

Le Paléozoïque antécarbonifère de Bretagne (France). Résultats récents et problèmes actuels

Claude Babin, J. Chauvel, Jean-Jacques Chauvel, J.L Henry, C. Le Corre, P. Morzadec, J. Nion, Alexandre Philippot, Yves Plusquellec, A. Renaud

▶ **To cite this version:**

Claude Babin, J. Chauvel, Jean-Jacques Chauvel, J.L Henry, C. Le Corre, et al.. Le Paléozoïque antécarbonifère de Bretagne (France). Résultats récents et problèmes actuels . Casopis pro Mineralogii a Geologii , 1968, 13 (3), pp.261-278. insu-01497120

HAL Id: insu-01497120
https://insu.hal.science/insu-01497120

Submitted on 28 Mar 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ČASOPIS PRO MINERALOGII A GEOLOGII

Zvláštní otisk

ROČNÍK 1968

© ACADEMIA, NAKLADATELSTVÍ ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE VĚD

ČASOPIS
PRO MINERALOGII A GEOLOGII
ORGÁN ČESKOSLOVENSKÉ SPOLEČNOSTI PRO MINERALOGII A GEOLOGII PŘI ČSAV
ročník 13 • 1968 • číslo 3

Le Paléozoique antécarbonifère de Bretagne (France). Résultats recents et problèmes actuels*

(4 figs.)

Par C. BABIN, J. CHAUVEL, J.-J. CHAUVEL, J.-L. HENRY, C. LE CORRE, P. MORZADEC, J. NION, A. PHILIPPOT, Y. PLUSQUELLEC, & A. RENAUD

Starší paleozoikum v Bretani spočívá na vulkanicko-sedimentárních sériích označovaných jako brioverien. Staropaleozoická sedimentace končí svrchním devonem. V uveřejňované studii jsou shrnuty litologické, stratigrafické i paleontologické údaje o ordoviku, siluru a devonu. Nejvíce pozornosti je věnováno ordoviku, nejméně devonu pro jeho poměrně malé zastoupení i nesnáze spojené s jeho litostratigrafickým i biostratigrafickým členěním.

Cette note présente les travaux récents et en cours concernant les formations paléozoïques du Cambrien au Dévonien supérieur dans le synclinorium Brest-Laval et les synclinaux du S de Rennes.

Le Paléozoïque armoricain repose sur un socle volcanosédimentaire généralement désigné sous le nom de Briovérien. Le Briovérien repose lui-même sur un socle plus ancien visible dans la partie nord du Massif armoricain: c'est le Pentévrien mis en évidence et décrit par Cogné (1959 et 1962).

Les formations briovériennes ont été affectées par les plissements cadomiens à la fin du Briovérien, la tectogénèse cadomienne a ainsi donné naissance à deux importants massifs émergés (Domnonaea et Mancellia au N - Ligeria au S) où les séries briovériennes ont été livrées à l'érosion. C'est sur ce socle plissé et plus ou moins arasé que s'est avancée la transgression paléozoïque.

I. Trémadocien et Ordovicien inférieur

1. La série rouge: ce terme désigne un ensemble sédimentaire de teinte généralement rouge-pourpré contenant un certain nombre de types pétrographiques différents:

a) — Poudingue de Montfort: on le rencontre à la base de la série pourprée. Il contient typiquement des galets de grès réunis par une matrice gréso-schisteuse.

Le matériel constituant les galets provient des séries briovériennes; le grès est identique à celui des bancs gréseux briovériens et l'on rencontre localement des galets formés de fragments roulés de poudingue de Gourin (Chauvel & Philippot, 1960).

Quelques variations du type sont à signaler:

— développement d'éléments anguleux de quartz néoformés soit dans le

* Présenté à la 23ème session du Congrès Géologique International à Prague, 1968.

ciment, soit à la périphérie des galets qu'ils englobent partiellement ou totalement (Philippot & Chauvel, 1957);

— présence, le plus souvent à la base du poudingue, d'un niveau à galets de schistes;

— localement passage à un faciès riche en galets de quartz. (Klein, 1959).

Aucune trace d'organismes n'a été signalée dans le poudingue de Montfort.

b) — Schistes rouges (au sens strict): ce terme utilisé par Toulmouche désigne des sédiments siliceux de teinte lie-devin, faisant stratigraphiquement suite au poudingue de Montfort, mais de nature pétrographique variée; on y rencontre des schistes fins, des pélites et des grès. Tous ces sédiments ont un aspect extérieur commun: dalles esquilleuses pourprées à schistosité fruste et ondulée. Localement la teinte rouge peut disparaître en faisant place à des teintes vertes, violettes, et même noires. La lithostratigraphie de ces sédiments est actuellement à l'étude. Paléontologiquement, les recherches tendant à recueillir une faune utilisable sont restées vaines. Tout au plus a-t-on rencontré quelques traces de Lingulidés. Par contre certains niveaux renferment en abondance des structures connues sous le nom de *„Vexillum"*.

c) — Grès de Courouët: ce grès étudié par Barrois & Pruvost (1929) dans le synclinal de Guignen, et généralement considéré comme un faciès local, semble en réalité avoir une extension relativement grande tout au moins au S de Rennes (Le Corre, 1966).

C'est un grès grossier, blanc en surface mains verdâtre en profondeur. Les grains de quartz peuvent atteindre 1 cm de diamètre. La présence de nombreux grains de phtanite lui donne un aspect „poivré" caractéristique. La composition modale définie sur le gisement type est la suivante:

— Quartz	= 64,1 %
— Microquartzite (surtout phtanite)	= 25,8 %
— Minéraux micacés et chlorites	= 8,7 %
— Minéraux opaques et lourds	= 1,4 %

Le grès de Courouët paraît dépourvu de toute trace de fossiles.

La position stratigraphique du grès de Courouët n'est pas toujours constante. Des études détaillées récentes (Le Corre, 1966) ont montré que si ce faciès sableux est partout situé sous les schistes rouges, il pouvait soit remplacer latéralement le poudingue de Montfort, soit lui être superposé.

d) — Formations éruptives: localement on rencontre au sommet de la série rouge (synclinal de Réminiac), des épanchements volcaniques aériens de types quartz-kératophyre (Boyer, 1966).

La série rouge peut atteindre plusieurs centaines de mètres de puissance mais elle peut aussi manquer totalement; dans les régions où elle existe elle repose sur le socle briovérien par l'intermédiaire du poudingue de Montfort ou du grès de Courouët. Le contact entre les deux séries est très nettement discordant. L'existence de cette discordance qui marque la base du Paléozoïque a été longtemps controversée; depuis les travaux récents elle ne semble maintenant plus mise en doute (Bolelli, 1951; Klein, 1959—1960; Chauvel, 1959; Chauvel & Philippot, 1957—1960). Vers le sommet, la série rouge peut se terminer de deux manières différentes:

— ou bien elle est couronnée par les épanchements volcaniques acides et aériens, il s'agit alors de régions localement émergées;

— ou bien elle passe insensiblement à l'Ordovicien inférieur qui la surmonte traduisant ainsi l'existence de zones immergées à sédimentation continue.

Le problème le plus ardu posé par cette série-rouge est celui de son âge: en effet, jusqu'à présent, elle n'a fourni aucun reste utilisable d'organisme.

Généralement on admet un âge cambrien mais plusieurs auteurs à la suite de Kerforne (1921) lui attribuent un âge trémadocien.

L'étude des régions voisines de la Bretagne montre que le Cambrien y existe d'une manière certaine: Cambrien inférieur en Normandie (Bigot, 1925; Doré, 1963), Cambrien moyen dans le nord de la Vendée (Cavet, Gruet & Pillet, 1966). En Vendée, la faune de Trilobites, trouvée récemment dans les pélites associées au poudingue de Vihiers qui marque la base du Paléozoïque, montre que la transgression paléozoïque ne semble pas synchrone dans toutes les régions. Il parait donc difficile de fixer un âge au poudingue de Montfort et à la base de la série rouge. Par contre le fait qu'il puisse y avoir continuité de sédimentation avec l'Ordovicien inférieur permet de penser que les sédiments pourprés les plus récents sont d'âge trémadocien ou skiddavien inférieur.

En résumé: la série rouge ayant une puissance très variable, il n'est pas possible de préciser l'âge des formations de base qui ne sont pas synchrones. Par contre la partie terminale semble pouvoir être attribuée au Trémadocien; on peut donc admettre que la série rouge est cambro-trémadocienne et que dans les régions où elle existe, le début de la période de sédimentation varie dans le temps avec le développement progressif de la transgression paléozoïque.

2. Le grès armoricain: le grès armoricain défini par Rouault en 1850 n'a pas partout les mêmes caractères lithologiques en Bretagne:

— dans le synclinorium médian: on recontre une seule masse de grès quartziteux blancs avec niveaux psammitiques;

— dans les synclinaux du S de Rennes et sur le flanc nord du synclinal de Saint-Julien-de-Vouvantes, la puissance est plus grande et la masse gréseuse est divisée en deux par un épisode plus argileux.

Suivant les régions, le grès armoricain peut faire suite à la série rouge ou reposer transgressivement sur le Briovérien. Dans les zones où le grès armoricain recouvre directement le socle on note la présence d'un poudingue de base à galets de quartz identique à celui qui marque la base du grès armoricain dans le Maine. La répartition cartographique de ce poudingue est mal connue car il est très facile à confondre avec le poudingue de Gourin; il est cependant présent de façon certaine sur le flanc nord de l'anticlinorium de Château-Gontier — Rennes, sur le flanc sud du synclinorium de Saint-Julien-de-Vouvantes (Klein, 1960) et également dans la presqu'île de Crozon où son étude est en cours.

Nous donnerons ici l'analyse lithostratigraphique du grès armoricain dans la région du S de Rennes, où sa puissance est la plus grande. Depuis les travaux de Kerforne on peut diviser le grès armoricain en trois masses superposées:

a) — Grès armoricain inférieur (puissance moyenne 250 m):

ce sont des grès siliceux à grain généralement fin et pouvant admettre quelques lits schisteux. On y rencontre, à des niveaux variables, de petits lits de poudingue à petits galets d'apatite, de collophanite, de sidérite ou de grès à ciment variable (Chauvel, 1963).

Le caractère le plus marquant du grès armoricain inférieur est la présence de plusieurs couches de minerai de fer exploitées actuellement à Segré: 4 couches désignées de haut en bas par les lettres A, B, C et D.

La paragénèse la plus fréquente montre l'association quartz-chlorite-magnétite, mais on rencontre également des paragénèses à sidérite, à hématite et plus rarement à pyrite.

Pétrographiquement les minerais sont des lutites, des arénolutites ou des arénites ferrifères avec ou sans corpuscules de type oolithes ou pseudo-oolithes (Chauvel, 1961).

La stratification est fréquemment entrecroisée. Si l'on considère les sédiments contenant plus de 20 % de fer, la teneur moyenne en fer de la couche A est de 37 % (Chauvel, 1963).

b) — Schistes intermédiaires (puissance moyenne 100 à 120 m):

c'est une succession d'unités schisto-gréseuses granuloclassées dont la puissance varie du centimètre à plusieurs décimètres et où la partie schisteuse domine. Ce niveau est caractérisé par l'existence de nombreuses figures de charge et de phénomènes de bioturbation (Chauvel, 1962). En plusieurs endroits on relève la présence d'un niveau calcareux puissant d'environ 12 m et situé de manière à peu près constante à 27 m au dessus du toit de la couche A de minerai [Alix & Chauvel, 1966].

c) — Grès armoricain supérieur (puissance moyenne 100 à 120 m):

essentiellement gréseux, il admet de fines unités gréso-schisteuses, des bancs de schistes noirs et des intercalations psammitiques. Il peut contenir également un niveau calcareux [Alix & Chauvel, 1966]. Vers le sommet, le grès armoricain supérieur passe graduellement aux formations schisteuses du Llanvirnien.

Dans son plus grand développement, le grès armoricain atteint donc environ 500 m de puissance; dans toute sa masse la stratification montre une forte tendance à être de type entrecroisé. La faune est rare et surtout présente à la partie supérieure:

Traces nombreuses: Tigillites, Bilobites, *Vexillum.*

Brachiopodes: Lingulidae, *Dinobulus brimonti* Rouault.

Arthropodes: *Ogygia armoricana* Tromelin & Lebesconte.

Bivalves: nombreux Actinodontes, *lyrodesma armoricana* Tromelin & Lebesconte, *Ctenodonta oehlerti* Barrois etc...

La faune ci-dessus et la présence à la Pile en Saint-Julien-de-Vouvantes de *Didymograptus hirundo* Salter [Milon, 1925; Philippot, 1950], permettent d'attribuer en cet endroit au grès armoricain un âge skiddavien.

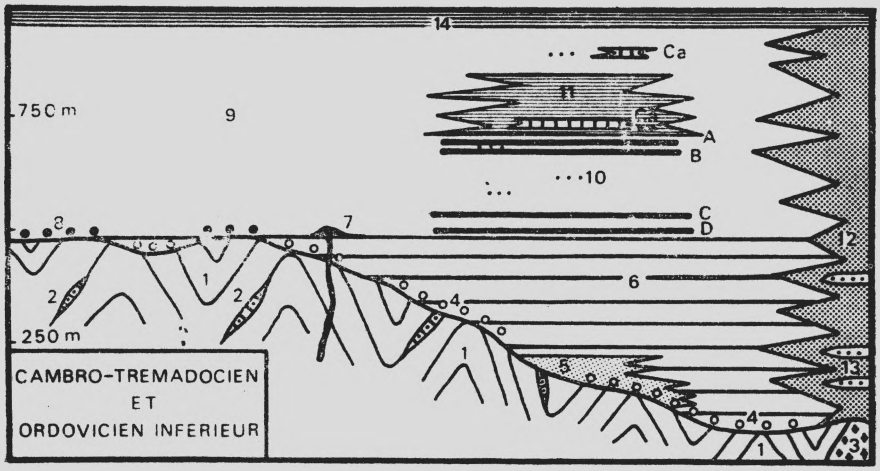
En résumé: le Skiddavien de Bretagne est typiquement gréseux et marin. Il peut reposer transgressivement sur le socle briovérien (transgression marquée par l'existence à la base de faciès grossiers) ou succèder par un passage insensible à la série rouge cambro-trémadocienne. Vers le sommet il passe insensiblement aux sédiments du Llanvirnien.

3. Les schistes et arkoses de Bains: utilisé par Barrois et Bocher en 1889, ce terme désigne une série gréso-schisteuse localisée au pourtour du massif granitique de Lanvaux et s'étendant vers le S—E jusqu'à Angers. Elle repose, soit sur le Briovérien, soit sur le granite et passe vers le sommet à des schistes datés de l'Ordovicien moyen.

On y trouve des schistes, des arkoses fines, des grès grossiers à grains étirés et un poudingue à galets de quartz, le poudingue du Dréneux, qui est interstratifié dans la série [Chauvel, 1960].

Les schistes et arkoses de Bains n'ont jamais livré de faune. Le passage graduel à l'Ordovicien moyen indique un âge skiddavien pour le sommet de la série. Quant à la base, le problème est plus difficile à résoudre. On peut penser que ces sédiments schistogréseux proviennent de l'étalement des produits de destruction du granite cadomien de Lanvaux; dans ce cas, le début de la sédimentation doit suivre la surrection de la chaine ligérienne, et donc être postérieur à la fin du cycle briovérien. En résumé, les schistes et arkoses de Bains, dans les domaines où ils existent, représentent la base du Paléozoïque jusqu'à l'Ordovicien moyen et remplacent dans ces régions l'ensemble constitué par la série rouge et le grès armoricain.

En résumé: la transgression Paléozoïque commencée au Cambrien inférieur en Normandie atteint la Bretagne à une période indéterminée; elle se poursuit au Skiddavien où les sédiments sableux envahissent les régions encore émergées et n'atteindra certains reliefs normands qu'à l'Ordovicien moyen [Doré, 1962].



1. *Briovérien.* — 1: schistes et grès; 2: poudingue de Gourin; 3: granite.
Cambro-Trémadocien. — 4: poudingue de Montfort; 5: grès de Courouët; 6: schistes et grès rouges; 7: volcanisme aérien.
Ordovicien inférieur. — 8: poudingue de base; 9: grès armoricain (A, B, C, D: minerai de fer); 10: poudingue à galets phosphatés; 11: schistes intermédiaires (Ca: niveaux calcareux).
Schistes et arkoses de Bains. — 12: schistes, grès, arkoses; 13: poudingue du Dréneux.
Llanvirnien. — 14: „schistes à Calymènes".

II. Ordovicien moyen

1. Presqu'île de Crozon

F. Kerforne (1901) distinguait les subdivisions suivantes: (5) Schistes de Kerarmor à *Marrolithus bureaui* (Oehlert), (4) Schistes de Morgat à *Placoparia tourneminei* (Rouault), (3) Grès de Kerarvail, (2) Schistes du Courijou à *Orthis ribeiroi* Sharpe, (1) Schistes de Kerloc'h à *Didymograptus.*

Ces formations constituent un puissant ensemble, lithologiquement homogène, dont l'épaisseur est de l'ordre de 450 à 500 m; fréquemment désigné sous le terme général de „schistes à Calymènes", il repose en concordance sur le grès armoricain.

a) Llanvirnien. — A sa partie supérieure, le grès armoricain passe rapidement, par quelques intercalations schisto-gréseuses, à des schistes noirs ou schistes de Kerloc'h; les Graptolites (*Didymograptus bifidus* Hall, *Didymograptus stabilis* Elles & Wood, *Didymograptus murchisoni* (Beck)] sont abondants et forment, à quelques mètres du contact avec le grès armoricain, un horizon fossilifère constant. *D. bifidus* est généralement l'espèce la plus abondante (Postolonnec, Mort-Anglaise). Les Trilobites [*Neseuretus tristani* (Brongniart), *Ogygiocaridinae?*], auxquels s'ajoutent quelques Ostracodes, sont rares et mal conservés.

On notera la présence, dans les schistes de Kerloc'h, de un ou deux bancs phosphatés, de 10 cm environ d'épaisseur, riches en Acritarches; les représentants du paragenre *Cymatiogalea* Deunff sont particulièrement nombreux et apparemment caractéristiques du Llanvirnien en Bretagne [Henry, 1966 a].

Les schistes de Kerloc'h font progressivement place à des schistes noirs à nodules ou schistes du Courijou [*sensu* Kerforne, 1901]. La valeur stratigraphique de cette subdivision semble discutable, car elle repose sur des critères paléontologiques insuffisants; la découverte de *D. murchisoni* à Postolonnec, Mort-Anglaise et au Courijou montre que toute la partie inférieure des schistes du Courijou, malgré sa richesse en Cystoïdes [*Calix* Rouault, *Phlyctocystis* Chauvel, ces deux genres connus également et au même niveau dans l'Ordovicien marocain [Chauvel, 1966]] et en Trilobites [*N. tristani, Plaesiacomia oehlerti* [Kerforne], *Dalmanitina [Eodalmanitina] macrophtalma* [Brongniart]], représente en fait le Llanvirnien supérieur.

b] L l a n d e i l l i e n. Schistes de Morgat: nous désignerons sous ce terme la partie supérieure des schistes du Courijou et les schistes de Morgat [*sensu* Kerforne]; il s'agit en effet d'une unité homogène dans laquelle la faune se développe progressivement, sans modifications brusques et profondes. Quant au grès de Kerarvail, il ne représente qu'un accident gréseux de faible épaisseur [20 m au maximum], apparemment azoïque et se réduisant parfois à quelques bancs de grès.

Outre les Ostracodes, Bivalves, Brachiopodes qui pullulent dans de nombreux lits d'accumulation, les schistes de Morgat renferment des Trilobites parmi lesquels on peut citer: *N. tristani, Plaesiacomia oehlerti, Placoparia tournemini Kloucekia* cf. *micheli* [Tromelin], *Crozonaspis struvei* Henry, *Phacopidella [Prephacopidella] hupei* Nion & Henry, *Ectillaenus* sp., *Nileus* sp., *Uralichas* sp. Par ailleurs, la faune de Bivalves [*Ctenodonta bussacensis* [Sharpe], *C. costae* [Sharpe] *C. ciae* [Sharpe], *Actinodonta naranjoana* [Verneuil & Barrande], *Redonia deshayesi* Rouault est absolument identique à celle de Bussaco [Portugal].

Schistes de Kerarmor: ils surmontent les schistes de Morgat et appartiennent au Llandeilien supérieur. Ce sont des schistes noirs, pauvres en nodules, dans lesquels est fréquemment interstratifié un banc phosphaté de quelque centimètres d'épaisseur. Ils sont bien caractérisés par la présence constante d'un *Trinucleidae* [*Marrolithus bureaui* [Oehlert]]. Ce Trilobite est également abondant à la partie supérieure des „schistes à Calymènes" de Mayenne [Andouillé] et du Morbihan.

2. S de Rennes

Dans les synclinaux du S de Rennes, le faciès des „schistes à Calymènes est le plus souvent une lutite quartzo-séricito-chloriteuse riche en fines aiguilles de rutile. A l'exception du sommet qui présente un faciès plus grossier à muscovite détritique abondante, la plus grande partie de ces schistes a été affectée par une paragénèse à chloritoïdes liée à l'épimétamorphisme hercynien [Le Corre, sous presse].

De nombreux gisements fossilifères sont connus et exploités; mais il ne s'agit généralement que d'affleurements ponctuels et de faible importance, dont la position stratigraphique au sein des „schistes à Calymènes" demeure encore incertaine.

a] Llanvirnien. — Le grès armoricain passe, par des alternances schisto-gréseuses, à des schistes noirs à *Didymograptus [D. bifidus, D. stabilis, D. murchisoni]*. L'épaisseur de ces schistes à nodules peut être évaluée à 100 110 m.

La limite Llanvirnien-Llandeilien reste imprécise, mais il semble toutefois qu'elle soit marquée, comme dans la presqu'île de Crozon, par l'association *N. tristani-Dalmanitina (Eodalmanitina) macrophtalma.* [Henry, 1966 b)].

b) Llandeilien. — Les schistes llandeiliens, riches en nodules fossilifères, de 300 m environ de puissance, sont fréquemment masqués par la végétation et ne permettent que des observations isolées. Le gisement de Traveusot en Guichen, actuellement en cours d'étude, a toutefois fourni une riche faune de Trilobites parmi lesquels *Colpocoryphe arago* (Rouault) et *Kloucekia micheli* représentent 89 à 90 % des espèces récoltées. Cette association, bien que très différente de celle des schistes de Morgat, caractériserait au S de Rennes le Llandeilien moyen [Chauvel & Henry, 1966]. On y trouve également des Echinodermes: Cystoïdes (*Codiacystis* Barrande, *Tholocystis* Chauvel). Cette faune a des affinités certaines avec celle de Bohême où, à l'inverse de ce qu'on observe en Armorique, les *Aristocystites* sont fréquents et les *Calix* rares; avec celle d'Espagne dont les *Calix* sont très voisins de leur homologues bretons; avec celle du Maroc où l'on retrouve: *Calix, Codiacystis, Aristocystites* (ce dernier y apparaissant plus tôt qu'ailleurs).

Le grès du Châtellier: ce terme, dû à Barrois et Bochet, désigne un ensemble gréso-schisteux de 50 à 70 m de puissance séparant les „schistes à Calymènes" des schistes caradociens. Les limites avec ces deux formations sont peu précises, les passages se faisant par une série d'alternances gréso-schisteuses. Des bancs de schistes noirs peuvent également exiter dans la masse du grès du Chatellier.

Quant au grès proprement dit, c'est une arénite du type „grès fin" ou même „grès très fin" avec un grain moyen variant de 70 à 150 μ et se présentant sous deux faciès bien distincts:

Faciès vert chloriteux: c'est le plus fréquent et le plus typique par sa couleur verdâtre et sa richesse en éléments phylliteux. L'échantillon moyen est un grès fin à ciment chloriteux:

Quartz	65 %
Phyllites	30 %
Plagioclases	3 %
Minéraux lourds et opaques	2 %

Faciès blanc quartziteux: lorsqu'il existe, il occupe le centre de la formation, mais il n'est pas très constant latéralement. Il ressemble beacoup aux autres grès blancs de la série siluroordovicienne et en particulier aux grès du Silurien avec lesquels il a souvent été confondu. Typiquement, c'est un grès fin pouvant prendre une structure de quarzite:

Quartz	85 %
Phyllites	12 %
Plagioclases	2,5 %
Minéraux lourds et opaques	0,5 %

C'est donc essentiellement le rapport quartz/phyllite qui différencie les deux faciès.

Le grès du Châtellier présente parfois des structures d'origine sédimentaire du type „boule de glissement sous-aquatique" (slumping) qui sont peut-être à rapprocher de celles décrites dans l'Ordovicien moyen et supérieur de la presqu'île de Crozon [Philippot, 1963]. Il constitue un lithofaciès repère très commode. Sa position stratigraphique précise a fait l'objet de controverses dûes essentiellement à la pauvreté de la faune; aussi le trouve-t-on au sommet de l'Ordovicien moyen, puis à la base de l'Ordovicien supérieur [Kerforne, 1901] à la suite de la découverte par Lebesconte d'un exemplaire de *Kloucekia*

incerta (Deslongchamps), Trilobite qui n'a jamais été figuré, enfin, encore dans l'Ordovicien moyen (Barrois & Pruvost, 1938). Pour notre part, en se basant sur la faune des schistes de Traveusot (Llandeilien moyen) situés immédiatement sous le grès du Châtellier, nous inclinons plutôt à placer cette formation au sommet de l'Ordovicien moyen. Cette solution semble être actuellement la plus logique; elle pourrait expliquer l'absence de *Marrolithus bureaui* au S de Rennes (synclinorium de Martigné-Ferchaud), le grès du Châtellier constituant un milieu de conservation particulièrement médiocre.

III. Ordovicien supérieur

1. Presqu'île de Crozon

Sur les schistes de Kerarmor reposent en concordance des schistes noirs ou schistes de Raguenez (Kerforne, 1901) riches en nodules calcaires (région de l'Aber) ou en nodules siliceux, denses, pyriteux, très fossilifères. Les Trilobites (*Dalmanitina (Dalmanitina)* cf. *socialis* (Barrande), *Kloucekia incerta, Colpocoryphe lennieri* (Bergeron), *Prionocheilus pulcher pulcher* (Beyrich), *Cryptolithus grenieri* (Bergeron)) constituent une association caractéristique très différente de celles que l'on observe dans l'Ordovicien moyen. On notera la remarquable homogénéité de cette faune qui existe au même niveau, non seulement dans toute la presqu'île de Crozon, mais aussi au S de Rennes („schistes à *Trinucleus*" ou schistes de Riadan) et en Normandie (schistes d'Ecalgrain). Les premiers bancs des grès de Kermeur, qui surmontent les schistes de Raguenez, renferment les mêmes Trilobites. Cette association montre des affinités certaines, d'une part avec celle des couches de Libeň et de Letná, du Caradocien inférieur de Bohême (Havlíček & Vaněk, 1966), d'autre part avec celle de la formation du Ktaoua inférieure (Llandeilien supérieur ou Caradocien inférieur de l'Anti-Atlas marocain) (Destombes, 1963).

La révision des espèces de l'Ordovicien supérieur de Bretagne est actuellement en cours, mais l'âge caradocien des schistes de Raguenez ne semble faire aucun doute. Ce point de vue est d'ailleurs confirmé par la présence de *Climacograptus antiquus lineatus* Elles & Wood dans ces schistes (Philippot, 1950) et par l'étude du microplancton fossile à Acritarches conservé dans un banc oolithique (Deunff, 1958; Henry, sous presse).

Les grès de Kermeur passent insensiblement à des schistes noirs azoïques dont les couches ont été affectées d'importants phénomènes de glissement sous-aquatique: nappes de glissement, marques de surcharge... Ces schistes dénommés schistes du Cosquer sont l'homologue des tufs et calcaires de Rosan développés dans la région de l'Aber (Philippot, 1963); l'âge de ces formations est encore incertain.

2. S de Rennes

a) „Schistes à *Trinucleus*". — Les „schistes ardoisiers supérieurs" ou „ardoises à *Trinucleus*" de Riadan et Renazé, définis par de Tromelin et Lebesconte, forment au-dessus du grès du Châtellier un ensemble essentiellement schisteux d'au moins 250 m de puissance. Le faciès macroscopique de ces schistes est assez comparable à celui des „schistes à Calymènes", mais indépendamment de la faune il est souvent possible de les distinguer microscopiquement par une granulométrie plus élevée et surtout par l'absence de chloritoïdes.

Le caractère essentiel de cette formation est l'existence d'une manière très constante d'une „veine ardoisière" de 30 m d'épaisseur, interstratifiée à 120 m environ au-dessus du grès du Châtellier et activement exploitée.

L'ensemble des „schistes à *Trinucleus*" est en fait assez hétérogène et comprend des intercalations gréseuses et plusieurs faciès [Le Corre, sous presse] dont la succession est résumée sur la fig. 2. Les intercalations gréseuses sont généralement des aréno-lutites calcarifères à ciment chloriteux et éléments de quartz de 30 à 100 μ. Le faciès ardoisier typique est une lutite quartzo-séricito-chloriteuse à amandes de quartz de 20 à 30 μ, et riche en aiguilles de rutile. Les autres faciès correspondent à un mélange variable des deux phases. Vers la base de la formation, l'un des faciès montre, à côté de la matrice lutitique, des lentilles d'aréno-lutite quartzo-calcarifères de 1 à 3 cm de long, anciennes structures sédimentaires ou de bioturbation déformées par la schistosité.

Quant à la faune de Trilobites des „schistes à *Trinucleus*" elle est identique à celle des schistes de Raguenez dans la presqu'île de Crozon.

b) Termes de passage au Silurien. — Grès de base: au-dessus des „schistes à *Trinucleus*" existe une formation gréseuse de 25 m d'épaisseur. Le faciès typique est une arénite très fine, assez bien classée, avec un grain moyen de l'ordre de 100 μ, et un ciment réduit à un film chloriteux tel que la structure est souvent quartzitique.

Schistes moyens: au sommet du grès affleure une formation schisteuse de 60 m de puissance environ. En surface, ce sont des schistes argileux jaunes, très altérés, passant au „grès culminant" du Valentien par des alternances gréso-schisteuses.

Ces deux termes s'étant jusqu'à présent révélés azoïques, ils peuvent appartenir aussi bien au sommet de l'Ordovicien supérieur qu'à la base du Valentien [Le Corre, 1966].

3. N de Rennes

Le faciès „schistes à Calymènes" est surmonté au N de Rennes par une très épaisse formation gréseuse: le grès de Saint-Germain-sur-Ille.

Il semble difficile, en l'état des travaux actuels, de définir stratigraphiquement ce grès, dont la puissance est d'ailleurs variable suivant les points considérés.

Il est fossilifère en certains gisements, par exemple à la Bouexière où il a livré des faunes de Bivalves très particulières et localisées: *Lyrodesma lebesconteï* Munier-Chalmas, *Siliquarca typa* Tromelin & Lebesconte.

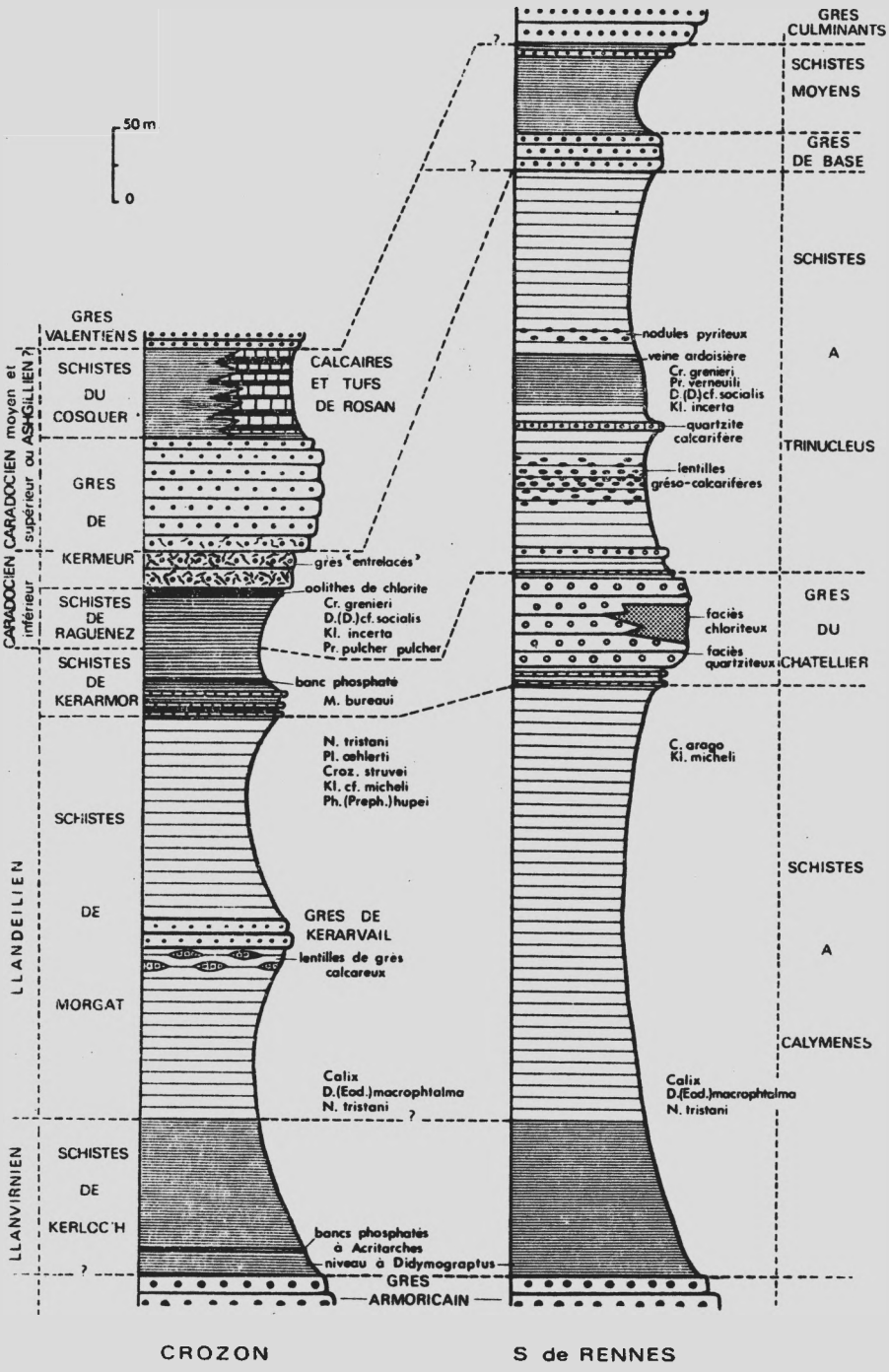
A Saint-Germain-sur-Ille, à côté d'une faune de Brachiopodes, on rencontre des Graptolites tels que *Orthograptus truncatus* (Lapworth) et *O. truncatus abbreviatus* (Elles & Wood). Ces dernières espèces semblent indiquer un âge caradocien (zone 12) passant à sa partie supérieure à l'extrême base du Valentien (zone 16).

IV. Le Silurien

1. S de Rennes

A. Valentien. — Les „schistes moyens" passant à leur partie supérieure, par quelques alternances schisto-gréseuses, à un ensemble de couches gréseuses: les grès culminants.

a) Grès culminants: ces grès forment une masse épaisse de 60 à 80 m. Ils présentent, à côté de bancs du type franchement quartzite, des assises plus gréseuses et même parfois des intercalations schisto-psammitiques. De couleur souvent blanche aux affleurements, ils constituent topographiquement les reliefs. Souvent azoïques dans leur ensemble, ils renferment en quelques gisements (Congrier, Réminiac) une faune de Graptolites tels que *Glyptograptus*



2. Ordovicien moyen et supérieur de la presqu'île de Crozon et du S de Rennes.

tamariscus (Nicholson) *Monograptus lobiferus* Mc Coy, *Monograptus sedwicki* (Portlock) etc.... caractéristiques des zones 19 à 21 de Grande-Bretagne.

En d'autres points, par exemple à Poligné, les grès dans leur ensemble sont azoïques mais sont surmontés par des psammites noirs contenant *Monograptus triangulatus* (Harkness) de la zone 19. Il en est de même dans les synclinaux de Redon et Saint-Julien-de Vouvantes où, au-dessus des grès et quartzites, la première faune déterminable dans des phtanites ou schistes noirs est la zone 19 ou 20 (*M. triangulatus, M. lobiferus*).

Le grès culminant semble stratigraphiquement représenter ainsi, suivant les points, l'ensemble du Valentien (Congrier, Réminiac, Synclinal de Segré), ou sa partie moyenne et sub-inférieure (Birkill moyen): synclinal de Poligné, synclinal de Redon. Mais le problème de la limite tout à fait inférieure du Valentien reste posé, car on n'a pas encore rencontré les associations de Graptolites de la base du Valentien (zone 16 à 18) permettant de fixer stratigraphiquement le début de cet étage.

b) Ampélites - Phtanites: le faciès euxinique: schistes noirs ou phtanites est souvent caractéristique de la partie moyenne et supérieure du Valentien, mais les variations de sa puissance sont considérables, non seulement suivant les différents synclinaux mais parfois en des points très rapprochés d'un même synclinal. Les intercalations gréseuses réduisent parfois ce faciès au point de le faire disparaître.

Le gisement le plus représentatif et classique est celui de Poligné où, dans des ampélites épaisses d'une quinzaine de mètres, une quarantaine d'espèces de Graptolites ont pu être recueillies, appartenant aux zones 19 à 26.

Dans le synclinal de Redon et celui de Saint-Julien-de-Vouvantes, les ampélites sont remplacées par des phtanites correspondant aux zones 19 à 22.

B. Wenlockien. — D'une manière assez générale, le Wenlockien est représenté par des schistes noirs avec intercalations gréseuses, ou des schistes psammitiques à sphéroïdes. La puissance de cet ensemble est variable. Le faciès exclusivement noir semble peu épais.

Le Wenlockien n'a pas été reconnu dans tous les synclinaux, mais quand il existe, du Valentien au Wenlockien, les faciès se succèdent sans grande différenciation. La faune de Graptolites permet seule de différencier les deux étages et d'en fixer les limites. Tout le Wenlockien est représenté, des zones 26 à 31.

C. Ludlovien. — Nulle part encore, dans les synclinaux du S de Rennes, l'existence du Ludlovien n'a pu être constatée.

2. Presqu'île de Crozon

A. Valentien. — Il est superposé stratigraphiquement aux formations de l'Ordovicien supérieur: tufs et calcaires de Rosan ou schistes du Cosquer. Il est constitué de grès micacés ou quartziteux plus ou moins noirâtres, peu épais, 6 à 10 mètres environ.

Ces grès ne renferment aucune faune de Graptolites donnant la certitude qu'ils sont effectivement valentiens, mais leur situation stratigraphique au-dessous de schistes à Graptolites wenlockiens permet de l'admettre.

B. Wenlockien. — Au-dessus de ces grès, en parfaite concordance, s'observent des ampélites très noires à *Monograptus dubius* Suess, *Cyrtograptus lundgreni* Tullberg etc... et d'autres Graptolites caractéristiques des zones 26 à 31. Cette masse schisteuse est épaisse d'une dizaine de mètres.

C. Ludlovien. — Ces ampélites passent insensiblement, la faune seule permettant de préciser le passage à d'autres ampélites, un peu plus argileuses

avec quelques bancs de quartzites intercalés ou des sphéroïdes. La faune est caractérisée par *Monograptus vulgaris* Wood, *M. bohemicus* (Barrande) *M. scanicus* Tullberg, *M. ultimus* Perner etc... qui se succèdent de la zone 32 à la zone 36. Ces Graptolites s'observent sur une vingtaine de mètres d'épaisseur et, au-dessus, on constate l'existence d'une masse de schistes souvent relativement puissante où il est possible de voir l'équivalent du Ludlovien supérieur, mais ne contenant pas de Graptolites. Malheureusement, le passage stratigraphique de ces schistes au Dévonien inférieur est toujours troublé par des fractures et des écrasements.

3. N de Rennes et Bassin de Laval

A. Valentien. — Le grès de Saint-Germain-sur-Ille dont le faciès au N de Rennes gagne tout l'Ordovicien supérieur semble passer à sa partie supérieure dans le Silurien, sans modifier son faciès.

Le problème de la limite inférieure du Valentien reste ainsi posé dans cette région. La sédimentation exclusivement gréseuse est d'ailleurs variable en épaisseur suivant les points considérés. En certains lieux, Saint-Médard-sur-Ille et Bassin de Laval, elle semble envahir tout le Valentien pour donner des grès azoïques que l'on peut assimiler au grès culminant du S de Rennes, car les premières couches d'ampélites rencontrées au-dessus de cette formation sont sans aucun doute wenlockiennes, et même parfois d'un niveau assez élevé.

En d'autres points, au contraire (Médréac, Andouillé-Neuville); les grès valentiens présentent des intercalations ampélitiques fossilifères à *Orthograptus insectiformis* Nicholson et *Retiolites geinitzianus* Barrande etc... ce qui indique encore un âge Valentien moyen et supérieur.

B. Wenlockien. — Le faciès gréseux se poursuit dans le Wenlockien sous forme de bancs quartziteux intercalés dans des ampélites, plus ou moins épaisses, toujours fossilifères et riches en Graptolites tels que *Monograptus dubius* (Suess), *M. retroflexus* Tullberg, *Cyrtograptus lundgreni* Tullberg etc...

C. Ludlovien. — Il est rarement visible dans la partie centrale et orientale du synclinorium médian. Mais il peut être caractérisé néanmoins en quelques endroits grâce à la faune de Graptolites.

Lithologiquement il présente souvent le même faciès que le Wenlockien: ampélites interstratifiées entre des couches de grèsquartzites. Les schistes noirs font place parfois à des schistes micacés plus clairs, jaunâtres.

Les Graptolites recueillis correspondent aux zones 33 et 34: *Monograptus varians* Wood, *M. roemeri* (Barrande).

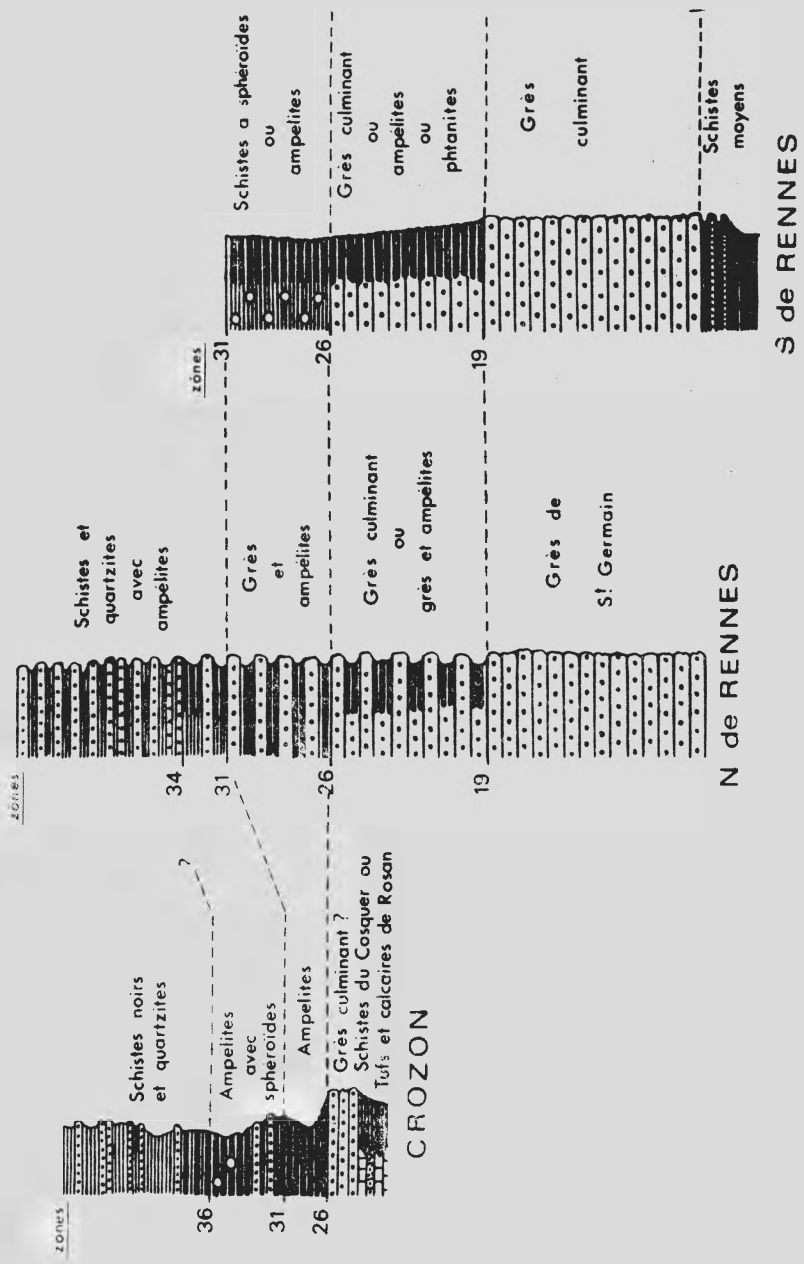
Le problème des relations stratigraphiques du Ludlovien avec le Gédinnien est à résoudre. Le passage semble progressif, tout au moins si on considère le faciès lithologique, mains la limite supérieure du Ludlovien reste à préciser.

Conclusion. En Bretagne, si la faune de Graptolites permet de bien différencier les trois étages du Silurien, elle ne rend pas possible d'établir à l'intérieur de ces étages, des biozones caractéristiques. [Philippot, 1950 et 1964.]

Le problème des limites stratigraphiques du Silurien tant à sa partie inférieure qu'à sa partie supérieure reste encore à résoudre.

Les parentés et affinités de la faune graptolitique de Bretagne doivent être manifestement recherchées du côte des Iles Britanniques plutôt que vers la Bohême. Les relations sont d'autre part singulièrement étroites avec les faunes

Les représentants d'autres groupes que les Graptolites sont peu nombreux. Il s'agit essentiellement de Bivalves: *Pterochaenia glabra* (Munster), *Cardiola interrupta* Sowerby, *Butovicella migrans* (Barrande) dont la répartition géographique est liée surtout à celle des milieux mal aérés.

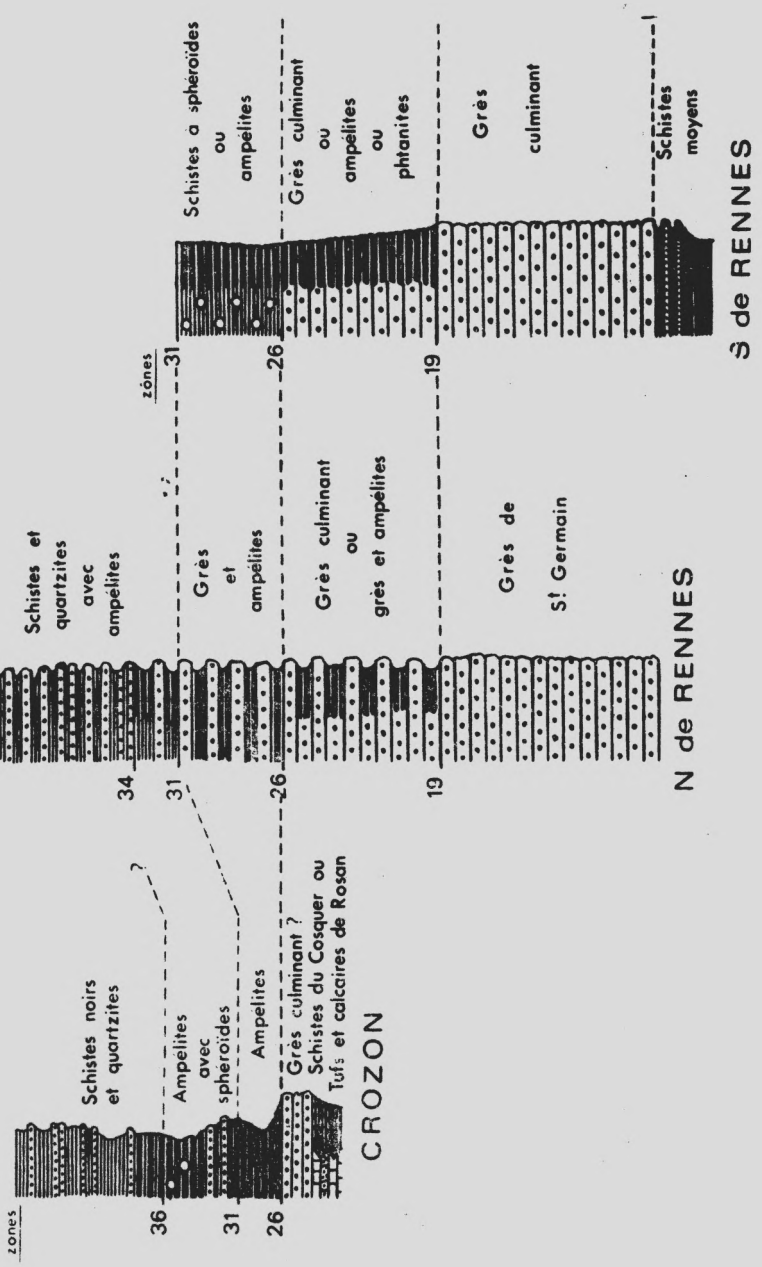


3. Le Silurien de Bretagne: corrélations zones-faciès.

V. Dévonien

Il est représenté essentiellement dans le synclinorium Brest-Laval et particulièrement dans les extrémités occidentale et orientale de celui-ci.

Le problème de la limite siluro-dévonienne reste sans précision dans les affleurements actuels; la nature des formations ampéliteuses d'une part, schisto-quartziteuses d'autre part, a provoqué des comportements tectoniques



3. Le Silurien de Bretagne: corrélations zones-faciès.

V. Dévonien

Il est représenté essentiellement dans le synclinorium Brest-Laval et particulièrement dans les extrémités occidentale et orientale de celui-ci.

Le problème de la limite siluro-dévonienne reste sans précision dans les affleurements actuels; la nature des formations ampéliteuses d'une part, schisto-quartziteuses d'autre part, a provoqué des comportements tectoniques

différents des deux ensembles en contact. La pauvreté des faunes ne permet pas, par ailleurs, de trouver une coupure paléontologique.

Le Dévonien présente de façon générale, une réduction progressive de la puissance des différents étages lorsqu'on s'élève dans la série. Plusieurs auteurs ont toutefois supposé un approfondissement graduel des mers armoricaines durant le Dévonien. Il semble plutôt que l'on assiste à une lente émersion à la fin de cette période avec localisation de plus en plus réduite du domaine marin [Babin & Plusquellec, 1965]; on retrouve d'ailleurs ainsi une opinion exprimée dès 1893 par Lebesconte.

La fracturation extrême des terrains dévoniens ne permet pas, dans l'état actuel de nos connaissances, l'établissement d'un diagramme columnaire de l'ensemble.

1. Gédinnien: dans la rade de Brest, J. Renouf a récemment établi dans les „schistes et quartzites de Plougastel", une succession lithologique locale mais les équivalences en restent à trouver dans le reste du Finistère. Dans l'E du Massif armoricain, la réduction de cette formation rend plus difficile encore les comparaisons précises.

2. Siegénien: il est plausible de penser que la limite lithologique, de caractère historique entre „schistes et quarzites de Plougastel" gédinniens et „grès à *Dalmanella monnieri*" taunusiens, présente un caractère totalement conventionnel. La révision en cours des Brachiopodes des „grès à Dalmanelles" permettra probablement d'attribuer au Gédinnien la base de ce niveau [Renouf].

A leur sommet, les „grès à Dalmanelles" à faune taunusienne, passent progressivement dans les affleurements visibles [La Fraternité, Lanvéoc, [Finistère]; Saint-Céneré [Mayenne]], aux „schistes et calcaires à *Athyris undata*".

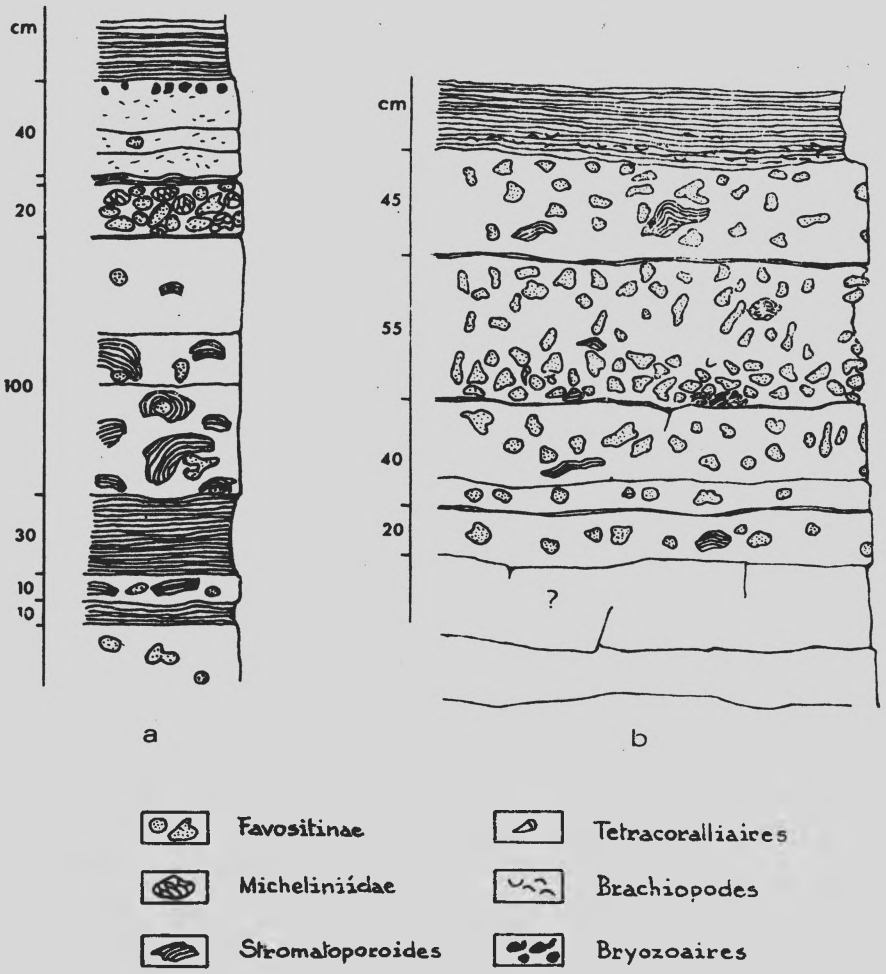
La révision des faunes de Brachiopodes [A. Renaud, 1964, 1966] du complexe schistes calcaires et grauwackes de décalcification à *Athyris undata*, permet, en certains points, d'après l'abondance relative de quelques espèces, la distinction entre Siegénien moyen et Siegénien supérieur. On rapporte, par exemple, au Siegénien moyen des formations livrant:

Brachyspirifer rousseaui [Rouault], très fréquent
Hysterolites hystericus [Schlotheim], fréquent
Fimbrispirifer trigeri [Verneuil], rare
Athyris undata [Defrance], fréquent

On attribue au Siegénien supérieur des couches caractérisées par l'apparition, dans le synclinorium médian de: *Acrospirifer primaevus* [Steininger], *Rhenorensselaeria strigiceps* [Roemer] et contenant en outre: *Brachyspirifer carinatus* [Schnur], fréquent.

Hysterolites hystericus [Schlotheim], moins abondant que précédemment.
Fimbrispirifer trigeri [Verneuil], fréquent.
Euryspirifer paradoxus [Schlotheim], fréquent.

Du point de vue paléogéographique, l'étude des Coelentérés dans les faciès calcaires permet quelques conclusions d'ordre bathymétrique par comparaison avec les résultats obtenus en Ardennes par Lecompte [Plusquellec]. Les plus beaux exemples sont exposés dans la rade de Brest [falaises de l'Armorique et de l'île Ronde en Plougastel-Daoulas]. Ces structures biostromales présentent un développement très faible résultant de l'instabilité des conditions de sédimentation [alternance de schistes et de calcaires plus ou moins purs, localisation des calcaires]; cette instabilité résulte davantage de modifications dans les apports que de fluctuations bathymétriques. L'examen d'un exemple précis en sera une illustration.



4. — (a) côte nord de la pointe de l'Armorique. Partie supérieure des calcaires. — (b) île Ronde.

Sur la côte nord de la pointe de l'Armorique (fig. 4 a) un biostrome constitue la partie supérieure des calcaires. En tenant compte des seuls niveaux calcaires, on distingue de bas en haut:

— une couche à Tabulés (Favositinae) noduleux ou branchus, sans Stromatoporoïdes (zone sousturbulente).

— un niveau à Tabulés noduleux ou branchus à Stromatopores plus ou moins lamellaires (zone subturbulente).

— un niveau, épais d'un mètre, à Tabulés noduleux ou branchus sur lesquels s'appuient généralement les Stromatoporoïdes qui ont tendance à devenir massifs vers le milieu de la couche (passage à la zone turbulente). A la partie tout à fait supérieure de ce dernier niveau, les organismes constructeurs se raréfient et l'on passe brusquement à 20 cm de calcaire très riche en Tabulés (*Favositinae* et *Michelinïidae*) puis à un calcaire organoclastique à rares Tabulés mais présentant de nombreux petits Bryozoaires massifs à son sommet.

La sédimentation schisteuse marquant la fin des calcaires siegéniens s'installe ensuite.

Dans cet ensemble la faune des milieux calcaires évolue comme si la turbulence s'accroissait; il faut donc admettre que les passées argileuses sont dues non pas à une subsidence mais à une modification des apports.

A l'île Ronde, dans le niveau représenté (fig. 4 b), le rôle essentiel est dévolu à des Polypiers noduleux ou branchus, l'importance de la sédimentation terrigène étant défavorable aux Stromatoporoïdes.

De tels résultats pourront certainement être étendus à la partie orientale du Massif armoricain pour d'autres niveaux calcaires.

3. Emsien: il n'y a pas de variations de faciès notables entre ce qui peut être attribué au Siegénien supérieur et ce qui peut l'être à l'Emsien, la limite paléontologique entre les deux étages ne peut être actuellement établie; la grauwacke du Faou (Finistère) constitue un exemple local particulièrement démonstratif de ces difficultés.

On reconnaît, dans tout le synclinorium médian, un niveau de schistes et grès à fossiles rouges caractérisé par *Euryspirifer arduennensis arduennensis* (Schnur); ce niveau représente probablement la base de l'Emsien supérieur, mais on ne peut observer, en aucun point, les formations qui l'encadrent.

4. Dévonien moyen: la limite entre Dévonien inférieur et moyen reste contestée de façon générale. Les observations récentes realisées dans le Finistère à Crozon-Run-ar-Chranc et au Faou-Lanvoy [Morzadec, sous presse] n'apportent pas de solution à ce problème.

Les études en cours [Morzadec] ont déjà permis d'établir plusieurs niveaux locaux dans le Couvinien inférieur du Finistère (Le Faou-Lanvoy). La faune y comporte notamment: *Metrionaxon paucitabulatum* Plusquellec, *Arthrophyllum vermiculare* (Termier & Termier), *Anarcestes lateseptatus* (Beyrich), *Agoniatites kayseri* Wedekind, de nombreux Bivalves, Trilobites, (*Phacopidae:* 5 espèces, *Asteropyginae:* 10 espèces), etc... D'autres gisements (Crozon-Run-ar-Chranc) livrent quelques autres formes: *Tingella kerfornei* (Renaud) *Alatiformis alatiformis* (Drevermann), *Euryspirifer intermedius* (Schlotheim).

Des couches contenant *Paraspirifer cultrijugatus* (Roemer) sont connues dans le Finistère (Saint-Fiacre, Lanvoy) mais leurs relations avec les autres niveaux couviniens restent problématiques.

La question de la présence du Givétien dans le Finistère n'est pas résolue. Certaines faunes peuvent y laisser supposer son existence; plusieurs gisements de calcaires ont livré *Devonogypa globa* (Bronn), *Haplocrinites* sp.; des schistes ont fourni un mauvais exemplaire de *Maeniocares?* sp.

5. Dévonien supérieur: connu seulement dans la partie occidentale du Finistère. On a rapporté habituellement au Frasnien des schistes gris, nodulifères et certains bancs calcaires. L'âge de quelques couches est indubitable (*Manticoceras* sp.) mais la faune, pauvre et mal conservée, est généralement insuffisante pour une attribution indiscutable; il s'agit surtout de Bivalves originaux et de faible taille [Babin, 1966]. Une révision plus avancée de toute la faune et la recherche de microfossiles restent nécessaires; dans l'état actuel, on ne peut exclure, par exemple, que certains bancs calcareux soient à rapporter au Dévonien moyen.

En ce qui concerne le Famennien, il a été montré récemment [Babin 1963, 1966] que le Famennien II comporte non seulement l'ensemble kérabitumineux décrit autrefois, mais aussi des schistes gris qui ont livré *Cheiloceras ovatolobum* Babin, *Sporadoceras primaevum* Schindewolf. Il semble, enfin, de plus en plus assuré, avec les dernières prospections, qu'un petit affleurement de la

grève de Porsguen en Plougastel-Daoulas (Finistère), soit à attribuer au Famennien supérieur mais les Trilobites (*Dianops* ou *Trimerocephalus*)? sont à l'étude. Cette reconnaissance d'un Famennien supérieur à l'extrémité occidentale de la Bretagne modifiera probablement nos conceptions paléogéographiques pour cette période.

Références

Alix Y. - Chauvel J.-J. (1966): Présence de niveaux calcareux dans l'Ordovicien inférieur du Massif armoricain. C. R. som. Soc. géol. France, 10: 382—383; Paris.

Babin C. (1963): Faciès et faune malacologique du Famennien de Porsguen (Finistère). Bull. Soc. géol. min. Bretagne, 1—2: 65—102, 5 pl.; Rennes (non 1961).

— (1966): Mollusques Bivalves et Céphalopodes du Paléozoïque armoricain. Etude systématique essai sur la phylogénie des Bivalves; esquisse paléoécologique. Impr. Comm. Adm., Brest: 438 p., 18 pl.

Babin C. - Plusquellec Y. (1965): Sur la profondeur des mers dévoniennes dans l'Ouest du Finistère. — Bull. Soc. géol. min. Bretagne: 1—8, 1 pl.; Rennes (non 1962—63).

Barrois C. - Pruvost P. (1938): Notice explicative de la carte géologique au 80.000e. Feuille de Redon (90), 2e édition; Paris.

Bigot A. (1925): Sur la présence des Trilobites et d'Archaeocyathidés dans les couches cambriennes des environs de Carteret (Manche). C. R. Acad. Sci., 180: 1237—1239. Paris.

Bolelli E. (1951): Contribution à l'étude tectonique de la région synclinale au Sud de Rennes, Mém. Soc. géol. min. Bretagne, IX : 1—68, 6 pl.; Rennes.

Boyer C. (1966): Etude des Keratophyres de la région de Redon. Bull. Soc. géol. France, VIII, 2 : 288—297; Paris.

Cavet P. - Gruet M. - Pillet J. (1966): Sur la présence du Cambrien à *Paradoxides* à Clérésur-Layon (M. et L.) dans le Nord-Est du bocage vendéen (Massif armoricain). C. R. Acad. Sci.: 1685—1688; Paris.

Chauvel J. (1941): Recherches sur les Cystoïdes et les Carpoïdes Armoricains. Mém. Soc. géol. min. Bretagne, V : 1—286, 101 fig., 7 pl.; thèse. Rennes (non 1939).

— (1966): Echinodermes de l'Ordovicien du Maroc. Cah. Paléont. (édit. Centre national rech. sci): 1—120, pl. I—XVI; Paris.

Chauvel J. - Henry J.-L. (1966): Sur la présence du genre *Eoharpes* Raymond 1905 (Trilobite) dans l'Ordovicien du Massif armoricain. C. R. somm. Soc. géol. France, 2 : 64—65, I fig.; Paris.

Chauvel J.-J. (1959): Relations structurales entre le Briovérien et la Série rouge dans les synclinaux du Sud de Rennes. C. R. somm. Soc. géol. France, 6 : 142; Paris.

— (1960): Sur l'anticlinal de Lanvaux et des enveloppes sédimentaires entre Peillac et Bains-sur Oust (Bretagne méridionale). C. R. Som. Soc. géol. France, 1 : 12—13; Paris.

— (1961): Observations pétrographiques et minéralogiques sur le minerai de fer de l'Ordovicien inférieur du synclinal de Martigné-Ferchaud (Ille et Vilaine). Bull. Soc. franç. Min. Crist., LXXXIV : 270—272; Paris.

— (1962): Etude sédimentologique des schistes intermédiaires (Ordovicien inférieur) de la région comprise entre Bain-de-Bretagne et Martigné-Ferchaud (I et V). Bull. Soc. géol. min. Bretagne, n. sér., 2 : 87—100; Rennes (non 1960).

— (1963): Exploitation statistique des résultats obtenus par analyse chimique d'échantillons minéralisés en fer (Ordovicien inférieur des synclinaux du Sud de Rennes). Bull. Soc. franç. Min. Crist., LXXXVI : 259—265; Paris.

— (1963): Découverte d'un poudingue à galets phosphatés dans les formations de l'Ordovicien inférieur de la région de Martigné-Ferchaud. Bull. Soc. géol. Min. Bretagne, n. sér., 1—2 : 116—121; Rennes (non 1961).

Chauvel J.-J. - Philippot A. (1960): Sur la discordance de la base du Paléozoïque dans la région de Rennes (I. et V.). Bull. Soc. géol. min. Bretagne, n. sér., 1 : 1—7; Rennes.

Cogné J. (1962): Le Briovérien. Esquisse des caractères stratigraphiques structuraux et paléogéographiques de l'Antécambrien récent dans le Massif armoricain. Bull. Soc. géol. France, IV, 3 : 413—430; Paris.

Destombes J. (1963): Données stratigraphiques sur l'Ordovicien l'Anti-Atlas (Maroc). Rev. Inst. franç. Pétrole, XVIII (10—11) : 150—157, 1 fig., 1 tabl.; Paris.

Deunff J. (1958): Microorganismes planctoniques du Primaire armoricain. 1 : Ordovicien du Veryhac"h (presqu'île de Crozon). Bull. Soc. géol. min. Bretagne, n. sér., 2 : 1—41, 7 fig., pl. I—XII; Rennes.

Dore F. (1962): Passage du Cambrien à l'Ordovicien dans la coupe du synclinal de May (Vallée de l'Orne). C. R. Acad. Sci., 255 : 325—326; Paris.
— (1963): Age et position des calcaires de Saint-Jean de-la-Rivière dans le Cambrien des Moitier d'Allone (Manche). Bull. Soc. géol. France, (7) V : 722—729; Paris.
Havlíček V. - Vaněk J. (1966): The Biostratigraphy of the Ordovician of Bohemia. Sborn. Geol. věd (paleont.), 8 : 7—68, 7 fig., 4 tabl., pl. I—XVI; Prague.
Henry J.-L. (1966): Quelques Acritarches (micro-organismes *incertae sedis*) de l'Ordovicien de Bretagne. C. R. somm. Soc. géol. France, 7 : 265—266, I fig.; Paris (1966 a).
— (1966): Sur un nouveau *Phacopina* (Trilobite) de l'Ordovicien de Bretagne. Bull. Soc. géol. France, (7), VII : 558—562, I fig., pl. XVI; Paris (1966 b; non 1965).
Kerforne F. (1901): Etude de la région silurique occidentale de la presqu'île de Crozon. Thèse, 234 p., 30 fig., pl. I—II; Rennes (Simon).
— (1921): Sur le prétendu Cambrien du Massif armoricain. Bull. Soc. géol. min. Bretagne, 2 : 159—161; Rennes.
Klein C. (1956): Poudingue de Gourin et poudingue de Montfort sur le pourtour de la région silurienne au Sud de Rennes. Bull. Soc. géol. France, VI : 977—995; Paris.
— (1959): Le poudingue de base de la série pourprée dans la région de la Gacilly (Morbihan). C. R. somm. Soc. géol. France : 178—179; Paris.
— (1960): La transgression ordovicienne sur les marges orientales de l'Armorique. Bull. Soc. géol. France, II, (6) : 768—778; Paris.
Le Corre C. (1966): Sur un faciès gréseux à la base de la Série rouge des synclinaux du Sud de Rennes. Bull. Soc. géol. min. Bretagne, n. sér : 133—136; Rennes (non 1964—1965).
— (1966): Données lithostratigraphiques nouvelles sur l'Ordovicien supérieur et le Silurien dans le synclinorium de Martigné-Ferchaud (Massif armoricain). Bull. Soc. géol. France, (7), VII : 876—878, I fig.; Paris (non 1965).
Milon Y. (1925): Notes géologiques sur les environs de Candé (Maine et Loire) et de Saint-Julien-de-Vouvantes (Loire Inférieure). Bull. Soc. géol. min. Bretagne, VI, (1) : 64—77; Rennes.
Morzadec P. (1967): Sur la présence du genre *Ancyrocrinus Hall* 1862 (Crinoïde) dans le Dévonien moyen du Massif armoricain. Bull. Soc. géol. min. Bretagne, n. sér. : 26—32, 2 fig., I pl.; Rennes (non 1966).
Philippot A. (1950): Les Graptolites du Massif armoricain; étude stratigraphique et paléontologique. Mém. Soc. géol. min. Bretagne, VIII : 1—271, 22 fig.; thèse, Rennes.
— (1963): Remarques sur la sédimentation de l'Ordovicien supérieur et de l'Ordovicien moyen dans la presqu'île de Crozon (Finistère). Bull. Soc. géol. min. Bretagne, n. sér., 1—2 : 133—143, fig. 1—2; Rennes (non 1961).
— (1965): Le Ludlovien en Bretagne. Faune de Graptolites et relations visibles avec le Gédinnien. Colloques sur le Dévonien inférieur et ses limites, Sept. 1964. Mém. Bur. Rech. géol. Min., 33 : 68—69; Paris (non 1964).
Philippot A. - Chauvel J.-J. (1957): Relations entre les niveaux de la base du Paléozoïque et les assises inférieures dans les synclinaux du Sud de Rennes. Bull. Soc. géol. Min. Bretagne, 2 : 15—34; Rennes.
Renaud A. (1965): Le Dévonien inférieur du Synclinorium médian armoricain. Colloques sur le Dévonien inférieur et ses limites, Sept. 1964. Mém. Bur. Rech. géol. min., 33 : 75—76; Paris (non 1964).
Whittington H. B. (1966): Phylogeny and distribution of the Ordovician trilobites. J. Paleont., 40 (3) : 696—737, 16 fig.; Cambridge, Mass.