cimetière ouvert sur les schistes Fr3 ;

— l'anticlinal du Trieu des Gaux caractérisé par une allure en dôme dont le flanc occidental (p 36 à  $46^\circ$  SW), bien exposé dans les anciennes carrières du Trieu des Gaux ouvertes dans les formations Fr2b, chevauche la zone axiale du pli dont le flanc nord-oriental s'incline progressivement vers le Nord ( $20$  à  $30^\circ$  N dans les calcaires frasnien de la rive droite de la Sam-

bre pour atteindre  $78^\circ$  N dans les grès Fa2b de la rive gauche).

Le tronçon septentrional dont l'allure sub-horizontale avait déjà été notée par Mourlon en 1880 [S.G. (\*), planchette Fontaine-l'Évêque, n° 4] et confirmée plus tard par de Béthune (1950), incline faiblement mais régulièrement vers le Nord, de sorte que les falaises constituant les escarpements de la rive gauche de la Sambre, exposent toute la succession des couches depuis le Fa2c jusqu'au Tn1 au Nord.

Le flanc inverse de l'anticlinal de Landelies, dirigé  $N 60^\circ$  W, d'abord très redressé ( $70$  à  $80^\circ$  pS au Nord de Leernes), se déverse de plus en plus au Nord avant de se coucher à proximité de la faille des Gaux où, dans une bande large d'une centaine de m, les calcaires V3b sont plissés en faux anticlinal (antiforme du

(\*) Service géologique de Belgique, archive de la carte géologique.

Luce), complètement renversé, faiblement déversé vers le Nord près de la ferme du Luce (flanc sud p 35° S ; flanc nord p 55 à 60° N).

Au voisinage de la terminaison occidentale du lambeau des Gaux, dans la carrière ouverte pour l'exploitation du "Bleu belge", l'antiforme du Luce est nettement déversé vers le Sud, à contre-poussée (fig. 5, DC).

Sur la paroi orientale de l'excavation, les calcaires lités du V3by dessinent un anticlinal superposé à un synclinal dont les plans axiaux subhorizontaux inclinent faiblement vers le Nord-Est, sous un angle de 10 à 15°.

Sur la paroi occidentale, l'anticlinal couché plonge nettement vers le Sud-Est (coupe DC) sous un angle de 15° ; vers le Nord-Est, il est brisé dans sa zone axiale par une faille plate qui met en contact anormal les schistes du Namurien inférieur (H1a) sur la tranche des bancs redressés du V2by impliquant une translation N-S du Namurien surincombant ; vers le Sud, la tête plongeante de l'anticlinal rétroversé est coupée par une faille transversale (dN 20° E) inclinant au Sud-Ouest de 62°.

Dans le panneau médian (fig. 4, IJ), l'anticlinal de Landelies montre un style très comparable à celui qui vient d'être décrit dans le panneau occidental. Toutefois, le tronçon plissé du flanc normal a presque complètement disparu. Immédiatement au Nord de la faille du Midi, les couches frasno-famenniennes apparaissent fortement déversées (30 à 40° pS) sur une longueur de 250 m avant de passer à une longue "plateure" de 500 m au niveau du Famennien supérieur occupant le plateau gréseux des bois Frion et de la Malfalise à l'Est de la Sambre. Le flanc inverse est constitué de dressants subverticaux qui se déversent progressivement vers le Nord (90° à 28° pS) avant de se coucher à 150 m au S de la faille des Gaux où les couches dessinent des plis complètement renversés, bien visibles dans la tranchée du chemin de fer de la Jambe de Bois. La structure que nous venons de décrire est admirablement exposée dans les séries dinantiennes de la rive gauche de la Sambre où elle a été étudiée et figurée par de nombreux observateurs (Briart, 1894 ; Brien, 1905 ; Delépine, 1911 ; Fourmarier, 1912 ; Pirlet, 1971).

Dans le panneau oriental, l'anticlinal de Landelies est réduit à son flanc inverse dont les

"dressants" passent vers le Nord à un train de plis plus adoucis avant de plonger à la verticale à l'extrême pointe septentrionale du lambeau des Gaux (fig. 6).

L'anticlinal de Landelies, pli principal du lambeau des Gaux, s'ennoie dans la direction N 20° W bien mise en évidence par la fermeture périclinale à des niveaux stratigraphiques de plus en plus élevés en s'éloignant vers le Nord-Ouest (fig. 9). Les plis secondaires offrent moins de régularité dans leur plongement d'axe. Par exemple, les plis renversés de la Jambe de Bois, sur la rive gauche de la Sambre, s'ennoient vers le Nord-Ouest (fig. 10), tandis que le synclinal en "chaise" de Mont-sur-Marchienne s'ennoie vers l'Est (fig. 6) ; dans ce dernier cas, le plongement oriental est sans doute en relation avec un dôme anticlinal dans le lambeau sous-jacent qui émerge dans la boutonnière des Couturelles (voir p. 00).

En conclusion, le lambeau des Gaux montre essentiellement une structure anticlinale fortement déversée (l'anticlinal de Landelies) dont le flanc normal, subhorizontal, apparaît plissé et faillé au voisinage de la faille du Midi et dont le flanc inverse, cisailé par la faille des Gaux au niveau du Namurien, se caractérise par des "dressants" dont le déversement s'accroît progressivement vers le Nord.

## 2) La faille des Gaux.

C'est dans la partie occidentale du Massif de la Tombe, au lieu-dit "Sur les Gaux", sur le territoire de la commune de Fontaine-l'Évêque, que la faille des Gaux fut observée pour la première fois par Briart (1894) qui l'avait dénommée "faille de Fontaine-l'Évêque". Elle met en contact anormal le Namurien du lambeau des Gaux au Sud, avec la Grande Brèche V3a du lambeau de Fontaine-l'Évêque au Nord (fig. 5, AB). Briart interprétait correctement l'accident comme une faille en "fond de bateau" recoupant la surface topographique suivant une branche nord le long du ruisseau de l'Iernelle et une branche sud se dirigeant vers Leernes. A l'Est du méridien de Leernes, Briart, sans doute trompé par une connaissance imparfaite de la structure et de la stratigraphie, faisait passer le Massif de Fontaine-l'Évêque (lambeau des Gaux au sens actuel) sous l'hypothétique faille listrique de Leernes.



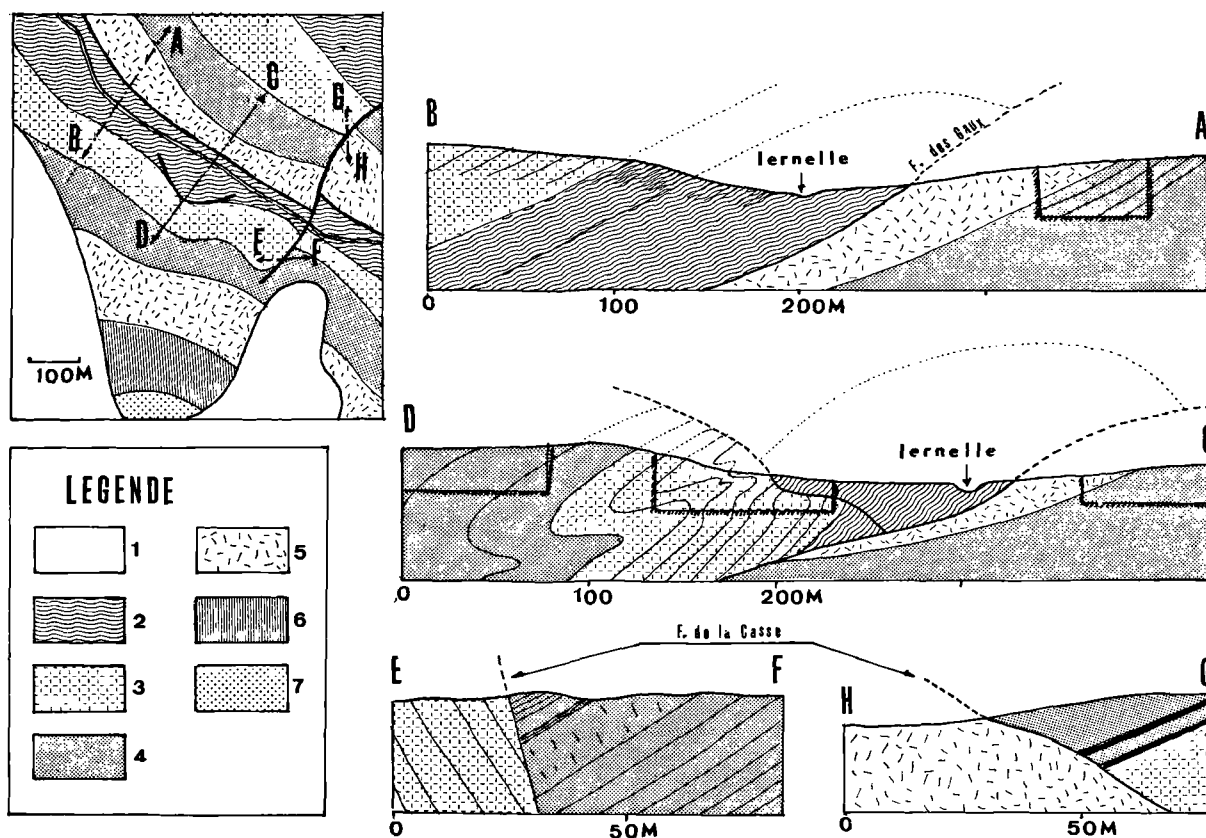


Fig. 5. — La faille des Gaux dans la vallée de l'Iernelle.

Légende : 1, Couverture tertiaire et quaternaire. — 2, Namurien H1. — 3, Viséen supérieur V3b $\gamma$  + V3c. — 4, Viséen supérieur V3b $\beta$  +  $\alpha$ . — 5, Grande Brèche V3a. — 6, Viséen moyen V2b. — 7, Viséen moyen V2a.

En 1912, Fourmarier confirme l'existence de la branche nord de la faille de Fontaine-l'Evêque qu'il désigne sous le nom de " faille des Gaux " dont il prolonge correctement le tracé jusqu'à la ferme du Luce où la coupe du sondage (S 36) lui permet d'identifier l'accident en profondeur (fig. 4, AB).

Toutefois, il ne lui reconnaît pas une forme en fond de bateau et, de ce fait, il la distingue de la branche sud de la faille de Fontaine-l'Evêque qu'il assimile erronément à la faille de la Tombe. Nous avons conservé pour la faille des Gaux le nom adopté par Fourmarier bien que l'interprétation de Briart, pour la région occidentale tout au moins, soit beaucoup plus conforme aux faits. Il ne fait pas de doute en effet que la faille des Gaux, le long de sa

branche septentrionale, ait une allure listrique à très faible inclinaison vers le Sud. On peut déjà s'en rendre compte en suivant son tracé sinueux entre le Calvaire Mascaux et la ferme du Luce.

A l'W de la ferme du Luce en particulier, l'accident passe au S des affleurements de la Petite Brèche (V2b $\alpha'$ ) parsemés de blocs de schistes namuriens témoignant de l'extension septentrionale du lambeau des Gaux au N de sa limite actuelle et de l'allure subhorizontale de la faille qui le supporte.

Au SE de la ferme du Luce, l'accident met en contact la Grande Brèche V3a de l'unité supérieure avec, successivement d'Ouest en Est, le V3a, le V2b et le V2a de l'unité infé-

rière entamée par les carrières abandonnées de la Campagne du Cerisier. Sur la rive gauche de la Sambre, il fait chevaucher la Grande Brèche V3a du lambeau des Gaux visible à l'extrémité nord de la tranchée du chemin de fer, sur les calcaires blancs oolithiques V2a du lambeau de Fontaine-l'Evêque bien exposés dans la Carrière du Pré Fleuri (fig. 4, II, DC).

Dans la partie orientale du Massif de la Tombe, aux Carrières de Pont-à-Nôle, situées aux confins de Mont-sur-Marchienne et de Montignies-le-Tilleul, l'allure listrique de la faille des Gaux est clairement mise en évidence (fig. 6). Dans la carrière méridionale, au S du

décrochement des Couturelles, la faille, qui incline d'une trentaine de degrés vers le Sud, sépare les bancs de dolomies et calcaires sombres de la partie inférieure du V1a au-dessus, des calcaires lités V2b, surmontés de la brèche V2b $\alpha$ ' en-dessous. Les bancs du V1a dessinent une série de plis déversés vers le Nord, les anticlinaux étant ouverts sur les dolomies alvéolaires à *Caninia* et *Syringopora* du Tournaisien supérieur (Tn3). Vers le Sud, les couches se relèvent en dressants et passent aux formations du Tournaisien moyen anciennement exploitées à la Carrière du four à chaux (Tn2c et Tn2b). L'ensemble surmontant la faille appartient bien au lambeau des Gaux dont il

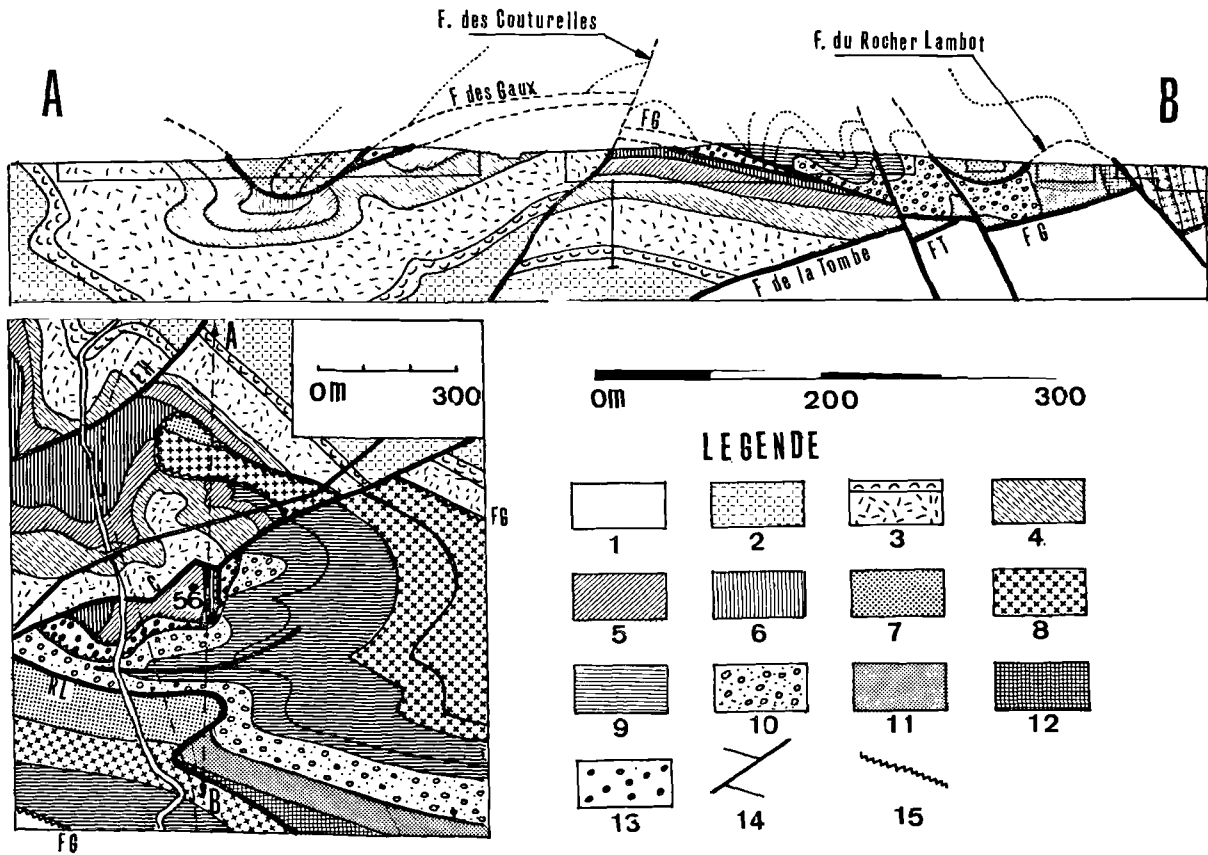


Fig. 6. — La faille des Gaux dans la vallée de l'Eau d'Heure.

Légende : 1, substratum westphalien. — 2, Viséen supérieur V3b. — 3, Grande Brèche V3a $\beta$  surmontée par le récif algaire V3a $\gamma$ . — 4, Viséen moyen V2b $\beta$ . — 5, Viséen moyen V2b $\alpha$ . — 6, Viséen moyen, faciès de la Petite Brèche V2b $\alpha$ '. — 7, Viséen moyen V2a. — 8, Viséen inférieur V1b. — 9, Viséen inférieur V1a. — 10, Tournaisien supérieur Tn3. — 11, Tournaisien moyen Tn2. — 12, Tournaisien inférieur Tn1. — 13, Brèche tectonique à éléments V1b. — 14, faille transversale. — 15, faille de charriage. — R.L., faille du Rocher Lambot. — C, faille des Couturelles. — E.H., faille de l'Eau d'Heure. — F.G., faille des Gaux. — F.T., faille de la Tombe.

possède les caractères stratigraphiques et le style tectonique en dressants et fausses plateaux.

Au contraire, l'ensemble situé sous la faille est constitué de couches complètement renversées et couchées, caractérisant une structure propre à l'unité inférieure (Lambeau de Fontaine-l'Évêque).

Entre les deux lambeaux et sous la faille des Gaux, s'insère une formation brècheïde épaisse de 5 à 10 m constituée en majeure partie d'une dolomie claire dont les alvéoles et les fissures sont tapissées de cristaux de calcite. Nous basant sur la présence dans l'un des blocs, de *Caninia* et *Syringopora*, nous avons d'abord rapporté toutes les dolomies claires au Tn3c (Fransolet et Pirlet, 1972, p. 149) mais une étude du contenu micropaléontologique semble indiquer un âge V1b plus probable (\*).

En effet, la microfaune comprend essentiellement des espèces et des genres viséens (V1 à V2), notamment *Pachysphaerina pachysphaeroides*, *Brunsia*, *Girvanella densa*, *Archaeosphaera* et *Paleocancellus*, tandis que les faciès caractérisés par la fréquence des calcaires oolithiques dolomités et les dolomies microgrenues, sont tout à fait comparables à certains horizons dolomitiques du V1b. Il en résulte qu'une faille, peu visible par suite des faciès brècheïdes qu'elle met en contact, sépare la brèche à ciment rouge V2b $\alpha'$  en-dessous, des dolomies brècheïdes V1b au-dessus, que nous interprétons comme un copeau pincé entre le lambeau des Gaux et le lambeau de Fontaine-l'Évêque.

Dans la carrière septentrionale située sur la lèvre surélevée de la faille des Couturelles, le lambeau des Gaux, réduit à une "klippe" de 400 m de long, est constitué de calcaires V1b et V2a en position normale (p 50 à 60° N) reposant sur les calcaires V2b formant le noyau d'un synclinal renversé; la faille des Gaux adopte, elle aussi, une allure synclinale avec une branche nord inclinant de 40 à 50° au Sud et une branche sud inclinant de 30° au Nord, dont la zone de brèche, de 0,50 m à 1 m, est colmatée d'amas de calcite rosée.

---

(\*) Je remercie MM. Conil et Groessens qui ont procédé, à ma requête, à l'inventaire micropaléontologique de cinq échantillons de la brèche dolomitique.

La coupe de Pont-à-Nôle (fig. 6) souligne bien les allures emboîtées de la faille des Gaux et du lambeau de Fontaine-l'Évêque sous-jacent : au synclinal de Pont-à-Nôle se superpose la klippe de Pont-à-Nôle et au dôme des Couturelles, la fenêtre de même nom. Elle permet encore d'interpréter les dolomies V1b sous la faille listrique à la carrière méridionale, comme un copeau arraché à la partie frontale du lambeau des Gaux au moment de son ultime translation vers le Nord et laissé sur place par suite de son emboutissage dans la brèche à ciment rouge V2b $\alpha'$ , coiffant le lambeau sous-jacent de Fontaine-l'Évêque.

L'allure listrique de la faille des Gaux est encore bien visible à l'extrémité sud du panneau médian, sur la rive droite de la Sambre, où elle sépare les couches famenniennes plissées en dressants (30 à 40° pS) et plateaux horizontales au-dessus, des calcaires viséens complètement renversés (p 10° à 15° S) en-dessous et appartenant au lambeau de Wespes (fig. 7).

Un levé détaillé de la rive droite de la Sambre permet de mettre en évidence un bombement de la faille suivant un anticlinal (l'anticlinal du déversoir) dont l'axe passe au milieu de la "fenêtre de Landelies" puis s'infléchit vers le Nord-Est, où il est jalonné par la petite fenêtre du Bois Frion où affleure, sur quelques dizaines de m<sup>2</sup>, le calcaire viséen du lambeau de Wespes, déjà reconnu par Briart dès 1895. Elle garde la même allure vers l'Est où d'anciens travaux souterrains ont permis de mettre en évidence l'amincissement, puis la disparition du lambeau de Wespes de telle sorte qu'elle repose directement sur le substratum westphalien dans la partie sud-orientale du panneau médian où les puits Hanoteau (S 46) et Forte Taille (S 45), proches de la route de Beaumont, n'ont plus rencontré le calcaire viséen sous le Famennien du lambeau des Gaux.

Dans les parties plus centrales du Massif de la Tombe, la faille des Gaux a été recoupée au sondage de Malfalaise (S 49) à 211 m de profondeur (fig. 4, II) où elle fait reposer l'unité supérieure avec des dressants à 50° pS sur le substratum westphalien, et au sondage des Marlières (S 31b) également au contact du substratum westphalien à 338 m de profondeur. Au sondage de Leernes (S 31), arrêté à la profondeur de 187 m, la faille des Gaux n'a pas été atteinte.

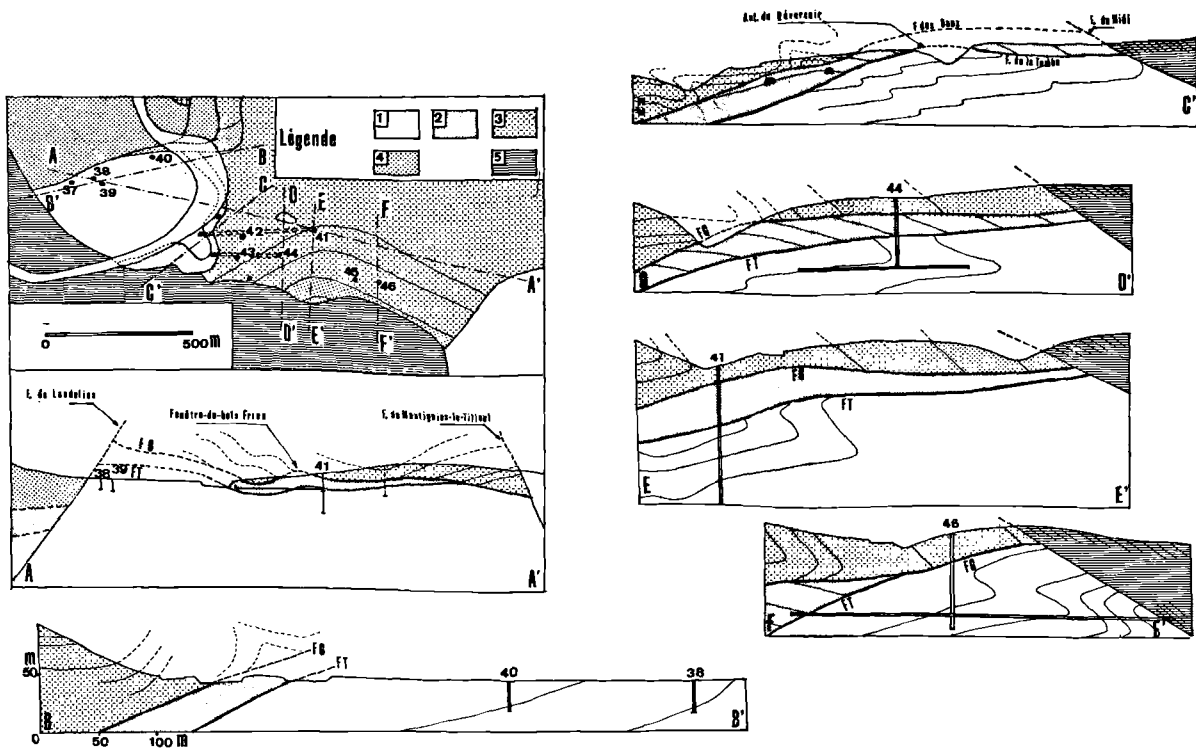


Fig. 7. — Le lambeau de Wespes et le lambeau des Gaux à l'E de Landelies.

Légende : 1, Westphalien. — 2, Viséen supérieur V3b. — 3, Famennien Fa. — 4, Frasnien Fr. — 5, Dévonien inférieur. — F.G., faille des Gaux. — F.T., faille de la Tombe.

En conclusion, la faille des Gaux est une faille listrique en "fond de bateau" qui s'enfonce jusqu'à la profondeur de 338 m dans la partie axiale où elle repose sur le substratum westphalien, et dont les flancs se relèvent en s'appuyant sur l'un ou l'autre des lambeaux inférieurs.

### C) L'UNITE INFERIEURE

#### 1) Le lambeau de Fontaine-l'Evêque.

La structure du lambeau de Fontaine-l'Evêque est celle du flanc inverse d'un anticlinal couché dont les bancs inclinent au Sud sous un angle qui dépasse rarement 40°. Les seuls endroits où l'on observe des pendages, soit plus accentués, soit orientés au Nord, sont tous situés à proximité de la faille des Gaux : 50° pS à la

carrière nord de Pont-à-Nôle, 60° pS à l'E de la ferme du Luce, 20° pN autour de la terminaison occidentale du lambeau des Gaux.

Dans le panneau oriental (fig. 6), l'allure monoclinale est perturbée par deux plis très adoucis, une ondulation synclinale au Nord, à fond plat très étalé, le *synclinal de Pont-à-Nôle*, suivi au sud d'un dôme anticlinal localisé (brachydôme) qui émerge dans la boutonnière des Couturelles. Dans tous les cas, il s'agit de "faux plis" puisque les couches sont toujours complètement renversées. L'ennoyage oriental est particulièrement net pour le synclinal de Pont-à-Nôle dont la fermeture périclinale s'opère au niveau de la Grande Brèche V3aβ sur la rive droite de la Sambre aux carrières de Saint-Martin ; l'axe du pli plonge ensuite vers le SE de sorte que la Petite Brèche V2bα' affleure dans le noyau synclinal aux carrières de Pont-à-Nôle.

## 2) Le lambeau de Wespes.

Le lambeau de Wespes a une structure comparable à celle du lambeau de Fontaine-l'Evêque, les couches, complètement renversées inclinant vers le Sud sous un angle qui croît régulièrement du Sud ( $15^\circ$  pS) au Nord ( $50^\circ$  pS).

Dans le panneau médian, sous la faille des Gaux (fig.7), le lambeau s'amincit progressivement vers le Sud-Est : 35 m au puits de l'Espérance (S 41), 15 m au puits Minerve (S 44), 0 m au puits Hanoteau (S 46) (Smeysters, 1905 ; Blanchard, 1894).

Il est constitué de calcaires V3b qui affleurent sur la rive droite de la Sambre au S du déversoir de Landelies ; on y voit du Sud au Nord une succession inverse de couches inclinant de  $30$  à  $45^\circ$  au Sud et comportant des calcaires gris clair algaires de la partie supérieure du V3b $\beta$  reposant sur les calcaires noirs organoclastiques du V3b $\gamma$ .

Les travaux souterrains entrepris au N du puits Hanoteau (Smeysters, 1905) ont reconnu les calcaires viséens inclinant faiblement au Sud ( $12$  à  $14^\circ$  pS) (fig. 7, FF').

## 3) La faille de la Tombe.

La faille de la Tombe sépare partout le substratum westphalien sous-jacent de l'unité inférieure. Son allure subhorizontale est particulièrement bien visible dans les escarpements de la rive droite de la Sambre, au S du déversoir de Landelies, où elle oppose les grès et les schistes micacés westphaliens autochtones en-dessous, aux calcaires V3b du lambeau de Wespes au-dessus ; on peut suivre le contact sur plusieurs dizaines de m aux flancs d'un ravin qui descend vers la Sambre (fig. 7). Comme la faille des Gaux, elle y apparaît plissée suivant l'anticlinal du déversoir. Plus à l'Est, entre la Sambre et la route de Beaumont, les travaux souterrains ont permis de mettre en évidence son allure listrique à faible pente nord.

En dehors des endroits précités, les affleurements de la faille de la Tombe sont difficilement observables et les seules précisions qu'on peut recueillir au sujet de son allure proviennent des reconnaissances souterraines par puits, sondages et galeries.

Sous le lambeau de Wespes (fig. 8, B), la faille a été recoupée aux sondages de la

Hougarde (S 13 et S 34). Au sondage (S 34), la coupe étudiée (Stainier, 1936) permet de situer le passage de la faille à la profondeur de 126 m où elle sépare les ampélites et les phanites du lambeau supérieur, des couches en dressants du substratum (Namurien supérieur). Le sondage (S 13) a permis de reconnaître le lambeau de Wespes sous le Massif du Midi entre les profondeurs de 37,5 m et 101 m où il repose sur le Namurien supérieur du substratum. Encore présent au puits de la Hougarde (S 12), il disparaît assez rapidement vers l'Ouest, puisque au puits n° 3 de la Hougarde (S 17), le substratum westphalien apparaît directement avec ses allures en dressants ( $60^\circ$  pS) sous la couverture tertiaire. Vers le Nord, la faille doit passer au Sud des sondages de Beaulieusart (S 18 et S 19) qui sont entrés, sous les morts-terrains, dans le substratum westphalien. On peut en conclure que, sous le lambeau de Wespes, la faille de la Tombe a une forme en cuillère allongée dans le sens Est-Ouest et dont la profondeur maximale enregistrée n'excède pas 130 m.

Sous le lambeau de Fontaine-l'Evêque, le passage de la faille de la Tombe peut être reconnu assez facilement dans la partie occidentale du Massif où les couches, de part et d'autre de l'accident, sont nettement différenciées à la fois par leur position stratigraphique et par leur style tectonique (fig. 8, ABC). Elle passe à la profondeur de 175 m au puits n° 16 de Monceau-Fontaine (S 3) où elle oppose une série inverse à  $55^\circ$  pS au-dessus, aux couches westphaliennes en position normale ( $p20$  à  $30^\circ$  pS) en-dessous au flanc nord du synclinal de Fontaine-l'Evêque qui se rattache au Massif du Carabinier (\*) (d'après les documents des Charbonnages de Monceau-Fontaine).

Des petits puits de reconnaissance (S 4, S 2, S 11) ont pénétré dans le lambeau de Fontaine-l'Evêque sous la couverture tertiaire, mais sans atteindre la faille de la Tombe.

En revenant vers l'Est, on est amené à faire passer la faille au S des puits n° 10 (S 14) et n° 8 (S 21) de Monceau-Fontaine qui ont pénétré, sous la couverture tertiaire, directement dans le Massif du Centre caractérisé par une série de couches westphaliennes au flanc nord plissé d'un synclinal.

---

(\*) Ces diverses structures sont précisées au chapitre consacré au substratum.

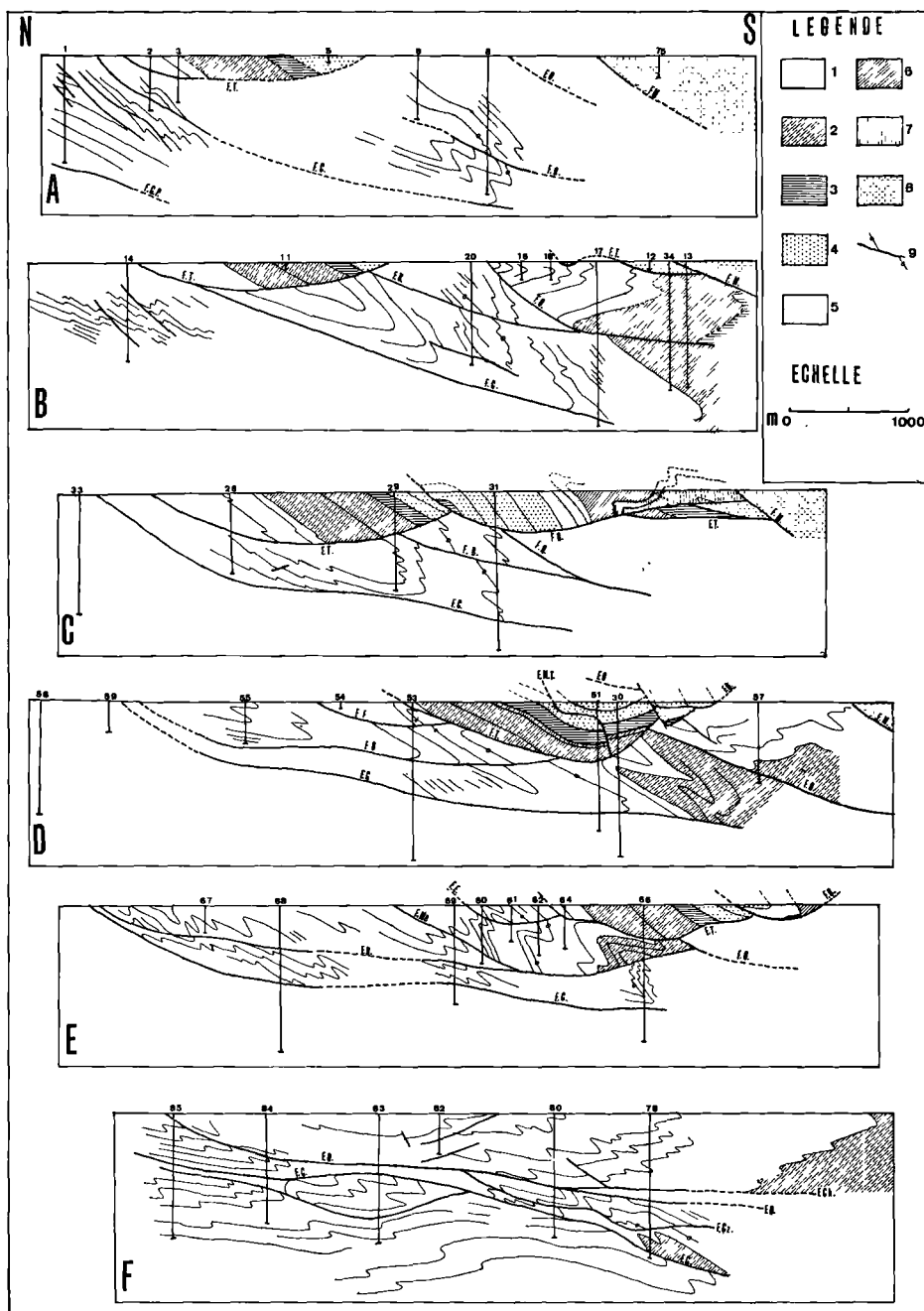


Fig. 8. — Le Massif de la Tombe et son substratum.

*Légende* : 1, Westphalien H2. — 2, Namurien supérieur H1b. — 3, Namurien inférieur H1a. — 4, Viséen. — T, Tournaisien. — 6, Famennien. — 7, Frasnien. — 8, Dévonien inférieur. — 9, faille. — F.B., faille de Beaulieusart. — F.C., faille du Carabinier. — F.Ch., faille de Chamborgneau. — F.C.P., faille du Centre-Poirier. — F.Cz., faille du Cazier. — F.F., faille de Forêt. — F.G., faille des Gaux. — F.M., faille du Midi. — F.Mo., faille de Monceau. — F.M.T., faille de Montignies-le-Tilleul. — F.O., faille d'Ormont. — F.T., faille de la Tombe. — La localisation des plans de coupe est précisée à la fig. 1.

Plus à l'Est encore, la faille de la Tombe a été rencontrée au puits n° 12 de Monceau-Fontaine (S 35), à la profondeur de 340 m où elle sépare : au-dessus, une série de couches renversées (p 51° pS) de l'Assise de Châtelet et de la partie inférieure de l'Assise de Charleroi ; en-dessous, des couches westphaliennes plus récentes en position normale au flanc nord du synclinal de Fontaine-l'Évêque (documents des Charbonnages de Monceau-Fontaine). Vers le Nord, la faille doit émerger au S du puits 14 de Monceau-Fontaine (S 33) qui est entré directement sous les morts-terrains dans le faisceau en position normale du Massif du Centre. Vers le Sud, elle passe à environ 350 m de profondeur au puits n° 1 de Monceau-Fontaine (S 29) où elle sépare le Namurien renversé au-dessus, du Westphalien appartenant au flanc sud plissé en " chaise " du synclinal de Fontaine-l'Évêque en-dessous (fig. 8).

Au sondage de la ferme du Luce (S 36) (fig. 4), le lambeau de Fontaine-l'Évêque se réduit à une cinquantaine de m de calcaire viséen pincé entre la faille des Gaux, identifiée à la profondeur de 150 m et la faille de la Tombe, qui passe à 200 m où elle vient au contact des couches westphaliennes du substratum en dressants subverticaux (80°).

A l'Est du méridien d'Hameau, le tracé de la faille de la Tombe est plus difficile à préciser, les oppositions stratigraphiques qu'elle provoque étant beaucoup moins tranchées.

Au puits n° 19 de Monceau-Fontaine (S 53), nous faisons passer la faille à la profondeur de 30 m, où elle sépare les couches renversées de la partie supérieure de la formation H1b au-dessus, des formations houillères de la partie inférieure de l'assise de Charleroi en-dessous, d'abord en allure normale (Renier, S. G., f. Font. l'Ev., n° 369), puis en dressants (Stainier, 1922) dessinant un pli anticlinal déversé vers le Nord (fig. 8, D).

Notre interprétation, basée surtout sur l'opposition des styles tectoniques, diffère de celle de Stainier (1922) qui fait passer la faille de Saint-Martin à la profondeur de 30 m et la faille de la Tombe à 520 m. En admettant la conception de Stainier, on est conduit à attribuer une structure en anticlinal déversé au lambeau de Fontaine-l'Évêque en contradiction avec son style en flanc inverse couché observable partout ailleurs.

Vers le Sud, la faille de la Tombe a été reconnue au sondage n° 2 d'Espinoy (S 51) (Stainier, 1937a) à la profondeur de 524,70 m où elle oppose la série inverse (p 35° pS) du " poudingue houiller " (partie supérieure de la formation H1b), au faisceau de couches en position normale de l'Assise de Châtelet (de la veine Léopold à la veine Gros Pierre) qui se replie en dressants à la charnière d'un anticlinal déversé vers le Nord. Aux puits Espinoy (S 30) situés quelque 200 m au sud du sondage précédent, la faille a été reconnue à la profondeur de 455 m (documents des Charbonnages Monceau-Fontaine ; Stainier, 1937a).

A l'extrémité orientale du Massif (fig. 8, E), le lambeau de Fontaine-l'Évêque a été traversé au sondage du Mont-sur-Marchienne (S 66) (Stainier, 1937b), la faille de la Tombe passant à la profondeur de 478 m selon l'interprétation de Stainier.

Toutefois, et pour des raisons déjà invoquées, nous croyons que l'interprétation de Stainier est erronée et qu'il faut placer la faille quelque 100 m plus haut au sommet d'une zone très disloquée qui s'échelonne entre les profondeurs 322 et 355 m. Dans la position que nous lui avons fixée, la faille sépare une série inverse (p 52 à 56° pS) du Namurien supérieur (H1b) au-dessus, des plis en " chaise " du Massif de Beaulieuart dans une série, elle aussi namurienne (Demagnet, 1941) en-dessous. Plus au Nord, nous faisons affleurer la faille un peu au Nord de la Neuve-Fosse (S 64).

Comme sous le lambeau de Wespes, la faille de la Tombe adopte une forme " en fond de bateau " qui s'enfonce toutefois jusqu'à plus de 500 m dans la zone axiale assurant de la sorte une extension beaucoup plus grande du lambeau sus-jacent.

#### D) LE SUBSTRATUM

Notre seul but, en abordant l'étude du substratum, est d'en rappeler les grands traits structuraux qui permettront de mieux saisir l'originalité du Massif de la Tombe. Dans ce qui suit, nous empruntons largement aux divers auteurs qui ont contribué à dégager la structure du bord sud du bassin houiller de Charleroi (Smeysters, 1905 ; Blanchart, 1894 ; Bertiaux, 1913 ; Stainier, 1913a, 1913b ; Renier, 1932 ;

Delmer, 1951; Charbonnages de Monceau-Fontaine).

Dans la partie occidentale du Massif de la Tombe, une coupe méridienne dressée par Delmer (1951) et passant par le puits n° 10 des Charbonnages de Monceau-Fontaine (S 14) (fig. 8, B), permet de distinguer les traits essentiels du substratum. Du Nord au Sud, on y reconnaît plusieurs massifs séparés les uns des autres par des failles de charriage faiblement pentées vers le Sud ; ce sont :

— *Le Massif du Centre-Poirier*, caractérisé par des couches en plateaux passant vers le Sud à une série plissée.

— *Le Massif du Carabinier*, limité à la base par la faille de même nom, essentiellement caractérisé par un synclinal fortement déversé vers le Nord, le synclinal de Fontaine-l'Evêque, dont le flanc inverse, plissé en " chaise ", est constitué de couches du Westphalien inférieur recoupé par les puits (S 20) et (S 17). Le flanc sud du synclinal est cisailé par une faille plate, la faille de Beaulieusart, qui délimite, avec la faille d'Ormont sus-jacente, une écaille en forme de coin essentiellement constituée de couches en dressants.

— *Le Massif d'Ormont*, limité à la base par la faille de même nom, montre une structure de flanc normal d'anticlinal faite de longues plateaux plissés, pentés au Nord, amorçant vers le Sud un pli synclinal. Les couches les plus profondes du massif sont à rapporter au Namurien supérieur H1b recoupé par le puits (S 17) et les sondages (S 13 et S 34). La bande médiane de substratum qui sépare le lambeau de Fontaine-l'Evêque au Nord, de celui de Wespes au Sud, correspond à l'émergence du Massif d'Ormont.

Les lambeaux inférieurs du Massif de la Tombe étant dirigés N 63° W sont obliques sur l'orientation générale du Massif du Carabinier (N 82° W) et, de ce fait, ils recouvrent des structures de plus en plus méridionales en allant d'Ouest en Est.

Ainsi, au méridien de la coupe B (fig. 8), le lambeau de Fontaine-l'Evêque recouvre le massif du Carabinier et une partie du massif du Centre-Poirier ; à la coupe C, le substratum du lambeau est entièrement dans le Massif du Carabinier, tandis que vers l'Est (coupe D), il englobe la partie septentrionale du Massif d'Ormont.

Par ailleurs, le Massif de la Tombe s'ennoie vers l'Est tandis que le Massif du Carabinier se surélève progressivement dans la même direction, de sorte que la faille de la Tombe repose sur des couches de plus en plus anciennes du Massif du Carabinier en allant d'Ouest en Est. A l'Ouest (A, B, C), le contact anormal passe au niveau de l'Assise de Charleroi ; il atteint l'Assise de Châtelet et le Namurien H1b dans la partie centrale (D) pour finalement se localiser, à l'Est, dans le Namurien H1b en deçà de la convergence des failles de Beaulieusart et d'Ormont (E). Il faut encore noter l'existence de structures très différentes de part et d'autre de la limite orientale du Massif de la Tombe :

— à l'Ouest :

1. le Massif d'Ormont, confiné à la partie méridionale de la région, est limité à la base par la faille d'Ormont à pente sud ;
2. le Massif du Carabinier, très épais, apparaît découpé par plusieurs failles plates comme la faille de Forêt :

— à l'Est :

1. le Massif d'Ormont, largement étalé vers le Nord, est limité à la base par une faille d'allure listrique ;
2. le Massif du Carabinier, réduit à une épaisseur de 200 à 300 m, n'est plus affecté par les failles de Forêt et de Monceau.

Un tel contraste entre des structures aussi rapprochées implique l'existence d'un accident transversal, ou *faille de Mont-sur-Marchienne*, qui limite vers l'Est le Massif de la Tombe et dont le jeu tangentiel se traduit par le décrochement vers le Nord du bloc oriental.

Enfin, signalons que notre interprétation de la structure du substratum diffère de celle de Stainier (1922) sur plusieurs points précisés ci-après :

— Nous considérons la faille de Monceau, assimilée par Stainier à la faille de la Tombe, comme un accident cisailant au sein du Massif du Carabinier dont le style tectonique, qui se retrouve dans le lambeau de Monceau (anticlinal déversé et dressants plissés en " chaise "), diffère du style propre au lambeau de Fontaine-l'Evêque (flanc inverse couché).



- Pour la même raison, nous considérons le Massif de Forêt comme un copeau du Massif du Carabinier et non du Massif de la Tombe, selon l'interprétation de Stainier.
- Nous n'avons pas maintenu la faille de Saint-Martin que Stainier a confondue, dans la vallée de la Sambre, avec la faille transversale de Montignies-le-Tilleul.

## E) LES FAILLES

### 1) Les failles longitudinales.

Nous ne décrivons dans le présent chapitre que les accidents longitudinaux secondaires à l'exclusion des grandes failles listriques qui délimitent les divers lambeaux du Massif de la Tombe.

#### a) Les failles longitudinales de la région de Landelies.

Dans la région de Landelies, le panneau occidental apparaît haché par un réseau de failles inverses inclinées vers le Sud ( $20^\circ$  à

$55^\circ$  S). La plus septentrionale d'entre elles, qui semble la plus importante, fait chevaucher le biostrome à Stromatopores (Fr2b) sur les schistes à *Phillipsastrea* (Fr3) appartenant déjà à la retombée nord du dôme du Trieu des Gaux. Les autres failles visibles aux carrières du Trieu des Gaux (fig. 10, DC) totalisent un rejet résultant de 40 à 50 m. La faille du Fond des Vaux, plus à l'Ouest, fait elle aussi chevaucher le flanc inverse de l'anticlinal du Ruisseau de Wespes sur le flanc normal de l'anticlinal du Vigna, l'ampleur de la translation SW-NE atteignant, là encore, plusieurs dizaines de m. Ne se prolongeant pas dans le panneau médian, les failles inverses de Landelies témoignent d'une contrainte particulière à laquelle a été soumis le seul panneau occidental.

#### b) La faille des Carrières.

La faille des Carrières (fig. 9) est un accident subdirectionnel ( $N 65^\circ W$ ) qui découpe le bloc compris entre la faille de Montignies-le-Tilleul et le décrochement de l'Eau d'Heure. Elle est bien visible dans la partie nord des carrières de Saint-Martin, sur la rive droite de la Sambre,

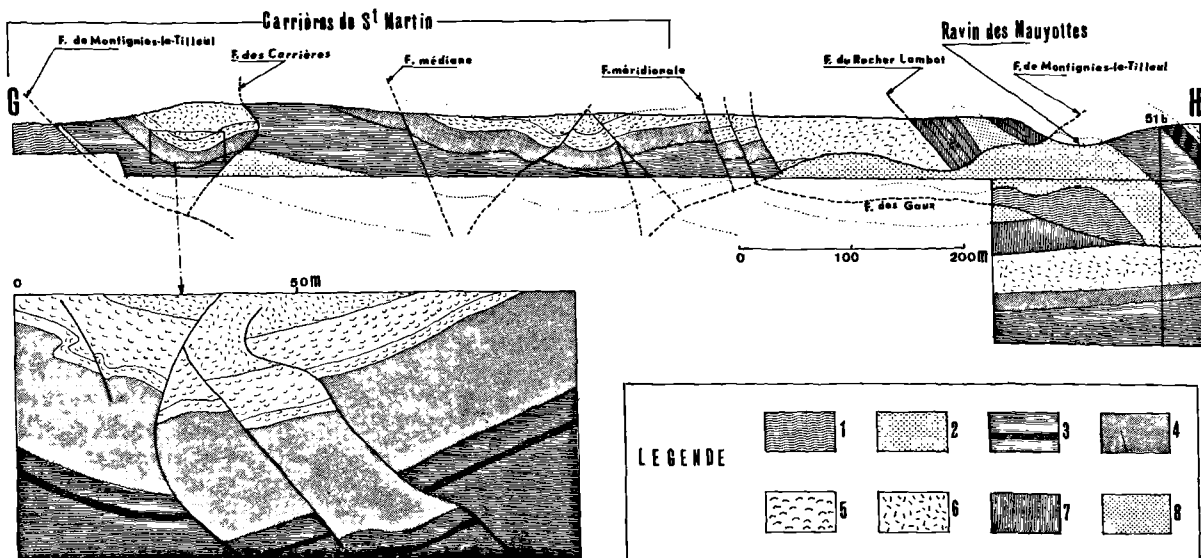


Fig. 9. — La rive droite de la Sambre, des carrières de Saint-Martin au ravin des Mauyottes.

Légende : 1, Namurien H1. — 2, Viséen supérieur V3b $\gamma$  + V3c. — 3, Viséen supérieur V3b $\beta$  avec un horizon schisteux dans la partie inférieure. — 4, Viséen supérieur V3b $\alpha$ . — 5, Viséen supérieur, niveau algaire V3a $\gamma$ . — 6, Viséen supérieur, Grande Brèche V3a $\beta$ . — 7, Viséen moyen V2b. — 8, Viséen moyen V2a. — La localisation de la coupe est précisée à la fig. 11.

où elle oppose la Grande Brèche V3a au Nord (p 30° NE) aux calcaires lités V3b $\beta$  au Sud (p 12° S), traduisant un jeu vertical dans le sens d'un enfoncement d'une quarantaine de m de là lèvre septentrionale.

Le plan de faille, porteur de stries de glissement horizontales, incline au Nord de 61° dans le bas de la carrière pour se redresser vers le haut et s'inverser jusqu'à 70° S. Semblables caractères conduisent à penser que la faille a encore joué tangentiellement, subissant des déformations sans doute facilitées par l'incompétence tectonique de la Grande Brèche V3a.

La faille médiane et la faille méridionale des carrières de Saint-Martin (fig. 9) apparaissent comme des accidents satellites de la faille des Carrières. Leurs rejets verticaux correspondent à un enfoncement d'une vingtaine de m des panneaux méridionaux.

## 2) Les failles transversales.

Nous décrivons les failles transversales en allant d'Ouest en Est.

### a) La faille de la Casse.

La faille de la Casse est bien visible (fig. 5) à Fontaine-l'Évêque à l'W du Calvaire Mascaux. Sur la rive droite de l'Iernelle, elle affecte le lambeau des Gaux au niveau du Viséen supérieur (V3b); une coupe (EF) relevée au cours des travaux de fondation d'une usine située à l'E des carrières de "Bleu belge" la montre avec une allure subverticale séparant les calcaires gris grumeleux construits et les horizons schisteux de la partie inférieure du V3b $\beta$  à l'Est, des calcaires noirs en gros bancs du V3b $\gamma$  à l'Ouest. Sur la rive gauche de l'Iernelle (HG), elle décroche les formations du lambeau de Fontaine-l'Évêque aux anciennes carrières des Gaux où elle incline de 40 à 45° vers le NW, opposant les calcaires lités à veinettes de houille du V3b $\beta$  à l'Ouest à la Grande Brèche V3a à l'Est. Plus au Nord, au flanc occidental du ravin de la Charbonnière, elle oppose la partie inférieure de l'Assise de Châtelet (H2a) reconnue au siège n° 12 de Monceau-Fontaine (S 35) à l'Ouest, au "Poudingue houiller" surmontant géométriquement la veine Sainte-Anne vers le sommet de la formation (H1b) qui affleure dans le ravin à l'Est. Malgré son allure sinueuse, la faille a une orientation générale N 45° E et

son jeu apparent se traduit par un décrochement vers le Nord du bloc oriental d'une ampleur de 150 m environ.

### b) La faille de Landelies.

La faille de Landelies est l'un des accidents transversaux importants du Massif de la Tombe. Elle émerge du Massif du Midi à Landelies, sur la rive gauche de la Sambre où elle oppose (fig. 10) le Frasnien du lambeau des Gaux à l'Ouest, au Massif d'Ormont constituant le substratum westphalien à l'Est, impliquant un jeu vertical dans le sens du relèvement de la lèvre orientale. Sur la rive droite de la Sambre, elle oppose le Famennien supérieur du panneau médian au Frasnien du panneau occidental; au contact, les bancs gréseux famenniens sont rebroussés et plissotés (AB), tandis que les calcaires frasnien apparaissent schistifiés en "queue de poisson" sur une bande de 2 m de large.

S'incurvant ensuite vers le NW, elle traverse une nouvelle fois la Sambre mettant en contact, sur la rive gauche, les dressants verticaux (Tn1 et Tn2) au Nord, aux plateaux horizontales (Tn1 et Fa) au Sud. Parallèle aux couches sur une longueur de 500 m, elle s'infléchit ensuite vers le NE, interrompant l'extension occidentale de la bande de calcaire V2a exploitée par les carrières Saint-Louis. Gardant la même direction, elle s'enfonce dans le lambeau de Fontaine-l'Évêque en décalant les assises successives du Viséen supérieur puis du Namurien dans la vallée de l'Iernelle où la veine Sainte-Anne (H1b $\beta$ ) reconnue au km 31,550 de la route de Mons à Charleroi (S.G., feuille de Fontaine-l'Évêque, n°s 70 et 71) vient buter contre l'horizon inférieur du "Poudingue houiller" qui s'étend à l'Ouest.

Elle brise ensuite la faille de la Tombe avant de pénétrer dans le substratum où elle limite l'extension occidentale du lambeau de Forêt. Son rejet apparent au niveau de la faille de la Tombe se traduit par un décrochement de 200 à 300 m vers le Nord du panneau occidental.

L'allure extrêmement capricieuse de la faille de Landelies se caractérise par deux branches nord et sud d'orientation N 50 à 55° E, reliées par un rameau médian subdirectionnel. Son inclinaison est variable selon les endroits: sur la rive gauche de la Sambre, au contact des calcaires crinoïdiques Tn1, elle est subverticale,

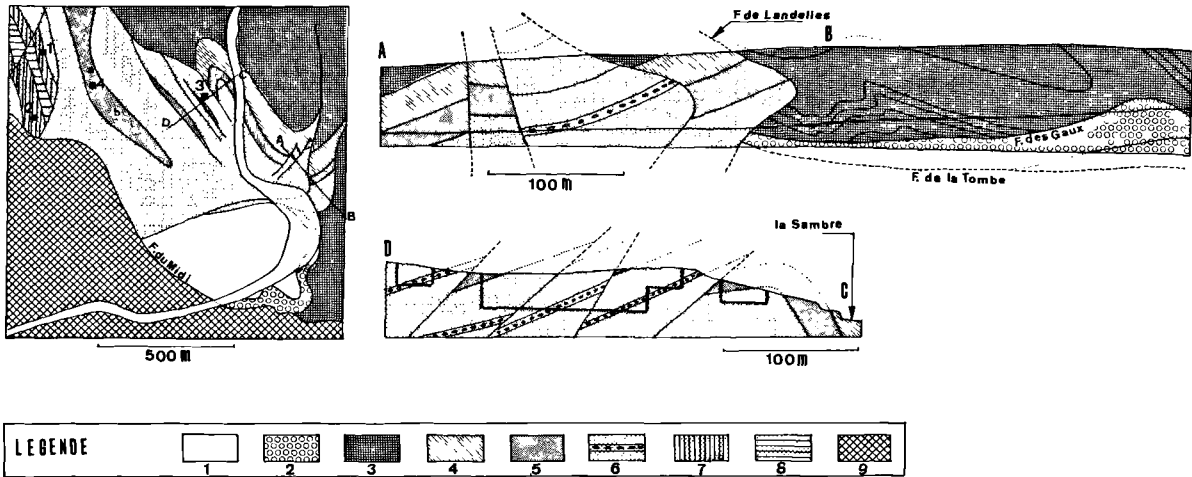


Fig. 10. — Les failles de la région de Landelies.

Légende : 1, Westphalien. — 2, Viséen V3b. — 3, Famennien supérieur Fa2. — 4, Famennien inférieur Fa1. — 5, Frasnien Fr3 (schistes à *Phillipsastrea*). — 6, Frasnien Fr2b (calcaires lités avec le biostrome de calcaire à *Stromatopores*). — 7, Frasnien Fr2a (calcaire construit). — 8, Frasnien Fr1 (schistes de Bossières ?). — 9, Dévonien inf.

tandis que sur la rive droite à Landelies, elle incline de 35° au NW, au bas de l'escarpement pour se reposer ensuite vers le haut où les grès fameniens Fa2 en position horizontale chevauchent le Frasnien du panneau occidental (fig. 10, AB).

Le jeu de la faille, qu'on peut mettre en évidence par l'analyse des structures qu'elle sépare s'avère très complexe. Au jeu vertical qui relève la lèvre orientale, s'ajoute un coulisage dextre de 800 m souligné par l'opposition des couches frasniennes plissées à l'Ouest, aux formations fameniennes horizontales à l'Est. Il faut encore remarquer que le déplacement tangentiel, d'une ampleur de 800 m au niveau du lambeau des Gaux, se réduit à 300 m au niveau de l'unité inférieure, impliquant une mobilité relative plus grande le long de la faille des Gaux.

### c) La faille de Montignies-le-Tilleul.

La faille de Montignies-le-Tilleul, autre accident transversal important du Massif de la Tombe, émerge du Massif du Midi en séparant le Famennien du lambeau des Gaux à l'Ouest, du Westphalien du Massif d'Ormont constituant le substratum à l'Est, reconnu par les travaux souterrains du puits de l'Avenir de l'ancienne

concession de Forte-Taille (fig. 7). Entre la route de Beaumont et la Sambre, elle affecte le lambeau des Gaux en décalant les alignements des couches de part et d'autre. Dans le ravin des Mauyottes, elle s'incurve brutalement vers le Nord-Ouest en prenant l'allure d'une faille plate anciennement observée par Briart (S.G., feuille Font.-l'Ev., n° 141) entre les calcaires V2b au-dessus et les calcaires V3b en position renversée en-dessous (fig. 11, EF).

Après une nouvelle inflexion, elle longe la rive droite de la Sambre sur 700 m, entre le ravin des Mauyottes et l'extrémité nord des carrières de Saint-Martin. Dans la moitié sud de son parcours, elle affleure à mi-hauteur de l'escarpement où elle sépare le V3by du lambeau des Gaux de la lèvre occidentale en-dessous, de la Grande Brèche V3a du lambeau de Fontaine-l'Évêque de la lèvre orientale au-dessus, ce qui implique pour le plan de faille une inclinaison vers le Sud-Est (fig. 11, CD) confirmée par la coupe du sondage S 51 qui a rencontré l'accident à la profondeur de 130 m. Dans la moitié nord de son tracé, elle suit l'axe de la vallée opposant les calcaires V2b et V2a de la carrière du Pré Fleuri de la rive occidentale, aux calcaires V3b exploités à la carrière de Saint-Martin sur la rive orientale. Elle reprend ensuite une direction N 55° E suivant

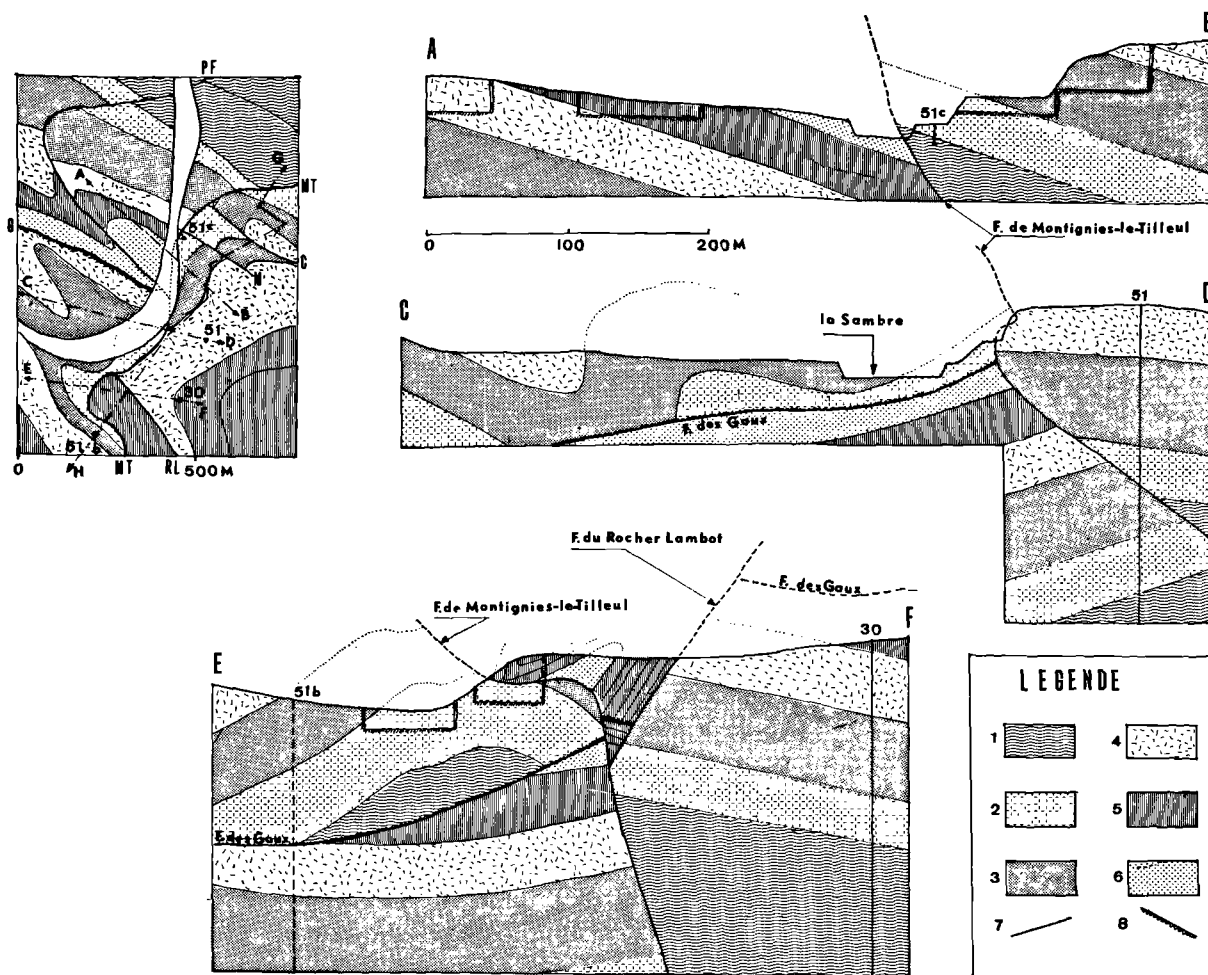


Fig. 11. — La faille de Montignies-le-Tilleul dans la vallée de la Sambre.

Légende : 1, Namurien. — 2, Viséen supérieur V3b $\gamma$  + V3c. — 3, Viséen supérieur V3b $\beta$  +  $\alpha$ . — 4, Viséen supérieur V3a. — 5, Viséen moyen V2b. — 6, Viséen moyen V2a. — 7, faille transversale. — 8, faille de charriage. — C, faille des Carrières. — G, faille des Gaux. — M, faille médiane. — M.T., faille de Montignies-le-Tilleul. — P.F., faille du Pré Fleuri. — R.L., faille du Rocher Lambot.

laquelle elle recoupe le chemin d'accès à la carrière de Saint-Martin où elle oppose les calcaires V3b $\beta$  et V3b $\gamma$  inférieurs au Sud, aux schistes du Namurien inférieur (H1a) au Nord. La faille a joué verticalement et tangentiellément en relevant le panneau oriental d'une centaine de m et en le refoulant vers le Nord de 330 m. La translation vers le Nord a entraîné la déformation du plan de faille qui a pris, au Nord du ravin des Mauyottes, l'allure d'un che-

vauchement du compartiment oriental sur le panneau médian.

#### d) La faille du rocher Lambot.

Bien visible (fig. 6) sur la rive droite de l'Eau d'Heure, à l'ancienne carrière Lambot, où elle sépare les calcaires blancs oolithiques du V2a au Nord-Ouest, des calcschistes de Maredsous (Tn2c) et du calcaire de Landelies (Tn2b)



Piéton

Forchies

# Le MASSIF de la Tombe

Lalu

Anderlues

Be

Gout.

Charleroi

la Tombe

## LEGENDE

	1		6		11		16		21
	2		7		12		17		22
	3		8		13		18		23
	4		9		14		19		24
	5		10		15		20		25
									26
									29

Ech. 0 1 2Km

Sans figuré : couverture post-paléozoïque.

- 1: Westphalien H2 avec, vers la base, la veine Drion.
- 2: Namurien H1bβ, faciès des grès conglomératiques de la formation supérieure.
- 3: Namurien H1bα, faciès des grès fins de la formation supérieure.
- 4: Namurien H1a, formation inférieure schisteuse.
- 5: Viséen supérieur V3b groupant l'assise des "Calcaires supérieurs d'Anhée" V3b (s. s.) et l'assise de transition au Namurien V3c.
- 6: Viséen supérieur V3a groupant la Grande Brèche V3aβ et les calcaires construits V3aγ.
- 7: Viséen moyen V2b comprenant la Petite Brèche V2bα.
- 8: Viséen moyen V2a ou Calcaire blanc oolithique de Neffe.
- 9: Viséen inférieur V1b ou sous-assise des Calcaires et Dolomies de Sovet.

- 10: Viséen inférieur V1a ou sous-assise du Marbre noir de Dinant.
- 11: Tournaisien supérieur Tn3 essentiellement dolomitique.
- 12: Tournaisien moyen Tn2 ou assise de Maredsous.
- 13: Tournaisien inférieur Tn1 ou assise d'Etroungt.
- 14: Famennien supérieur Fa2 à *Camarotoechia letiensis* avec la limite Fa2a-Fa2b à la base des Grès du Wattisart.
- 15: Famennien inférieur Fa1.
- 16: Frasnien Fr3, faciès schisteux supérieur à *Phillipsastrea*.
- 17: Frasnien Fr2b, faciès des calcaires lités.
- 18: Frasnien Fr2a, faciès des calcaires construits.
- 19: Frasnien Fr1, formation des Schistes de Bossières.

- 20: Emsien E2, formation des Roches rouges de Burnot.
- 21: Emsien E1, formation des Grès verts de Wépion.
- 22: Siegenien S2, formation des Roches rouges d'Acos.
- 23: Siegenien S1, formation des Grès noirs de Landelies.
- 24: Gedinnien Gd, formation des Psammites de Fooz.
- 25: Limite de formation.
- 26: Faille de charriage avec indication de la pente.
- 27: Accident transversal ou longitudinal non assimilable à une faille de charriage.
- 28: Tracé supposé d'une faille sous la couverture tertiaire ou quaternaire.
- 29: Puits ou sondage portant le n° S50 dans la liste en annexe.



au Sud-Est, la faille du rocher Lambot a été observée et décrite par divers auteurs (Briart, 1894 ; Smeysters, 1905 ; Fourmarier, 1912 ; Stainier, 1922).

Briart (1894) l'assimilait à la branche nord de sa faille de Leernes ; Smeysters (1905) en faisait le prolongement oriental de la faille de Leernes délimitant une sous-écaïlle du Massif de la Tombe ; Fourmarier (1912) la considérait comme un accident secondaire s'estompant vers l'Ouest dans l'axe d'un anticlinal ; Stainier (1922, p. 44) l'interprétait comme l'émergence méridionale de sa faille de Saint-Martin.

Au Sud du rocher Lambot, la faille, d'allure très sinueuse, a une orientation grossièrement transversale N 25° W et apparaît comme un décrochement au sein du lambeau des Gaux mettant successivement en opposition du Nord au Sud :

- le V2a à l'W et le Tn2 à l'E,
- le V1b à l'W et la succession Tn1-Fa à l'E,
- le V1b et le V1a à l'W et le substratum westphalien à l'E.

De part et d'autre, il s'agit toujours du lambeau des Gaux avec son style caractéristique en dressants déversés (60 à 70° pS à l'W ; 80 à 85° pS à l'E).

Au N du rocher Lambot, la faille s'infléchit vers le Nord-Ouest et prend une orientation longitudinale N 55 à 70° W qu'elle maintient jus-

que dans la vallée de la Sambre en aval du ravin des Mauyottes où elle incline de 50° environ vers le Sud.

Sur la majeure partie de son tracé longitudinal, la faille sépare le lambeau de Fontaine-l'Evêque au Nord (V3a et V2b complètement renversés), du lambeau des Gaux au Sud (V2a puis V2b en dressants déversés vers le Nord). Elle apparaît comme un accident tardif postérieur à la faille de Montignies-le-Tilleul qui limite son extension et confine la faille au seul panneau oriental.

Lorsqu'on compare les structures de part et d'autre de son parcours transversal, on constate qu'il s'agit d'une faille de distension qui a joué dans le sens d'un enfoncement du bloc occidental avec, comme conséquence, l'enfouissement du bord septentrional de la faille des Gaux et le décalage de son bord méridional de quelque 200 m plus au Sud.

La faible inclinaison sud le long de la branche longitudinale résulte vraisemblablement de la déformation du plan de faille, consécutive à une translation ultérieure du lambeau des Gaux, ce qui permettrait d'expliquer son allure listrique au rocher Lambot et celle de la faille de Montignies-le-Tilleul au ravin des Mauyottes.

#### e) La faille du Pré Fleuri.

La faille du Pré Fleuri (fig. 12) est un accident transversal secondaire qui affecte le lambeau de Fontaine-l'Evêque dans la partie orien-

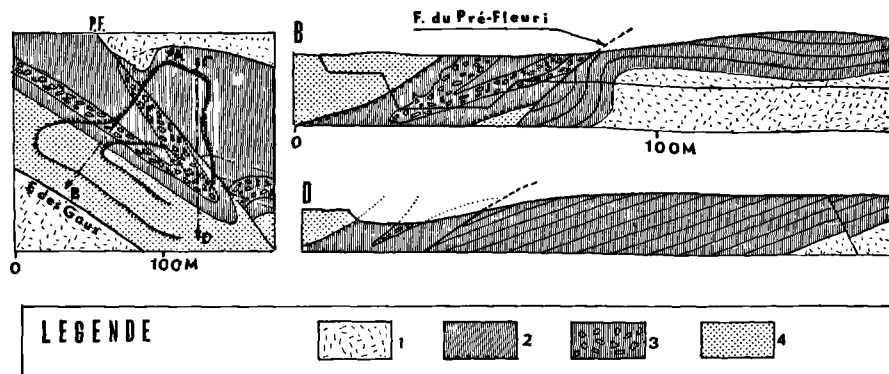


Fig. 12. — La Faille du Pré Fleuri.

Légende : 1, Grande Brèche V3a. — 2, Assise V2b avec, à la base, le "Banc d'Or". — 3, Petite Brèche V2ba'. — 4, Assise V2a. — F.P., faille du Pré Fleuri.

tale du panneau médian. A la carrière même du Pré Fleuri, elle a une orientation N 40° W opposant la Petite Brèche V2b $\alpha'$  plissée en un synclinal fortement pincé au Sud, aux calcaires V2b $\beta$  et V2b $\gamma$  au Nord, uniformément inclinés au Sud (p 20° SE) et rebroussés au contact de la faille qui incline au Sud-Ouest sous un angle de 50° environ.

A l'Ouest, elle amorce une virgation vers le Nord-Est, prenant l'orientation N 60° E suivant laquelle elle traverse la grande carrière d'Hameau ouverte dans les calcaires V3b où elle traduit un enfoncement de quelques m du panneau occidental le long d'un plan incliné de 70 à 75° vers le Nord-Ouest. Toujours avec la même direction, elle s'enfonce dans le Namurien inférieur H1a où elle a été reconnue au cours des travaux d'aménagement de l'écluse de la Jambe de Bois (Lefevre, 1926), marquant son passage par une zone broyée épaisse de 1,5 m séparant des couches à pendage plus fort au Nord-Ouest (40° S) qu'au Sud-Est (18° S).

f) *La faille de l'Eau d'Heure.*

Orientée N 65° E, la faille de l'Eau d'Heure est un décrochement secondaire affectant le lambeau de Fontaine-l'Evêque du panneau oriental (fig. 3).

Elle est bien visible au km 69,090 de la tranchée du chemin de fer de Marchienne à Mariembourg où elle incline de 55° vers le Nord-Ouest opposant la Petite Brèche V2b $\alpha'$  au Sud, aux cryptites gris clair litées du V3b $\beta$  au Nord. Vers l'Est, elle décroche les différentes assises du V3b et du H1a, refoulant vers le Nord la lèvre orientale avec un rejet tangentiel apparent qui ne dépasse pas une centaine de m.

g) *La faille des Couturelles.*

La faille des Couturelles (fig. 6) longe le front septentrional de la carrière de Pont-à-Nôle située au S de la route de Montignies-le-Tilleul à Mont-sur-Marchienne. Elle oppose, suivant une surface inclinant au Nord de 45°, la Grande Brèche V3a au Nord aux calcaires lités V2b $\beta$  au Sud, limitant vers le Nord la petite fenêtre de V2b (boutonnière des Couturelles) ouverte sur le lambeau de Fontaine-l'Evêque enfoui à l'Est, au Sud et à l'Ouest sous le lambeau des Gaux. Dirigée N 70° E, elle brise ensuite, vers le Nord-Est, le lambeau des Gaux dont l'extension sur la lèvre septentrionale se réduit à une klippe bien visible dans les carrières nord de Pont-à-Nôle. Elle a joué dans le sens d'un relè-

vement du bloc septentrional dont l'ampleur atteint 50 m ; en effet, le sondage (S 56) exécuté en 1967 dans le fond de la carrière sud a traversé 20 m de V2b avant de pénétrer dans la brèche rouge (V3a) dont le passage à la brèche grise fut atteint à la profondeur de 44 m, passage qui affleure, sur la lèvre septentrionale, quelque 5 à 6 m au-dessus du niveau inférieur de la carrière.

h) *La faille de Mont-sur-Marchienne.*

L'existence de la faille de Mont-sur-Marchienne, en tant que limite orientale du Massif de la Tombe, découlant de l'opposition des structures du substratum de part et d'autre (voir p. 00), reste confinée au domaine de l'hypothèse étayée cependant par plusieurs faits que nous précisons ci-après. Nous citerons, en premier lieu, l'allure particulière de la bordure orientale du Massif de la Tombe qui s'allonge sur 3 km dans une direction presque rectiligne N 40° E subparallèle au réseau des failles transversales qui découpent le lambeau de poussée. Une telle disposition s'accorde mal avec un relèvement progressif de la faille de la Tombe vers l'Est. En pareil cas, on devrait observer une fermeture périclinale comparable à celle qui caractérise la terminaison occidentale du lambeau de Fontaine-l'Evêque ou les extrémités du lambeau de Wespes.

En outre, si la faille de Mont-sur-Marchienne a joué, selon notre hypothèse, dans le sens d'un refoulement vers le Nord de la lèvre orientale, les témoins des lambeaux de Forêt et de Monceau devraient être recherchés, s'ils existent, dans une région plus septentrionale du panneau décroché. Précisément, on connaît dans la région de Charleroi (Bertiaux et Cambier, 1909) un lambeau de Namurien supérieur reposant anormalement sur un substratum westphalien. Il est possible que le lambeau de Charleroi, où les allures sont normales, soit à rapporter à l'un ou l'autre des massifs de Forêt ou de Monceau, décalé vers le Nord. Une telle assimilation conduit à prolonger la faille de Mont-sur-Marchienne vers le Nord pour la faire passer à l'Ouest de la tranchée de la gare de Dampremy, point le plus occidental où l'on ait reconnu le lambeau de Charleroi.

i) *Les failles à faible rejet.*

De nombreuses failles à rejet métrique ou décimétrique affectent un peu partout le Massif de la Tombe.



Certaines d'entre elles constituent des *accidents satellites de failles plus importantes*. C'est notamment le cas des petits décrochements qui voisinent la faille de Landelies dans le panneau occidental sur la rive droite de la Sambre le long du chemin de la Malfalise (fig. 10, AB) dont le rejet tangentiel résultant se traduit par un refoulement du bloc occidental vers le Nord de l'ordre d'une centaine de m.

D'autres accidents mineurs sont *liés aux plis dont ils accentuent les effets*. C'est à ce type qu'on peut rattacher les petites failles qui brisent la zone axiale du faux synclinal de Pont-à-Nôle à son extrémité occidentale visible aux carrières de Saint-Martin (fig. 9).

j) *L'allure des failles transversales.*

Les levés géologiques ont conduit à proposer pour les accidents transversaux des tracés localement sinueux impliquant pour les surfaces de faille des allures irrégulières et parfois même listriques, très éloignées de l'image que l'on se fait habituellement du "plan de faille". Dans ce qui suit, nous précisons les faits et les arguments qui justifient notre conception. Il est rare de pouvoir observer la surface de faille sur une certaine distance, mais le cas se présente toutefois pour la faille des Couturelles vers l'extrémité nord des carrières méridionales de Pont-à-Nôle sur la rive droite de l'Eau d'Heure où elle sépare partout la Grande Brèche V3a au Nord, des calcaires lités V2b au Sud. Subverticale, en forme de V très ouvert sur la paroi occidentale, la faille, dirigée N 20° E, traverse le fond de la carrière avant de pénétrer dans la paroi orientale où elle incline au Nord de 45° au bas du front de taille et de 30° en haut. Elle subit ensuite une virgation brutale qui lui fait prendre la direction N 62° W suivant laquelle elle traverse le chemin d'accès pour s'enfoncer dans le front supérieur d'exploitation où elle est verticale (fig. 6).

Un autre exemple est encore fourni par la *faille de Montignies-le-Tilleul* sur la rive droite de la Sambre à Landelies, au Sud des Carrières de Saint-Martin. Sur une longueur de 150 m, la surface de faille a une allure listrique ondulée séparant la Grande Brèche V3a du panneau oriental au-dessus, des calcaires lités V3by du panneau médian en-dessous (fig. 9).

Ailleurs encore, l'intersection de la faille avec la surface topographique n'est pas visible

mais son tracé à la limite des deux panneaux qu'elle sépare se localise à l'intérieur d'une zone étroite dépourvue d'affleurement dont la largeur n'excède pas une vingtaine de m, de sorte qu'à l'échelle de 1/10 000, l'accident peut être figuré par un trait qui donne une représentation suffisamment précise de son allure. C'est ainsi que nous avons pu figurer *la faille du Rocher Lambot* sur la rive droite de l'Eau d'Heure à l'Est de Montignies-le-Tilleul. La carte géologique (fig. 6) où les affleurements sont localisés, montre que la zone de faille subit plusieurs virgations brutales qui conduisent à un tracé soit en ligne continue sinueuse, soit en ligne brisée.

On peut encore citer *la faille de Landelies* à Landelies (fig. 10), dont le tracé souligne un changement brusque de l'orientation du "plan de faille" à hauteur du chemin de la Malfalise où les grès horizontaux du Famennien supérieur du panneau médian forment l'entablement du plateau dont la partie inférieure laisse affleurer les calcaires et schistes frasniens (p 30° N) du panneau oriental. Dans tous les exemples cités, il s'agit d'accidents qui séparent des panneaux appartenant à une même unité tectonique et dont les allures sont tantôt subverticales, tantôt subhorizontales. On ne peut donc pas les confondre avec la faille des Gaux ou la faille de la Tombe qui séparent des unités tectoniques différentes, ni avec des failles limitant des sous-écailles d'une même unité puisque leur allure est fréquemment subverticale. Nous sommes ainsi amenés à les interpréter comme des *décrochements subverticaux qui ont subi des déformations ultérieures*.

k) *L'âge relatif des failles transversales.*

Nous analysons ci-après l'incidence des failles transversales sur les autres traits structuraux en vue de situer la ou les phases de fracturation dans la succession des événements tectoniques qui ont façonné le Massif de la Tombe. Envisageons d'abord le cas des décrochements principaux de Landelies et de Montignies-le-Tilleul. Sur la rive gauche de la Sambre à Landelies, *la faille de Landelies* oppose le Frasnien du lambeau des Gaux au NW au substratum westphalien au SE. Sur la lèvre orientale, la faille des Gaux affleure sur la rive droite de la Sambre à l'altitude + 155 m alors que sur la lèvre occidentale, la même faille,

enfouie sous le lambeau des Gaux, se situe nécessairement à une cote inférieure à + 120 m qui est celle de la surface topographique. Il en va de même pour la faille de la Tombe qui affleure au niveau de la Sambre sur la lèvre orientale. Une coupe EW (AA', fig. 7) fait bien apparaître le jeu vertical des failles de la Tombe et des Gaux de part et d'autre du décrochement. On en conclut que *la faille de Landelies est postérieure aux deux failles listriques*. Des faits analogues se reproduisent avec la faille de Montignies-le-Tilleul qui oppose, à la bordure sud de la région cartographiée, le lambeau des Gaux à l'Ouest au substratum westphalien à l'Est. Reconnue à une dizaine de m de profondeur aux puits S 30 et S 46 dans le panneau occidental, la faille des Gaux affleure dans le panneau oriental quelque 400 m plus au Nord dans la localité de Montignies-le-Tilleul, de sorte qu'on peut estimer à une quarantaine de m le relèvement du lambeau des Gaux à l'Est de la faille de Montignies-le-Tilleul.

*Les relations des failles transversales avec le Massif du Midi* sont généralement plus difficiles à établir mais, grâce aux conditions d'observations plus favorables, d'une part, et à l'importance des rejets, d'autre part, la faille de Landelies se prête à une telle analyse. Lorsque l'on compare les positions et les structures des panneaux séparés par la faille de Landelies, on constate que le décrochement a joué verticalement dans le sens d'un relèvement de plus de 40 m de la lèvre orientale et tangentiellement par un déplacement de plus de 800 m vers le Nord de la lèvre occidentale. Si la faille de Landelies affectait le Massif du Midi avec un double rejet d'une telle ampleur, on devrait observer une extension septentrionale du Massif du Midi nettement plus accusée à l'Ouest qu'à l'Est. Or, les grès gedinniens bien marqués dans la topographie où ils forment l'ossature des collines, se poursuivent en continuité sur les deux rives de la Sambre. *On en conclut que les déplacements tangentiels et verticaux le long de la faille de Landelies étaient achevés avant l'ultime phase de translation du Massif du Midi.*

L'analyse comparée des structures d'une même unité tectonique de part et d'autre d'un décrochement permet encore de mettre en évidence des différences parfois notables. Ainsi, dans le lambeau de Fontaine-l'Evêque où des séries sont complètement renversées, la faille

de Montignies-le-Tilleul sépare un domaine occidental où les couches inclinent uniformément vers le Sud, d'un domaine oriental plissé en faux synclinal.

De même, dans la partie frontale du lambeau des Gaux où les couches sont complètement renversées, ce n'est que dans le panneau médian qu'on observe des plis (anticlinaux et synclinal de la tranchée de la Jambe de Bois) qui s'estompent rapidement à l'Ouest comme à l'Est.

*On en conclut que les décrochements ont été suivis de déformations différentes des panneaux séparés par les failles.*

Dans chaque panneau limité par les décrochements principaux, on observe encore des failles transversales qui apparaissent contemporaines de la phase de déformation que nous venons de préciser. C'est notamment le cas pour la faille des Couturelles et la faille du Rocher Lambot qui affectent le seul panneau oriental. Ce sont des accidents secondaires nettement postérieurs aux failles listriques du Massif de la Tombe : la faille du Rocher Lambot décale la trace méridionale de la faille des Gaux sur la rive droite de l'Eau d'Heure, tandis que la faille des Couturelles relève le lambeau des Gaux au Nord.

Aux termes de la précédente analyse, on ne peut établir, pour les événements tectoniques qui se sont produits après la mise en place des lambeaux au front du Massif du Midi, la chronologie suivante :

1. Fracturation le long des failles principales de Landelies, de Montignies-le-Tilleul et de Mont-sur-Marchienne qui divisent le Massif de la Tombe en trois panneaux (occidental, médian et oriental).
2. Dernière translation vers le Nord du Massif du Midi qui provoque des effets différents dans les divers panneaux du Massif de la Tombe.
3. Fracturation du panneau oriental suivant la faille du Rocher Lambot.
4. Ultime phase de fracturation qui déclenche un réseau de failles à rejets tangentiels et verticaux (failles des Couturelles, de l'Eau d'Heure, des Carrières, etc...).

Nous donnons le nom de *phase de distension tardive* à l'ensemble des événements tectoniques dont les quatre épisodes successifs sont précisés ci-dessus.

### III. — LA TECTONIQUE

L'analyse stratigraphique et structurale du Massif de la Tombe a permis de mettre en évidence un certain nombre de déformations qui témoignent d'une tectonique assez complexe dont nous tentons de préciser ci-après les phases successives.

#### A) LA PHASE D'INTUMESCENCE MESOVISEENNE

La paléogéographie du Massif de la Tombe, depuis le début du V2b jusqu'à la fin du V3a, est dominée par l'existence d'un seuil qui culmine dans une région vraisemblablement située à l'Est de l'extension du lambeau de poussée et qui se caractérise par l'absence des formations V2b $\delta$  et V3a $\alpha$ , le ravinement de V2b $\gamma$ , de V2b $\alpha_1$  et de la partie supérieure du V2a et la formation de brèches sédimentaires dont les plus importantes constituent les horizons particulièrement étendus de la Petite Brèche (V2b $\alpha'$ ) et de la Grande Brèche V3a $\beta$ . Nous y voyons les effets d'une phase d'intumescence précoce de la tectonique hercynienne de l'Ardenne qui se manifeste par un bombement situé au bord méridional du bassin de Namur dans une région dont on ne peut préciser l'étendue qu'après l'étude des lambeaux de poussée plus orientaux. Il est possible que la phase d'intumescence ait donné lieu à des émergences localisées que le seul levé du Massif de la Tombe ne permet cependant pas de confirmer.

Compte tenu de nos connaissances actuelles du V3b et du V3c (Pirlet, 1968), on peut encore préciser la polarité Ouest-Est de l'onde tectonique qui migre à la fin du Viséen vers les régions orientales du bassin de Namur. Ce trait majeur de la paléogéographie viséenne éclaire d'un jour nouveau le problème tellement controversé de la genèse des brèches sédimentaires. L'existence même du bombement donne beaucoup plus de poids au mécanisme génétique faisant appel à des glissements contemporains de la sédimentation à partir d'un haut-fond (Bourguignon, 1951) dont la localisation était jusqu'à présent hypothétique.

#### B) LA PHASE DE COMPRESSION ASTURIENNE

Vers la fin du Westphalien, la phase de compression de la tectonique hercynienne de

l'Ardenne, à son paroxysme, déclenche le grand charriage du Condroz au cours duquel le Massif du Midi s'avance d'une trentaine de kilomètres (Fourmarier, 1932) sur le bord méridional renversé et plissé du synclinorium de Namur.

Parmi les plis qui affectent le bord sud du synclinorium de Namur, on peut notamment distinguer l'anticlinal de Landelies à noyau frasnien.

Soumis à la poussée du Massif du Midi dans sa translation vers le Nord, l'anticlinal de Landelies étire son flanc inverse qui se couche sur un substratum westphalien lui-même écaillé suivant plusieurs failles plates (failles du Centre-Poirier, du Carabinier, d'Ormont, etc...). A la limite de sa résistance, l'anticlinal est ensuite cisailé par deux failles listriques, une faille supérieure ou faille des Gaux qui décapite le pli au niveau du Frasnien, une faille inférieure ou faille de la Tombe, qui sépare le flanc couché de ses racines en dressants, donnant ainsi naissance au lambeau de poussée qui entame sa translation vers le Nord le long des failles listriques. En franchissant le Massif d'Ormont, l'unité inférieure du lambeau de poussée se bombe en anticlinal. Dans sa translation vers le Nord, le lambeau des Gaux brise le dôme anticlinal de l'unité inférieure qui se trouve scindée en deux parties : le lambeau de Fontaine-l'Evêque au Nord et celui de Wespes au Sud. Poussé par le Massif des Gaux, le lambeau de Fontaine-l'Evêque poursuit son cheminement vers le Nord, faisant apparaître une bande médiane de substratum large de 3 km recouverte par le Massif des Gaux dont la partie frontale finit par se coucher en atteignant le lambeau de Fontaine-l'Evêque qu'il chevauche.

En résumé, le paroxysme asturien se caractérise par deux phases successives : d'abord un plissement allant jusqu'au renversement complet des flancs inverses d'anticlinaux et ensuite une phase de cisaillement le long de failles plates qui se relèvent à leur bord frontal.

L'ultime translation qui disjoint l'unité inférieure du Massif de la Tombe en deux lambeaux atteint 3 km, distance qui sépare aujourd'hui le lambeau de Fontaine-l'Evêque de celui de Wespes. Mais l'ampleur du transport du lambeau de poussée sur son substratum ne peut être fixée que si on peut situer l'enracinement de l'anticlinal de Landelies. Or, les sondages les

plus méridionaux qui ont traversé le Massif du Midi à 8 km au Sud de la trace de la faille eifélienne, ont encore pénétré dans le Westphalien du substratum. On peut en conclure que le transport vers le Nord du lambeau de poussée est supérieur à 11 km.

### C) LA PHASE DE DISTENSION TARDIVE

Il est difficile de dater la phase de distension qui déclenche un réseau de failles radiales à rejets verticaux et tangentiels.

Toutefois, si l'on rapporte à la même phase la formation du graben de Malmédy dans les régions orientales de la Belgique (Geukens, 1957) et les épanchements du complexe volcanique de Doullens au bord nord du synclinorium de Dinant à l'Ouest (Bouroz, 1959), c'est au Permien inférieur que se placerait la phase de distension qui met fin à la tectonique hercynienne de l'Ardenne.

Elle se traduit par quatre épisodes successifs précédemment définis et dont nous analysons ci-après les facteurs génétiques et les effets structuraux. *La fracturation transversale* qui marque le début de la phase de distension, détermine dans le Massif de la Tombe et dans son substratum trois failles principales (de Landelies, de Montignies-le-Tilleul, de Mont-sur-Marchienne) grossièrement orientées N 50° E qui ont joué verticalement et tangentiellement (2, fig. 13).

Le jeu vertical qui correspond au relèvement systématique de la lèvre orientale semble bien commandé par la surélévation responsable du bombement de la faille du Midi dans l'axe de Jamioulx (fig. 2).

Le jeu tangentiel se marque essentiellement dans l'unité supérieure, dont la partie septentrionale se déplace latéralement vers le Nord-Ouest avec, comme conséquence (3, fig. 13) :

— l'incurvation des failles de Landelies et de Montignies-le-Tilleul, dont les allures comparables montrent des concavités tournées vers le Sud-Est ;

— l'étalement des structures vers l'extrémité nord occidentale du lambeau des Gaux.

*L'épisode suivant est dominé par l'ultime translation vers le Nord-Est du Massif du Midi.*

Dans le panneau occidental, l'unité supérieure, en glissant sur la faille des Gaux qui rejoue, progresse vers le Nord-Est sur 800 m sous la poussée du Massif du Midi (4, fig. 13). Dans l'axe de la poussée, la faille de Landelies ploie et s'incurve, prenant la forme d'une surface courbe à concavité tournée vers le Sud-Ouest entre le village de Landelies et les carrières Saint-Louis.

La contrainte tectonique se répercute encore dans la structure que prend le flanc normal de l'anticlinal de Landelies qui se plisse (anticlinaux du Ruisseau de Wespes, du Vigna et du Trieu des Gaux, synclinal du cimetière) puis se brise suivant un réseau de failles inverses. On remarquera que la contrainte est maximale à proximité de la faille du Midi où les anticlinaux sont le plus fortement déversés.

Dans le panneau médian, le lambeau des Gaux reste en place et se fait chevaucher par le Massif du Midi qui rebrousse à son contact les couches frasno-famenniennes du flanc normal de l'anticlinal de Landelies sur une distance de 250 m. Toutefois, dans la partie septentrionale, la translation du lambeau des Gaux du panneau occidental se répercute dans le panneau médian où, dans l'axe de la poussée, la zone frontale de l'unité supérieure se plisse (plis de la tranchée de la Jambe de Bois).

*Le troisième épisode affecte essentiellement le panneau oriental qui se brise suivant la faille du Rocher Lambot (5, fig. 13) de direction N 25° W. Le jeu vertical se traduit par l'enfoncement du compartiment méridional. Le jeu tangentiel témoigne d'un déplacement vers le Nord-Ouest du lambeau des Gaux situé dans le compartiment septentrional et dont les effets se marquent par la déformation de la faille du Rocher Lambot dans la vallée de l'Eau d'Heure (6, fig. 13).*

Sous la charge de l'unité supérieure au cours de son avancée vers le Nord-Ouest, le lambeau sous-jacent de Fontaine-l'Évêque s'incurve en un synclinal très adouci (synclinal de Pont-à-Nôle) et se déplace de quelque 200 m dans le même sens longitudinal, provoquant le chevauchement du panneau oriental sur le panneau médian par déformation de la faille de Montignies-le-Tilleul qui prend une allure listrique dans la vallée de la Sambre (sur une longueur de 600 m, des carrières de Saint-Martin au ravin des Mauyottes). Les translations enregist-

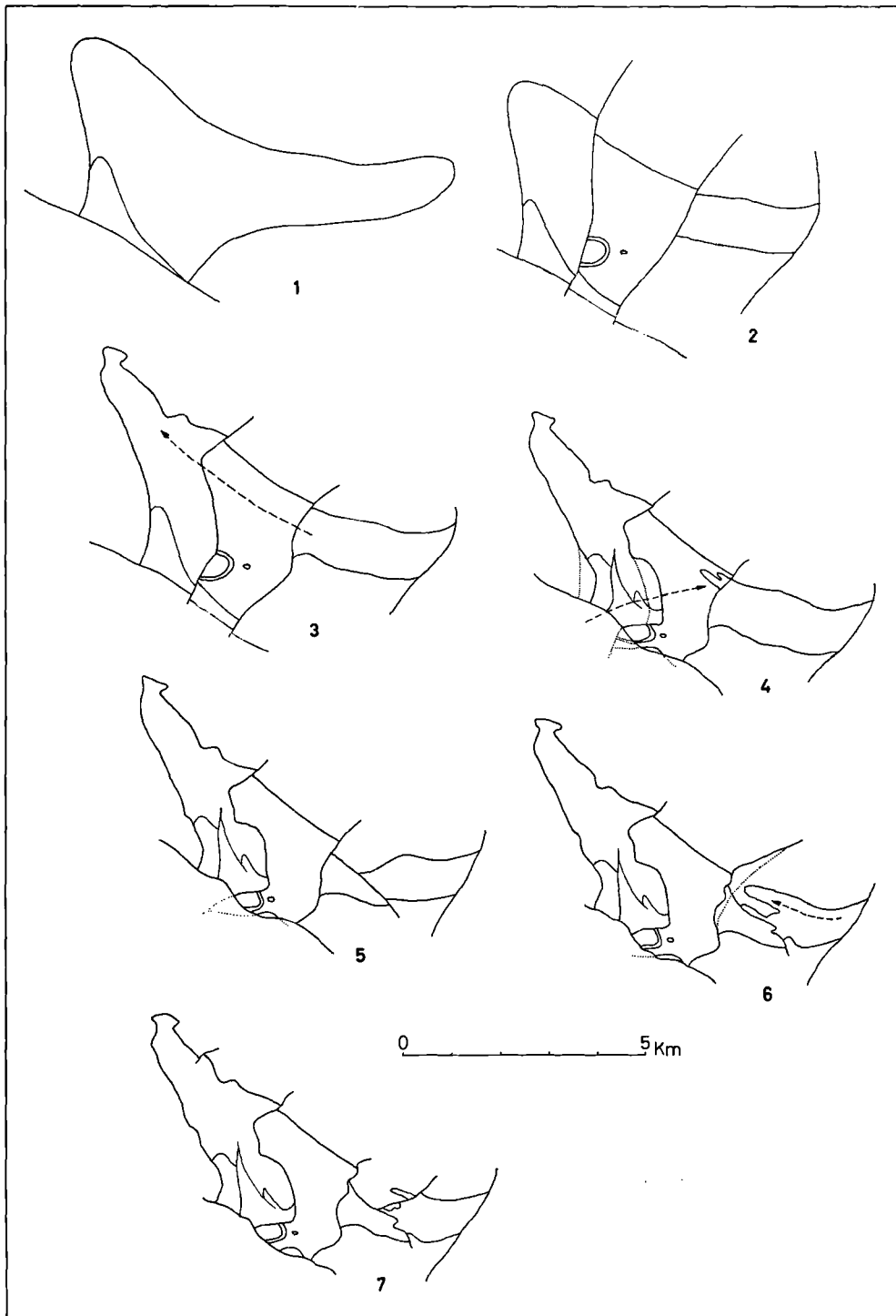


Fig. 13. — Les déformations du Lambeau des Gaux.

trées résultent, à notre avis, d'une tectonique par gravité commandée par la forme en cuillère des deux failles listriques du Massif de la Tombe, qui atteignent leur niveau le plus bas dans le panneau médian (200 à 300 m pour la faille des Gaux, plus de 500 m pour la faille de la Tombe) vers lequel les lambeaux ont tendance à glisser.

*La fin de la phase de distension se manifeste par une dernière fracturation* suivant un réseau de failles sans orientation privilégiée qui découpent chacun des panneaux (failles des Couturelles, de l'Eau d'Heure, des Carrières, du Pré Fleuri, de la Casse). Les déplacements tangentiels et verticaux qui en résultent atteignent des valeurs métriques à décamétriques dans les sens les plus divers (7, fig. 13).

C'est à la même phase que nous rapportons le pli en retour de Fontaine-l'Évêque dans le panneau occidental où le noyau namurien de l'anticlinal renversé au front septentrional du lambeau des Gaux a localement glissé vers le Sud.

Comme on peut le constater, c'est dans le lambeau des Gaux que la phase de distension donne lieu aux mouvements différentiels les plus nombreux et aux déformations les plus complexes. Ces particularités témoignent d'un plus grand degré de liberté de l'unité supérieure vis-à-vis de son soubassement dont nous tentons ci-après de préciser les causes.

Au Permien inférieur, âge supposé de la phase terminale de la tectonique hercynienne de l'Ardenne, la pénéplanation est déjà très avancée et on peut admettre que, dès cette époque, le lambeau des Gaux apparaît déjà, comme une écaille superficielle du Massif de la Tombe. Certaines structures observées dans le lambeau, comme la schistosité en "queue de poisson" au voisinage de la faille de Landelies, semblent

d'ailleurs confirmer l'absence d'une charge importante au moment de leur développement.

On est ainsi conduit à envisager une tectonique de couverture pour expliquer les déformations du lambeau des Gaux.

En outre, l'unité supérieure apparaît dans son ensemble comme un massif compétent où dominant les calcaires et les grès par opposition au caractère incompétent du soubassement où le matériel schisteux est largement prépondérant, aussi bien dans le substratum westphalien que dans l'unité inférieure du Massif de la Tombe.

Dans le détail, des structures particulières ont pu être acquises grâce à l'incompétence tectonique de certains horizons du lambeau des Gaux. C'est ainsi que la formation du pli en retour de Fontaine-l'Évêque (fig. 5, coupe CD) a été facilitée par l'incompétence tectonique des schistes namuriens. Les brèches sédimentaires viséennes (V3a et V2b) ont manifesté leur caractère incompétent par exagération de la déformation, soit dans le cas d'un pli comme les synclinaux en "blague à tabac" de la Jambe de Bois (fig. 4, coupe IJ), de Pont-à-Nôle (fig. 6), ou le flanc nord plissé du synclinal des Carrières (fig. 12), soit dans le cas d'une faille ployée comme la faille des Carrières (fig. 12) ou des Couturelles.

En conclusion, la phase de distension se caractérise par un double réseau de failles qui ont joué verticalement et tangentiellement. Elle est dominée par une tectonique de glissement par gravité dont la composante verticale est essentiellement tributaire de la zone de surélévation de Jamioux et dont les composantes tangentielles sont influencées dans une large mesure par la zone axiale du synclinorium de Namur qui détermine une polarité Sud-Nord et accessoirement par la forme en fond de bateau des failles listriques, responsable des polarités aberrantes Nord-Sud, Ouest-Est et Est-Ouest.

\* \* \*

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ANTHOINE R. (1922). — Contribution à l'étude de la brèche de Landelies. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 46, Mem. 3-15.
- 2) ASSELBERGHS E. (1946). — L'Eodévien de l'Ardenne et des régions voisines. *Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, 14.
- 3) BERTIAUX A. (1913). — Contribution à l'étude de l'extension sud du gisement houiller du Hainaut. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 40, 328-369.
- 4) BERTIAUX A. et CAMBIER R. (1909). — La faille de Forêt et le lambeau de Charleroi (note préliminaire). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 36, Mém. 59.
- 5) BERTRAND M. (1894). — Sur un travail de M. Briart relatif aux environs de Landelies et Fontaine-l'Evêque. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 22, 41.
- 6) BETHUNE P. (de) (1950). — Sur l'allure du Famennien à Landelies. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 73, 195-197.
- 7) BEUGNIES A. (1965). — Contribution à l'étude du Famennien du bord nord du bassin de Dinant. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 88, 411-450.
- 8) BEUGNIES A. (1973a). — Contribution à l'étude du Famennien du bord Sud du synclinorium de Namur. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCIII, 147-155.
- 9) BEUGNIES A., CHARLET J.M., TOUBEAU G. (1963). — Le Frasnien de l'Entre-Sambre et Meuse occidentale. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXII, 203-234.
- 10) BLANCHART (1894). — Note sur la présence de l'eau dans les calcaires. *Bull. Soc. belge Géol.*, 8, 130-144.
- 11) BOUCKAERT J., STREEL M., THOREZ J. (1968). — Schéma biostratigraphique et coupes de référence du Famennien belge. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 91, 317-336.
- 12) BOURGUIGNON P. (1951). — Etude géologique et sédimentologique des brèches calcaires viséennes de Belgique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 74, Mém. 105-201.
- 13) BOUROZ A. (1959). — Découverte de roches volcaniques dans le socle paléozoïque du Nord de la France. *C.R. Ac. Sc.*, 248, 2611-2613, Paris.
- 14) BRIART A. (1894). — Géologie des environs de Fontaine-l'Evêque et de Landelies. *Publ. Soc. Ing. Hainaut*, 3, 1, 57-129.
- 15) BRIEN V. (1905a). — Description et interprétation de la coupe du calcaire carbonifère de la Sambre à Landelies. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 32, Mém. 239-256.
- 16) BRIEN V. (1905b). — La région de Landelies. *Publ. Congr. Int. Mines, Métal., Nuc., Géol. appl.*, Sect. géol. du 25 juin au 1<sup>er</sup> juillet 1905. Liège, Ed. Vaillant-Carmann, 1-16.
- 17) BRIEN V. (1911). — Sur l'épaisseur du calcaire carbonifère à Landelies (Réponse à M. l'Abbé Delépine). *Ann. Soc. géol. Belg.*, 38, 297-299.
- 18) BURYON R.C. (1912). — Note sur la coupe de Landelies et quelques observations au sujet de la brèche rouge. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 39, 137-141.
- 19) COEN-AUBERT M. (1973). — Le Givétien et le Frasnien de la vallée du Hoyoux. *Serv. géol. Belg.*, Prof. Paper, 6.
- 20) CONIL R., LYS M. et MAURIER A. (1964). — Critères micropaléontologiques essentiels des formations types du Carbonifère (Dinantien) du Bassin franco-belge. *C.R. 5<sup>e</sup> Congrès Int. Strat. et Géol., Carbon.*, Paris, sept. 1963, 328-332.
- 21) CONIL R. et PIRLET H. (1963). — Sur quelques foraminifères caractéristiques du Viséen supérieur de la Belgique (Bassins de Namur et de Dinant). *Bull. Soc. belge Géol.*, 72, 1-15.
- 22) DELEPINE G. (1910). — Sur la brèche rouge de Landelies. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXIX, 73-79.
- 23) DELEPINE G. (1911a). — Recherches sur le calcaire carbonifère de la Belgique. *Mém. et Trav. Fac. Cath., Lille*, 8, 1-140.
- 24) DELEPINE G. (1911b). — Compte rendu de l'excursion du 9 juillet 1911 à Landelies. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 38, 346-352.
- 25) DELEPINE G. (1912). — A propos de la Brèche rouge de Landelies. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 39, 108-111.
- 26) DELMER A. (1951). — Coupe NS passant par le puits n° 10 des Charbonnages de Monceau-Fontaine. *Document du Service géologique de Belgique*.
- 27) DELMER A. et ANCIEN Ch. (1945). — Le Namurien, in "Prodrôme d'une description géologique de la Belgique". *Soc. géol. Belg.*, 323-352.
- 28) DEMANET F. (1941). — Faune et stratigraphie de l'étage namurien de la Belgique. *Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belg.*, 97.
- 29) DORLODOT H. (de) (1908). — Sur l'origine de la grande Brèche viséenne et sa signification tectonique. *Bull. Soc. géol. Belg.*, 22, 29-38.
- 30) FALY J. (1878). — Etude sur le terrain carbonifère : Le poudingue houiller. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 5, Mém. 100.
- 31) FOURMARIER P. (1912). — Observations sur le Massif de Charriage de Fontaine-l'Evêque - Landelies. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 39, Mém. 1-24.
- 32) FOURMARIER P. (1913). — Les phénomènes de charriage dans le bassin de Sambre-Meuse et le prolongement du Houiller sous la faille du Midi dans le Hainaut. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 40, 192.
- 33) FOURMARIER P. (1932). — Observations sur l'estimation de l'importance du transport suivant le charriage du Condroz. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 56, 249.
- 34) FOURMARIER P. (1946). — Deux faits d'observation sur la brèche de Landelies. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 69, 300-312.
- 35) FRANSOLET A.M. et PIRLET H. (1972). — Compte rendu de la Session extraordinaire des sociétés belges de Géologie, tenue dans le synclinorium de Dinant et à Landelies les 24, 25, 26 et 27 septembre 1971. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 95, 135-163.

- 36) GEUKENS F. (1957). — Les failles bordières du graben de Malmédy. *Bull. Soc. belge Géol.*, 56, 71-81.
- 37) HOYEZ B. (1971). — Le Viséen du Boulonnais : analyse et corrélation séquentielles. *Ann. Soc. géol. Nord.*, t. XCI, 113-128.
- 38) KAISIN F. (1922). — Les brèches dinantiennes de Belgique. *Cong. géol. intern.*, 1271-1301.
- 39) LACROIX D. (1974). — Sur la stratigraphie du Mésodévonien et du Frasnien au bord sud du Synclinorium de Namur. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 97, 11-21.
- 40) LECOMPTE M. (1959). — Compte rendu de la session extraordinaire de la Société belge de Géologie consacrée à l'étude du phénomène récifal dévonien dans la partie occidentale du bassin de Dinant et du bassin de Namur, du 25 au 28 septembre 1959. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 83, 1-134.
- 41) LEFEVRE M. (1926). — Observations sur l'Assise de Chockier du lambeau de Landelies. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 48, 267-273.
- 42) MAMET B., MICKHAÏLOFF N. et MORTELMANS G. (1970). — La stratigraphie du Tournaisien et du Viséen inférieur de Landelies. Comparaison avec les coupes du Tournaisien et du bord nord du synclinal de Namur. *Mém. Soc. belge Géol.*, 9.
- 43) MICHOT P., GERARDS J. (1963). — Sédimentologie des formations viséennes du synclinorium de Namur dans la vallée de la Meuse. VI<sup>e</sup> Cong. Int. Sédim., Exc. G., 1<sup>re</sup> partie.
- 44) PIRLET H. (1963). — La sédimentation rythmique de la partie inférieure du V3a dans le bassin de Namur ; les relations entre le Dinantien et le Namurien, de Namèche à Moha. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 86, 461-468.
- 45) PIRLET H. (1968). — La sédimentation rythmique et la stratigraphie du Viséen supérieur V3b, V3c inférieur dans les synclinoriums de Namur et de Dinant. *Ac. r. Belg. Mém. C1, Sc.*, 17, 4.
- 46) PIRLET H. (1971). — Etude des conditions de gisement des brèches dinantiennes du Bassin de Dinant et de Landelies. *Soc. géol. Belg.*, Session extraordinaire de 1971, livret guide.
- 47) PIRLET H. (1972). — La " Grande Brèche " viséenne est un olisthostrome. Son rôle dans la constitution du géosynclinal varisque en Belgique. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 95, 53-134.
- 48) PIRLET H. (1932). — Remarques nouvelles sur la constitution géologique des environs de Bouffioulx, en particulier, et de la Belgique en général. *Ac. r. Belg. Bull. Cl. Sc.*, 18, 123-145, 207-222, 325-355.
- 49) SARTENAER P. (1956). — Signification et importance du genre *Cyrtiopsis* dans les dépôts famenniens inférieurs. Première note : *Cyrtiopsis murchisoniana*. *Bull. Inst. R. Sc. Belg.*, 32-56.
- 50) SARTENAER P. (1957). — Esquisse d'une division stratigraphique nouvelle des dépôts du Famennien inférieur du Bassin de Dinant. *Bull. Soc. belge Géol.*, 65, 421-446.
- 51) SARTENAER P. (1964). — Signification et importance du genre *Cyrtiopsis* dans les dépôts famenniens inférieurs. Quatrième note. *Bull. Soc. belge Géol.* 73 1-26.
- 52) SMEYSTERS J. (1898). — Le massif de la Tombe et le lambeau de refoulement de Charleroi. *Rev. univ. Min.*, 41, 46.
- 53) SMEYSTERS J. (1905). — Etat actuel de nos connaissances sur la structure du Bassin houiller de Charleroi. *Congrès des Mines de Liège*, 23.
- 54) STAINIER X. (1910). — Du mode de formation de la Grande Brèche du Carbonifère. *Bull. Soc. belge Géol.*, 24, 188-196.
- 55) STAINIER X. (1912a). — N° 18 : Sondage de la Hougarde. *Ann. Mines Belg.*, 17, 509-513.
- 56) STAINIER X. (1912b). — N° 20 : Sondage de Marlières. *Ann. Mines Belg.*, 17, 1149-1164.
- 57) STAINIER X. (1913). — Structure du bord sud des Bassins de Charleroi et du Centre - Première partie. *Ann. Mines Belg.*, 18, 1-40.
- 58) STAINIER X. (1913a). — Structure du bord sud des Bassins de Charleroi et du Centre - Deuxième partie. *Ann. Mines Belg.*, 18, 641-679.
- 59) STAINIER X. (1922). — Structure du bord sud des Bassins de Charleroi et du Centre - Quatrième partie. *Ann. Mines Belg.*, 23, 29-82.
- 60) STAINIER X. (1932). — Stratigraphie des assises inférieures du Houiller du Hainaut. Jumet, Ed., P. Hosdain.
- 61) STAINIER X. (1936). — Charbonnages de Fontaine-l'Évêque, coupe n° 19 de la Hougarde. *Bull. Soc. belge Géol.*, 46, 342-373.
- 62) STAINIER X. (1937a). — Charbonnage de Forte-Taille. Coupe du sondage n° 2, Espinoy (n° 23). *Bull. Soc. belge Géol.*, 47, 43-73.
- 63) STAINIER X. (1937b). — Charbonnage de Marcinelle-Nord. Sondage de Mont-sur-Marchienne, n° 25. *Bull. Soc. belge Géol.*, 47, 300-346.
- 64) TSIEN H.H., DRICOT E., MOURAVIEFF A.N., BOUCKAERT J. (1973). — Le Frasnien de la coupe de Tailfer. *Serv. géol. Belg., Prof. Paper*, 11.
- 65) VAN LECKWIJCK W.P. (1964). — Le Namurien en Belgique et dans les régions limitrophes. *Ac. r. Belg. Cl. Sc., Mém.*, 4<sup>e</sup>, 16, 2.

\* \* \*



ANNEXE I

LE FRASNIEN

par Michel COEN (\*)

1) La coupe de Landelies.

Les calcaires frasniens ont fait l'objet, à Landelies même, de deux exploitations assez importantes aujourd'hui abandonnées : celle de l'ancien four à chaux (1) (\*\*) qui s'ouvre dans les bois en contre-haut de la route de Leernes et expose les deux tiers inférieurs de la série et celle, plus connue, du Trieu des Gaux (3) qui intéresse la partie supérieure.

Au four à chaux, les couches sont en dres-sants renversés. Dans la partie occidentale de la carrière s'observe tout d'abord une séquence essentiellement récifale constituée de :

- a) calcaire en gros bancs, à Stromatopores massifs 8,50 m
- b) quelques bancs plus argileux et crinoïdiques à rares coraux ..... 2,50 m
- c) calcaire massif de teinte claire, à veines blan-ches, avec une faune généralement très clair-semée de fins Stromatopores lamellaires et *Scoliopora*. Celle-ci s'épanouit nettement dans les trois ou quatre derniers mètres, avec le renfort de nombreux branchus ..... 12,00 m

Eu égard à sa position stratigraphique, ce dernier terme se trouve être l'équivalent du "Marbre de Cousolre" des auteurs. Des dolomies pointent par ailleurs dans les prairies (2) au pied d'un petit bouquet d'arbres, qui repré-senteraient le niveau du "Marbre Sainte Anne". Ce serait l'horizon le plus ancien reconnu dans le Massif de la Tombe (non figuré).

Dans la carrière, la coupe se poursuit par :

- d) schistes et calcaire nodulaire, quelques coraux au contact inférieur, bioclastique au sommet avec de petits Brachiopodes, Bryozoaires et Tentaculites ..... 2,00 m
- e) calcaire clair d'allure massive, à gros Stromato-pores lamellaires ..... 6,20 m

- f) une dernière passée à lamellaires à la base sur un banc à *Phacellophyllum*, mais un calcaire nettement plus foncé, en gros bancs, où la faune se réduit ensuite à quelques petits *Hexa-gonaria* et l'un ou l'autre lit d'*Amphipora* .... 8,00 m
- calcaire fin derechef plus clair et mieux stratifié, voire plaqueté, un banc construit au sommet visible sur ..... 8,00 m

Cette dernière unité est recoupée en biseau par une faille inclinant 45° W. Au-delà, et for-mant le fond de la carrière, se retrouvent les mêmes calcaires surmontés d'un niveau sub-nodulaire à Stromatopores. Le raccord qu'auto-rise celui-ci avec la carrière du Trieu des Gaux donnerait à l'accident un rejet stratigraphique de 5 à 6 m.

Au Trieu des Gaux, les couches inclinent normalement de 30 à 45° au sud-ouest. On observe cependant un certain nombre de failles inverses dont deux provoquent des répétitions importantes. Ainsi le niveau à Stromatopores dont nous venons de parler se retrouve-t-il vers la base de chacun des panneaux. Il est le mieux exposé au centre, au-dessus d'un porche de grotte. Passant de là dans le bloc le plus occidental, on peut établir la succession sui-vante :

- f) les calcaires vus en dernier lieu au four à chaux, avec un banc construit aux deux tiers et un petit niveau de brèche près du sommet ; visibles ici sur 8,50 m, soit au total ..... 10,50 m
- g) calcaire subnodulaire à Stromatopores massifs, surtout abondants vers le haut où les rejoignent quelques beaux *Hexagonaria* ..... 4,00 m
- h) calcaire fin bien stratifié. Hormis un banc construit sensiblement continu à 4 m, la faune se cantonne dans quelques "patch-reefs" très localisés édifiés par les Stromatopores, des *Scoliopora* et éventuellement l'un ou l'autre *Hexagonaria*. Dans la moitié supérieure, s'ob-serve en outre un certain nombre de joints schisteux dont l'un associé à une faible brèche 19,00 m
- i) schistes à très nombreux *Phillipsastrea* avec, accessoirement, quelques *Alveolites* lamellaires visibles sur ..... 3,50 m

(\*) Laboratoire de Paléontologie de l'Université de Louvain, Place Louis Pasteur, 3, B-1348 Louvain-la-Neuve.

(\*\*) Les chiffres entre parenthèses renvoient aux points d'affleurement (fig. 10).

L'abondance des coraux à ce niveau est réellement extraordinaire, qui avait déjà attiré l'attention de Gosselet (1876, p. 73). Pour le

reste, les calcaires régulièrement stratifiés de type lagunaire (f-h) contrastent assez avec la première partie de la série, surtout construite et d'allure le plus souvent massive. C'est la raison de la subdivision adoptée sur la carte, qui rejoint celle proposée par Lacroix (1975) pour le bord sud du bassin de Namur (\*). On a également souligné en tireté l'horizon (g), correspondant selon toute vraisemblance au "biostrome à Stromatopores" dont Beugnies, Charlet et Toubreau (1963) ont montré l'extension dans l'Entre-Sambre et Meuse occidental.

Il nous faut signaler pour terminer, deux petits affleurements dans les talus de la route de l'Espinette. L'un, près du cimetière (4a), montre des schistes verts qui surmontent quelques bancs calcaires avec rares *Phillipsastrea* (non figurés). Une dissolution a livré en outre *Ancyrodella curvata*. Cent cinquante mètres en deçà de ce point (4b) s'observent des schistes violacés, légèrement micacés et vraisemblablement plus élevés. Ces schistes occupent un étroit synclinal comme le figurait la première carte de Briart (1894) et celle de Fourmarier (1912). Il est vrai que la carte officielle est bien différente (Briart, 1904) tandis que, récemment encore, Beugnies (1973) attribuait l'affleurement du cimetière à la base du Frasnien, niveau des Schistes de Bossière. Les données paléontologiques rapportées plus haut ne permettent pas de retenir plus longtemps cette interprétation ; le Professeur Beugnies en a convenu bien volontiers avec nous.

## 2) Comparaison avec la coupe de Presles.

A la faveur du contournement du village par la route Namur-Charleroi, une importante section a été créée récemment à Presles au travers du Mésodévonien et du Frasnien. C'est aujourd'hui la coupe la plus occidentale de ces terrains au bord sud du bassin de Namur. Bien que située encore 15 km à l'est de Landelies, elle est susceptible de nous éclairer sur les affinités du lambeau.

L'assise de Fromelennes présente le faciès du Roux, tandis que la base du Frasnien est marquée par des calcaires argileux imprégnés

(\*) Les notations Fr1, Fr2a, b, etc..., utilisées dans le corps du mémoire n'ont donc de signification que lithostratigraphique.

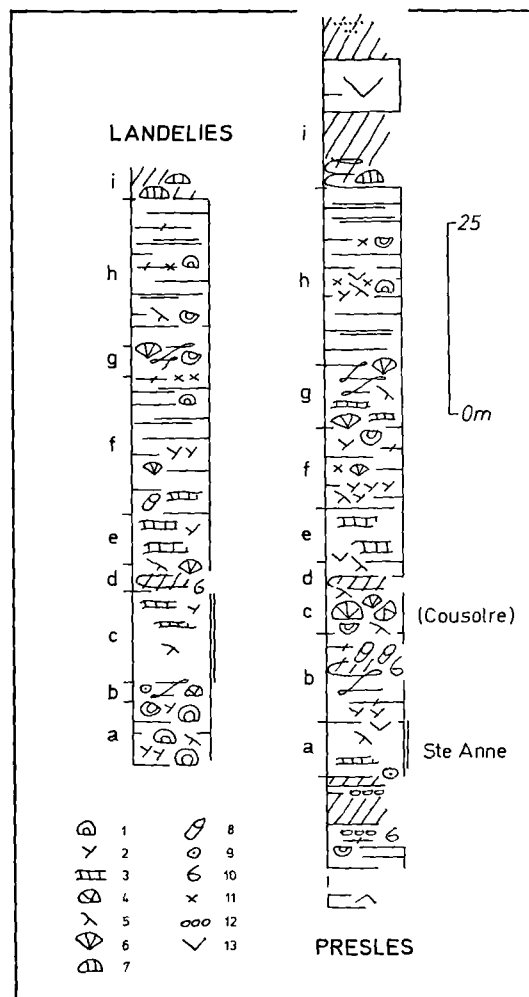


Fig. 14. — Logs comparés du Frasnien de Landelies et de Presles.

Légende : 1, 2 et 3, Stromatopores massifs, branchus et lamellaires. — 4 et 5, Tabulés massifs et branchus. — 6, *Hexagonaria*. — 7, *Phillipsastrea*. — 8, Rugueux fasciculés (*Disphyllum* ou *Phacellophyllum*). — 9, Crinoïdes. — 10, Brachiopodes. — 11, brèche. — 12, hématite (chamosite) oolithique. — 13, dolomie.

d'hématite oolithique et des schistes. Ces niveaux n'affleuraient pas dans le Massif de la Tombe.

La série calcaire vient au-dessus avec :

- a) quelques bancs bioclastiques à coraux passant au "Marbre Sainte-Anne", lui-même dolomitisé au sommet ..... 7,00 m

- |   |        |  |         |
|---|--------|--|---------|
| b) calcaire noir en bancs minces à délits schisteux, puis subnodulaire, fin ou finement bioclastique  | 6,00 m | i) schistes verts, plus ou moins noduleux au départ, avec <i>Phillipsastrea</i> cantonnés dans le premier mètre, ..... | 10,00 m |
| calcaire nodulaire et schistes à <i>Brachiopodes</i>  | 1,90 m | dolomie ocreuse mal stratifiée .....   | 7,00 m  |
| quelques bancs coralliens riches en <i>Disphyllum</i>   | 1,80 m | schistes verts ou localement violacés et assez rapidement chargés d'éléments gréseux.                                  |         |
| calcaire noir, comme à la base .....  | 1,80 m |  |         |
| c) le "Marbre de Cousolre" n'existe pas ici. En lieu et place s'observe un épisode corallien d'une rare exubérance à <i>Alveolites</i> et <i>Thamnopora</i> monstrueux, surtout vers le haut, tandis qu'à la base dominant les formes branchues associées à des <i>Stromatopores</i> et l'un ou l'autre <i>Disphyllum</i> ..... |        |  |         |
|   | 5,40 m |  |         |

Il y a peu d'analogies jusqu'ici avec la coupe de Landelies, en particulier du fait de la disparition du "Marbre de Cousolre". On sait cependant par Beugnies, Charlet et Toubeau (1963) les nombreux changements de faciès qui peuvent affecter cet horizon. Au-delà, nos deux groupes présentent par contre des similitudes assez remarquables :

- |   |         |
|---|---------|
| d) calcaire nodulaire et schistes .....   | 2,00 m  |
| calcaire bioclastique à <i>Thamnopora</i> et autres Tabulés, une faune à vrai dire assez clairsemée   | 2,00 m  |
| e) calcaire clair d'allure massive à gros <i>Stromatopores</i> lamellaires, légèrement dolomitisé tout à la base .....  | 7,20 m  |
| f) calcaire en petits bancs avec forte lits de branchus, <i>Stromatopores</i> et Tabulés .....  | 2,60 m  |
| calcaire derechef plus clair, pauvrement construit au sommet; une légère brèche sur un banc à <i>Hexagonaria</i> au tiers .....   | 7,50 m  |
| g) calcaires subnodulaire avec un certain nombre de lits coralliens à <i>Hexagonaria</i> très aplatis et <i>Scoliopora</i> ; une passe plus compacte (2,50 m environ) à la partie inférieure, à fins <i>Stromatopores</i> lamellaires ..... | 8,00 m  |
| h) calcaire fin régulièrement lité, avec un certain nombre de niveaux finement plaquetés; très peu de faune hors un bref épisode construit vers 10 m, scellé par une faible brèche et surmonté d'un banc de dolomie .....                   | 23,00 m |

On peut relever, par rapport à Landelies, un meilleur développement des calcaires subnodulaires (g) et, à l'opposé, la relative indigence du niveau à *Phillipsastrea* à la base de l'horizon (i). Ce sont des détails; la succession générale apparaît très comparable et se présente de surcroît sous une puissance pratiquement égale.

Si l'on se reporte à la coupe de Gerpennes, située au bord nord du bassin de Dinant et décrite à plusieurs reprises par Lecompte (1960 e.a.), on observe immédiatement des épaisseurs beaucoup plus grandes et une dolomitisation sensiblement plus avancée. Quant aux dolomies de l'unité (i), elles passent vers l'est du bassin de Namur (Lacroix, 1975) ainsi qu'au bord nord du bassin de Dinant (Coen-Aubert et Coen, 1975) à des calcaires tels que ceux observés à Landelies (4). Dans tout l'Entre-Sambre et Meuse occidental on a, au contraire, au même niveau, des biohermes de marbre rouge (Beugnies, Charlet et Toubeau, 1963).

Ainsi, par la relative condensation de la série et la discrétion de la dolomitisation, le Frasnien de Landelies se rattache-t-il étroitement à celui du bord sud du bassin de Namur. La présence d'un horizon calcaire au sein des schistes supérieurs est un élément tant soit peu plus méridional qui s'accorde avec la situation tectonique actuelle du lambeau.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- |  |   |
|--|---|
| 1) BEUGNIES A., CHARLET J.M. et TOUBEAU G (1962). — Le Frasnien de l'Entre Sambre et Meuse occidental. <i>Ann. Soc. Géol Nord</i> , t. LXXXII, p. 203-244. | 3) COEN-AUBERT M. et COEN M. (1975). — Le Givétien et le Frasnien dans la vallée de la Meuse, de Tailfer à Yvoir (bord nord du bassin de Dinant). <i>Ann Soc. Géol. Belgique</i> (sous presse). |
| 2) BEUGNIES A. et al. (1973). — Ardenne, Luxembourg. <i>Guides géologiques régionaux</i> , Masson et Cie, Paris.   | 4) GOSSELET J. (1876). — Le Calcaire de Givet (1 <sup>re</sup> partie). <i>Ann. Soc. Géol. Nord</i> , t. III, p. 36-75.   |

\* \* \*

## LISTE DES PUIS ET SONDAGES

Les puits et sondages sont repérés par un numéro (fig. 1 et carte hors-texte) qui, en général, va en croissant d'Ouest en Est ; font exception à la règle les points 71 et 76 situés au N et au S d'Anderlues.

- S 1 — Fosse n° 17 des Charbonnages d'Anderlues (fosse du Bois des Vallées). Morts-terrains (30,10 m) reposant directement sur le Westphalien. Un sondage voisin, exécuté ultérieurement, a traversé 26,10 m de morts-terrains avant d'atteindre le Houiller.
- S 2 — Ancien puits n° 16 (du charbonnage de Piéton-Campagne) ; Morts-terrains (49,30 m) reposant directement sur le Houiller.
- S 3 — Nouveau puits n° 16 des Charbonnages de Fontaine ; faille de la Tombe recoupée à la profondeur de 175 m où elle sépare au-dessus : dressants déversés à 55° pS ; en-dessous : couches en position normale (20 à 30° pS) au flanc nord du synclinal de Fontaine-l'Évêque.
- S 4 — Sondage qui a atteint le calcaire viséen à la profondeur de 49 m après avoir traversé la couverture tertiaire.
- S 5 — Sondage qui a atteint le calcaire viséen sous la couverture tertiaire.
- S 6 — Sondage de Forrières ; 96,50 m de morts-terrains reposant directement sur le Houiller.
- S 7 — Puits et sondage des Bruyères à Anderlues ; 0 à 40,26 m : morts-terrains ; 40,26 m à 74,36 m : Dévonien inférieur du Massif du Midi.
- S 8 — Puits et sondage du siège n° 2 des Charbonnages de Fontaine ; morts-terrains sur Westphalien.
- S 9 — Sondage n° 5 ; 78 m de morts-terrains sur Westphalien.
- S 10 — Sondage n° 4 ; 55,25 m de morts-terrains sur Westphalien.
- S 11 — Sondage ; 36 m de morts-terrains sur Westphalien.
- S 12 — Puits de la Hougarde ; arrêté à la profondeur de 14 m dans le calcaire viséen.
- S 13 — Sondage n° 18 de la Hougarde ; faille du Midi à 37,50 m ; Calcaire viséen de 37,50 m à 101,10 m ; faille de la Tombe à 101,10 m ; au-delà de 101,10 m, Westphalien sans indication d'allure.
- S 14 — Fosse n° 10 des Charbonnages de Monceau-Fontaine ; 36 m de morts-terrains sur Westphalien appartenant au flanc nord plissé d'un synclinal du Massif du Centre-Poirier.
- S 15 — Ancien puits de mine qui a rencontré le Westphalien à la profondeur de 32 m sous des sables ligniteux tertiaires.
- S 16 — Sondage de Candie ; 0 à 33,90 m, couverture yprésienne ; au-delà de 33,90 m, Westphalien dont les couches d'abord en dressants passent à des plateures à la profondeur de 150 m.
- S 17 — Puits n° 3 des Charbonnages de Monceau-Fontaine ; 9 m de couverture limoneuse sur le Westphalien en dressants (p 60° S).
- S 18 — Sondage de Beaulieusart ; Westphalien atteint à 21,60 m ; allure d'abord en dressants puis en plateures entre 50 et 300 m.
- S 19 — Sondage de Beaulieusart ; Westphalien atteint à 29 m.
- S 20 — Fosse n° 1 de Beaulieusart ; puits creusé dans des dressants du Westphalien au flanc sud du synclinal de Fontaine-l'Évêque ; a recoupé notamment la veine Frédéric à 320 m de profondeur.
- S 21 — Puits n° 8 des Charbonnages de Monceau-Fontaine ; de 0 à 720 m dans les couches westphaliennes du Massif du Centre-Poirier.
- S 22 — Puits domestique qui a pénétré dans les schistes namuriens H1a sous quelques m de limon.
- S 23 — Ancien puits de mine.
- S 24 — Excavations qui ont pénétré dans le terrain houiller.
- S 25 — Puits, aujourd'hui comblé, qui est entré dans le calcaire viséen.
- S 26 — Sondage qui est resté dans le sable landénien.
- S 27 — Puits domestique creusé dans les schistes H1a jusqu'à la profondeur de 10 m.
- S 28 — Ancien puits de mine.
- S 29 — Puits n° 1 des Charbonnages de Monceau-Fontaine ; de 0 à 350 m : couches renversées d'abord du H1a, puis du H1b ; faille de la Tombe à 350 m ; en-dessous de 350 m : couches en dressants plissés en chaise au flanc sud du synclinal de Fontaine-l'Évêque (Westphalien).
- S 30 — Puits Espinoy à 200 m au S et 70 à l'W du puits 51 ; 0 à 150 m : Viséen ; 150 à 455 m : Namurien ; faille des Gaux à 455 m ; en-dessous de 455 m : Westphalien du substratum.
- S 31 — Sondage de Leernes ; est resté dans le calcaire viséen jusqu'à la profondeur de 187 m.
- S 31b — Sondage des Marlières ; 0 à 338 m : Dinantien du lambeau des Gaux ; en-dessous de 338 m : Westphalien du substratum avec des allures en dressants au flanc sud du synclinal de Fontaine-l'Évêque.

- S 32 — Puits du siège n° 3 des Charbonnages de Monceau-Fontaine ; de 0 à 980 m : massif du Centre-Poirier ; à 980 m : faille du Centre.
- S 33 — Puits du siège n° 14 des Charbonnages de Monceau-Fontaine ; 0 à 1 020 m : massif du Centre-Poirier. La faille du Carabinier passe un peu au S du puits.
- S 34 — Sondage n° 19 de la Hougarde ; 0 à 42 m : Landénien ; 42 à 126 m : calcaire viséen.
- S 35 — Puits du siège n° 12 des Charbonnages de Monceau-Fontaine ; 0 à 340 m : Westphalien inférieur en allure renversée (p 51° pS) comportant la veine Léopold au sommet et la veine Foulette (ou grande veine) à 193 m appartenant au Massif de la Tombe ; faille de la Tombe à 340 m ; en-dessous de 340 m : couches westphaliennes en allure normale au flanc nord du synclinal de Fontaine-l'Évêque.
- S 36 — Sondage de la ferme du Luce ; 0 à 100 m : calcaire viséen ; 100 à 150 m : Namurien ; faille des Gaux à 150 m ; 150 à 200 m : calcaire viséen ; faille de la Tombe à 200 m ; de 200 à 370 m : westphalien du substratum avec des allures en dressants (p 80°).
- S 37 — Puits de recherche qui a recoupé une veine de charbon de 0,32 m inclinant de 45° au Nord.
- S 38 — Sondage de recherche qui a traversé des schistes houillers avant d'atteindre une couche de charbon à la profondeur de 29 m.
- S 39 — Puits de recherche de la Société de Fontaine-l'Évêque ; 0 à 6 m : alluvions ; 6 à 24 m : Westphalien comportant une veine de charbon à 20 m de profondeur (p 27° N).
- S 40 — Puits de recherche ; quelques m de limon de pente puis Westphalien jusqu'à 24,50 m comportant une veine de charbon à la profondeur de 20 m (p 29° N).
- S 41 — Puits Bonne Espérance des Charbonnages de Forte-Taille ; 0 à 19 m : Famennien du lambeau des Gaux ; à 19 m : faille des Gaux ; 19 à 54 m : calcaire viséen ; à 54 m : faille de la Tombe ; 54 à 124 m : Westphalien du substratum comportant 3 veines de charbon.
- S 42 — Ancien puits de mine.
- S 43 — Ancien puits de mine qui a traversé des grès famenniens, puis du calcaire viséen dont on retrouve plusieurs blocs à proximité de l'orifice.
- S 44 — Puits Minerve et Neptune des Charbonnages de Forte-Taille ; 0 à 12 m : Famennien ; 12 à 32 m : calcaire viséen ; 32 à 60 m : Westphalien du substratum.
- S 45 — Puits Hanoteau des Charbonnages de Forte-Taille ; 0 à 9 m : Famennien du lambeau des Gaux ; à 9 m : faille des Gaux ; 9 à 63 m : Westphalien du substratum.
- S 46 — Ancien puits de Forte-Taille ; à la profondeur de 50 m : Westphalien du substratum ; un nouveau a rencontré le calcaire viséen du lambeau de Wespes à 80 m au N du puits.
- S 47 — Excavation dans des grès feldspathiques.
- S 48 — Ancien puits de mine.
- S 49 — Sondage de Malfalise ; 0 à 29 m : Famennien ; 29 à 211 m : Dinantien ; à 211 m : faille des Gaux ; 211 à 288 m : Westphalien du substratum.
- S 50 — Puits creusé dans le Famennien jusqu'à 42 m de profondeur.
- S 51 — Sondage n° 2 Espinoy des Charbonnages de Forte-Taille ; 0 à 210 m : Viséen ; 210 à 524,70 m : Namurien en couches renversées (p 35° pS) ; à 524,70 m : faille de la Tombe ; en-dessous de 524,70 m : Westphalien en couches peu inclinées dans l'axe d'un anticlinal secondaire au flanc sud plissé en chaise du synclinal de Fontaine-l'Évêque.
- S 51 b — Sondage de Gonnellies ; resté dans le calcaire dinantien jusqu'à la profondeur de 200 m.
- S 51 c — Puits de l'écluse de la Jambe de Bois ; 0 à 9 m : calcaire viséen ; en-dessous de 9 m : Namurien.
- S 52 — Puits B du siège n° 19, dit des Bas-Longs-Prés ; puits d'aération qui a atteint le Houiller sous 6 m d'alluvions.
- S 53 — Puits A du siège n° 19 des Bas-Longs-Prés ; 0 à 5,80 m : alluvions ; 5,80 m à 30 m : schistes houillers en position renversée ; à 30 m : faille (de la Tombe ?) ; 30 à 240 m : Westphalien inférieur dont les couches sont plissées en anticlinal déversé vers le Nord ; à 240 m : faille de Forêt.
- S 54 — Série de 4 sondages qui ont atteint des profondeurs variant entre 15 et 18 m ; entièrement dans les schistes houillers.
- S 55 — Puits n° 2 des Charbonnages de Monceau-Fontaine ; 0 à 335 m : Westphalien inférieur en dressants plissés en chaise et déversés vers le Nord (Massif du Carabinier).
- S 56 — Sondage exécuté au fond de la carrière sud de Pont-à-Nôle ; 0 à 20 m : calcaire V2b ; 20 à 44 m : brèche V3a à ciment rose ; 44 à 49,50 m : brèche V3a à ciment gris et à gros blocs de calcaire gris ; 49,50 à 50 m : calcaire lité.
- S 57 — Ancienne fosse Bonnet dans le Massif d'Ormont.
- S 58 — Siège n° 4 du Martinet ; de 0 à 958,70 m : massif du Centre-Poirier.
- S 59 — Siège n° 5 du Martinet ; 0 à 266 m : massif du Centre-Poirier ; la faille du Pays de Liège passe à la profondeur de 170 m ; la faille du Carabinier doit affleurer à quelque 100 m au S du puits.
- S 60 — Puits n° 9 du Charbonnage de Conception ; 0 à 90 m : dressants du flanc nord d'un anticlinal du lambeau de Forêt (Westphalien inférieur) ; à 90 m : faille de Forêt ; 90 à 380 m : lambeau dont le style est comparable au précédent, limité à la base par une faille (f. de Beaulieusart) ; 380 à 520 m : massif du Carabinier.
- S 61 — Puits de l'ancienne fosse Saint-Jacques ; 0 à 140 m : faisceau de veines du Westphalien A dont la veine Foulette recoupée à 120 m de profondeur en allure normale formant la plateure d'un pli en chaise.

- S 62 — Puits de l'ancien Charbonnage de Forêt; 0 à 147 m : entièrement dans le Massif de Forêt.
- S 63 — Excavation dans les schistes houillers.
- S 64 — Puits de la Neuve-Fosse ou Drion; 0 à 110 m : couches déversées du Westphalien inférieur dont la veine Drion recoupée à 50 m de profondeur.
- S 65 — Puits d'un ancien charbonnage; d'après Briart, le puits aurait rencontré une faille (sans doute la faille de Mont-sur-Marchienne) qui sépare le Westphalien en-dessous, de l'assise de Chockier (H1a) au-dessus.
- S 66 — Sondage de Mont-sur-Marchienne; de 0 à 322 m : Namurien en couches inclinant de 50 à 56° pS; 322 à 355 m : zone caractérisée par de nombreux "dérangements" marquant le passage de la faille de la Tombe; 355 à 478 m : couches namuriennes plissées en chaise; à 478 m : faille; en-dessous de 478 m : couches en dressants de l'assise de Charleroi (H2a) au flanc sud du synclinal de Fontaine-l'Évêque.
- S 67 — Puits de la Fosse Saint-Charles; 0 à 370 m : série de couches au flanc nord très plissé d'un synclinal; à 370 m : faille du Carabinier.
- S 68 — Puits n° 18 dit du Parent; série de couches au flanc nord très plissé d'un synclinal jusqu'à 290 m, profondeur à laquelle il a recoupé la faille du Carabinier.
- S 69 — Puits de la fosse Saint-Joseph; 0 à 320 m : couches très plissées du Massif de Beaulieusart; à 320 m : faille de Beaulieusart; 320 à 680 m : flanc nord plissé d'un synclinal; à 680 m : branche supérieure de la faille du Carabinier.
- S 70 — Puits de la fosse Saint-Théodore; 0 à 200 m : aucune indication; 200 à 465 m : Massif du Carabinier; à 465 m : faille du Carabinier.
- S 71 — Puits n° 2 des Charbonnages du Bois de la Haye; 0 à 86,75 m : morts-terrains; en-dessous de 86,75 m : Westphalien du substratum.
- S 72 — Puits n° 6 des Charbonnages d'Anderlues; Westphalien du substratum sous une couverture de 87,85 m d'épaisseur.
- S 73 — Sondage de recherches au lieu-dit "Le Brûlé"; 0 à 42,20 m : morts-terrains; 42,20 m à 208,40 m : Dévonien inférieur; faille du Midi à 211,45 m après une zone de brèche à éléments de calcaire; en-dessous de 211,45 m : Westphalien du substratum.
- S 74 — Sondage n° 1 dit du Moulin; Westphalien à 63,30 m.
- S 75 — Puits qui a touché le socle primaire à la profondeur de 26,55 m.
- S 76 — Puits n° 3 des Charbonnages du Bois de la Haye; a rencontré le Westphalien sous 20,70 m de morts-terrains.
- S 77 — Puits n° 5 des Houillères d'Anderlues; a atteint le Westphalien sous 39,40 m de morts-terrains.
- S 78 — Puits de la fosse n° 10 du Cerisier; 0 à 750 m : Massif d'Ormont; à 750 m : faille d'Ormont; 750 à 1 035 m : Massif du Carabinier; à 1 035 m : faille listrique du Cazier; 1 035 à 1 180 m : Westphalien inférieur et Namurien supérieur du Massif du Carabinier; à 1 200 m : faille du Carabinier; 1 200 à 1 249 m : Massif du Centre-Poirier.
- S 79 — Puits n° 4 des Charbonnages du Cazier; 0 à 330 m : Massif d'Ormont; à 330 m : faille d'Ormont; 330 à 1 027 m : Massif du Carabinier haché par plusieurs failles plates; la veine Léopold a été recoupée à 990 m.
- S 80 — Puits n° 12 de l'ancienne concession de Marcinelle; 0 à 615 m : Massif d'Ormont; à 615 m : faille d'Ormont; 615 à 855 m : Massif du Carabinier cisailé par la faille du Cazier à 745 m; à 855 m : faille du Carabinier; 855 à 1 058 m : Massif du Centre-Poirier.
- S 81 — Puits n° 6 de l'ancienne concession de Marcinelle creusé dans le massif d'Ormont.
- S 82 — Puits n° 5 de l'ancienne concession de Marcinelle; 0 à 362 m : Massif d'Ormont.
- S 83 — Puits n° 11 de l'ancienne concession de Marcinelle; 0 à 456 m : Massif d'Ormont; à 456 m : faille d'Ormont; 456 à 515 m : Massif du Carabinier; 515 m : faille du Carabinier; 515 à 890 m : Massif du Pays de Liège; à 590 m : faille du Pays de Liège; 590 à 1 085 m : Massif du Centre-Poirier.
- S 84 — Puits Blanchisserie; 0 à 385 m : Massif d'Ormont; à 385 m : faille d'Ormont; 385 à 568 m : Massif du Carabinier; à 568 m : faille du Carabinier; à 655 m : faille du Pays de Liège; 655 à 935 m : Massif du Centre-Poirier.
- S 85 — Puits Mécanique; 0 à 85 m : Massif d'Ormont; à 85 m : faille d'Ormont; 85 à 430 m : Massif du Carabinier; à 430 m : faille du Carabinier; à 508 m : faille du Pays de Liège; 508 à 1 093 m : Massif du Centre-Poirier.

## ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Liste des fascicules disponibles en vente séparée jusqu'à épuisement du stock (\*)

			Le fascicule
Tome IX	(1881-82)	fascicules 1, 2, 4 et 5	30,00 F.
Tome XI	(1883-84)	fascicules 1, 4	40,00 F.
Tome XIII	(1885-86)	fascicules (1-2), 3, 4, 6	30,00 F.
Tome XIV	(1886-87)	fascicules 1, (2-3), 4	40,00 F.
Tome XV	(1887-88)	fascicules 1, 2, (5-6)	40,00 F.
Tome XVI	(1888-89)	fascicules 1, 5, 6	30,00 F.
Tome XVII	(1889-90)	fascicules 4, 5, 6	30,00 F.
Tome XVIII	(1890)	fascicule 3	40,00 F.
Tome XIX	(1891)	fascicules 2, (3-4), (5-6)	40,00 F.
Tome XXII	(1894)	fascicule 3	40,00 F.
Tome XXIII	(1895)	fascicules 1, 4	40,00 F.
Tome XXVI	(1897)	fascicules 1, 2, 4	40,00 F.
Tome XXVII	(1898)	fascicules 3, 4	40,00 F.
Tome XXVIII	(1899)	fascicules 1, 3, 4	40,00 F.
Tome XXIX	(1900)	fascicules 2, 4	40,00 F.
Tome XXX	(1901)	fascicules 1, 2, 3, 5	30,00 F.
Tome XXXI	(1902)	fascicules 1, 3, 4	40,00 F.
Tome XXXII	(1903)	fascicules 1, 2, 4	40,00 F.
Tome XXXIII	(1904)	fascicules 2, 3	40,00 F.
Tome XXXIV	(1905)	fascicules 1, 2, 4	40,00 F.
Tome XXXV	(1906)	fascicule 4	40,00 F.
Tome XXXVI	(1907)	fascicule 4	40,00 F.
Tome XXXVII	(1908)	fascicules 2, 3, 4	40,00 F.
Tome XXXVIII	(1909)	fascicules 2, 3, 4	40,00 F.
Tome XL	(1911)	fascicules 3, 4	40,00 F.
Tome XLI	(1912)	fascicules 1, 2, 4	40,00 F.
Tome XLII	(1913)	fascicules 3, 4	40,00 F.
Tome XLIII	(1914)	fascicules 2, (3-4)	48,00 F.
Tome XLV	(1920)	fascicule 2	40,00 F.
Tome XLIX	(1924)	fascicules 1, 3	48,00 F.
Tome L	(1925)	fascicule 2	72,00 F.
Tome LI	(1926)	fascicules 2, 3, 4	40,00 F.

(\*) Les Annales de la Société géologique du Nord sont normalement en vente par tomes entiers (voir tarif couverture). Cependant, un certain nombre de fascicules sont actuellement disponibles et seuls vendus séparément. Selon la décision du Conseil du 11 avril 1974, leur prix varie en fonction de celui du volume complet.

			Le fascicule
			—
Tome LII	(1927)	..... fascicule 1 .....	60,00 F.
Tome LIII	(1928)	..... fascicule 2 .....	40,00 F.
Tome LIX	(1934)	..... fascicules 2, 3 .....	48,00 F.
Tome LX	(1935)	..... fascicule 2 .....	72,00 F.
Tome LXI	(1936)	..... fascicule 2 .....	72,00 F.
Tome LXII	(1937)	..... fascicule 1 .....	72,00 F.
Tome LXIII	(1938)	..... fascicule 2 .....	72,00 F.
Tome LXIV	(1939)	..... fascicule 2 .....	72,00 F.
Tome LXVI	(1946)	..... fascicule 2 .....	72,00 F.
Tome LXVII	(1947)	..... fascicule 2 .....	72,00 F.
Tome LXVIII	(1948)	..... fascicules 1, 3 .....	48,00 F.
Tome LXIX	(1949)	..... fascicule 2 .....	72,00 F.
Tome LXXI	(1951)	..... fascicules 2, 3 .....	48,00 F.
Tome LXXIV	(1954)	..... fascicules 1, 3 .....	48,00 F.
Tome LXXV	(1955)	..... fascicules 2, 3 .....	48,00 F.
Tome LXXVI	(1956)	..... fascicules 1, 2 .....	48,00 F.
Tome LXXVIII	(1958)	..... fascicules 2, 3 .....	48,00 F.
Tome LXXIX	(1959)	..... fascicules 1, 2 .....	48,00 F.
Tome LXXX	(1960)	..... fascicules 2, 4 .....	40,00 F.
Tome LXXXI	(1961)	..... fascicules 1, 2 .....	48,00 F.
Tome LXXXII	(1962)	..... fascicules 2, 3, 4 .....	40,00 F.
Tome LXXXIII	(1963)	..... fascicules 2, 3, 4 .....	40,00 F.
Tome LXXXIV	(1964)	..... fascicules 2, 3, 4 .....	40,00 F.
Tome LXXXV	(1965)	..... fascicules 3, 4 .....	40,00 F.
Tome LXXXVI	(1966)	..... fascicules 1, 2, 3 .....	45,00 F.
Tome LXXXVII	(1967)	..... fascicules 1, 2, 3 .....	45,00 F.
Tome LXXXVIII	(1968)	..... fascicules 1, 2, 4 .....	45,00 F.
Tome LXXXIX	(1969)	..... fascicules 1 (*), 2, 4 .....	45,00 F.
Tome XC	(1970)	..... fascicules 2, 3, 4 (**)	45,00 F.
Tome XCI	(1971)	..... fascicule 4 .....	45,00 F.
Tome XCII	(1972)	..... fascicules 1, 2, 3 .....	45,00 F.

(\*) Fascicule réservé à la Géologie du Nord de la France : 45,00 F.

(\*\*) Fascicule spécial du Centenaire de la S.G.N. : 75,00 F.



# COLLOQUE DU JURASSIQUE

à Luxembourg, 1967

MEMOIRE DU B. R. G. M.

N° 75, 760 pages, nombreuses illustrations

Prix de vente : 200,00 F.F.

---

Cet important colloque se propose de faire le point sur un grand nombre d'études relatives au *Jurassique*.

Après une introduction sur les définitions, la nomenclature et les méthodes d'études spécifiques à cet étage, une partie importante de l'ouvrage est consacrée aux problèmes paléogéographiques, biogéographiques et biostratigraphiques du *Jurassique*.

Un chapitre traite plus spécialement des limites *Jurassique-Crétacé* et de celles *Jurassique moyen et supérieur*.

Enfin, les derniers chapitres concernent la stratigraphie régionale en Europe, les problèmes de zonations et l'ouvrage se termine par un ensemble d'articles sur la stratigraphie générale du *Jurassique* hors d'Europe (Canada, Etats-Unis, Nouvelle-Zélande, etc...).



## MEMOIRES DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD

### Tome I :

- Mémoire N° 1. - Ch. BARROIS, *Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande*, 1876, 232 p. .... 240,00 F.  
 Mémoire N° 2. - P. FRAZER, *Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie*, 1882, 178 p. .... 180,00 F.  
 Mémoire N° 3. - R. ZEILLER, *Mémoire sur la flore houillère des Asturies*, 1882, 24 p. .... 24,00 F.

Tome II. — Ch. BARROIS, *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice*, 1882 .... épuisé

Tome III. — Ch. BARROIS, *Faune du Calcaire d'Erbray*, 1889 ..... épuisé

### Tome IV :

- Mémoire N° 1. - J. GOSSELET, *Etude sur les variations du Spirifer Verneulli*, 1894, 63 p., 7 pl. .... 60,00 F.  
 Mémoire N° 2. - L. CAYEUX, *Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires*, 590 p., 10 pl. .... épuisé

Tome V. — M. LERICHE, *Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines*, 1906 ..... épuisé

### Tome VI :

- Mémoire N° 1. - P. BERTRAND, *Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri* B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl. .... 60,00 F.  
 Mémoire N° 2. - J. GOSSELET, Ch. BARROIS, M. LERICHE, A. CREPIN, P. PRUVOST, G. DUBOIS, *Description de la faune silurodévonienne de Liévin*, 1912-1920. Fascicule 1 ..... épuisé  
 Fascicule 2, 230 p., 17 pl. .... 240,00 F.  
 Mémoire N° 3. - V. COMMONT, *Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire*, 1909, 68 p., 3 pl. .... 120,00 F.

### Tome VII :

- Mémoire N° 1. - P. BERTRAND, *Etude des Stipes d'Asterochloena laxa* Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl. .... 72,00 F.  
 Mémoire N° 2. - A. CARPENTIER, *Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France*, 1913 ..... épuisé

### Tome VIII :

- Mémoire N° 1. - G. DUBOIS, *Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France*, 1923 ..... épuisé  
 Mémoire N° 2. - Ed. LEROUX, *Le tunnel de l'Ave Maria. Observations géologiques et hydrologiques sur le plateau et la falaise au Sud de Boulogne-sur-Mer*, 1929, 50 p., 5 pl. .... 84,00 F.

### Tome IX :

- Mémoire N° 1. - G. DUBAR, *Etude sur le Lias des Pyrénées françaises*, 1925, 332 p., 7 pl. .... 300,00 F.  
 Mémoire N° 2. - Dom Grégoire FOURNIER et P. PRUVOST, *Description des poissons élasmobranches du marbre noir de Denée*, 1926, 23 p., 6 pl. .... 72,00 F.

### Tome X :

- Mémoire N° 1 - A. CARPENTIER, *La flore wealdienne de Féron-Glageon (Nord)*, 1927 ..... épuisé  
 Mémoire N° 2. - J.W. LAVERDIERE, *Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales*, 1931, 132 p., 8 pl. .... 120,00 F.

Tome XI. — A. DUPARQUE, *Structure microscopique des charbons du Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais*, 1934 ..... épuisé

Tome XII. — D. LE MAITRE, *Etude sur la Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Anceins*, 1934, 268 p., 18 pl. .... 240,00 F.

Tome XIII. — P. BRICHE, P. DANZE-CORSIN et J.P. LAVEINE, *Flore infraliasique du Boulonnais (Macro- et Microflore)*, 1963, 145 p., 11 pl. .... 180,00 F.

Tome XIV. — G. WATERLOT, *Les Gigantostacés du Siluro-Dévonien de Liévin*, 1966, 23 p., 5 pl. .... 62,00 F.

## ESQUISSE GEOLOGIQUE DU NORD DE LA FRANCE

par J. GOSSELET

Fascicule I (Terrains primaires), Fascicule II (Terrains secondaires), Fascicule III (Terrains tertiaires) .... épuisés  
 Fascicule IV (Terrains quaternaires) ..... 20,00 F.

*Carte géologique du Département du Nord au 1/320 000<sup>e</sup>* (par J. GOSSELET, M. LERICHE, H. DOUXAMI) 31,00 F.

*Ecorché géologique infra-mésozoïque* (extrait de « Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France », présentée par C.F.P. (M.), COPESEP et S.N.P.A.) ..... 30,00 F.

## SERIE DOCUMENTATION (Pochettes de 6 Diapositives avec notice)

- Série I. — Paysages du Nord de la France au cours des temps géologiques ..... 20,00 F.  
 Série II. — Aperçu sur les microfaciès de la craie ..... 20,00 F.  
 Série III. — Les Nannofossiles calcaires de la craie ..... 15,00 F.

Les membres bénéficient d'une réduction de 20% sur un exemplaire de chacune de ces publications.  
 Les prix sont augmentés des frais de port et d'emballage quand les volumes ne sont pas pris directement au dépôt.

# SOMMAIRE

Tome XCVI

1<sup>er</sup> trimestre

---

	Pages
J. PONCET. — Description de quelques Algues calcaires éodévoniennes du bassin de Laval (Est du Massif armoricain) .....	7
B. DUTHOIT, R. HAZEBROUCK et J. PAQUET. — Influence de l'eau sur les propriétés mécaniques de craies .....	13
Ch. DELATTRE, F. LECLERCQ et M. WATERLOT. — Sur le Dévonien de Matringhem-Vincly (Pas-de-Calais, France) .....	21
A. BEUGNIES. — Le lambeau de poussée hercynien de la Tombe (Ardenne belge) .....	27