

Sur la stratigraphie du Tournaisien de Tournai et de Leuze. Problèmes de l'étage Tournaisien dans sa localité-type,

par R. LEGRAND ⁽¹⁾,
B. MAMET ⁽²⁾ et G. MORTELMANS ⁽³⁾.

1. HISTORIQUE DES RECHERCHES.

Si, du point de vue économique, le « Calcaire de Tournai » acquiert une juste renommée dès l'époque romaine, comme matériau de construction, comme pierre à travailler ou à ciseler, comme base enfin de liants hydrauliques, c'est au début du XIX^e siècle qu'il conquiert ses lettres de noblesse dans le monde géologique, grâce aux riches récoltes de fossiles qu'une extraction encore entièrement manuelle permettait d'y faire.

Admirablement décrites et figurées par L. G. DE KONINCK à partir de 1842, ces récoltes devaient le conduire à définir une « faune de Tournai », opposée à une « faune de Visé », définition où se trouve en germe celle, ultérieure, d'un étage Tournaisien. Malheureusement, ce remarquable travail est quasi inutilisable par le stratigraphe, du fait de l'absence de toute localisation des fossiles étudiés.

Par la suite, les recherches de G. DELÉPINE, F. DEMANET, J. BAUDET et G. MORTELMANS, pour ne citer que les principales, corrigèrent quelque peu cet aspect négatif de l'œuvre de DE KONINCK, sans arriver toutefois à la valoriser complètement, les récoltes étant devenues beaucoup moins riches avec l'introduction des méthodes modernes d'abattage et le déplacement de l'extraction vers les niveaux supérieurs du gisement, nettement moins fossilifères.

Si l'étude paléontologique des « Calcschistes de Tournai », comme les dénommait DE KONINCK, débute dès 1842, il faut attendre 1875 pour voir s'amorcer leur étude stratigraphique avec la présentation, par E. DUPONT, d'une coupe schématique du gisement.

(1) Géologue principal. Service géologique de Belgique.

(2) Chargé de recherches F.N.R.S. Laboratoire de Géologie et de Paléontologie. Université Libre de Bruxelles.

(3) Directeur du Laboratoire de Géologie et de Paléontologie. Université Libre de Bruxelles.

Entre 1893 et 1910, diverses unités lithologiques sont reconnues par H. DE DORLODOT, M. LOHEST, M. MOURLON et G. VELGE, mais leur position relative n'est pas toujours clairement établie. L'âge qui leur est attribué varie avec les auteurs : il s'étend, en moyenne, du niveau du Calcaire d'Hastière à celui du Marbre noir de Dinant.

Il faut attendre la publication de la monographie de G. DELÉPINE (1911) pour voir préciser ces essais et démontrer l'âge Tournaisien Supérieur de la totalité des calcaires alors exploités dans le Tournaisien.

Par la suite, cet auteur publia de nombreuses notes grâce auxquelles certains points de stratigraphie purent être précisés, mais c'est à C. CAMERMAN, unissant heureusement les formations de géologue et de chimiste, que l'on doit l'établissement quasi définitif de la lithostratigraphie fine du massif de Tournai.

De 1919 à 1944, C. CAMERMAN publie une remarquable série de notes et de monographies où, s'appuyant au départ sur les « veines » et faisceaux de couches reconnus par les maîtres de carrière, il donne une description lithostratigraphique détaillée, parfois jusqu'au banc par banc, du Calcaire de Tournai. Il y montre notamment tout le parti qu'on peut tirer, pour des corrélations au sein du bassin carrier, de divers niveaux repères, tels que lumachelles, bancs à cherts et passées argileuses. Il montre aussi combien précieuse est la connaissance comparée de la lithologie et de la composition chimique pour préciser la position des bancs ou des faisceaux de couches, en particulier lorsqu'il s'agit de matériaux provenant de sondages.

Depuis 1948, sous l'impulsion de A. LOMBARD et G. MORTELMANS, le Laboratoire de Géologie de l'Université de Bruxelles a effectué le levé banc par banc, appuyé par des examens pétrographiques approfondis, de toutes les coupes encore accessibles. Ce travail a donné lieu à l'élaboration d'une série de thèses de licence visant à placer l'analyse séquentielle du Calcaire de Tournai dans le cadre stratigraphique élaboré par C. CAMERMAN et G. DELÉPINE. En voie d'achèvement, il a permis à G. MORTELMANS de présenter au dernier Congrès International de Sédimentologie, une coupe de cette formation et des couches de base du Viséen.

On ne saurait, dans cet historique, passer sous silence les pages consacrées par F. DEMANET au Calcaire de Tournai, dans son *Étude du Dinantien de la Belgique*. Si les attributions strati-

graphiques proposées par cet auteur, et qui sont en complet désaccord avec les vues antérieurement admises, doivent être presque intégralement rejetées, cet ouvrage reste précieux par la publication de listes de fossiles, largement fondées sur les récoltes d'un parfait connaisseur de la stratigraphie locale, J. BAUDET.

Une phase nouvelle de la connaissance du Tournaisien du Tournaisis s'ouvre avec le creusement, pour compte du Service géologique de Belgique, des forages profonds de Tournai (prolongement du sondage de l'Asile) et de Vieux-Leuze. Combinées avec celles des carrières et de forages plus superficiels (puits de la Tannerie Vanderveken et de la Société Nationale des Distributions d'Eau), les coupes fournies par ces sondages apportent, pour la première fois, une succession complète, banc par banc, de l'étage Tournaisien dans la région où il a été défini (R. LEGRAND et G. MORTELMANS, 1956, 1959).

Depuis, l'examen de quelque 1.800 lames minces, taillées dans des échantillons de carrières ou de sondages, a permis de préciser la lithologie et la micropaléontologie de ces formations et, tout en confirmant l'exactitude générale des assimilations stratigraphiques antérieures, d'y apporter certaines corrections de détail.

2. LE PROBLÈME DE LA COUPE-TYPE DU TOURNAISIEN DE TOURNAI.

Le problème des coupes-types représente, sans aucun doute, l'aspect le plus fondamental des recherches stratigraphiques modernes. Aussi la revision des localités primaires, ce pèlerinage aux sources, apparaît-elle, chaque jour davantage, comme l'indispensable travail de base susceptible de conduire, par la suite, à un raffinement plus poussé des limites des assises et des sous-assises.

C'est pourquoi il nous a paru utile de publier, sans plus tarder, les deux coupes complètes du Tournaisien de la région-type, fournies par les forages profonds de Tournai et de Vieux-Leuze, complétées, pour le premier, par les données des carrières et de divers autres petits sondages.

Dans ce travail, qui prélude à une description plus complète, nous n'avons en général pas fait appel à l'analyse séquentielle pour l'établissement des raccords stratigraphiques, cette étude étant loin d'être achevée.

Les corrélations proposées sont essentiellement des corrélations de lithofacies à lithofacies, fondées d'une part sur l'examen pétrologique systématique des lames minces, d'autre part sur la comparaison directe des faisceaux de bancs relevés en carrières et en sondages. Une telle façon de faire est pleinement justifiée par la similitude des épaisseurs des formations et par les variations sédimentaires négligeables à l'échelle du bassin carrier, aussi les corrélations proposées doivent-elles être très voisines de corrélations chronostratigraphiques.

Par ailleurs, l'apport de la microfaune s'est révélé assez décevant, en raison de la nature peu favorable des dépôts rencontrés. Comme nous l'avons signalé ailleurs (B. MAMET, G. MORTELMANS et P. SARTENAER, 1965), les Foraminifères calcaires pluriloculaires sont cantonnés dans des environnements écologiques très restreints et, malheureusement, ceux-ci sont rares dans la coupe-type du Tournaisien (R. CONIL et M. LYS, 1964). Pour des corrélations à petites distances, la pauvreté des populations rencontrées rend aléatoire l'emploi de la microfaune. Par contre, son utilité est plus grande lorsqu'il s'agit de comparer le Tournaisien à d'autres parties du Synclinal de Namur ou aux stamper classiques du Synclinorium de Dinant.

3. APPLICATION DE LA MÉTHODE SÉDIMENTOLOGIQUE AUX COUPES DE LA RÉGION-TYPE.

Ce sont les roches carbonatées et plus particulièrement les calcaires qui jouent le rôle le plus important dans la sédimentation du Tournaisien et des formations qui l'encadrent dans la région-type. Aussi nous a-t-il paru utile de rappeler, dans ses grandes lignes, la classification des roches calcaires proposée par l'un de nous (B. MAMET, 1961, 1964, 1965).

Une classification raisonnée des calcaires tient normalement compte de trois aspects du sédiment : 1° l'aspect « mécanique » au moment du dépôt; 2° les phénomènes de diagenèse qui vont modifier cet aspect initial (changement de phase, recristallisation, cimentation), pendant ou après la lapidification; 3° les types de débris inclus.

C'est en appliquant ces principes qu'a été élaboré la planche I, où sont disposées sur des colonnes parallèles et représentées par des signes conventionnels, les observations sédimentologiques faites dans les deux coupes-types de Tournai et de Leuze.

1° L'aspect « mécanique ».

On peut distinguer cinq états « mécaniques » dans le dépôt d'un sédiment carbonaté.

Ce sont :

- a) la boue microcristalline;
- b) la boue microcristalline à débris dispersés;
- c) les débris remaniés contigus, à l'équilibre mécanique, pris dans une matrice microcristalline;
- d) les débris remaniés contigus, à l'équilibre mécanique, sans matrice;
- e) les druses.

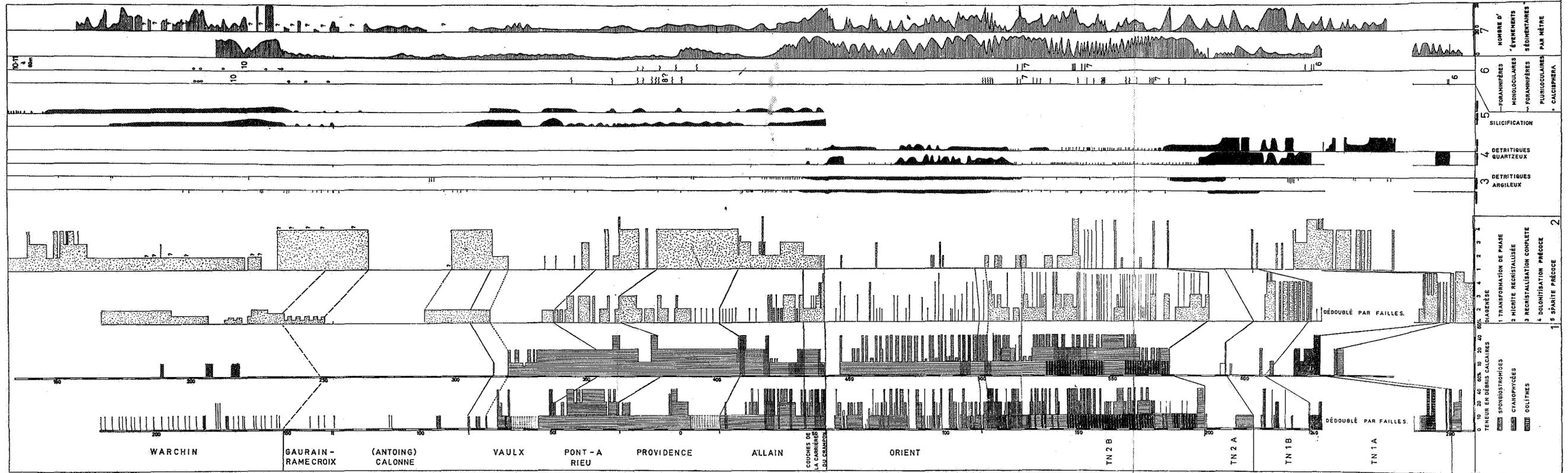
Le Tournaisien expose essentiellement les trois premiers types. Sporadiquement, des sables calcaires à cimentation et des druses se rencontrent, mais uniquement dans le Tournaisien Inférieur et dans le Tournaisien Moyen.

Les colonnes 1 (pl. I) fournissent les pourcentages observés en débris calcaires, avec les catégories suivantes : moins de 10 %, 20 %, 40 % et 60 % du volume total.

2° L'aspect diagénétique.

Celui-ci est exprimé dans les colonnes 2 de la même planche. Il permet de caractériser :

- a) les micrites de transformation de phase, où la mosaïque de calcite est faite de cristaux ayant approximativement même taille que les cristaux originels;
- b) les micrites légèrement recristallisées, où les « fantômes » de la matrice originelle sont encore nettement visibles; la plupart sont des « microspars » (R. FOLK, 1959);
- c) les matrices recristallisées secondaires où s'estompent ces fantômes;
- d) les dolomies pénécontemporaines;
- e) les sparites pénécontemporaines, ou précoces, soit de cimentation, soit de recristallisation (R. BATHURST, 1959).



Note. — Sur cette planche, chaque diagramme comparatif comporte deux colonnes; celle de gauche se rapporte aux successions relevées à Tournai; l'autre figure celles de Vieux-Leuze.

3° Les débris calcaires.

Dans les coupes étudiées, les débris calcaires peuvent être groupés en trois types principaux :

a) Le *bios*, qui, dans tout le Tournaisien, est essentiellement constitué par des Crinoïdes, des Bryozoaires et des Brachiopodes, ces groupes représentant à eux seuls près de 90 % des débris de fossiles. On rencontre également des Spongiostromides (colonnes 1, fin quadrillage), des Cyanophycées calcaires (colonnes 1, grosses hachures horizontales), des Béreselles, des Ostracodes et des spicules. Les Foraminifères calcaires pluriloculaires sont rares et s'observent surtout à la base du Tournaisien (colonnes 6, traits horizontaux). Les Foraminifères calcaires monoloculaires du genre *Erlandia* sont répartis dans toute la colonne stratigraphique. Enfin, les « Calcsphères » à paroi épaisse apparaissent dans le Calcaire de Gaurain-Ramecroix.

b) Les *intraclastes*, qui sont très rares. Il s'agit, dans la plupart des cas, de Spongiostromides démantelés.

c) Les *oolithes*; figurées par de grosses bandes verticales, celles-ci n'ont été observées que vers la base de la Sous-Assise du Calcaire d'Etrœungt.

Sur la même planche, les colonnes 3, 4 et 5 indiquent respectivement les teneurs en détritiques argileux, les teneurs en détritiques quartzeux et l'importance de la silicification. Il est à noter que celle-ci ne conduit pas nécessairement à la formation de cherts ou « carbonniaux » bien visibles, mais qu'elle s'observe surtout dans la métasomatose plus ou moins poussée des débris remaniés.

La colonne 7, enfin, indique le nombre d'événements sédimentologiques observés par mètre de stampe. Eu égard à l'existence d'un grand nombre de lacunes d'observation mineures, se situant en général au niveau des joints, on a dû renoncer à employer directement les coefficients de variation (B. MAMET, 1964).

4. RÉSULTATS GÉNÉRAUX.

Le tableau qui suit permet de comparer les puissances respectives du Tournaisien et des formations qui l'encadrent, dans les deux coupes-types de Tournai et de Leuze. Celle de Tournai est établie par juxtaposition des données relevées en carrières avec celles fournies par les sondages de l'Asile, de la S.N.D.E. (sondage T. 1), de la Chromerie Vanderveken et de la région de Pecq. Celle de Leuze est donnée par le forage profond de Vieux-Leuze; l'existence dans cette région d'un karst profond dont les cavernes et les fissures interrompent à plusieurs reprises la continuité des couches apporte quelques incertitudes dans le sommet du sondage.

Afin d'aider à la comparaison entre la région subsidente de Tournai et celle, moins subsidente, de Leuze, on a transformé les valeurs relevées pour celle-ci en pourcentages de celles observées à Tournai :

Subdivisions stratigraphiques.	Tournai.	Leuze.	
Viséen Inférieur :			
Calcaires et dolomies de Pecq..	?	sur 70 m	
	(hiatus)		
Calcaire de Warchin	sur 68,90 m	env. 180 m	
Tournaisien Supérieur	(env. 205 m)	(env. 185 m)	
<i>Tn3c</i> {	Calcaire de Gaurain-Ramecroix	17,50 m	} 65 à 70 m (env. 100 %)
	Calcaire de Calonne, partie supérieure	28,20 m	
	Calcaire de Calonne, partie inférieure	22,50 m	
----- Coupure sédimentologique -----			
<i>Tn3b</i> {	Calcaire de Vaulx et de Cheroq	32,75 m	32,00 m (97,7 %)
	Calcaire de Pont-à-Rieu ..	24,25 m	23,25 m (95,8 %)
<i>Tn3a</i> {	Calcaire de la Providence ..	38,30 m	30,80 m (80,4 %)
	Calcaire d'Allain	29,40 m	24,35 m
	Calcschistes de l'Orient pro parte (couches de la Carrière de Crampon)	11,45 m	7,80 m
		40,85 m	32,15 m (78,8 %)
----- Coupure sédimentologique -----			

Subdivisions stratigraphiques.	Tournai.	Leuze.
Tournaisien moyen	(163,20 m)	(148,15 m)
<i>Tn2c</i> Calcschistes de l'Orient pro maxima parte	59,65 m	57,60 m (96 %)
<i>Tn2b</i> Calcaire de Landelies ...	84,25 m	75,05 m (88 %)
<i>Tn2a</i> Schistes à <i>peracuta</i> ...	18,85 m	15,50 m (82 %)
----- Coupure sédimentologique - Continuité -----		
Tournaisien Inférieur ...	(51,05 m)	(47,90 m)
<i>Tn1b</i> Calcaire d'Hastièrè ...	21,25 m	18,10 m (85 %)
----- Coupure sédimentologique -----		
<i>Tn1a</i> Calcaire d'Étrœungt ..	29,80 m	29,80 m (100 %)
Famennien terminal :		
Assise d'Évieux ? ...	24,00 m	24,00 m (100 %)
----- Coupure sédimentologique -----		

A. — LE FAMENNIEN TERMINAL.

A Leuze comme à Tournai, le Famennien terminal constitue, avec la Sous-Assise du Calcaire d'Étrœungt *Tn1a*, une unité sédimentaire unique sur laquelle la Sous-Assise du Calcaire d'Hastièrè *Tn1b* vient reposer par une surface ravinante.

Aucun argument décisif ne pouvant être avancé dans ce sens, l'âge de ce Famennien terminal reste incertain : peut-être s'agit-il de couches de l'Assise d'Évieux, peut-être de dépôts plus récents encore, amorçant le grand cycle sédimentaire dinantien.

La limite entre le Famennien terminal et le Calcaire d'Étrœungt peut être tracée avec précision en s'appuyant, d'une part, sur les données de la paléontologie, peu abondantes malheureusement, d'autre part, sur l'existence au sein de la série sédimentaire, d'une discontinuité sédimentaire nette, quoique d'importance secondaire.

Dans les deux sondages, la puissance de ce Famennien terminal est identique, 24,00 m.

Il a été recoupé deux fois à Tournai (sondage de l'Asile) et une fois à Vieux-Leuze. Une certaine diversité dans le détail n'arrive pas à cacher l'unité des rythmes sédimentaires qui, au nombre de sept, se retrouvent avec des épaisseurs très voisines

à Leuze et à Tournai. Il n'est pas jusqu'aux subdivisions plus fines admises par plusieurs de ces rythmes qui ne se retrouvent dans les deux localités.

Les rythmes sédimentaires I à VI, qui constituent la partie la plus importante de la formation, exposent une série d'arénites à ciment calcaire ou dolomitique, accompagnées de quartzites, de dolomies silteuses et de rares calcaires microcristallins. Le sommet de ces couches renferme de rares *Umbellina* ex gr. *bella*, ainsi que des *Umbellina* sp., ce qui tendrait à paralléliser ces rythmes avec tout ou partie de l'assemblage 2 de microfaune défini dans l'Avesnois (B. MAMET, G. MORTELMANS et P. SARTENAER, 1965).

Quant aux lames provenant du rythme VII, elles témoignent d'une sédimentation essentiellement dolomitique, avec de rares passées de micrite dolomitique à Ostracodes et des épisodes à Algues calcaires. Sédimentologiquement, cette unité apparaît comme l'équivalent des couches renfermant les assemblages 5 à 5-6 de microfaune de l'Avesnois, ce que confirment les rares microfossiles observés : *Septaglomospirella* et *Spongiostromides* à la base, cf. *Quasiendothyra* sp., *Umbellina* sp. et *Chaetetes*, vers le haut. Ce dernier assemblage annonce la zone 6 à microfaune, propre au Calcaire d'Etrœungt, effectivement observée quelques mètres plus haut dans la coupe de Leuze. Ici, la limite entre les deux formations n'est pas donnée par la paléontologie, mais par l'existence d'une discontinuité sédimentaire.

Au sondage de Vieux-Leuze, le relevé de la stampe et les examens pétrographiques révèlent des successions similaires, faites d'alternances d'arénites à ciment dolomitique ou calcaire, de dolomies gréseuses et de micrites dolomitiques à intraclastes calcaires. Aucun microfossile n'y a été observé.

Si les données micropaléontologiques sont peu abondantes, celles de la macropaléontologie sont tout aussi limitées et ne concernent que les seules passées schisteuses. En dehors d'un niveau à paille hachée, observé à la base de la stampe de Tournai, on ne rencontre que de petits Lamellibranches, bivalves ou dépareillés, parfois incrustés de Spirorbes; ils sont accompagnés d'Ostracodes vers le sommet de la coupe de Tournai. Souvent réduits à de simples silhouettes, ces fossiles ne se rencontrent guère que sur des joints plus argileux recoupant les épisodes schisteux; ils semblent représentatifs d'une faune de vasières très littorales, peut-être saumâtres, ce que suggère leur aspect « dulcicole ».

En conclusion, le Famennien terminal se présente, à Tournai et à Leuze, avec la même puissance, 24,00 m. Il y constitue des suites sédimentaires fort similaires, offrant les mêmes subdivisions lithologiques, d'épaisseurs identiques ou très proches. Dans le détail, toutefois, le contenu de ces subdivisions varie très vite latéralement. Ces observations, couplées avec la présence de dolomies pénésalines, avec la pauvreté de la microfaune et l'abondance relative de formes saumâtres, suggèrent une sédimentation très littorale, temporairement même lagunaire, sur un fond de mer peu profond, dont la régularité générale était accidentée de bancs très bas entre lesquels se déposaient des sédiments argileux colonisés par une faune de « boueux ».

B. — LE TOURNAISIEN INFÉRIEUR :
ASSISE D'ETRÆUNGT ET D'HASTIÈRE *Tn1*.

Comme le montre le tableau donné plus haut, le Tournaisien Inférieur du Tournais se scinde naturellement en deux ensembles lithostratigraphiques dont l'inférieur, attribuable au *Tn1a*, se relie sédimentologiquement au Famennien terminal, tandis que le supérieur, parallélisé avec le *Tn1b*, est encadré par deux surfaces de ravinement.

B1. — Sous-Assise du Calcaire d'Etrœungt *Tn1a*.

On a montré plus haut que le Calcaire d'Etrœungt et le Famennien terminal formaient un ensemble sédimentaire unique dans lequel la limite entre les deux formations pouvait être tracée avec précision, bien qu'aucune coupure sédimentologique marquée ne se dessine dans le complexe. Il n'en va pas de même pour la limite entre les deux sous-assises, le *Tn1b* venant reposer sur le *Tn1a* par l'intermédiaire d'une surface de ravinement.

A Tournai, le Calcaire d'Etrœungt a été traversé dans la zone failleuse déterminée par les failles de Vaulx et de la Dondaine, ce qui a conduit à quatre recoupes partielles de la sous-assise. La comparaison de ces stampes partielles avec celle de Vieux-Leuze permet des raccords si précis qu'on en peut déduire l'identité des puissances locales, 29,80 m.

Comme pour le Famennien terminal, les différences de détail parfois sensibles apparaissant dans ces différentes coupes n'arri-

vent pas à cacher la profonde unité des six rythmes sédimentaires constituant la sous-assise, rythmes dont les caractères sont très voisins et les épaisseurs quasi identiques. Des correspondances plus fines peuvent même être établies au sein de ces rythmes.

Dans les deux sondages, la sous-assise débute par quelques gros bancs de dolomie caverneuse sombre suivie de grès schisteux et de calcaire à Tournai, de schistes, de calcschistes et de calcaire dolomitique gréseux micacé à Leuze. Les coupes se poursuivent par de petits rythmes, tranchés ou oscillants, se plaçant dans la gamme des schistes, des calcschistes, des calcaires argileux ou purs, avec de nombreuses passées organodétritiques et oolithiques; les calcaires dolomitiques et les dolomies sont plus rares; le haut de la coupe se caractérise par la présence de niveaux de calcaire et de calcschiste noduleux. La correspondance entre les coupes de Tournai et de Vieux-Leuze est parfois remarquable, certains niveaux oolithiques ou noduleux se poursuivant de l'une à l'autre. Dans l'ensemble, le Calcaire d'Etrœungt est nettement plus fossilifère que les couches sous-jacentes, bien qu'il s'agisse d'une faune et d'une flore marines appauvries, encore très littorales.

L'examen pétrographique et micropaléontologique confirme les observations faites lors du relevé des stampes et du débitage des carottes, la sous-assise se présentant comme une série rythmique de schistes, de grès et de roches carbonatées.

A Tournai, des calcaires à Spongiostromides et des calcaires algaires autochtones sont cimentés par de la sparite précoce, type lithologique dont on sait combien il est caractéristique du Tournaisien Inférieur. Plusieurs passées oolithiques alternent avec des calcaires algaires, à *Chaetetes* et rares *Girvanella*. Parmi les rares Foraminifères, on citera *Quasiendothyra communis*, *Endothyra* (?) ex gr. *primaeva*, *Caligella irregularina*, nombreuses *Bisphaera* ex gr. *grandis*, *Lugtonia* sp.; il s'agit de l'assemblage 6 de microfaune, reconnu dans la coupe-type d'Etrœungt.

A Leuze, on observe des schistes, des arénites calcaires, des calcaires à intraclastes de Spongiostromides, des passées oolithiques à sparite d'épitaixie. Parmi les « pelsparites » (R. FOLK, 1959), se reconnaissent de rares cf. *Umbellina*, *Girvanella*, *Bisphaera* ex gr. *grandis* et *Quasiendothyra* roulés.

Plus fréquente que dans le Famennien terminal, la macrofaune n'est toutefois pas beaucoup plus variée. Elle semble absente des 5 à 6 m inférieurs.

Plus abondante à Tournai qu'à Leuze, elle y comporte, dans le tronçon inférieur de la stampe, de nombreux débris de Spongiostromides et des nodules algaires, de nombreuses accumulations d'Ostracodes et de petits Lamellibranches, ainsi que de plus rares et minuscules Gastéropodes et Brachiopodes, des amas de tubes d'Annélides tubicoles (Spirorbes). Le haut de la coupe présente une faune un peu plus variée; aux associations précédentes s'ajoutent, parmi les Brachiopodes, des *Orbiculoidea* et des petits Productoidés; les Graptoloïdes y apparaissent.

A Leuze, sur des couches de base stériles, on observe des crachées à Foraminifères et débris de Spongiostromides. Vers le haut de la stampe ont été recueillis de rares Ostracodes et petits Lamellibranches, ainsi que quelques débris de Crinoïdes.

En conclusion, la Sous-Assise du Calcaire d'Etrœungt poursuit la sédimentation du Famennien terminal. Elle conserve un caractère très littoral, quoique plus franchement marin, ce dont témoignent notamment les données paléontologiques. Comme précédemment, il s'agit d'une sédimentation sur une plate-forme stable, peu subsidente, avec de rapides variations latérales de facies qui n'altèrent toutefois pas la régularité de dépôt des rythmes sédimentaires. Il est important de souligner que pendant le dépôt du Famennien terminal et du Calcaire d'Etrœungt ne se marque aucune tendance à une subsidence plus rapide de la région de Tournai par rapport à celle de Leuze.

B 2. — Sous-Assise du Calcaire d'Hastière *Tn/b*.

Cette stabilité de la plate-forme dinantienne cesse à la Sous-Assise du Calcaire d'Hastière. En effet, alors que celui-ci mesure 21,25 m à Tournai, son épaisseur tombe à 18,10 m à Vieux-Leuze, ce qui correspond à une réduction à 85 %.

Les deux subdivisions lithostratigraphiques principales que l'on peut établir de part et d'autre montrent sensiblement les mêmes réductions : l'ensemble inférieur de Leuze (11,70 m) représente 83 % des couches correspondantes de Tournai (14,00 m); similairement, les ensembles supérieurs, 6,40 m à Leuze et 7,25 m à Tournai, sont dans le rapport de 88 à 100. Il en résulte que la subsidence différentielle de la région de Tournai se marque dès le début de la sous-assise. Ces divers ensembles se laissent diviser chacun en trois rythmes secondaires.

Une discontinuité sédimentologique marquée, accompagnée d'un léger ravinement, souligne le contact entre le *Tn1b* et le *Tn1a*. A Tournai, le Calcaire d'Hastière débute par une dolomie grésoschisteuse, détritique et organo-détritique, à stratification oblique, renfermant des débris de Brachiopodes, de Crinoïdes et de Poissons. A Vieux-Leuze, c'est un grès clair qui repose sur le Calcaire d'Etrœungt.

Sur ces couches de base, l'ensemble inférieur se présente, à Tournai, sous la forme d'une séquence positive débutant par des grès dolomitiques fins, de teinte claire, souvent à stratification oblique ou croisée; il leur succède des calcaires et des calcaires dolomitiques gréseux, avec des retours momentanés vers les grès carbonatés; l'ensemble s'achève par des calcaires, des calcaires magnésiens et des calcaires encore un peu gréseux, de teinte gris plus sombre, souvent subdivisés par de multiples terrasses schistoïdes.

A Leuze, la succession est assez similaire, au moins pour le terme inférieur, les autres se déplaçant dans la gamme des calcaires, souvent encore gréseux, et des schistes et calcschistes.

L'ensemble supérieur, avec ses trois subdivisions, constitue un petit cycle sédimentaire. Les deux coupes sont assez comparables, débutant par des calcaires et dolomies gréseux cristallins, gris clair ou rose, suivis de minces alternances de calcaire, de calcaire noduleux, de calcschistes et de schistes, et s'achevant par un retour aux roches grésos-carbonatées.

Envisagée dans son ensemble, la coupe de Leuze offre beaucoup plus de passées schisteuses que celle de Tournai.

*
**

L'examen en lames minces confirme l'observation macroscopique.

A Tournai, la sous-assise consiste essentiellement en arénites à matrice dolomitique ou calcaire, avec de rares intercalations de micrites silteuses et de rares bancs organogènes à cimentation de sparite d'épitaixie. Les Algues du genre *Chaetetes* sont abondantes et accompagnent les facies à Spongiostromides qui s'échelonnent au sommet de la formation. Les autres éléments figurés consistent en débris souvent bien roulés de Crinoïdes, de Bryozoaires rameux, de Brachiopodes, d'Ostracodes et d'Annélides tubicoles.

A Leuze, s'observent surtout des séquences très condensées de petits bancs d'arénites avec minces intercalations de micrites recristallisées. Le sommet de la formation passe insensiblement au facies schisteux à silts calcaires et arénites fines à cimentation de micrite du *Tn2a*.

*
**

La macrofaune, généralement concentrée sur des joints de stratification, est plus abondante et plus variée que précédemment et, chose curieuse, davantage à Leuze qu'à Tournai. Les Brachiopodes ont pris le pas sur les autres fossiles; toujours de taille réduite, ils comprennent des Strophoménacés, dont *Derbyia*, des Chonétacés, des Productoïdés parmi lesquels des *Avonia*, des Camarotoëchiidés, des Spiriféridés, des Athyridés et des Dielasmatidés, toutes formes dont l'assemblage possède un cachet typiquement Tournaisien. Il s'y associe de petits Lamellibranches, tels *Grammatodon*, de petits Gastéropodes, *Naticopsis* notamment, des Ostracodes, des tubes d'Annélides et, occasionnellement, des débris de Poissons, ensemble achevant de donner à cette faune son cachet Tournaisien. Certains niveaux renferment des nodules algaïres.

*
**

En conclusion, la Sous-Assise du Calcaire d'Hastière présente, dans le Tournaisis, des facies franchement marins, quoiqu'encore assez littoraux, déposés dans un milieu agité par les vagues et les courants. L'élément sableux y joue un rôle important, prépondérant même à certains niveaux.

Ainsi que le font ressortir les différences de puissance existant entre les deux coupes, c'est au niveau du *Tn1b*, et dès le début de son dépôt, que s'amorce la subsidence différentielle de la région de Tournai par rapport à celle de Leuze et, dans un cadre plus large, celle de l'ensemble du Tournaisis par rapport au reste de la plate-forme dinantienne.

Enfin, on soulignera le caractère tranché de la limite entre le *Tn1b* et le *Tn1a* dans les deux coupes. Pour le contact supérieur, les choses vont différemment, une coupure sédimentaire existant à Tournai, alors que le passage du *Tn1b* au *Tn2a* paraît progressif à Leuze.

C. — LE TOURNAISIEN MOYEN : ASSISE DE MAREDSOUS *Tn2*.

Un des faits les plus importants mis en évidence par les forages de Tournai et de Vieux-Leuze est de montrer que la subdivision ternaie établie dans le Synclinorium de Dinant se retrouve intégralement dans le Tournaisien, démontrant ainsi le caractère général et la validité de cette subdivision lithostratigraphique. Des différences existent toutefois entre les deux régions, tant dans le détail des facies sédimentaires que dans la puissance des sous-assises, beaucoup plus épaisses dans l'aire subsidente du Tournaisien que dans la région de Dinant. C'est ainsi que l'Assise de Maredsous atteint à Leuze une puissance de 148,15 m, à Tournai une épaisseur de 163,20 m.

Un autre fait digne d'être souligné consiste en l'apparition ou le développement en quantité, dès la base de l'assise, de nombreuses formes caractéristiques de la « faune de Tournai », distribuées en deux assemblages fauniques récurrents, celui associé aux schistes et celui lié aux calcaires.

C 1. — **Sous-Assise des Schistes à *Spiriferellina peracuta* *Tn2a*.**

Cette sous-assise est, à Tournai, épaisse de 18,85 m, contre 15,10 m à Leuze. Les deux coupes sont donc dans le rapport de 100 à 82.

A Tournai, une coupure particulièrement nette sépare le *Tn2a* des grès dolomitiques sous-jacents, le Tournaisien Moyen débutant, en discontinuité sédimentologique, par un mince niveau ravinant de calcaire poudinguiforme à noyaux dolomitiques et galets gréseux, granules phosphatés noirs, Bryozoaires, Brachiopodes et nombreux débris de Poissons, os et dents. Cette couche de base a les caractères d'un cordon littoral, véritable « Palate bed ». Viennent ensuite des calcaires organodétritiques et des grès calcareux peu épais, auxquels succède rapidement une sédimentation argileuse prépondérante, sous la forme de schistes gris foncé, interrompus à diverses hauteurs par des « limets » ⁽¹⁾, des passées ou des bancs minces de calcschistes, de macignos, de lumachelles calcaires, tantôt isolés, tantôt groupés en petits rythmes séquentiels. Précédemment, ces couches très fossilifères, non encore complètement percées, avaient été assimilées au Calcaire d'Etrœungt (R. LEGRAND et G. MORTELMANS, 1959).

(1) Terme de carrier exprimant une hétérogénéité lithologique stratoïde.

A Leuze, le contact entre le *Tn2a* et la *Tn1b* n'est souligné par aucun ravinement, par aucun cordon littoral, la sédimentation paraissant continue entre les deux formations; tout au plus peut-on noter que les schistes doux du *Tn2a* reposent sur les grès dolomitiques du *Tn1b* par l'intermédiaire d'un mince niveau de schistes gréso-calcaires. La sous-assise offre une division en trois unités sédimentaires déterminant entre elles une grande biséquence positive-négative. Les unités inférieure et supérieure sont formées de schistes doux, foncés, à passées centimétriques de macigno pour la première. L'unité médiane consiste en alternances répétées de schistes, de calcschistes et de macignos.

*
**

L'examen en lames minces révèle, qu'à Tournai, les intercalations apparaissant dans la masse schisteuse consistent en silts calcaires accompagnés d'arénites argileuses; les rares bancs calcaires montrent des micrites fort peu recristallisées.

A Leuze, on a surtout observé des silts calcaires et des arénites fines à cimentation de micrite.

*
**

La macrofaune, concentrée en de nombreux niveaux fossilifères, est typiquement tournaissienne. Les Brachiopodes prédominent largement, avec des Inarticulés, *Lingula* et *Orbiculoidea*, et des Articulés variés : Dalmanellacés, *Rhipidomella* et *Schizophoria*; Strophoménacés, parmi lesquels se produit l'apparition de *Leptaena analoga*; Chonétacés, Productoïdés divers, Rhynchonellacés, *Camarotoechia*; Spiriféracés variés parmi lesquels, à Tournai, *Spinocyrtia struniana* et de rares *Spiriferellina peracuta*, formes absentes de Leuze; Athyridés enfin. A ces Brachiopodes s'associent des Tétracoralliaires, des *Sphenothallus*, des Mollusques variés, Lamellibranches, Gastéropodes, Scaphopodes et Nautiloïdes, des Ostracodes, des Crinoïdes, des Scolécodontes, des débris de Poissons, constituant un assemblage faunique bien plus riche que celui cité à ce jour pour la sous-assise (F. DEMANET, 1956, 1958). Un des faits les plus dignes d'intérêt est l'absence, à Leuze, de la forme-guide, rare également à ce niveau, à Tournai (¹).

(¹) Il est bon de rappeler que le type de *Spiriferellina peracuta* provient du Calcaire de Tournai, de niveaux correspondant au *Tn3a*.

*
* * *

En conclusion, l'attribution de ces ensembles sédimentaires à la Sous-Assise des Schistes à *Spiriferellina peracuta* ne pose pas de problème, même si le fossile-guide y est rare ou absent. Le fait le plus marquant est sans doute la coupure nette, soulignée par un ravinement et un gravier de base, existant à Tournai entre cette formation et le Calcaire d'Hastière sous-jacent. Observée depuis dans d'autres coupes, en dehors du Tournaisis, cette coupure paraît revêtir un caractère assez général et correspondre, de ce fait, à un événement paléogéographique et sédimentologique d'importance non négligeable.

C 2. — Sous-Assise du Calcaire de Landelies *Tn2b*.

Cette sous-assise est épaisse à Tournai, de 84,25 m, contre 75,05 m à Vieux-Leuze. Les deux coupes sont donc dans le rapport de 100 à 88.

La coupe de Tournai groupe les ensembles antérieurement attribués au *Tn1b*, *Tn2a* et *Tn2b* (R. LEGRAND et G. MORTELMANS, 1959). Elle expose des successions bien différentes de la section-type de Landelies, avec ses 21 m de puissance. Elle débute par une biséquence positive-négative, précédemment attribuée au *Tn1b*, où, sur 5,70 m, alternent des calcschistes et des calcaires crinoïdiques encadrés par des séries schisteuses. Les 14,20 m de couches qui suivent, antérieurement assimilées au *Tn2a*, présentent un caractère cyclique fortement atténué, avec des séries oscillantes comprenant des schistes, des calcschistes et de minces bancs de calcaire argileux. Seuls, les 64,35 m restants avaient primitivement été attribués à la sous-assise; dans le détail, ils montrent une évolution sédimentologique très variée, au sein de laquelle peuvent toutefois se distinguer trois unités majeures à caractère cyclique global : 5,80 m de schistes et de calcaires, suivis de 27,70 m plus franchement calcaires, que surmontent 30,85 m où se marque la destruction progressive du régime calcaire, par déplacement graduel vers celui des schistes argileux.

Quant à la coupe fournie par le forage de Vieux-Leuze, divisible en huit unités sédimentaires sans correspondances précises avec celles reconnues à Tournai, elle revêt un caractère nettement plus terrigène. On y signalera la présence de calcaires crinoïdiques à facies « petit-granit ».

*
**

Du point de vue pétrographique et micropaléontologique, la succession relevée à Tournai peut être divisée en deux parties inégales. Les 70 m inférieurs exposent des microfacies essentiellement organogènes, où la teneur en débris calcaires non remaniés, Crinoïdes, Brachiopodes et Bryozoaires, augmente très nettement depuis la base de la formation. Plusieurs passées d'intraclastes de Spongiostromides sont associées à des Girvanelles. Les sparites précoces sont notables; elles renferment des Foraminifères appartenant aux *Chernyshinella*, *Endothyra* ex gr. *rjausakensis* et *Septatournayella*. Les 14 m supérieurs constituent une zone de passage sédimentologique aux Calcschistes de l'Orient : par la recristallisation, l'existence de sparites primaires et de Spongiostromides, ils s'intègrent au facies de Landelies, alors que par l'abondance des quartz détritiques et des passées argileuses, ils annoncent le *Tn2c*.

Les microfacies observés à Leuze sont assez semblables. La plus grande partie de la sous-assise expose des calcaires organogènes, dont certains représentent des accumulations à l'état d'équilibre mécanique de Crinoïdes, de Brachiopodes et de Bryozoaires enrobés dans une matrice de sparite recristallisée. De rares passées de sparite précoce d'épitaixie cimentent des calcaires d'intraclastes à Spongiostromides. Les Girvanelles sont abondantes. Parmi les Foraminifères se reconnaissent des *Chernyshinella*, des *Tournayellidae* et de rares *Bisphaera*. Au sommet du *Tn2b* leuzois se rencontre le même facies de transition qu'à Tournai; il atteint ici une douzaine de mètres.

*
**

L'étude de la macrofaune est intéressante à bien des égards. Elle l'est tout d'abord par l'alternance de deux faunes, une faune de facies boueux et une faune de facies calcaires. La première consiste en Productoïdés et Spiriféracés, auxquels s'associent des Crinoïdes non dissociés, des Scolécodontes, des *Sphenothallus*, des *Rhabdopleura* et des *Dictyonema*, des Lamellibranches et des Gastéropodes de facies; il faut y ajouter à Tournai, à la base de la formation, des Goniatites lisses voisines des *Munsteroceras*. Quant à la faune des facies calcaires francs, crinoïdiques ou non, elle se caractérise par l'abondance des Brachiopodes : Dalmanellacés avec *Rhipidomella* et *Schizo-*

phoria, Strophoménacés avec *Derbyia* et *Leptaena*, Productoïdés avec *Avonia*, *Pustula*, *Linoproductus*, etc., Spiriféracés avec *Spirifer tornacensis*, *Spirifer ex gr. cinctus*, *Syringothyris*, etc., Térébratulacés avec *Dielasma*, etc.; il s'y associe des Mollusques propres au facies, Modioles, Euomphales, Capulidés, ainsi que des Trilobites. Parmi les formes qui, dans le Tournaisis, sont vues pour la première fois, on citera parmi les Brachiopodés les *Pustula* et les *Spirifer ex gr. cinctus*, les *Phillipsia* parmi les Trilobites, les *Syringopora* et les *Michelinia* parmi les Tabulés. On notera aussi l'augmentation numérique importante des Tétracoralliaires.

C'est surtout à partir du tiers inférieur de la sous-assise que les enrichissements et modifications de faune sont sensibles, annonçant les assemblages fauniques du Tournaisien supérieur à facies crinoïdique ou subcrinoïdique.

*
**

En résumé, on notera que la Sous-Assise du Calcaire de Landelies se présente dans le Tournaisis sous des facies nettement plus terrigènes que dans la localité-type. Elle y est aussi beaucoup plus épaisse, quatre fois environ. Malgré ce caractère plus terrigène, se traduisant par l'alternance de facies schisteux, calcschisteux et calcaires, elle se différencie sans difficulté des sous-assises à prédominance schisteuse et schisto-macignoteuse qui l'encadrent. Des différences dans la recristallisation montrent toutefois que, sous l'angle des microfacies, existe une zone de transition entre le *Tn2b* et le *Tn2c*. On soulignera d'autre part que c'est dans le Calcaire de Landelies, à Leuze et à Tournai, que se trouve la source de nombreux éléments de la « faune de Tournai », d'âge Tournaisien Supérieur. Enfin, la liste faunique locale témoigne d'une richesse et d'une variété autrement étendues que dans le facies classique.

C 3. — Sous-Assise des Calcschistes de l'Orient et de Maredsous *Tn2c*.

Si, avec les formations qui viennent d'être sommairement décrites, on a comblé une lacune jusqu'ici totale dans la connaissance du Tournaisien du Tournaisis, il n'en va plus de même pour le *Tn2c*, tout au moins pour sa partie terminale, reconnue dès 1894 dans le puisard de la Carrière Delwarte (= Mazy) et dans celui de la Carrière de l'Orient à Allain, aux

portes de Tournai. C'est dans cette dernière que furent définis les « Calcschistes de l'Orient » (H. DE DORLODOT, 1895), rapprochés erronément par P. DESTINEZ (1909) des schistes à *Spiriferellina peracuta*. En 1911, G. DELÉPINE corrigeait cette attribution, plaçant les Calcschistes de l'Orient au niveau des Calcschistes de Maredsous. Par la suite, l'Institut royal des Sciences naturelles fit effectuer dans ces roches, à la Carrière de la Chapelle toute proche, un forage de 47,50 m, dont l'étude paléontologique conduisit F. DEMANET (1956, 1958) à formuler plusieurs hypothèses stratigraphiques successives, aussi contradictoires qu'erronnées.

Dans une note préliminaire (R. LEGRAND et G. MORTELMANS, 1959), nous avons attribué à la sous-assise une puissance de 71,30 m, en en plaçant la limite supérieure immédiatement sous le fonds des exploitations ouvertes dans le Calcaire d'Allain *Tn3a*. Nous avons fait remarquer toutefois que les 11,65 m terminaux voyaient s'installer le régime calcaire caractéristique du Tournaisien Supérieur et qu'il conviendrait peut-être de rattacher ces couches terminales au *Tn3a*. Depuis, l'examen critique de la faune de ce niveau, complétée par les données du forage de Vieux-Leuze, a montré le bien-fondé de cette présomption. Dans notre conception actuelle, l'épaisseur de la sous-assise tombe donc à 59,65 m. Pour la partie supérieure des Calcschistes de l'Orient (R. VAN DEN HENDE, 1956), actuellement rattachée à la base du Tournaisien Supérieur, G. MORTELMANS (1963) a proposé le terme de « Couches de la Carrière du Crampon ».

★
★★

Dans la coupe du sondage de l'Asile à Tournai, la sous-assise est aisément divisible en cinq unités à caractère sédimentologique tranché. Sur ses 14,15 m inférieurs, elle est essentiellement formée de schistes doux et de calcschistes offrant des nodules, « limets », passées ou bancs très minces de calcaires variés, parfois à facies « Petit-Granit ». La deuxième unité voit réapparaître l'élément sableux, périodiquement concentré dans de minces bancs parfois crinoïdiques, qui alternent avec des calcschistes et des plaquettes de calcaire non sableux; dans cette passe, qui s'étend sur 10,70 m, les roches schisteuses sont tout à fait subordonnées. Elles redeviennent prépondérantes dans le terme médian, épais de 7,60 m, où les schistes sont périodiquement interrompus par des épisodes calcschisteux ou

calcschisto-calcaires peu épais et par une double récurrence macignoteuse. La quatrième unité, avec 16,60 m, est essentiellement calcschisteuse, mais avec de nombreux épisodes de calcaire argileux, plus rarement de lumachelles calcaires. Les schistes n'en sont pas absents. La sous-assise s'achève, sur 9,60 m, par un retour à la sédimentation schisteuse, entrecoupée toutefois d'épisodes calcschisteux, de minces lumachelles à Brachiopodes et d'une ultime passée macignoteuse.

Dans le forage de Vieux-Leuze, l'épaisseur de la sous-assise est de 57,60 m, ce qui correspond à 96 % de celle relevée à Tournai. Le caractère plus subsident de cette région par rapport à celle de Leuze tend donc à s'effacer au sommet du Tournaisien Moyen. Le *Tn2c* de Leuze se présente sous la forme d'un grand cycle sédimentaire formé de trois complexes successifs, d'épaisseur décroissante. Le premier, avec 30,10 m, consiste essentiellement en schistes doux, pouvant renfermer des linéoles, des grumeaux et même, occasionnellement, de minces bancs d'un calcaire un peu gréseux. Le deuxième, puissant de 20,90 m, voit toujours dominer l'élément schisteux, mais avec des intercalations assez épaisses de calcschistes massifs ou rubanés. Le complexe supérieur, avec 6,15 m, correspond à un retour à la sédimentation argileuse; il consiste en schistes doux entrecoupés de quelques passées calcschisteuses et de rares petits bancs calcaires. La présence de Brachiopodes inarticulés, vers la base et le sommet de la formation, peut être interprétée comme traduisant deux phases de dépôt en eau assez peu profondes, encadrant une phase un peu plus profonde, enrichie en matériel calcaire, où abondent des Brachiopodes articulés.

*
**

L'étude en lames minces des épisodes non schisteux révèle, à Tournai, la présence de calcaires argileux, de calcschistes silteux et de calcaires silteux à Crinoïdes, Brachiopodes et Bryozoaires. La recristallisation est faible ou nulle. On n'y a observé que fort peu de Foraminifères pluriloculaires calcaires.

A Leuze, se rencontrent les mêmes variétés lithologiques : calcaires silteux ou calcschisteux, calcschistes et calcaires silteux à Crinoïdes, Brachiopodes et Bryozoaires envasés, toutes roches dont le degré de recristallisation est très peu poussé. On y a observé de très rares débris de Spongiostromides.

*
**

La macrofaune du *Tn2c* de Tournai est riche et variée. Elle est déjà partiellement connue grâce à l'étude, par F. DEMANET (1956, 1958), des fossiles provenant du sondage de la Carrière de la Chapelle. Les éléments complémentaires apportés par le sondage de l'Asile pour la partie déjà reconnue de la sous-assise, ceux fournis pour la partie encore inconnue, indiquent la possibilité d'établir une zonation paléontologique assez serrée de ces couches; on y a constaté, par exemple, la présence de niveaux à *Sphenothallus* et Tabulés, à *Coleolus* et Tabulés, à Nautiloïdes et rares Goniatites, à Graptolites dendroïdes, à Rhynchonellacés, à Brachiopodes Inarticulés, etc. Nous avons signalé antérieurement la richesse du *Tn2c* en formes rares, parmi lesquelles des organismes chitineux, généralement détruits aux affleurements.

Au forage de Vieux-Leuze, rien de semblable : la faune, assez abondante, est banale. Les Brachiopodes y prédominent, avec des Inarticulés vers la base et le sommet.

*
* *

En résumé, on retiendra surtout de cet examen sommaire du *Tn2c* de Tournai et de Leuze que la subsidence accélérée caractérisant la première région par rapport à la seconde a pratiquement cessé à ce moment, les stampes correspondantes ne différant plus que de 4 %. On soulignera aussi que la sous-assise semble, à Leuze, s'être déposée en milieu moins profond qu'à Tournai, ce que suggèrent, d'une part, les Inarticulés rencontrés vers le bas et le sommet de la formation, et, d'autre part, la richesse paléontologique moins grande, tant en espèces qu'en individus.

D. — LE TOURNAISIEN SUPÉRIEUR : ASSISE DE CELLES *Tn3*.

Le Tournaisien Supérieur forme, à Tournai, un puissant complexe carbonaté, épais de 205 m environ, encadré à la base par les Calcschistes de l'Orient et de Maredsous, au sommet par des calcaires fins, bioturbés, à Goniatites, divisés en bancs très minces, attribuables au Viséen.

Au-dessus du *Tn2c* apparaît également, à Leuze, une épaisse série carbonatée dont les termes inférieurs se parallélisent fort bien avec les subdivisions reconnues à Tournai, malgré de sen-

sibles variations de facies; cette parallélisation se fait sur l'observation, dans les deux localités, de groupes de bancs-repères, notamment de niveaux cherteux ⁽¹⁾. Malheureusement, cette parallélisation ne peut être menée avec la même sécurité jusqu'au sommet du Tournaisien, en raison du karst profond qui affecte la région leuzoise; il en résulte une certaine incertitude quant à la position de la limite entre le Tournaisien et le Viséen.

D 1. — Sous-Assise d'Allain et de la Providence *Tn3a*.

1. Région de Tournai.

Précédemment n'était placé au niveau du Calcaire d'Yvoir *Tn3a* que le seul Calcaire d'Allain, tel qu'il avait été défini en carrières (G. DELÉPINE, 1911; C. CAMERMAN, 1919). Les données nouvelles apportées par le Forage de l'Asile, par le sondage T. 1 de la Société Nationale des Distributions d'Eau et par le forage de Vieux-Leuze, conduisent à augmenter considérablement l'importance de la sous-assise qui se trouve enrichie, par le haut, du Calcaire de la Providence et, par le bas, du sommet des Calcschistes de l'Orient. Le *Tn3a* atteint ainsi, à Tournai, 79,05 m au lieu de la trentaine de mètres qui lui étaient primitivement accordés (G. DELÉPINE, 1911). Une coupe-type de la sous-assise a été récemment décrite et figurée (G. MORTELMANS, 1963).

a) Les couches de la Carrière du Crampon et le Calcaire d'Allain. — La limite inférieure conventionnelle du Calcaire d'Allain est constituée par les « Fonds d'Allain », en dessous desquels les exploitations ne descendaient normalement pas. C'est sous ce faisceau de couches que viennent se placer les 11,65 m supérieurs des Calcschistes de l'Orient dont on vient de montrer que, par leur lithologie, leurs microfacies et leur contenu paléontologique, ils devaient être rattachés au Tournaisien Supérieur.

Au-dessus de ces couches, le Calcaire d'Allain est épais de 29,40 m. Il débute par 9 à 10 m de calcaires noirâtres, subcrinoïdiques, très fossilifères, stratifiés en bancs onduleux séparés par des lits calcschisteux, constituant les « Fonds d'Allain » des maîtres de carrières. Viennent ensuite environ 17 m de

⁽¹⁾ La constance latérale de ces niveaux, reconnue par les anciens auteurs, est ici pleinement confirmée.

calcaires analogues aux premiers, mais se présentant en bancs plus réguliers, que surmontent 3 m environ de calcaires sub-crinoïdiques renfermant des rangées de cherts : ce sont les « Carbonniaux d'Allain ». F. DEMANET (1956, 1958) a fait connaître, dans ses listes de fossiles, le contenu paléontologique partiel du Calcaire d'Allain. Après J. BAUDET (1945), nous nous contenterons de signaler, sous les bancs à cherts, des niveaux-repères particulièrement riches en *Phillipsia gemmulifera*.

L'étude pétrographique a confirmé l'existence du facies de transition avec les Calcschistes de l'Orient : les quartz détritiques persistent dans les passées schisteuses, tout en s'amenuisant, tandis que la silicification des calcaires à Spongiostromides débute de façon brutale; quelques sparites précoces y cimentent des intraclastes de Spongiostromides. Quant à la masse du Calcaire d'Allain, sensu stricto, elle se révèle formée, essentiellement, de calcaires à Brachiopodes et Bryozoaires contigus, envasés.

b) Le Calcaire de la Providence. — Entre le sommet des Carrières d'Allain et la base de la carrière Delwart à Pont-à-Rieu, au fond de laquelle était exploité sur une certaine hauteur le Calcaire de la Providence, existait jusqu'il y a peu un hiatus d'importance inconnue. Cet hiatus a été récemment comblé par le sondage T. 1 de la Société Nationale des Distributions d'Eau. Grâce à cet ouvrage, on peut attribuer 38,30 m au Calcaire de la Providence.

Ce niveau, que G. DELÉPINE plaçait à la base du *Tn3b*, consiste en calcaires gris foncé, à grain fin, à traînées crinoïdiques peu nombreuses, se présentant en bancs bien stratifiés, encore un peu onduleux vers le bas. La partie supérieure se charge de rangées de cherts, réparties en bancs-repères, les « Dix Petits Carbonniaux » et le « Gros Carbonniau ». Sur ces niveaux chertueux reposent les « Bancs à Moules », au sommet desquels passe conventionnellement la limite entre le Calcaire de la Providence et le Calcaire de Pont-à-Rieu ou « Veine de Première » des exploitants. Ces « Bancs à Moules » sont des bancs organodétritiques pouvant renfermer, à des niveaux divers, des amas lenticulaires de lumachelles particulièrement riches en Productoïdés.

Sous le microscope, le Calcaire de la Providence apparaît comme formé de micrites silicifiées à débris organogènes peu

abondants. Vers le haut de la formation, ces micrites sont recristallisées et quelque peu dolomitisées. A noter l'existence de nombreuses passées de Béreselles.

2. Région de Leuze.

La coupe fournie dans la sous-assise par le sondage de Vieux-Leuze marque une sensible réduction de la stampe par rapport à celle de Tournai. Son épaisseur totale y est de 62,95 m, soit 79,7 % seulement de la puissance relevée à Tournai. Quant aux épaisseurs des subdivisions correspondant au Calcaire d'Allain et au Calcaire de la Providence, elles sont respectivement de 32,15 m contre 40,75 m, ou 78,8 %, et de 30,80 m contre 30,30 m, ou 80,4 %. Il paraît donc se produire, de l'une à l'autre, une légère tendance vers l'égalisation des puissances, égalisation qui sera réalisée au *Tn3b* supérieur.

a) Les couches de la carrière du Crampon et le Calcaire d'Allain. — La sous-assise débute à Leuze, comme c'était le cas à Tournai, par des couches de base introduisant le type de sédimentation du Tournaisien Supérieur en faisant prédominer le régime calcaire sur le régime argileux. Ces couches ont ici une épaisseur de 7,80 m. Elles consistent en alternances de petits bancs de calcaires argileux, plus rarement de calcaires massifs, et de calcschistes à strates ou noyaux calcaires. *Rhipidomella michelini* est le fossile le plus fréquent à ce niveau; il y est accompagné de Strophoménacés, Chonétacés, Productoïdés, Spiriféracés dont *Spirifer tornacensis* et *Spirifer cinctus*. Térébratulacés, ainsi que de rares Bryozoaires, Lamellibranches et Gastéropodes.

Sur ces couches de base vient un deuxième complexe où l'élément argileux reste encore assez important et qui se parallélise fort bien avec les « Fonds d'Allain ». Épais de 6,90 m, il consiste en calcaires variés, souvent un peu crinoïdiques, plus ou moins argileux, se présentant en petits bancs réguliers ou onduleux, parfois entrecoupés de terrasses, séparés par des passées minces de calcschistes. La faune est banale, similaire à celle des couches sous-jacentes, avec en plus de rares Rhynchonellacés, Nautiloïdes et Trilobites.

La suite du Calcaire d'Allain consiste en calcaires en bancs minces à moyens, souvent un peu crinoïdiques, avec épisodes argilo-calcaires plus rares; des cherts dispersés apparaissent à

divers niveaux pour devenir abondants et former des rangées dans des bancs plus argileux, assez lenticulaires, correspondants exacts des « Carbonniaux d'Allain », par lesquels s'achève la première moitié de la Sous-assise. Au point de vue paléontologique, tout ce complexe se caractérise par une faune assez banale de Brachiopodes, par l'apparition suivie d'une immédiate disparition des Tabulés, avec *Michelinia favosa*, et des Tétracoralliaires, et surtout, comme à Tournai, par la fréquence marquée des *Phillipsia gemmulifera*.

L'examen en lames minces a révélé à Leuze la même zone de transition avec le *Tn2c* qu'à Tournai, tandis que le Calcaire d'Allain, sensu stricto, se montrait formé de calcaires organogènes à rares Spongiostromides. Ces calcaires sont argileux à la base, fortement recristallisés et silicifiés au sommet.

b) Calcaire de la Providence. — Si, à Leuze, le Calcaire d'Allain se compare fort bien avec celui de Tournai, il n'en est plus de même pour le Calcaire de la Providence qui est ici largement sous facies dolomitique.

Épais de 30,80 m, il débute par 1,90 m de calcaires franes, crinoïdiques à la partie inférieure, à faune banale de Brachiopodes, Trilobites et Ostracodes. Puis viennent 6,15 m d'alternances de calcaires dolomitiques et de dolomies crinoïdiques à rares Tétracoralliaires et Gastéropodes. Le troisième terme de la succession consiste en 20,75 m de dolomies grises, massives, grenues ou fleuries, généralement crinoïdiques, avec des épisodes rappelant le « Petit-Granit » et d'autres sans crinoïdes; ces derniers ne représentent toutefois qu'une faible partie de l'ensemble. Ce complexe est stratifié en petits bancs onduleux. Son sommet, plus argileux, rappelle les « Bancs de bleuzette » de la région de Tournai. Ce parallélisme est accru par la présence, en dessous de ces bancs, de niveaux cherteux parmi lesquels se reconnaissent les équivalents du « Gros Carbonniau » et des « Dix Petits Carbonniaux » de Tournai. Toutes ces roches sont peu fossilifères et n'ont guère fourni que de rares Tétracoralliaires isolés; à citer pourtant un banc à *Bellerophon* et *Orthoceras*. La formation s'achève par 2,10 m de calcaires peu dolomitiques à dolomitiques, crinoïdiques à très crinoïdiques, renfermant de rares Gastéropodes, *Euomphalus latus*, stratifiés en bancs onduleux, qui apparaissent comme un équivalent crinoïdique des « Bancs à Moules » de Tournai. Leur sommet est ici souligné par une coupure sédimentologique particulière-

ment nette, se présentant comme une sorte de « hard ground », formé par dissolution et recristallisation en une croûte cristalline de la partie terminale du dernier banc, fait d'un calcaire dolomitique tigré. C'est sur cette surface d'halmyrolyse que viennent reposer les calcaires francs du *Tn3b*.

L'examen pétrographique révèle des microfacies très monotones de dolomies organogènes, à Crinoïdes, imprégnées de silice diagénétique.

D 2. — Sous-Assise de Vault et de Pont-à-Rieu *Tn3b*.

1. Région de Tournai.

Dans sa conception présente, le *Tn3b* est formé, dans le bassin carrier du Tournaisis, par deux complexes sédimentaires bien différenciés, à la base le Calcaire de Pont-à-Rieu ou « Veine de Première » des exploitants, au sommet le Calcaire de Vault et de Chercq. Cette conception met également en parallèle le complexe supérieur avec le « Petit-Granit », alors qu'auparavant c'était le Calcaire de Pont-à-Rieu seulement qui lui était assimilé. Une coupe-type de la sous-assise a été récemment décrite et figurée (G. MORTELMANS, 1963).

a) Calcaire de Pont-à-Rieu. — Le Calcaire de Pont-à-Rieu consiste en 24,25 m de calcaires généralement crinoïdiques, gris foncé à gris moyen, dans lesquels les débris de Crinoïdes se présentent en traînées. Il est divisé en deux parties presque égales, l'inférieure constituant les « Bancs de bleu », la supérieure les « Bancs de gris ». Les bancs du sommet, parfois lenticulaires, se comparent assez bien au « Petit-Granit » dont ils ont les qualités comme pierre d'appareil.

L'étude pétrographique du Calcaire de Pont-à-Rieu révèle des calcaires organogènes à organo-détritiques formés de Brachiopodes et de Bryozoaires à l'équilibre mécanique, ainsi que des calcaires de lumachelles envasées, tous plus ou moins silicifiés et modérément recristallisés.

b) Calcaire de Vault et de Chercq. — Au-dessus d'un joint-limite parfois bien marqué, viennent les 32,75 m du Calcaire de Vault et de Chercq. Celui-ci débute par un ensemble de bancs-repères à cherts, les « Sept Petits Carbonniaux » et le « Gros Carbonniau », que surmonte un banc de calcaire crinoïdique. A ces couches de base, épaisses de quel-

ques mètres, succède une importante masse de calcaires massifs à subcrinoïdiques, de teinte gris-bleu à gris-noir, renfermant en quantités très variables des cherts isolés ou en lits.

Le Calcaire de Vaultx et de Chercq se termine par des « Bancs de bleu » et des « Bancs de gris »; ces derniers, épais de quelques mètres, sont formés de calcaires massifs, subcrinoïdiques ou crinoïdiques, fournissant la meilleure pierre d'appareil de la région. En beaucoup d'endroits la surface supérieure de ce complexe est un biostrome à *Michelinia* parfois volumineuses; ailleurs c'est un « hard ground » bruni, percé de tubulations et de tunnels. A Chercq, leur sommet devient calcschisteux, modification de facies qui se double d'une modification faunique profonde: aux associations riches en Brachiopodes, Bryozoaires et Coraux du *Tn3a* et du *Tn3b* succède brusquement une faune où prédominent les Céphalopodes, tant Goniatites que Nautiloïdes, accompagnés par quelques Gastéropodes propres au facies, des Chonétacés et des Brachiopodes Inarticulés (grosses Lingules en particulier) et, exceptionnellement, par des fragments importants de Poissons.

Au-dessus de cette coupure sédimentaire ou de ces lits à Céphalopodes, repose une couche peu épaisse, de quelques centimètres à 0,20 m, d'une argilite gris sombre stérile, connue dans tout le gisement sous le nom de « Gras Délit ». Ce lit argileux constitue la limite entre le *Tn3b* et le *Tn3c*, limite qui est aussi, à Tournai, celle entre deux grands types de sédimentation: en dessous, celle des calcaires organo-détritiques, au-dessus, celle des calcaires massifs, pauvres en organismes.

*
**

L'application d'un coefficient de proportionnalité entre les stamperes du Tournaisien et celle du « Petit-Granit » confirme l'hypothèse d'une corrélation entre le « Gras Délit » de la région de Tournai et le « Délit à la terre » des régions plus orientales; la belle pierre de taille de Tournai (« Bancs de gris ») correspond alors aux gros bancs de petit-granit immédiatement sous-jacents au délit.

*
**

L'étude en lames minces du Calcaire de Vaultx et de Chercq révèle des microfacies assez différents de ceux qui le précédaient. Il s'agit de micrites à rares passées organogènes, forte-

ment imprégnées de silice diagénétique. Les bancs du sommet sont recristallisés. Par sa lithologie, le Calcaire de Vault et de Chercq apparaît comme une formation de passage entre le Calcaire de Pont-à-Rieu et le Calcaire de Calonne.

*
**

La faune du Calcaire de Pont-à-Rieu et du Calcaire de Vault et de Chercq est riche et variée. Elle montre, dans sa composition, des modifications progressives de la base vers le sommet, modifications que les travaux de G. DELÉPINE, de J. BAUDET (1945) et de F. DEMANET (1956, 1958) ont bien mises en lumière. On ne soulignera ici qu'un fait, celui de la réapparition, vers le milieu du Calcaire de Vault et de Chercq, des Brachiopodes Inarticulés, Lingules et Orbicules, réapparition qui est accompagnée d'une rapide régression puis d'une quasi-disparition de nombreux autres Articulés, exception faite des Chonétacés. On peut voir dans ces faits la conséquence d'une diminution progressive de profondeur s'achevant par la formation du biostrome et du « hard ground » terminaux, diminution qui va de pair avec l'envasement de l'aire sédimentée.

2. Région de Leuze.

Il est assez aisé de paralléliser les complexes de Leuze et de Tournai grâce à l'existence de plusieurs niveaux-repères. Le *Tn3b* de Leuze atteint 55,70 m contre 57,00 m à Tournai, soit 97,7 % de ce dernier. Les valeurs individuelles sont de 23,25 m contre 24,25 m, ou 95,8 % pour le Calcaire de Pont-à-Rieu et de 32,45 m contre 32,75 m, ou pratiquement la même puissance, pour le Calcaire de Vault et de Chercq. On constate donc que la tendance à l'égalisation des puissances, amorcée dans le *Tn3a*, s'affirme dans le *Tn3b* inférieur pour se réaliser dans le *Tn3b* supérieur.

a) Calcaire de Pont-à-Rieu. — Cette formation débute par 5,45 m de calcaires non crinoïdiques, encore un peu dolomitiques à la base et au sommet, de teinte grise à gris sombre; ils sont stratifiés en bancs réguliers, minces à moyennement épais, qui se groupent en petits ensembles séparés par des terrasses ou des « limets » argileux; peu fossilifères, ils n'ont guère fourni que des Productoidés, *Avonia* et *Pustula*, et de

rars Tétracoralliaires et Tabulés, *Michelinia favosa*, ces derniers en position de vie. Le reste de la formation consiste en calcaires organo-détritiques à crinoïdes, à stratification souvent onduleuse; ces roches, où les Crinoïdes sont localement abondants, ne sont guère fossilifères : Brachiopodes banaux, rares Tétracoralliaires, Lamellibranches et Trilobites. S'il existe localement de minces épisodes un peu plus siliceux, aucune de ces roches ne renferme de cherts exprimés.

Du point de vue pétrographique, on observe des calcaires organogènes et organo-détritiques à Crinoïdes, Brachiopodes et Bryozoaires envasés, témoignant d'une silicification poussée et d'une recristallisation modérée.

b) Calcaire de Vaultx et de Chercq. — A Leuze comme à Tournai, on peut placer la limite entre les deux formations à l'apparition des accidents siliceux. Un complexe similaire à celui des « Sept Petits Carbonniaux » et du « Gros Carbonniau » existe à Leuze; il y est toutefois moins riche en concrétions cherteuses. Son sommet est un platier corallien à bouquets de *Cladochonus* empâtés dans une matrice calcaire fine. Sur ces couches de base reposent des calcaires généralement sombres, tantôt compacts, tantôt subcrinoïdiques à crinoïdiques, renfermant de nombreux cherts dispersés ou en rangées. Au sommet de la stampe se reconnaissent les équivalents des « Bancs de bleu » et des « Bancs de gris » de Tournai, avec au sein des premiers un horizon à *Spirophyton* chertifiés prolongeant celui connu dans cette localité. Les « Bancs de gris » sont, à Leuze, des calcaires gris à gris clair, compacts à organo-détritiques, présentant quelques rangées de cherts et renfermant une faune assez riche de Brachiopodes et de Rugueux. L'excellente corrélation existant entre les deux coupes permet de situer l'équivalent local du « Gras Délit » à un mince épisode schistoïde qui ne se distingue pas ici des autres joints schisteux, ce qui est parfois aussi le cas à Tournai.

L'étude pétrographique de la formation révèle des calcaires microcristallins à débris d'organismes de moins en moins fréquents vers le haut; leur silicification est poussée et leur recristallisation faible.

★
★★

Dans la mesure où un sondage permet de se forger une opinion, le *Tn3b* de Vieux-Leuze possède une faune nettement

moins riche et moins variée qu'à Tournai. Dans le Calcaire de Pont-à-Rieu, on ne peut guère citer que des Productoïdés, quelques Chonétacés et Spiriféracés, de rares Tétracoralliaires et Lamellibranches. Quant à la faune du Calcaire de Vaulx et de Chercq, elle se caractérise surtout par l'abondance relative des *Caninia*, isolées ou groupées en niveaux, et, dans la moitié supérieure de la formation, par d'assez nombreux Brachiopodes, Inarticulés, Strophoménacés, Chonétacés, Productoïdés, Dalmanellacés, Spiriféracés et, comme à Tournai, d'assez nombreux *Crurithyris*; on signalera encore des Trilobites et quelques Bryozoaires.

D 3. — Sous-Assise de Calonne et de Gaurain-Ramecroix *Tnsc.*

1. Région de Tournai.

Au-dessus du « Gras Délit » se développe, dans le bassin carrier, une puissante série de calcaires compacts, à grain fin, à cassure souvent subconchoïdale, bien lités, de teinte gris foncé à gris noirâtre, qu'entrecoupent de minces épisodes calc-schisteux ou cherteux; grâce à eux peuvent être distingués des groupes et faisceaux de bancs bien définis.

C'est qu'en effet, des variations locales de facies existent, qui avaient conduit les maîtres de carrières à parler de « Veine du bois » et de « Pierre de Calonne » sur les deux rives de l'Escaut, de « Veine de Gaurain-Ramecroix » à l'extrémité nord-est des exploitations. Comme on le montrera plus loin, il faut encore ajouter, au nombre de ces variations de facies, la « partie supérieure de la Pierre de Vaulx ».

Pour la partie de la sous-assise qui correspond à la « Veine du bois », nous avons repris le terme de « Calcaire (ou Marbre) de Calonne » que lui avait donné H. DE DORLÉDOT en 1895, mais il nous a paru souhaitable de conserver aussi l'expression « Calcaire de Gaurain-Ramecroix », en limitant son acception aux couches qui, au Nord-Est du gisement, viennent se placer entre le Calcaire de Calonne et le Viséen. Une coupe-type de la sous-assise, prise à Gaurain-Ramecroix, a été récemment publiée et figurée (G. MORTELMANS, 1963). Nous y avons établi une subdivision ternaire.

a) Calcaire de Calonne, partie inférieure. — Le Calcaire inférieur de Calonne atteint de 22 à 23 m d'épaisseur. Il correspond au « Fonds de la Veine du bois », 13 m environ, et aux couches qui le surmontent. Il débute par des bancs renfermant des noyaux ou des rangées de cherts, plus ou moins

nombreuses. Dans les 4 à 5 m inférieurs existent des niveaux fossilifères, souvent riches en petits Brachiopodes, les « Bancs à Chonetes ». Plus haut, la faune benthique ne comporte plus guère que des Lingules, des Orbicules et des Trilobites du genre *Griffithides*, auxquels s'ajoutent localement des éléments nectiques nombreux, Goniatites et grands Nautiloïdes. On notera que cette formation et, en tout cas, le « Fonds de la Veine du bois » occupe la position stratigraphique des derniers bancs de « Petit-Granit », situés au-dessus du « Délit à la terre », et des « Raches » qui le surmontent.

A Vault et à Chercq, — carrières du groupe des Cinq Rocs —, le *Tn3c* inférieur est, sur une vingtaine de mètres, remplacé par des calcaires similaires, parfois subcrinoïdiques et organodétritiques, qui poursuivent, au-dessus du « Gras Délit », les facies du Calcaire de Vault et de Chercq. Ce sont ces couches, et non celles du *Tn3b*, qui affleuraient jadis à Vault. En 1919, C. CAMERMAN les plaçait entre le Calcaire de Vault et de Chercq et le Calcaire de Calonne. Plus tard, et notamment dans la planche stratigraphique du mémoire de 1944, il les situe au niveau du Calcaire inférieur de Calonne; rien toutefois, dans ses textes, ne permet d'affirmer une corrélation des deux ensembles. Bien au contraire, il parle de carrières où l'on voit le Calcaire de Calonne venir biseauter les bancs de la « partie supérieure » du Calcaire de Vault. En fait, c'est à J. HONNOREZ (1958) que revient la démonstration du passage latéral des deux formations l'une à l'autre. Ces dépôts, qui se présentent en paquets irréguliers, à stratification onduleuse ou oblique, parfois entrecroisée, avec des lits tronqués obliquement, semblent correspondre au comblement d'un chenal affectant l'horizon. Les bancs du sommet sont plus réguliers; ils sont coiffés par une passée calcschisteuse, souvent riche en Céphalopodes et en Gastéropodes, qui paraît bien s'identifier à celle qui termine le Calcaire inférieur de Calonne sous son facies normal (1).

(1) Note ajoutée en cours d'impression. — La remise en exploitation de la Carrière du Tunnel-Nord, à Vault, vient de montrer à l'un de nous (G. M.) l'exactitude de la conception de C. CAMERMAN : on y peut voir les bancs du Calcaire de Calonne progressivement enfouir l'intumescence formée par le Calcaire supérieur de Vault. Celui-ci apparaît ainsi comme une formation allochtone, venue reposer sur le Calcaire de Vault proprement dit, sans doute par glissement sous-marin, au moment du dépôt du « Gras Délit ». Par sa lithologie et son contenu paléontologique, cette formation offre des caractères intermédiaires entre ceux du « Petit-Granit » et du Calcaire de Vault au niveau desquels il faut sans doute la placer (*Tn3b* supérieur).

Suite à cette correction stratigraphique, on peut considérer comme probable que les Goniatites, et avec elles d'autres fossiles, Blastoides notamment, donnés comme provenant du Calcaire de Vaulx (G. DELÉPINE, 1940), proviennent en réalité de ce niveau et appartiennent ainsi aux horizons supérieurs du Calcaire de Tournai, au *Tn3c* inférieur (1).

A Gaurain-Ramecroix, on peut distinguer dans ce niveau sept unités sédimentaires dont plusieurs se caractérisent par l'abondance des *Spirophyton*; elles correspondent aux faisceaux désignés par les exploitants comme « Portland », « Romain » et « Deuxième Rocher ».

b) Calcaire de Calonne, partie supérieure. — Le Calcaire supérieur de Calonne atteint 28,20 m à Gaurain-Ramecroix; ailleurs il est incomplet. Il débute au-dessus de la passée calcschisteuse repère et s'achève par un « Banc de bleu » à croûte calcschisteuse. Il se laisse subdiviser en six unités sédimentaires dont plusieurs offrent des bancs à partie inférieure macronoduleuse. Ce niveau correspond aux faisceaux suivants des exploitants : « Entre deux Rochers-Romain », « Premier Rocher-Portland » et « Romain » pro parte. Ces formations sont très peu fossilifères.

Au point de vue microfacies, le Calcaire de Calonne consiste en micrites de transformation de phase; on n'y rencontre que de très rares spicules et Ostracodes. Quant au dépôt, il s'est généralement effectué sous forme de séquences floues, mal définies, se présentant souvent en très gros bancs.

c) Calcaire de Gaurain-Ramecroix. — Dans l'acception que nous donnons à ce terme, le Calcaire de Gaurain-Ramecroix a 17,50 m. Il comporte d'abord, sur 5,60 m, deux séries de bancs-repères, les uns à texture noduleuse, les autres à cherts, qui correspondent au sommet du faisceau à « Romain » des exploitants. Certains de ces bancs renferment de petits fossiles, Goniatites, Gastéropodes et Brachiopodes. Au-dessus viennent deux autres unités sédimentaires séparées par un « hard ground » à perforations. Elles consistent en calcaires gris foncé, stratifiés en bancs d'épaisseur moyenne, souvent divisés par des diastèmes, qui introduisent le type de sédimentation du Viséen. Le Calcaire de Gaurain-Ramecroix se termine

(1) Voir note page 171.

par deux bancs-repères à double croûte calcschisteuse, dont le supérieur renferme des cherts. C'est à leur sommet que nous faisons passer la limite Tournaisien-Viséen, retrouvant ainsi, à très peu de chose près, la limite proposée, sur base paléontologique, par F. DEMANET (1956, 1958); cet ensemble correspond aux « Bancs à Portland » et à la base des « Écalettes » ou « Bancs à chaux » des exploitants.

Au point de vue pétrographique, le Calcaire de Gaurain-Ramecroix se révèle formé de micrites légèrement organogènes à spicules et Ostracodes, modérément recristallisées. C'est à ce niveau qu'apparaissent, à Tournai, les *Calcisphaera laevis*.

2. Région de Leuze.

Dans le sondage de Vieux-Leuze, le Tournaisien terminal se présente sous des facies bien différents de ceux de la région de Tournai. Malheureusement, les données qui s'y rapportent sont rendues quelque peu incertaines par l'existence d'un karst profond interrompant à diverses reprises la continuité stratigraphique. Nous avons admis, à titre d'hypothèse de travail, que l'égalisation des puissances constatée au *Tn3b* se poursuivait au niveau du *Tn3c*, ce qui donnerait à celui-ci une épaisseur de 65 à 70 m. Au-delà de cette estimation toutefois, il n'est guère possible d'asseoir des corrélations détaillées avec la région, pourtant bien proche, de Gaurain-Ramecroix.

Au-dessus de l'équivalent local des « Gras-Délit » et « Délit à la terre », se voient 9 m de calcaires massifs subcrinoïdiques et organodétritiques, renfermant des niveaux et des lumachelles à Brachiopodes, Tétracoralliaires et *Phillipsia*, qui poursuivent le facies du Calcaire de Vaulx et de Chercq. Ces couches apparaissent donc à la fois comme un équivalent des « Fonds de la Veine du bois » et des derniers bancs de « Petit-Granit », surmontés par les « Raches ». Elles se terminent vers le haut par un biostrome à *Caninia*.

Plus haut débute un facies de dolomies plus ou moins sili-ceuses, tendant parfois au quartzolite, à passées organo-détritiques à *Caninia* et Crinoïdes dispersés. Ces dolomies, cristallines, sont coupées par des passées de schistes et de calcschistes à pistes dont certaines peuvent être corrélées avec des épisodes semblables rencontrés dans le bassin carrier. La puissance exacte de ces dolomies est inconnue, du fait de nombreuses

pertes karstiques, mais ne paraît guère dépasser 15 à 20 m. Elles correspondraient donc à la partie médiane du Calcaire de Calonne.

Viennent ensuite 14 m de calcaires argilo-siliceux, stratifiés en bancs assez minces, souvent onduleux, dont beaucoup offrent un cœur calcaire encadré de calcaire argileux ou de calcschiste. Il s'y rencontre des passées à *Spirophyton*, des niveaux fossilifères à petits Brachiopodes, *Chonetes* et *Crurithyris*, ainsi que deux passées à Goniatites ayant fourni *Pericyclus impressus*, forme rencontrée à Tournai vers la base de la Sous-Assise ainsi qu'à l'extrême base du Viséen.

Sur ces couches reposent 3,80 m de calcaires finement stratifiés, grisâtres, à marbrures, divisés par des diastèmes, qui paraissent correspondre sensiblement à l'extrême sommet du Calcaire de Calonne et à la base du Calcaire de Gaurain-Ramecroix. Un niveau à cherts semble bien s'identifier à un des « Carbonniaux » inclus dans les bancs-repères de Gaurain-Ramecroix.

L'examen pétrographique des couches qui, à Leuze, peuvent être parallélisées avec le Calcaire de Calonne, révèle à la base des micrites dolomitisées, que suivent des micrites de transformation de phase, se présentant en séquences mal définies.

Plus haut, la dissolution karstique rend à nouveau la succession incomplète. Tout au plus peut-on dire que l'on entre à présent dans des alternances de calcaire et de dolomie noires, bioturbées, stratifiées en bancs minces à très minces. La limite entre les facies alternants et les dolomies franches paraît se situer vers le milieu du Calcaire de Gaurain-Ramecroix. Plus haut se rencontrent des dolomies grises, cristallines, à passées quartzolitiques, au sein desquelles pourrait se trouver la limite entre le Tournaisien et le Viséen.

Les microfacies correspondants sont, à la base, des micrites peu recristallisées, au sommet des micrites complètement dolomitisées.

E. — LE VISÉEN INFÉRIEUR : ASSISE DE DINANT VI.

Le problème de la limite entre le Tournaisien et le Viséen peut être considéré comme résolu dans le bassin carrier de Tournai, tant du point de vue sédimentologique que du point de vue paléontologique. On peut estimer, avec moins de sécurité

toutefois, qu'une solution satisfaisante de ce problème peut être proposée pour la région de Leuze.

Deux formations peuvent être distinguées dans le Tournaisien : à la partie inférieure, le Calcaire de Warchin et ses équivalents leuzois, attribuables au *V1a*, à la partie supérieure, les Calcaire et Dolomie de Pecq. Dans le forage de Vieux-Leuze, une continuité peut être observée entre ces deux formations. Il n'en est malheureusement pas de même dans la région de Tournai.

E 1. — Calcaire de Warchin.

1. Région de Tournai.

Seule la partie inférieure du *V1a* a été reconnue jusqu'ici aux environs de Tournai. Elle affleure au sommet des Carrières Isère et C.C.B. à Gaurain-Ramecroix, — sur près de 30 m dans cette dernière, — et a été traversée par deux sondages, l'un à Gaurain-Ramecroix (Brasserie Saint-Joseph), l'autre au Nord de la gare de Tournai (Chromerie Vanderveken); ce dernier en fournit une coupe précise sur 68,90 m. Quant au type de la sous-assise, il a été pris à Warchin, au fond d'un abreuvoir de la ferme du Bourlu (C. CAMERMAN, 1940).

L'acception donnée ici à ce terme est différente de celle de CAMERMAN et très proche de celle de F. DEMANET (1956, 1958), qui l'étend à l'ensemble des couches viséennes recoupées par ces sondages.

La coupe la plus importante est celle qu'a dressée R. LEGRAND (1951) du puits de la Chromerie Vanderveken, en utilisant les notes de débitage de FR. CORIN (1939) et les échantillons conservés au Service géologique. Entre cette coupe et le levé banc par banc de la Carrière C.C.B. (A. LOMBARD et G. MORTELMANS, 1950; B. MAMET et G. MORTELMANS, 1965), des raccords précis sont possibles, malgré la valeur assez différente des documents et une fréquence apparemment plus grande des niveaux chertueux à Tournai. La comparaison des courbes de calcimétrie renforce encore ces parallélismes, une forte et rapide augmentation de la teneur en carbonates apparaissant de part et d'autre peu en dessous de la limite Tournaisien-Viséen.

Le calcaire de Warchin peut être divisé en trois complexes, différant surtout par la teneur moyenne en carbonate calcaïque.

Le complexe inférieur atteint 28,90 m d'épaisseur et correspond sensiblement aux bancs exposés depuis peu au sommet de

la Carrière C.C.B. à Gaurain-Ramecroix, c'est-à-dire, à peu de chose près, aux « Bancs à chaux » ou « Écalettes » des exploitants. Il consiste en calcaires souvent assez clairs, au moins sur les surfaces altérées, gris à beiges, presque toujours intensément bioturbés. Ces roches se présentent en bancs moyens à épais, mais recoupés par de très nombreux diastèmes leur donnant l'aspect de bancs minces à très minces. Cette stratification est généralement régulière, mais certains niveaux offrent des bancs onduleux. Ce faisceau renferme plusieurs niveaux à cherts, dont une double rangée au sommet, avant une croûte schisteuse repère.

Comme on l'a dit plus haut, ce type de sédimentation à diastèmes nombreux est celui qui apparaît à la base du Viséen dans la région-type du Synclinorium de Dinant. Il semble donc présenter un caractère très général.

Ces couches ont fourni d'assez nombreux fossiles, au nombre desquels des Brachiopodes Inarticulés, *Lingula* et nombreuses *Orbiculoidea*, Chonétacés et rares Productoïdés, de rares Lamellibranches, de nombreux niveaux à Goniatices, de rares débris de Crinoïdes et des semis d'Ostracodes.

Les 23,30 m qui leur succèdent constituent la partie inférieure du Calcaire de Warchin, au sens où l'entendait CAMERMAN. Il s'agit de calcaires noirs, généralement compacts, formant de petits complexes séparés par des joints schisteux couverts de pistes, plus abondants dans la moitié inférieure. Trois niveaux cherteux se distribuent à la moitié inférieure, un autre un peu plus haut. Aux traces d'activité physiologique, pistes, terriers, *Spirophyton*, s'ajoutent quelques Tétracoralliaires, des Brachiopodes, *Lingula*, *Orbiculoidea*, *Chonetes* et Productoïdés, de nombreuses Goniatices et quelques débris de Crinoïdes.

Enfin, les 16,70 m exposés au sommet du sondage Vanderveken constituaient pour CAMERMAN la partie supérieure de son Calcaire de Warchin, plus riche encore en chaux que les couches sous-jacentes. Ce niveau ne diffère guère de celles-ci que par un certain resserrement des épisodes schisteux, noirs et parfois même d'aspect charbonneux. Cinq rangées de cherts noirs s'y intercalent. Le contenu paléontologique de ces couches comporte de rares Tétracoralliaires, quelques Brachiopodes et Lamellibranches, des passées à Goniatices et des restes de Trilobites et d'Ostracodes.

Selon F. DEMANET (1956, 1958), le Calcaire de Warchin unit à des espèces tournaisiennes banales, à grande distribution

verticale, qui y persistent, comme *Chonetes* (*Plicochonetes*) *elegans*, *Dictyoclostus vaughani* et *Cleiothyridina roissyi*, des espèces viséennes typiques, parmi lesquelles *Munsteroceras inconstans*, *Chonetes* (*Chonetes*) *kayserianus* et cf. *Plicatifera humerosa* (= *Productus sublaevis*).

L'étude pétrographique du Calcaire de Warchin fait ressortir qu'il s'agit de micrites organogènes, légèrement recristallisées, fortement imprégnées de silice diagénétique. On y a observé de rares passées de Spongiostromides dissociés et remaniés, des spicules, de rares Ostracodes et quelques *Calcisphaera laevis*.

2. Région de Leuze.

Dans le sondage de Vieux-Leuze, la limite Tournaisien-Viséen n'est pas visible, car elle vient passer dans une cavité karstique. Elle peut cependant être située avec une précision satisfaisante par comparaison avec la région de Tournai.

Le Calcaire de Warchin y débute par 25 m de dolomies sombres et de calcaires dolomitiques à grain fin, plus ou moins profondément silicifiés et passant à des quartzolites qui peuvent, occasionnellement, prendre le facies des phanites.

Viennent ensuite 24 m de calcaires noirs homogènes, se présentant d'abord sous la forme de minces bancs à double croûte calcschisteuse, sous celle d'alternances de minces bancs de calcaire tantôt argileux, tantôt non argileux, et s'achevant sur des calcaires très argileux; plusieurs niveaux sont profondément bioturbés; d'autres passent à des roches quartzolitiques. Vers le haut existent quelques niveaux fossilifères à *Caninia*, Chonétacés, Productoïdés et, çà et là, rares débris de Crinoïdes.

A ces couches succèdent 27 m de roches silicifiées, provenant de la transformation plus ou moins complète de calcaires noirâtres du même type, mais renfermant, en outre, des bandes de cherts; la quartzolitisation est fort poussée dans les 12 m inférieurs, moins dans le reste. Quelques vagues débris de fossiles, Crinoïdes et cf. *Reticularia*. C'est dans ce complexe que doit passer le sommet du Calcaire de Warchin tel qu'il est connu au sondage de la Chromerie Vanderveken; on notera combien puissante est la silicification des couches correspondantes à Vieux-Leuze.

La sous-assise s'y poursuit par 75 m encore de formations assez similaires, où des paquets de calcaires noirs et de calcaires argilo-siliceux bien lités, toutes roches parfois magnésiennes, alternent avec des paquets de quartzolites ou de roches par-

tiellement silicifiées; ces dépôts montrent des cherts locaux. Leur sommet est assez fossilifère, avec des Tétracoralliaires, des Brachiopodes, Strophoménacés, Productoïdés, Athyridés, et des Gastéropodes, *Euomphalus*.

Elle s'achève par 8 à 10 m de calcaires gris foncé à noirâtres, renfermant de rares débris de Crinoïdes, dispersés ou en trainées, ainsi que quelques Ostracodes et Bryozoaires.

Ainsi conçu, le Calcaire de Warchin atteint à Vieux-Leuze environ 158 m.

Au point de vue microfacies, il montre à la base des dolomies imprégnées de silice et passant au stade ultime à des roches complètement silicifiées, puis viennent des micrites organogènes, à spicules et Ostracodes, légèrement recristallisées à la base, fortement au sommet. On y a observé de rares Calcisphères à paroi épaisse.

E 2. — Calcaire et Dolomie de Pecq.

1. Région de Tournai.

Au Nord de Tournai, les forages hydrologiques ont recoupé, dans les régions de Pecq et de Saint-Léger, des roches mal stratifiées, se présentant en masses épaisses, consistant en calcaires et dolomies largement cristallisés, renfermant des niveaux à *Chonetes papilionacea*. Leurs relations avec le Calcaire de Warchin sont inconnues. Par comparaison avec le forage de Vieux-Leuze on peut penser que ces roches sont attribuables au *V1b*.

L'examen microscopique révèle des sparites à Foraminifères. Ceux-ci appartiennent aux assemblages 10 et 11 de microfaune tels que définis par B. MAMET (1965).

2. Région de Vieux-Leuze.

Au-dessus du Calcaire de Warchin, le forage de Vieux-Leuze a rencontré 70 m environ de formations que l'on peut attribuer au Calcaire de Pecq, la limite conventionnelle entre les deux formations étant prise à l'arrivée massive des Crinoïdes qui se présentent à présent en roche et non plus en trainées ou à l'état dispersé. Ces formations sont profondément affectées par des dissolutions karstiques rendant illusoire tout essai de stratigraphie fine.

Tout au plus peut-on distinguer une masse inférieure, épaisse de 50 m, débutant par des calcaires bleus à gris, subcristallins, passant à des calcaires crinoïdiques parfois magnésiens, gris-bleu foncé, pouvant revêtir localement le faciès du « Petit-Granit » ou celui des « Raches ». Ces couches renferment assez bien de fossiles, grosses *Caninia*, Bryozoaires, Brachiopodes variés, parmi lesquels des Strophoménacés et des Productoïdés, Ostracodes enfin.

Viennent enfin, exposés sur 21 m, des calcaires noirâtres en bancs minces, bioturbés, avec des cherts à la base, rappelant le Calcaire de Gaurain-Ramecroix. Localement fossilifères, ces roches ont fourni des Tétracoralliaires, des *Lingula* et des Brachiopodes articulés.

Avec elles s'achève la série viséenne exposée à Vieux-Leuze.

5. CONCLUSIONS.

a) Évolution de la subsidence dans le Tournaisis.

Depuis qu'a été démontré l'âge Tournaisien Supérieur et Viséen le plus inférieur du Calcaire de Tournai, il est évident que la région de Tournai a constitué, au Carbonifère Inférieur, une aire à subsidence et sédimentation accélérées au sein de la plate-forme dinantienne et namurienne (G. MORTELMANS et P. BOURGUIGNON, 1954).

L'étude du Viséen et du Namurien de la région Basècles-Blaton n'a fait que confirmer la justesse de ces vues (B. MAMET, 1959; J. BOUCKAERT, A. DELMER et P. OVERLAU, 1961).

Enfin, le creusement des forages de l'Asile et de Vieux-Leuze a montré que ce fait s'était déjà produit antérieurement, notamment au Frasnien et au Givétien.

Il en résulte que le Hainaut occidental a constitué un point singulier de la paléogéographie dévono-dinantienne.

Pour le « Calcaire Carbonifère », les puissances relevées dans le Tournaisis sont, en moyenne, trois fois plus fortes que celles observées ailleurs.

En outre, la comparaison des coupes des deux forages profonds, complétées par celles des carrières et de plus petits sondages, montre que la région de Tournai est, en moyenne, plus subsidente que celle de Leuze : le Tournaisien de Tournai atteint

420 m, celui de Leuze seulement 380 m, avec les valeurs partielles suivantes pour les trois assises :

	Tournai.	Leuze.
Tournaisien Supérieur	205,00	185,00
Tournaisien Moyen	163,20	148,15
Tournaisien Inférieur	51,05	47,90
	<hr/>	<hr/>
	419,25	381,05

L'examen comparatif des subdivisions secondaires établies dans ces assises montre que cette subsidence n'a pas toujours connu le même rythme, s'annulant à certaines époques, s'accéléralant à d'autres. Aussi est-il intéressant de passer en revue les valeurs relevées pour chacune d'elles :

Aucune différence n'apparaît dans la série constituée par le Famennien terminal et la Sous-Assise d'Etrœungt *Tn1a*;

La première amorce d'une subsidence différentielle se marque dès le début de la Sous-Assise d'Hastière *Tn1b*, les deux coupes étant dans le rapport de 100 à 85;

Le Tournaisien Moyen constitue, dans son ensemble, une unité particulière, si on l'envisage sous l'angle de la subsidence différentielle; celle-ci est maximale au *Tn2a* (rapport de 100 à 82), diminue au *Tn2b* (rapport de 100 à 88) et tend à s'annuler au *Tn2c* (rapport de 100 à 96);

La même observation peut être faite à propos du Tournaisien Supérieur : les subsidences locales sont, pour le *Tn3a*, dans les rapports de 100 à 79 et de 100 à 80 pour les deux subdivisions régionales de la sous-assise; elles tendent à s'égaliser dès la base du *Tn3b* (rapport de 100 à 96) et cette égalisation est pratiquement réalisée pour la partie supérieure du *Tn3b* (rapport de 100 à 98); pour le *Tn3c*, les comparaisons sont plus délicates, du fait des pertes occasionnées par la dissolution karstique dans la région de Leuze; mais les possibilités de raccord encore existantes suggèrent qu'à ce moment plus aucune différence n'existait entre les deux régions du point de vue subsidence.

En conclusion, la comparaison des deux successions met en évidence de véritables pulsations dans l'évolution de la subsidence, pulsations qui ont localement affecté le fond du bassin de sédimentation et dont les plus marquées sont celles situées à la limite *Tn1a-Tn1b*, *Tn1-Tn2* et *Tn2-Tn3*.

b) Variations de facies.

Outre les différences de subsidence que fait ressortir la comparaison des stampes de Tournai et de Leuze, celle-ci met encore en évidence des variations latérales de facies qui, nulles à certains niveaux, sont profondes à d'autres. La rapidité et l'importance de ces modifications se trouvent encore accentuées si l'on songe que 9 km seulement séparent les exploitations les plus orientales du bassin carrier, celles de Gaurain-Ramecroix, du forage de Vieux-Leuze.

Au Famennien terminal et au Tournaisien Inférieur, les successions sont quasi identiques, le même nombre d'unités séquentielles étant observées de part et d'autre; les seules variations se font au niveau du banc et résultent, manifestement, de caractères très locaux du fond marin.

Pendant le Tournaisien Moyen ne se marquent pas non plus de différences fondamentales, les facies de Leuze étant toutefois assez souvent plus terrigènes et montrant d'autres rythmes séquentiels que ceux de Tournai.

Au *Tn3a*, on a une quasi-identité de facies pour le Calcaire d'Allain, mais il n'en va pas de même pour le Calcaire de la Providence qui se trouve remplacé, à Leuze, par des formations dolomitiques.

On revient à des facies quasi identiques pendant le *Tn3b*, mais de profondes différences apparaissent au *Tn3c* où les riches faisceaux de pierre à ciment du bassin carrier de Tournai sont remplacés par des alternances de calcaires et de dolomies, parfois imprégnés de silice diagénétique au point de tendre vers les quartzolites. On voit donc, par cette comparaison, que l'arrivée à l'affleurement des couches à ciment du bassin de Tournai est quasi miraculeuse : que la position de l'Anticlinal de Tournai ait été déplacée de quelques kilomètres vers l'Est, et ce bassin fut resté insoupçonné ou, en tout cas, inexploitable.

Au Viséen Inférieur, les facies sont à nouveau fort différents, le Calcaire de Warchin étant à Leuze largement remplacé par des dolomies et des roches silicifiées. Plus haut, les comparaisons ne sont plus possibles (¹).

(¹) *Note ajoutée en cours d'impression.* — Si elles ne le sont plus entre Leuze et Tournai, elles le sont, par contre, entre Leuze et la région de Ligny-Aubechies, ainsi que vient de le montrer la publication, par R. MARLIÈRE, de la coupe des captages effectués dans cette région. La comparaison des deux coupes montre que, pour le *V1a* au moins, aucune correspondance ne peut être mise en évidence, tant les facies sont différents et ce, une fois encore, sur une distance très courte.

c) **Raccords stratigraphiques entre le Tournaisien de la région de Tournai et celui de la Dendre et de la Senne.**

Les raccords stratigraphiques entre la région de Tournai et celles où affleure le « Petit-Granit » sont longtemps restés incertains. C'est ainsi que le « Petit-Granit » était généralement parallélisé avec le Calcaire de Pont-à-Rieu, parallélisation qui s'appuyait notamment sur des analogies de facies et de faune.

Le forage de Vieux-Leuze, en montrant des facies et des puissances intermédiaires entre les deux régions, a fourni la clef de corrélations que l'on peut, à présent, considérer comme quasi définitives :

le Calcaire d'Allain et le Calcaire de la Providence correspondent au *Tn3a*, c'est-à-dire à une succession de dolomies, crinoïdiques ou non, et de calcaires crinoïdiques siliceux, localement à cherts, se terminant par les « Cliquantes »;

le Calcaire de Pont-à-Rieu correspond à la partie inférieure du gisement carrier du « Petit-Granit » comprise entre le délit coquillier de la « Belle Litée » jusqu'au « Gros Banc de 3,10 m » compris, tandis que le Calcaire de Vault et de Chercq correspond à la partie supérieure jusqu'au « Délit à la terre »;

le « Gras Délit » du Tournaisien s'identifie avec le « Délit à la terre » de Soignies, niveau-repère qui peut être suivi au moins jusqu'au sein des dolomies de Marche-les-Dames;

le Calcaire de Calonne et le Calcaire de Gaurain-Ramecroix et leurs équivalents leuzois correspondent aux bancs supérieurs du « Petit-Granit », aux « Raches » et au Calcaire de Malon-Fontaine.

d) **Sédimentation.**

L'examen rapide de 1.800 lames minces permet de résumer comme suit l'évolution sédimentologique du Tournaisien de la région-type.

Au départ on a, au Famennien terminal, une sédimentation lagunaire dolomitique à laquelle succède, au *Tn1a*, un premier facies de « shelf ». Toutefois, les détritiques tant quartzeux qu'argileux domineront encore jusqu'aux Calcschistes de l'Orient. Le Calcaire de Landelies, quant à lui, rappelle en plus d'un aspect, la sédimentation de « shelf » du *Tn1a*.

Le passage des Calcschistes de l'Orient au Calcaire d'Allain est remarquable par l'apparente solubilisation des quartz détritiques qui indique une modification brutale du pH et de la salinité.

La sédimentation calcaire d'enfouissement *in situ* de Crinoïdes et de Bryozoaires trouve sa plus belle expression au Tournaisien Supérieur; seules des passées argileuses détritiques troublent la monotonie d'accumulation sur place des prairies de Crinoïdes et de Bryozoaires; l'écologie de pareil sédiment se déduit donc d'une taphocénose. Si des grano-classements à petite échelle peuvent s'observer, ils correspondent à des déplacements latéraux de l'ordre métrique; le rôle des courants dans pareille sédimentation est donc faible.

Enfin, le passage du Tournaisien au Viséen se fait d'une manière progressive et floue, sans changement appréciable du lithofacies. Par contre, l'apparition d'une stratification très accusée est fort comparable à un phénomène similaire qui, dans le bassin de Dinant, s'observe entre le Calcaire de Leffe (*Tn3c*) et le Marbre Noir de Dinant (*V1a*).

R. CONIL (1963, p. 133) a donné comme indice d'une profonde modification paléogéographique au Viséen Inférieur, le fait que ce dernier atteindrait 330 m à l'Ouest du Synclinal de Namur. Cette épaisseur énorme, comparée à celle que l'on observe à l'Est du Synclinal de Namur, pourrait en effet indiquer une phase tectonique au Viséen Inférieur. Mais il faut remarquer que cet argument perd toute sa valeur si l'on replace le Viséen Inférieur dans son contexte, c'est-à-dire si l'on compare les épaisseurs du Tournaisien et du Viséen de ces deux régions. Le Tournaisien de l'Ouest de la Belgique atteint 420 m, soit trois fois plus que dans la région de Namur; similairement, le Viséen Moyen doit également être multiplié par un facteur trois quand on compare les deux régions. La partie occidentale du Synclinal de Namur est donc une zone à subsidence accélérée et point n'est besoin d'invoquer une phase tectonique particulière au Viséen Inférieur pour expliquer son épaisseur apparemment anormale.

L'analogie sédimentologique des couches de la région de Tournai avec celles du Synclitorium de Dinant est, par ailleurs, fort frappante.

Au Famennien terminal correspond également, dans le Synclitorium de Dinant, une phase de subsidence pendant laquelle il y a concurrence entre deux types de sédimentation, l'une détritique, l'autre carbonatée (F. KAISIN *in* R. CONIL et M. LYS, 1964). Aux assises d'Etrœungt et d'Hastière et de Maredsous, cette dernière prend le pas sur la première, mais les détritiques silteux restent toutefois abondants. Une modification importante de salinité caractérise la base de l'Assise de Celles, où les

quartz détritiques passent normalement en solution et où la silicification des carbonates devient un fait d'observation courante. Enfin, au Viséen Inférieur, les kaolinites ont pratiquement disparu. Ces observations montrent qu'on passe donc d'un régime de molasse, celui du Dévonien Supérieur, à des facies de plus en plus franchement marins, dont l'apogée se situe au Viséen Moyen (1). Tout le cycle dinantien est donc « transgressif » dès sa base et le Viséen Inférieur est le témoin de modifications paléogéographiques qui ne sont pas plus importantes que celles relevées au niveau du Calcaire d'Etrœungt ou de l'Assise de Celles (N. STRAKHOV, 1948, p. 63.)

e) **Le problème de la définition de l'étage Tournaisien.**

Un étage géologique apparaît comme l'intégrale d'un certain nombre d'assises ou de sous-assises, dont chacune est définie par une section-type, les diverses sections-types n'étant pas nécessairement prises dans une région unique. Il en résulte que c'est au niveau de ces subdivisions seules que le concept de section-type est d'application stricte. Aussi, on ne peut qu'insister sur la nécessité d'un respect scrupuleux de ces sections-types, supports objectifs et tangibles de conceptions paléontologiques qui, elles, le sont souvent beaucoup moins.

Aussi, n'entre-t-il nullement dans les intentions des auteurs de proposer une section-type pour l'étage Tournaisien. Tout au plus veulent-ils souligner qu'avec l'achèvement du forage de Tournai, c'est dans la région même où fut pris jadis le type du Tournaisien, que se trouve la définition locale la plus complète de l'étage, faite de 420 m de couches relevées banc par banc.

De plus, il faut attirer l'attention sur le fait que le Tournaisien Supérieur de Tournai est actuellement beaucoup mieux défini que la section-type originale de l'Assise.

Par ailleurs, le forage de Tournai remet en question le problème de la limite inférieure du Tournaisien qui, en Belgique, est aussi celui de la limite entre le Dévonien et le Carbonifère.

f) **Le problème de la limite entre le Dévonien et le Carbonifère.**

Cent ans de recherches n'ont en rien modifié les conclusions de J. GOSSELET qui avait montré combien le passage entre les deux systèmes était progressif. Aussi, le tracé de cette limite

(1) A partir du V2b, de larges ondulations de la plate-forme amènent l'émergence de certaines de ses parties avec apparition irrégulière de facies paraliques ou même de lacunes. Cette tendance est générale au V3c.

est-il bien plus question de convention que de logique : le tableau II est destiné à clarifier ce problème, qui n'est que la recherche d'un langage commun entre stratigraphes.

En Belgique et en France, régions-types du « Calcaire Carbonifère », cette limite est, depuis toujours, placée soit à la base, soit au sommet de la Sous-Assise d'Etrœungt (*Tn1a*).

Par contre, le Congrès de Stratigraphie du Carbonifère de 1935, s'appuyant sur la persistance des Clyménées au Tournaisien Inférieur et à la base du Tournaisien Moyen, a placé cette limite entre le *Tn2a* et le *Tn2b*, donnant ainsi le poids le plus fort à des formes-reliques, ayant dépassé la période d'acmé du phylum ⁽¹⁾.

Toute discussion de cette limite conventionnelle restera stérile aussi longtemps que l'examen paléontologique intégral des sous-assises litigieuses n'aura pas été effectué. Il faudra donc réétudier ces sections, où le principe de superposition garantit des successions sans hiatus, non plus pour les Brachiopodes ou les Cœlentérés comme au XIX^e siècle, ou plus récemment pour les Ammonoïdes, mais encore pour les Foraminifères ou les Conodontes ou tout autre phylum dont l'utilité stratigraphique est démontrable.

Le temps n'est plus où un chercheur ou un groupe de chercheurs, sur la foi d'un seul phylum, étudié exclusivement, pouvait proposer une limite stratigraphique avec l'espoir d'être accepté internationalement. Les « breaks » évolutifs des différents ordres doivent être comparés et alors seulement pourra-t-on présenter valablement une limite conventionnelle entre le Dévonien et le Carbonifère.

Nous avons montré, par exemple, que le Calcaire d'Etrœungt correspondait à l'explosion de *Quasiendothyra kobeitusana*, *Q. communis* et *Klubovella* (assemblage 6, B. MAMET, G. MORTELMANS et P. SARTENAER, 1965). C'est là une limite proposée depuis plus de dix ans par les chercheurs soviétiques et elle est parfaitement valable en Europe occidentale.

Il serait toutefois désastreux de fixer la limite Dévono-Carbonifère uniquement sur pareil assemblage, qui n'a qu'une répartition eurasiatique. En effet, l'examen par l'un de nous (B. M.) de plus de 65 sections nord-américaines, n'a pas permis d'y mettre en évidence cet assemblage. Aussi, tant que la preuve de la répartition mondiale des *Quasiendothyra kobeitusana* et

(1) C'est comme si, du fait de la découverte de Monograptidés dans le Gedinien et le Siegenien de Bohême, on décidait de placer la limite Silurien-Dévonien à la base de l'Émsien.

communis n'aura pas été apportée, la convention du passage Dévonien-Carbonifère basée sur cet assemblage ne serait applicable qu'à moins de la moitié de la répartition paléogéographique de ces sédiments, d'où sa caducité.

Par contre, l'apparition de l'assemblage 7 (B. MAMET, 1965) correspondant à l'acmé de *Chernyshinella* est mondiale et se retrouve tant en Europe (*Tn2b*) qu'en U.R.S.S. ou en Amérique du Nord (Chouteau, zone à « *Granuliferella* »). De plus, l'existence d'une explosion dans la répartition des Conodontes permet de retrouver mondialement (C. COLLINSON, A. SCOTT et C. REXROAD, 1962) la base de cet horizon qui correspond à la limite proposée sur Ammonoïdes.

En conclusion, les deux limites en présence sont basées l'une comme l'autre sur des arguments paléontologiques valables. L'argument de section-type n'apporte aucun élément permettant de résoudre le problème dans un sens ou dans l'autre, puisque, dans la région-type, la partie du Tournaisien exposée en carrière et connue des stratigraphes englobe uniquement le Tournaisien Supérieur et une minime partie du Tournaisien Moyen.

Il serait toutefois logique de faire coïncider la limite inférieure de l'étage Tournaisien et la limite du Dévonien au Carbonifère. Cette conception, qui rejoint celle des premiers auteurs de la Stratigraphie franco-belge (E. DUPONT et J. GOSSELET) est en accord avec le schéma stratigraphique unifié soviétique. Cependant, son application à l'échelle mondiale n'est nullement prouvée et seule la limite du Congrès mondial de 1935 basée sur Ammonoïdes-Conodontes et Foraminifères (assemblage 7) a pour l'instant une valeur cosmopolite.

BIBLIOGRAPHIE.

- BATHURST, R., 1959, Diagenesis in Mississippian calcilitites and pseudobreccias. (*J. Geol. Petr.*, vol. 29, n° 3, pp. 365-375.)
- BOUCKAERT, J., DELMER, A. et OVERLAU, P., 1961, Stratigraphie du Viséen moyen et supérieur et du Namurien inférieur de la région de Basècles-Blaton. (*Mém. Inst. géol. Univ. de Louvain*, t. 22, pp. 239-255.)
- COLLINSON, C., SCOTT, A. and REXROAD, C., 1962, Six charts showing biostratigraphic zones and correlations based on Conodonts. (*Illinois State Geological Survey Urbana Circular*, 328, pp. 1-32.)
- CONIL, R., 1963, Interprétation micropaléontologique de quelques sondages de Campine. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. 72, pp. 123-136.)

- CONIL, R. et LYS, M., 1964, Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de la Belgique. (*Mém. Inst. géol. Univ. de Louvain*, t. 23.)
- FOLK, R., 1959, A practical petrographic classification of limestones (*A. A. P. G.*, vol. 43, pp. 1-32.)
- HONNOREZ, J., 1958, Contribution à la stratigraphie du Calcaire carbonifère du Tournaisis. Université Libre de Bruxelles, Mémoire de Licence.
- LEGRAND, R. et MORTELMANS, G., 1956, Le sondage de l'Asile d'aliénés à Tournai : reconnaissance de Tournaisien moyen. Présentation d'échantillons. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. LXV, fasc. 2, pp. 347-355.)
- 1959, Le sondage de l'Asile d'aliénés à Tournai et le problème de la stratigraphie du Tournaisien de Tournai. (*Ibid.*, t. LXVIII, fasc. 2, pp. 335-348, 1 pl.)
- LEGRAND, R., 1962, Données nouvelles sur le Tournaisien grâce aux forages de Tournai et de Leuze. (*C. R. Acad. Sci.*, Paris, t. 254, pp. 3878-3880.)
- MAMET, B., 1959, Données nouvelles sur la stratigraphie, la paléontologie et la sédimentologie du Viséen moyen et supérieur de la région de Basècles-Blaton. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. 67, pp. 368-382.)
- 1961, Réflexions sur la classification des calcaires. (*Ibid.*, t. 70, pp. 48-64.)
- 1964, Sédimentologie des faciès « Marbres Noirs » du Paléozoïque franco-belge. (*Inst. roy. Sc. nat. de Belgique*, Mém. n° 151.)
- 1965, Remarques sur la microfaune du « Marbre Noir » de Dinant. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. 88, pp. 187-219.)
- MAMET, B., MORTELMANS, G. et SARTENAER, P., 1965, Réflexions sur le calcaire d'Etrœungt à Etrœungt. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. 74, pp. 41-51.)
- MAMET, B., 1965, Diagenesis in Carbonates. (*Encyclopedia of Earth Sciences*, Rheinholdt, New York.)
- MORTELMANS, G. et BOURGUIGNON, P., 1956, Le Dinantien, in *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*.
- MORTELMANS, G., 1963, Les Calcaires de Tournai, in DELMER, A., LEGRAND, R., MAMET, B. et MORTELMANS, G., *Le Dinantien du Hainaut occidental. (VI^e Congrès International de Sédimentologie, livret-guide de l'excursion I-J.)*
- VANDENHENDE, R., 1956, Études stratigraphiques et observations paléontologiques sur les calcaires tournaisiens aux environs de Tournai. Université Libre de Bruxelles, Mémoire de Licence.

★
★ ★

Pour les publications antérieures à 1958, on se référera à :

- CAMERMAN, C. et ROLLAND, P., 1944, *La Pierre de Tournai. Son gisement, sa structure et ses propriétés. Son emploi actuel. Son emploi dans le passé.* (*Mém. Soc. belge de Géol.*, nouv. sér., n° 1.)
- DEMANET, F., 1956, Notices relatives au Tournaisien de Tournai, in *Lexique Stratigraphique International*, vol. I : Europe, fasc. 4-a-II : Paléozoïque supérieur.
- 1958, Contribution à l'étude du Dinantien de la Belgique. (*Inst. roy. Sc. nat. de Belgique*, Mém. n° 41.)