

LE DÉVONNIEN SUPÉRIEUR DE L'ANSE DU ZORN ET DE LA POINTE DU MOULIN DE ROSTELLEC EN CROZON (FINISTÈRE)

Pierre MORZADEC¹ & Yves PLUSQUELLEC²

1 - Université de Rennes 1, Géologie (e.r.).

2 - Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire de Paléontologie (e.r.), UFR Sciences & Techniques, 6 avenue Le Gorgeu, CS 93837, F-29283, Brest.

Résumé. Une synthèse des données – anciennes et nouvelles – relatives à la Formation du Zorn, Famennien moyen et supérieur de la presqu'île de Crozon (Massif armoricain) est présentée. Elle comporte un historique détaillé de la Formation auquel s'ajoutent des précisions sur les structures sédimentaires des bancs carbonatés, des éléments de datation et une présentation inédite de microfossiles à paroi calcaire. Sur fond de photo satellite Géoportail couvrant l'anse du Zorn et la pointe du Moulin de Rostellec, une cartographie plus précise de la Formation de Saint-Fiacre à la Formation du Zorn (Eifelien au Famennien) et du filon de microdiorite quartzique est présentée.

Mots-clés. Formation du Zorn, Presqu'île de Crozon, Massif armoricain, Famennien, structures sédimentaires, microfossiles, cartographie.

Les remarquables photos satellites en couleur disponibles sur Géoportail ont permis d'établir une cartographie très détaillée des couches affleurant sur l'estran dans l'anse du Zorn et à la pointe du Moulin de Rostellec en Crozon, partie occidentale du synclinorium médian armoricain [Fig. 1]. Cette nouvelle cartographie complète et précise celle établie antérieurement (Morzadec 1984). Elle permet surtout de mieux appréhender, à la pointe du Moulin de Rostellec, la distribution et la nature des couches des Formations de Porsguen et du Zorn fortement perturbées par de nombreux pointements de « microgranite ». De plus, ce travail cartographique fournit l'occasion de présenter un historique de la Formation du Zorn, une étude préliminaire de quelques microfossiles à paroi calcaire et quelques documents iconographiques qui complètent ceux du récent ouvrage « Géotourisme en presqu'île de Crozon » (Vidal et coll. 2019).

Les lames minces ayant livré des microfossiles sont conservées dans les collections du Laboratoire de Paléontologie de l'Université de Bretagne occidentale à Brest sous le numéro LPB 19 443. Les structures sédimentaires figurées p. 10 et inventoriées sous le numéro IGR-Petro 5045 ainsi que le reste du matériel (échantillons et lames minces) enregistré sous les numéros IGR-Petro 5046 à 5048 sont conservés dans les collections de Géosciences Rennes.

I - Historique des Formations de Porsguen et du Zorn

Les deux dernières formations du Dévonien de la presqu'île de Crozon n'ont été distinguées que tardivement. Dans une courte note, C. Babin (1963 a) présente un historique de la terminologie ancienne des formations du Dévonien supérieur du Finistère, terminologie dans laquelle écrit-il p. 129 « *Il a d'ailleurs régné une certaine confusion dans les premières publications* » citant en particulier Ch. Barrois (1877,

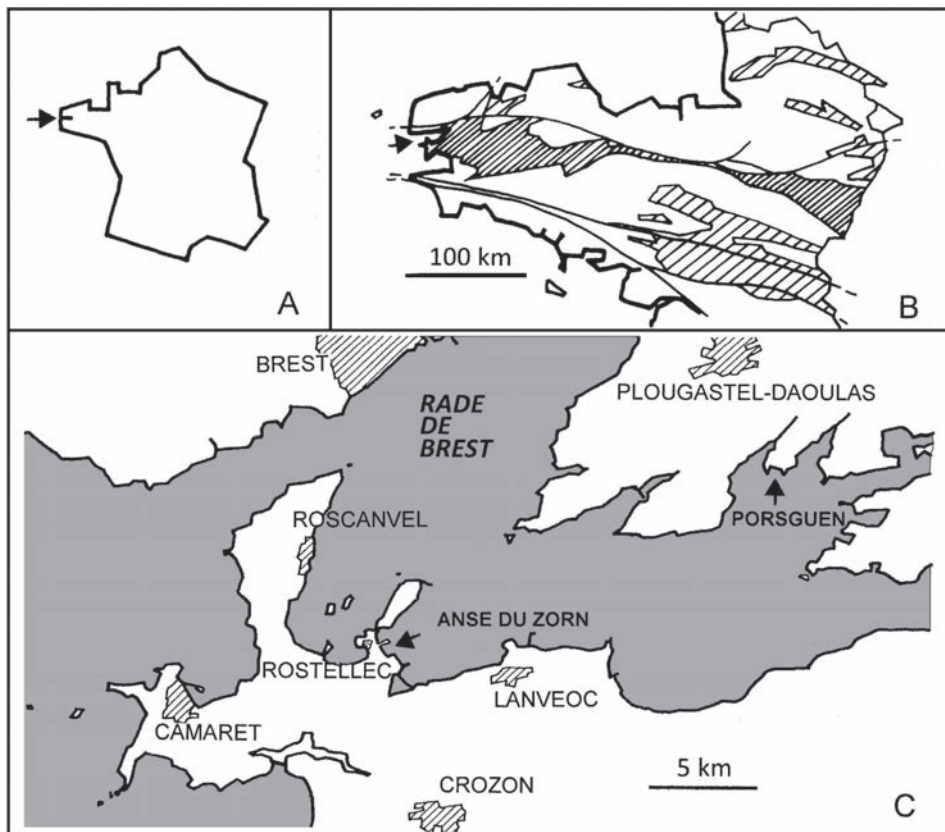


Fig. 1 - Cartes de localisation de l'anse du Zorn. **A** et **B**, en France et dans le Massif armoricain, **C** dans la rade de Brest. Synclinaux paléozoïques en hachures obliques, Synclinorium médian Châteaulin - Laval en hachures serrées.

1886, 1889, 1898) et L. Collin (1912, 1921, 1926). Il propose d'utiliser le terme de Schistes de Traonlions pour le Frasnien et de Schistes de Porsguen pour les sédiments noirs bitumineux à nodules du Famennien. Cette nomenclature sera confirmée puis modifiée par l'usage. Il ne fait pas mention d'un autre faciès dans le Dévonien supérieur. Ce n'est que plus tard que le faciès des Schistes et calcaires du Zorn sera identifié et placé au-dessus des Schistes de Porsguen, par l'un de nous (voir plus loin, Morzadec 1984).

La première étude de la coupe de la pointe du Moulin de Rostellec est due à L. Collin (1912, p. 29-30) ; il signale la présence d'une « bande de schistes gris clair » séparant les schistes bitumineux du « filon d'Eurite porphyrique du moulin ». Plus tard, (Collin 1921, p. 105) il écrit : « ... mais en bordure du filon si on se dirige vers le N.-E... les schistes jaunes prennent une couleur d'abord bleu clair, puis bleue plus foncée et enfin presque noire et dans certains blocs on trouve la faune famennienne avec *Goniatites*, *Bactrites*, *Posydonomies* [sic], etc ». Sur la figure 1, p. 105, L. Collin propose une cartographie de la pointe du Moulin et une coupe ; il dessine, de part et d'autre du filon, les schistes qu'il rapporte à la « subdivision frasnienne » et un contact stratigraphique avec les faciès noirs de la « subdivision famennienne » [Fig. 2]. Curieusement, L. Collin ne signale pas les bancs carbonatés qui sont pourtant bien exposés sur l'estran de la face sud de la pointe près du filon. À l'évidence, L. Collin a omis les accidents tectoniques

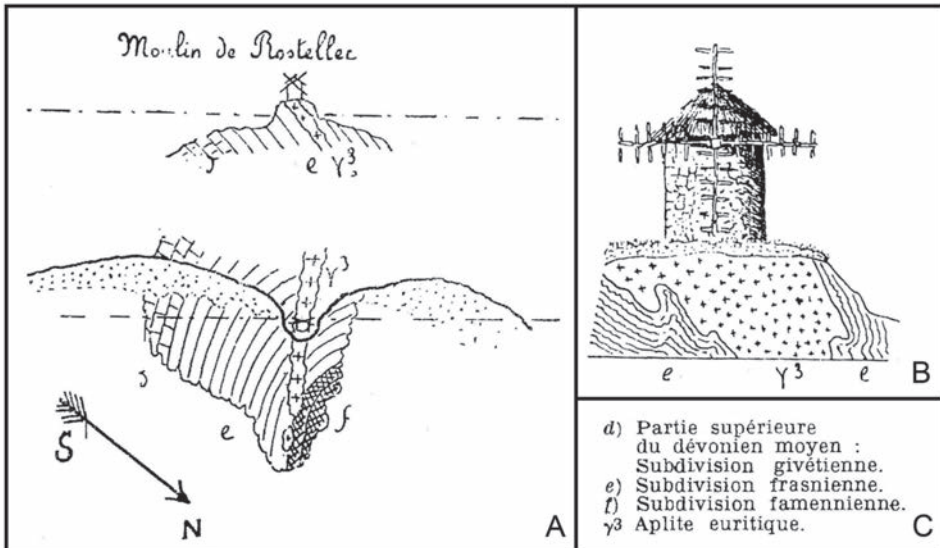


Fig. 2 – Fac-similé des figures de L. Collin (1921). **A**, carte et coupe géologique de la pointe du Moulin de Rostellec (figure de la p. 107, *pars*). **B**, vue de la pointe du Moulin de Rostellec (figure de la p. 105). Le moulin dont il ne reste plus trace est édifié sur le filon ; L. Collin en représente les épontes plissées et concordantes avec l'encaissant, il n'y a actuellement aucune trace de ces structures. **C**, légende.

majeurs de la coupe et n'a pas soupçonné – même s'il semble les avoir différenciés des autres faciès – que les « schistes gris » de la pointe du Moulin ne constituaient pas la partie supérieure de la « subdivision frasnienne ». Ces schistes n'avaient pas non plus été distingués par Ch. Barrois (1889) et A. Renaud (1942), qui reprenant les travaux de L. Collin, ne fait pas mention dans le Famennien de la rade de Brest d'un faciès différent des milieux noirs. Par ailleurs, il est vraisemblable, d'après la localisation « à proximité de l'ancien moulin de Rostellec » et la description donnée, que les « schistes et calcaires noirs du Frasnie » ayant livré des acritarches à J. Deunff (1965, p. 162), correspondent en fait aux sédiments famenniens de la Formation du Zorn.

C. Babin (1963 b), dans une étude sur la faune malacologique du Famennien de la grève de Porsguen en Plougastel-Daoulas, sépare pour la première fois, dans un paragraphe intitulé « Un autre faciès du Famennien », les schistes noirs de la Formation de Porsguen des schistes gris et jaunes qu'il attribue au Famennien II. Il précise ultérieurement (Babin 1966, p. 396 et fig. 100), concernant le Famennien de la grève de Porsguen : « la falaise est encore constituée d'un ensemble de schistes argileux de teinte jaune ou beige qui ont livré de petits trilobites pouvant être rapportés à *Dianops cf. griffithides* (R. & E. RICHTER) selon J. Pillet ce qui suggérerait le Famennien V ». Plus tard, dans un article sur le Paléozoïque antécarbonifère de Bretagne, C. Babin *et al.* (1968 a, p. 276-277) indiquent que « il semble de plus en plus assuré... qu'un petit affleurement de la grève de Porsguen en Plougastel-Daoulas (Finistère), soit à attribuer au Famennien supérieur mais les Trilobites (*Dianops* ou *Trimeroccephalus* ?) sont à l'étude ».

En marge de l'étude du laccolite de microgranite de l'Île Longue, C. Babin *et al.* (1968 b, p. 5-6) décrivent essentiellement les faciès noirs famenniens de la Formation de Porsguen mais remarquent (p. 6) que la présence de *Posidonia venusta* dans des schistes gris noirs ou jaunâtres « ne s'oppose pas à un âge frasnie mais peut également suggérer que le Famennien II de l'Île Longue présente parfois comme celui de Porsguen

(Babin, 1963), un faciès non bitumineux ». Plus loin, ils rajoutent sans commentaire, « un autre type de calcaire famennien affleurait en deux bancs sur la côte occidentale de la presqu'île. Gris clair, ne livrant aucun fossile... ». Mais sur les cartes (figure 1 et 3), ils placent néanmoins la pointe du Moulin de Rostellec dans les schistes frasniens.

Dans une synthèse du Dévonien du Massif armoricain (Babin *et al.* 1972 a, p. 106 et tabl. 1), il est indiqué dans la liste des formations dévoniennes « Schistes beiges à "Dianops" : désignation proposée ici par C. Babin » et, sur le log Rade de Brest, ce niveau surmonte les Schistes kërabitumineux de Porsguen. L'imprécision sur la nomenclature paléontologique demeure car dans une étude des trilobites récoltés dans les schistes beiges de Porsguen (Morzadec & Babin 1976), alors que la nouvelle détermination des trilobites les attribue à *Trimerocephalus caecus*, ces mêmes schistes sont encore appelés « Schistes beiges à "Dianops" ». En 1977, C. Babin *et al.* distinguent dans la Formation de Porsguen trois membres : un membre supérieur qu'ils appellent encore « Schistes beiges », séparé des Schistes kërabitumineux (membre inférieur) par quelques mètres de Schistes gris (membre moyen).

Le terme **Formation du Zorn** apparaît pour la première fois en 1978, au congrès international sur le Système dévonien (PADS) à Bristol, lors d'une communication orale, présentée par P. Morzadec, sur « La succession des faunes de Conodontes et d'Ostracodes, de l'Emsien supérieur au Famennien inférieur, dans la rade de Brest, Massif armoricain » (Morzadec & Weyant 1978). Dans cette communication l'étude détaillée des faciès et des faunes était exposée. En 1979, dans le livret guide d'excursion de la sous-commission de stratigraphie du Dévonien (Morzadec *in* Lardeux & Morzadec 1979, p. 20), le nom de Formation du Zorn a été repris avec une courte définition « *Shales and blue-gray limestones in the lower part. Then, black limestones, poorly fossiliferous : Trimerocephalus caecus, Ostracods Entomozoidés, abundant and partly reworked microfloras, with Grandispora famenensis. Fa2* », les affleurements localisés sur une carte et la formation positionnée sur un log (Morzadec *in* Lardeux & Morzadec 1979, fig. 13). Peu après, sur la base de l'étude des spores contenues dans les schistes de la Formation du Zorn, P. Morzadec et M. Streel (1980) proposent un âge Famennien supérieur pour cette Formation et montrent son importance dans l'histoire de la phase bretonne.

En 1982, dans la publication des actes du congrès de Bristol, la description de la Formation du Zorn et la désignation formelle de la localité-type est fournie par P. Morzadec (*in* Morzadec & Weyant 1982, p. 30) : *Formation du Zorn (25 m)-alternance de schistes et de petits bancs calcaires gris-bleu surmonté par des schistes noirs à fines lamines. N.W. de l'anse du Zorn (localité-type), équivalente des schistes gris et des schistes beiges à Trimerocephalus caecus, altérés, de Porsguen (Babin et al. 1977)*. L'année 1982 doit donc être considérée comme la première date de publication valide du nom « Formation » et se substituer à 1978 utilisée par l'un de nous (Morzadec 1984, p. 283).

Si dans la notice de la carte géologique Brest à 1/50 000° (1979 p. 23), C. Babin, P. Morzadec & Y. Plusquellec utilisent les termes « schistes beiges ayant livré *Trimerocephalus caecus* (ex *Schistes beiges* à Dianops) caractéristique du Famennien II-III », ces auteurs dans la notice de la carte géologique Le Faou à 1/50 000° (1982 p. 17) indiquent bien que les schistes beiges à *Trimerocephalus caecus* correspondent à la Formation du Zorn.

Sur les cartes de détails publiées par P. Morzadec (1982 thèse inédite, et 1984) les Formations de Porsguen et du Zorn sont positionnées et répertoriées sous forme

d'un sigle suivi d'un chiffre et du n° de la figure (par exemple ZO17, fig. 13). Sur les documents antérieurs, les deux formations sont souvent associées voire pas encore distinguées.

La Formation de Porsguen *sensu stricto* est représentée dans plusieurs localités situées autour de la rade de Brest.

- Anse et pointes Ouest et Est de Porsguen et Penavern (ou Pen ar Vern) en Plougastel-Daoulas (gisement PO1, fig. 18 et Babin *et al.* 1977, fig. 2).

- Falaise de Rostiviec (RC7, fig. 20) et falaise de Kersanton en Loperhet (KN18, 22, 25, 26, fig. 20).

- Anse de Landrévézen en Dirinon (Babin 1966, fig.99).

- Pointe Nord-Ouest de l'anse du Roz en Logonna-Daoulas (RZ50-58, fig. 21).

- Pointe du Château-Anse de Penfoul en Logonna-Daoulas (CH1-CH2, fig. 20).

- Anse de Rostellec en Crozon (SF37, fig.14).

- Anse du Zorn en Crozon (ZO17, 21, fig.13).

- Île Longue en Crozon (Babin *et al.* 1977, fig.1).

La Formation du Zorn n'est connue que dans deux coupes et sous des faciès différents. Il s'agit de la formation paléozoïque la plus récente de la presqu'île de Crozon et de la rade de Brest.

- Anse du Zorn en Crozon, Localité-type (ZO18-20, Morzadec 1984, fig. 13), faciès Schistes et calcaires gréseux.

- Anse de Porsguen en Plougastel-Daoulas (Babin *et al.* 1977, fig. 2 et Morzadec 1984, fig. 18), faciès Schistes gris surmonté d'un niveau de Schistes beiges.

Dans l'ensemble de la rade de Brest, d'Est en Ouest, des variations notables de faciès dans les formations de l'Emsien au Famennien ont été signalées lors des levés détaillés des coupes, en particulier pour ce qui concerne ces deux formations : « *Dans les Fm de Porsguen et du Zorn, de nouveau, les calcaires sont plus importants dans la presqu'île de Crozon* » (Morzadec 1984, p. 288). Deux domaines ont ainsi été distingués de part et d'autre de la rade de Brest : à l'Ouest, dans la presqu'île de Crozon et à l'Est, de la presqu'île de Plougastel à la rivière du Faou (Morzadec 1982 ; 1984, p. 284-288) F. Guillocheau (1983, p. 53) « *propose de dénommer ces deux unités lithostratigraphiques : Rade Ouest et Rade Est* ». Ces deux domaines se distinguent également dans la répartition des faunes au Dévonien, par exemple dans les faunes de la Formation de Kersadiou (Givetien) : « *this east-west distribution of faunas correlates with the paleological gradient evidenced in the studied area* » (Botquelen & Racheboeuf 2008, p. 246).

Le milieu de dépôt, la sédimentologie et la bathymétrie de la Formation du Zorn ont été étudiés dans le cadre de l'évolution géodynamique du Dévonien du Finistère (Guillocheau 1983). La dynamique sédimentaire confirme que « *les faciès Rade Est sont plus proximaux que ceux de Rade Ouest* » (Dabard *et al.* 2009, p. 89) « *avec une plus grande abondance de calcaires en presqu'île de Crozon dans les Formations de Porsguen et du Zorn* » (Dabard *et al.* 2009, p. 71).

La Formation du Zorn est souvent mentionnée dans le cadre de l'étude du passage Dévonien-Carbonifère dans le Massif armoricain (Rolet *et al.* 1986, Paris *et al.* 1986) mais également dans les travaux de synthèse sur le Dévonien armoricain (Chauvel *et al.* 1980, Morzadec *et al.* 1988, Morzadec *et al.* 2000, Vidal *et al.* 2011, Ballèvre *et al.* 2013). Les Formations de Porsguen et du Zorn sont également décrites dans plusieurs guides géologiques consacrés à la presqu'île de Plougastel (Plusquellec 1992), la presqu'île de Crozon (Plusquellec et coll. 2010, Vidal et coll. 2019) et plus généralement à la Bretagne (Jonin 2008).

II - La Formation du Zorn dans sa localité-type : contexte stratigraphique, sédimentaire et structural

De l'anse du Zorn à la pointe du Moulin de Rostellec, les formations comprises entre le sommet de la Formation de Saint Fiacre de l'Eifelien et la Formation du Zorn du Famennien supérieur sont bien exposées sur l'estran (Morzadec 1984, p. 296, fig. 3 et fig. 13). Du Sud vers le Nord, la succession, globalement continue, constitue l'une des meilleures coupes pour l'étude du Dévonien moyen et supérieur de la rade de Brest. En complément à la macrofaune, six zones de conodontes ont été mises en évidence dans cette succession (Weyant *in* Morzadec & Weyant 1982). La faune de conodontes la plus ancienne a été identifiée à l'extrême base de la Formation de Porsguen dans le faciès Rade Ouest et appartient à la zone à *hassi* sup. (Frasnien moyen). La plus récente provient des bancs et sphéroïdes calcaires interstratifiés dans les schistes noirs bitumineux de la partie inférieure de la Formation de Porsguen – incomplète dans cette coupe – et indique un âge correspondant à la zone à *Palmatolepis crepida* supérieure (sommet du Famennien inférieur à Famennien moyen basal).

Les Formations de Porsguen et du Zorn affleurent au niveau de la pointe du Moulin de Rostellec [Fig. 2, 6]. Au cœur du pli synclinal formé par la Formation de Porsguen, la Formation du Zorn dont c'est ici la localité éponyme est constituée par des schistes verdâtres puis noirs finement zonés alternant avec des niveaux carbonatés bien développés sur l'estran [Fig. 3]. Les bancs calcaires pluricentimétriques à décimétriques semblent organisés – autant qu'on en puisse juger compte tenu des perturbations tectoniques qui affectent la coupe – en une séquence globalement stratocroissante. Certains bancs semblent dépourvus de litage interne, d'autres présentent des laminations entrecroisées et/ou des déformations synsédimentaires [Fig. 4].

Du point de vue pétrographique les bancs calcaires montrent au moins deux faciès distincts.

– Le plus fréquent, à laminations obliques entrecroisées [Fig. 4], correspond à des boues carbonatées recristallisées, faiblement micacées (muscovite) et riches, voire très riches en quartz détritique anguleux de petite taille (ca 40-50 μm). La lamination est parfois soulignée par de minces traînées opaques. Hormis de rares microfossiles calcaires (voir ci-dessous) et d'aussi rares coloniales de crinoïdes de petit diamètre (100 μm), les bioclastes ne constituent qu'une partie négligeable de la fraction carbonatée. Quelques cristaux ou amas de pyrite se concentrent le long des filonnets de calcite ou soulignent la lamination.

– Le second faciès a été observé dans un banc de quelques centimètres d'épaisseur et sans litage interne. Il est entièrement constitué de grains jointifs de calcite de 10-15 μm (test de coloration positif à l'Alizarine red) et d'un ciment hyalin de nature indéterminée. Ce faciès semble dépourvu de muscovite et les quartz sont rares. Quelques valves isolées d'ostracode lisse et de très petite taille (0,5-1,0 mm) apparaissent en section.

Diverses structures, rides, déformations synsédimentaires, ont été mises en évidence dans un banc carbonaté sur une section attaquée à l'acide [Fig.4]. Les rides 3D, séparées par des surfaces érosives, sont particulièrement développées et sont produites par des processus de courant unidirectionnel. Ces rides se retrouvent dans différents environnements où ces processus existent, qu'ils soient peu profonds (plaine de marée, estuaire) ou profonds (communication A. Loi, 2020). C'est l'interprétation d'un environnement profond qui est privilégié pour la Formation du



Fig. 3 - Pointe du Moulin de Rostellec, vues générales de la Formation du Zorn. **A**, contact sud entre le filon et les schistes et calcaires de la Formation du Zorn. **B**, Schistes et calcaires de la partie inférieure de la Formation du Zorn, en série normale sur le flanc sud du synclinal.

Zorn par F. Guillocheau (*in* Dabard *et al.* 2009, p. 25) « ...*le maximum de profondeur est atteint au sommet de la Formation du Zorn, constituée du dépôt de turbidites distales* ».

La macrofaune de la Formation du Zorn est rare dans la localité-type, représentée essentiellement par quelques ostracodes indéterminables, moules internes ou sections en lame mince (LPB 19443, lame Zorn 1-1).



Fig. 4 - Formation du Zorn. Section après attaque acide d'un banc de calcaire gréseux du flanc sud du synclinal de la pointe du Moulin de Rostellec, secteur NE de l'estran à quelques mètres au Sud du filon principal ; probablement partie moyenne à supérieure de la formation. Les lamines gréseuses (en clair) mettent en évidence, de la base au sommet du banc, des rides 3D et des déformations synsédimentaires : laminations légèrement convolutées surmontées d'une figure de charge (IGR-Petro 5045).

Le trilobite *Phacopidae*, *Trimerocephalus caecus* est bien représenté dans la Formation du Zorn à Porsguen (Morzadec & Babin 1976) mais sa présence, citée au Zorn (Morzadec & Streel 1980), n'a pas été confirmée. *Trimerocephalus caecus* a été important pour déterminer l'âge de la Formation car il apparaît dans la zone de conodontes *marginifera* inférieure soit la partie supérieure du Famennien moyen - (Feist 2019, fig.1) et est connu jusque dans la zone à *trachytera* (base du Famennien supérieur) (Ziegler 1962 ; Thorez *et al.* 2006, fig. 9). Notons que dans le Dévonien de la rade de Brest, les *Phacopidae* sont connus du Praguien au Givetien ; ils sont absents durant le Frasnien et le Famennien inférieur et réapparaissent au sommet du Famennien moyen base du Famennien supérieur dans la Formation du Zorn à Porsguen où ils sont représentés par la seule espèce *Trimerocephalus caecus*.

La recherche de conodontes dans plusieurs bancs calcaires de la Formation du Zorn a été menée pour compléter l'étude faite dans les formations sous-jacentes (Morzadec & Weyant 1982), mais cette nouvelle tentative, tout comme celle précédemment effectuée (Weyant *in* Morzadec & Weyant 1982, p. 35) s'est révélée négative.

L'analyse des spores des schistes de la partie inférieure de la Formation du Zorn [Fig. 3] a mis en évidence la présence d'espèces d'âge Famennien (Morzadec & Streel 1980), en particulier celle de *Grandispora famenensis* qui donne un âge correspondant à la zone de spores GF, équivalente essentiellement aux zones de conodontes *marginifera* et *trachytera* et *postera* inférieur mais dont la base pourrait être diachrone et descendre dans la zone à *rhomboidea* supérieur (Thorez *et al.* 2006, fig. 9). Des spores emsiennes sont remaniées dans l'assemblage famennien. Ce remaniement montre l'existence de phases d'émergence et d'érosion à la fin du Dévonien, liées à la phase bretonne de l'orogénèse hercynienne (Ballèvre *et al.* 2013).

Des acritarches, observés en lame mince, ont été découverts dans ces mêmes niveaux de schistes et calcaires (Deunff, 1965). Pour A. Le Hérisse (comm. pers. 2019), la présence de *Baltisphaeridium brevispinosum britannum* Deunff, 1965

est intéressante pour la datation. En effet, bien que carbonifié, ce matériel peut être réattribué à *Gorgonisphaeridium ohioense* Winslow 1962 (Wicander 1974), espèce très souvent mentionnée dans des séries situées à la limite Dévonien/Carbonifère. L'assemblage décrit au Zorn est caractérisé par une dominance à 90 % de *Baltisphaeridium brevispinosum britannum* Deunff 1965. Comme le souligne J. Deunff (1965), cette fréquence qui correspond à la prolifération d'une espèce, est remarquable. Des proliférations monospécifiques de kystes de dinoflagellés (microplancton proche des acritarches) ont été observées dans des milieux littoraux, restreints, quaternaires à salinité élevée ou à très faible salinité (Morzadec-Kerfourn 1992).

Des microfossiles à paroi calcaire, reconnus en lame mince (lame BR 2872, LPB 19443) dans un banc calcaire de la Formation du Zorn [même banc que celui de la Fig. 4], sont ici sommairement décrits et figurés pour la première fois [Fig. 5]. Leur détermination relève de spécialistes, mais trois groupes sont néanmoins identifiés.

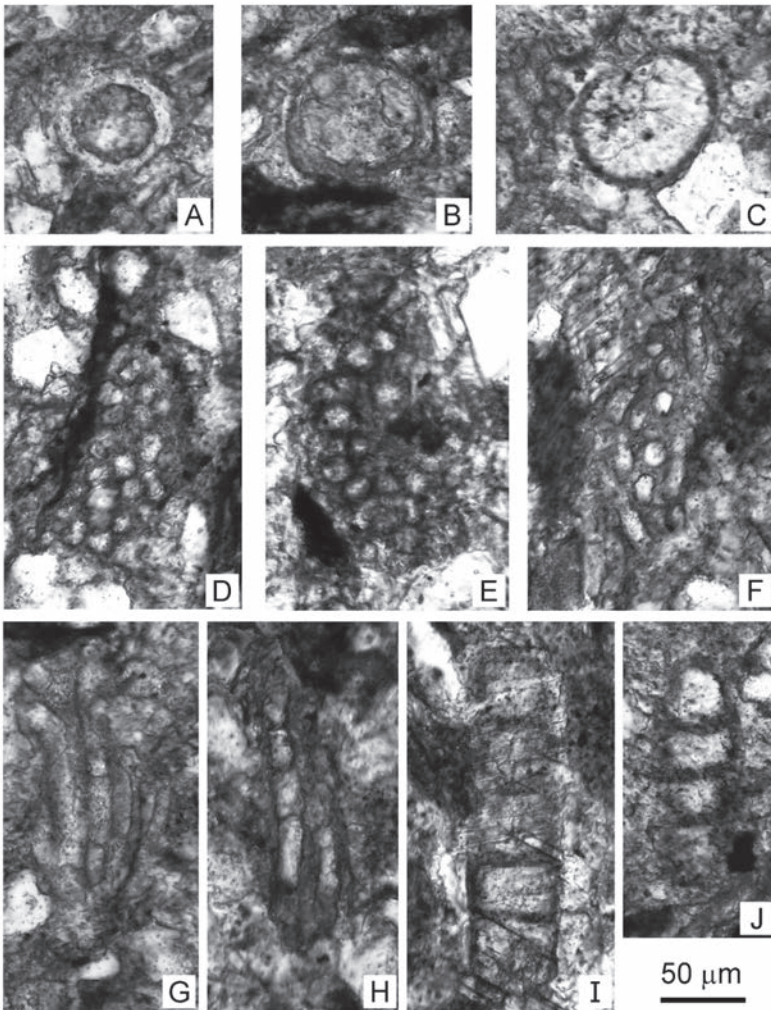


Fig. 5 – Microfossiles calcaires de la Formation du Zorn (LPB 19 443). A-C, « calcsphères ». D-H, cyanobactéries calcifiées. I-J, organismes scalariformes.

– Sont regroupées sous le nom de « calcisphères » : 1) des sections circulaires ou subcirculaires d'environ 100 µm de diamètre, à paroi mince (5 µm), probablement (micro) lamellaire, c'est-à-dire constituée d'éléments disposés parallèlement à la paroi [Fig. 5B] et 2) des formes plus petites (70 µm), à paroi plus épaisse (10 µm) paraissant entièrement recristallisée [Fig. 5A].

– Sont à rapprocher des cyanobactéries calcifiées de petits amas sphériques ou ovoïdes d'environ 100 à 140 µm, constitués d'éléments à section circulaire de 15 à 18-20 µm de diamètre et à paroi extrêmement mince [Fig. 5D-E]. On en compte une vingtaine pour les plus grandes structures. Certains de ces amas sont associés, en périphérie, à des « filaments » de même diamètre que les éléments circulaires (Fig. 5F). Il existe également, indépendamment des amas, des « filaments » de même type mais non associés à des sections circulaires qui présentent un cloisonnement transverse (Fig. 4G-H).

– Enfin, sont distingués des organismes à disposition unisériée, scalariformes, formés de 4 à 5 « cellules » quadrangulaires non communicantes. L'épaisseur de la paroi est voisine de 8 µm [Fig. 4I-J] et la microstructure indistincte. Le plus grand spécimen mesure 200 µm de long, 60 µm de large.

L'âge de la Formation du Zorn repose sur des données obtenues dans deux coupes exposant des faciès différents, Rade Ouest et Rade Est. (voir tableau 1 en annexe). D'une part dans la coupe-type, les spores (*Grandispora famenensis*) indiquent que le faciès Schistes et calcaires gréseux se situe dans les zones de conodontes *marginifera* et *trachytera*, voire *postera* inférieure, soit de la partie supérieure du Famennien moyen à la partie inférieure du Famennien supérieur. D'autre part, pour le faciès Schistes beiges de la coupe de Porsguen, le trilobite *Trimeroccephalus caecus* fournit un âge sensiblement identique car il apparaît dès la base de *marginifera* et monte jusqu'à *trachytera*.

Par ailleurs, si on considère que le sommet de la Formation de Porsguen est synchrone dans les deux coupes, l'âge des Schistes gris doit être examiné. Aucune forme, récoltée dans les nodules silico-alumineux et/ou pyriteux du Membre supérieur de la Formation de Porsguen ni dans les Schistes gris de la Formation du Zorn ne permet de contraindre l'âge de la base de ce dernier faciès. Si *Trimeroccephalus caecus* était apparu précocement en rade de Brest, c'est-à-dire à la base de *marginifera*, les Schistes gris pourraient appartenir à la partie supérieure de la zone à *rhomboidea*. Si son incursion était tardive, les schistes gris pourraient appartenir à la zone à *marginifera*. Cependant, compte tenu de la présence de *Nehdenites circumflexum* et *Cheiloceras ovatolobum*, ils ne peuvent être plus récents que le sommet de la zone à *Cheiloceras* qui n'atteint pas l'extrême sommet de la zone à *marginifera* supérieur. Dans les deux cas, si on admet le synchronisme des faciès (cf. supra), les deux hypothèses concernant l'âge des Schistes gris pourraient s'appliquer à la base de la Formation du Zorn dans la coupe-type. La limite supérieure de la Formation du Zorn n'est contrainte par aucune donnée paléontologique. Elle peut être antérieure (ou postérieure) à l'extension de *Grandispora famenensis* ou de *Trimeroccephalus caecus*.

La Formation du Zorn est d'âge Famennien moyen (partie supérieure) à Famennien supérieur (partie inférieure) et correspond partiellement ou totalement aux zones de conodontes à *marginifera* et *trachytera*, sans pouvoir exclure que la base de la formation puisse débuter dans la zone à *rhomboidea* ni que son sommet atteigne la zone à *postera* inférieure. Cette dernière donnée contraint la base de la lacune antécarbonifère, liée au développement de la phase bretonne de l'orogénèse hercynienne.

L'environnement bathymétrique de la Formation du Zorn n'est pas définitivement tranché. Pour cette ultime Formation du Dévonien (Famennien moyen-sup.) de la presqu'île de Crozon, il pourrait s'agir d'un environnement peu profond auquel seraient associés des bancs à rides 3D de type plaine de marée ou estuaire et des assemblages microplanctoniques (acritarches) à tendance monospécifique, issus de lagunes littorales. Cette hypothèse s'accorde avec le fait que la période de dépôt de la Formation du Zorn (zones de conodontes *marginifera-trachytera*) se situe principalement en contexte régressif global (Becker 1993). Par ailleurs, l'organisation (très probablement) stratocroissante des bancs carbonatés de la formation et le remaniement de spores emsiennes, apportent des arguments complémentaires en faveur d'une diminution progressive de la profondeur de la mer « armoricaine » au Dévonien supérieur.

III - Cartographie de l'anse du Zorn et de la pointe du Moulin de Rostellec

Une première carte sommaire, reprise ici [Fig. 2], et une coupe géologique du Fret à la pointe du Moulin de Rostellec en passant par l'anse du Zorn est proposée par Collin (1921, p. 107). La stratigraphie simplifiée reflète les connaissances de l'époque mais l'auteur reconnaît néanmoins au Nord de l'anse du Zorn une succession allant de la partie supérieure du Dévonien moyen au Famennien.

Il faut attendre 1979 pour que soit proposée par P. Morzadec une carte très détaillée de la zone, utilisant une nomenclature nouvelle des formations (Lardeux & Morzadec 1979, fig. 13). Elle sera reprise et commentée en 1982 par P. Morzadec (thèse inédite, p. 51-52 et fig. 13) puis enfin publiée en 1983 dans *Géologie de la France* (Morzadec 1983, fig. 13). Cette carte est réutilisée sans modification de tracé mais sous une forme « recolorisée » par P. Morzadec *in* Plusquellec et coll. (2010, p. 56-57) et reproduite ici [Fig. 6]. À l'époque où ce travail cartographique a été mis en chantier, l'auteur ne disposait que d'une base topographique approximative (agrandissement au carreau de la carte topographique au 1/50 000°, et des photos aériennes en noir et blanc au 1/25 000°) d'où quelques distorsions avec la nouvelle version présentée ici.

L'utilisation de la photographie satellite Géoportail, extrêmement précise, agrandissable à souhait, a permis de proposer une carte où les principaux couloirs et zones occupés par les sédiments actuels sont individualisés permettant ainsi à

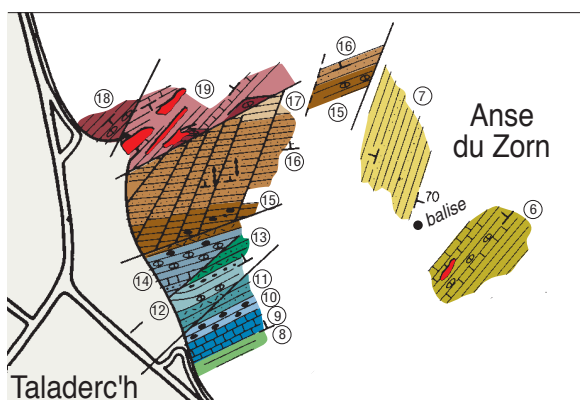


Fig. 6 - Carte géologique de l'anse du Zorn et de la pointe du Moulin de Rostellec (Morzadec 1984, figurée sous forme « recolorisée » par P. Morzadec *in* Plusquellec et coll. 2010, pars). La numérotation des formations est la même que celle utilisée Fig. 7.

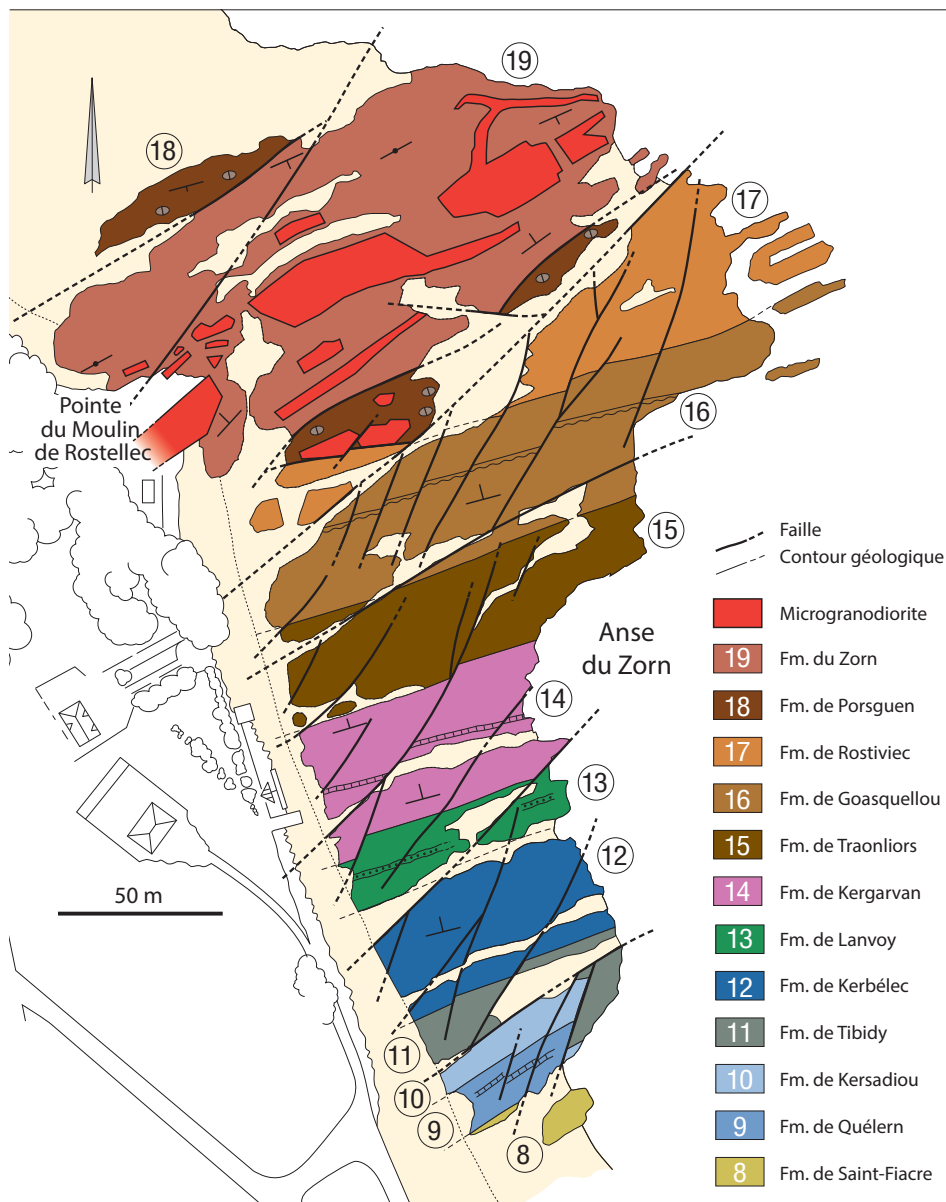


Fig. 7 - Carte géologique de la partie nord de l'anse du Zorn et de la pointe du Moulin de Rostellec (inédit).

l'utilisateur de repérer la localisation exacte des 12 formations cartographiées [Fig. 7]. En complément de la carte, et à la même échelle, la photo est reproduite [Fig. 8] ; la comparaison des deux documents permet de suivre aisément l'interprétation géologique proposée. La cartographie présentée [Fig. 7] montre une succession stratigraphique pratiquement continue – bien que faillée – depuis la Formation de Saint-Fiacre (Fm 8) jusqu'à celle du Zorn (Fm 19). Globalement, elle reconduit celle présentée par P. Morzadec (1984) et confirme la présence, à la pointe du



Fig. 8 - Photographie aérienne « Géoportail » de la partie nord de l'anse du Zorn et de la pointe du Moulin de Rostellec (d.r.).

Moulin de Rostellec, d'une structure synclinale pincée dont le cœur est occupé par la Formation du Zorn.

Quelques modifications sont à noter par rapport à la carte précédente :

1 - en bas de l'estran et à l'extrême sud de la coupe, la présence d'un petit compartiment (non cartographié précédemment) de Grès de Tibidy (Fm 11) en contact faillé avec les Formations de Quélern et de Kersadiou (Fm 9 et 10).

2 - un changement d'attribution stratigraphique, en haut d'estran et dans la

partie moyenne de la coupe ; le compartiment triangulaire de Grès de Goasquellou le plus à l'Ouest (Fm 16) étant rattaché ici à la Formation de Rostiviec (Fm 17).

3 – une cartographie plus détaillée de tout le secteur de la pointe du Moulin de Rostellec, avec en particulier un dessin précis du contour des éléments de l'ensemble filonien.

4 – dans la zone Sud de la coupe, le même développement qu'au Nord, d'un système de décrochements sénestres d'orientation N 20-30° E affectant les Formations de Tibidy (Fm 11) à Kergarvan (Fm 14).

Le plus bel exemple de ces décrochements métriques est particulièrement visible dans la Formation de Goasquellou où un gros banc de grès (à figures de charge), en relief sur l'estran et bien identifiable sur la photo satellite, permet de reconnaître le sens des mouvements relatifs des 7 compartiments limités par d'étroits couloirs d'érosion. Curieusement, dans l'extrême Sud de la coupe, dans les Formations de Quélern (Fm 9) et de Kersadiou (Fm 10) – et probablement dans celle de Saint-Fiacre (Fm 8) – la direction des décrochements est toujours la même mais le mouvement est dextre... La nouvelle cartographie confirme l'existence d'un deuxième système de failles (autour de N 40-45° E) à mouvement sénestre et apparemment postérieur au système N20.

Le secteur de la pointe du Moulin de Rostellec – armé par un ensemble filonien – est plus complexe que celui de l'anse du Zorn car les schistes noirs de la Formation de Porsguen, jouant le rôle de couche savon, forment des lentilles tectoniques isolées par faille sur les deux flancs du synclinal. Du point de vue pétrographique la roche filonienne, témoin d'une importante activité hypovolcanique, est une microgranodiorite (M. Caroff comm. pers. 2019). Elle suit globalement le pendage et la direction des couches sédimentaires et se présente sous forme d'une série de blocs quadrangulaires plus ou moins étirés et de taille très variable. L'intrusion est localisée dans les Formations de Porsguen et du Zorn [Fig.3A]. La nouvelle cartographie fait apparaître une étroite convergence entre la nature pétrographique, la morphologie des corps magmatiques et la localisation stratigraphique de l'hypovolcanisme de la pointe du Moulin de Rostellec et celui des pointes limitant la grève de Porsguen en Plougastel-Daoulas (voir Babin *et al.* 1977, fig. 2). Pour J. Rolet & P. Thonon (1978) ce type de gisement en blocs discontinus et/ou déracinés correspond à la dilacération de lames microdioritiques – ici comme à Porsguen (Chauris *et al.* 1979) – en liaison avec des surfaces de décollement majeur.

IV - Conclusion

La compilation des données concernant la Formation du Zorn a permis de présenter un historique détaillé et de désigner l'année 1982 comme la première date de publication valide du nom de la formation. Une discussion des éléments de datation (spores et trilobite) et de l'âge des schistes gris permet de confirmer et d'affiner l'âge de la Formation du Zorn : Famennien moyen/partie supérieure à Famennien supérieur / partie inférieure. Du point de vue bathymétrique, un faisceau d'arguments en faveur d'un environnement peu profond en contexte global régressif est proposé. Enfin, la présentation en parallèle d'une carte géologique plus détaillée que la précédente et de la photo satellite Géoportail qui a servi de fond topographique, constitue une « première » au moins pour le Dévonien du pourtour de la rade de Brest.



Fig. 9 - Carte postale ancienne montrant la pointe du Moulin de Rostellec telle que l'a connue Collin au début du XX^e siècle.

Remerciements

Les auteurs remercient le conseil scientifique de la réserve naturelle de la Presqu'île de Crozon et Sophie Coat, conservatrice de la Réserve pour avoir autorisé le prélèvement des échantillons, Martial Caroff, Bruno Granier, Alain Le Hérisse, Alfredo Loi, Marie-Thérèse Morzadec-Kerfourn pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans l'interprétation des différents faciès, Rémy Gourvennec et Alain Le Hérisse pour l'illustration photographique et Catherine Cronier pour la recherche des conodontes dans les bancs calcaires.

Bibliographie

- BABIN C. 1963 a - Sur la validité de deux localités-types du Dévonien du Finistère. *Compte-rendu sommaire des séances de la Société géologique de France*, 4 : 12-130.
- BABIN C. 1963 b - Faciès et faune malacologique du Famennien de Porsguen (Finistère). *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, 1961, 1-2 : 65-102.
- BABIN C. 1966 - *Mollusques Bivalves et Céphalopodes du Paléozoïque armoricain ; Étude systématique, Essais sur la phylogénie des Bivalves, Esquisse paléocologique*. Imprimerie Commerciale et Administrative Brest : 371p.
- BABIN C. 1989 - Les Goniatites du Dévonien du Synclinorium médian armoricain et leur signification paléogéographique. *Palaeontographica*, A, 206, 1-3 : 25-48.

- BABIN C., CAVET P., LARDEUX H., MORZADEC P., PARIS F., PONCET J. & RACHEBEUF P.R. 1972 a - Le Dévonien du Massif Armoricaïn. *Bulletin de la Société géologique de France*, 7, XIV, 1-5 : 94-109. Paris.
- BABIN C., CHAUVEL J.-J., HENRY J.-L., LE CORRE C., MORZADEC P., NION J., PHILIPPOT A., PLUSQUELLEC Y. & RENAUD A. 1968 - Le Paléozoïque antécarbonifère de Bretagne (France). Résultats récents et problèmes actuels. *Casopis pro Mineralogii a Geologii*, 13, 3 : 261- 278.
- BABIN C., DIDIER J. & JONIN M. 1968 – Un laccolite de microgranite en rade de Brest : l'Île longue. *Bulletin du B.R.G.M.* (2), 1, 3 : 1- 8.
- BABIN C., GOUGET D., LARDEUX H., LEJAL-NICOL A., LETHIERS F., MORZADEC P., PLUSQUELLEC Y. & WEYANT M. 1977 - La Formation des Schistes de Porsguen (Dévonien supérieur de la Rade de Brest, Massif armoricaïn). *Bulletin de la Société géologique du Nord*, 1976, XCVI : 333-346, pl. XXXII-XXXV.
- BABIN C., MORZADEC P. & PLUSQUELLEC Y. 1972b - Terrains sédimentaires paléozoïques in Notice explicative de la 3^e édition de la Carte géologique de Brest au 1/80 000° : 7-13.
- BABIN C., MORZADEC P. & PLUSQUELLEC Y. 1979 - Le Dévonien in Notice explicative de la Carte géologique 1/50 000° Brest : 18-23.
- BABIN C., MORZADEC P. & PLUSQUELLEC Y. 1982 - Le Dévonien in Notice de la Carte géologique 1/50 000° Le Faou : 10-17.
- BALLÈVRE M., BOSSE V., DABARD M.-P., DUCASSOU C., FOURCADE S., PAQUETTE J.-L., PEUCAT J.-J. & PITRA P. 2013 - Histoire géologique du Massif armoricaïn : actualité de la recherche. *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, D, 10-11 : 5-96.
- BARROIS CH. 1877 - Note sur le terrain dévonien de la rade de Brest. *Annales de la Société géologique du Nord*, IV : 59-105.
- BARROIS CH. 1886 - Constitution géologique de la rade de Brest. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3^e série, 14 : 34-63.
- BARROIS CH. 1889 - Sur l'existence du terrain Dévonien supérieur à Rostellec (Finistère). *Annales de la Société géologique du Nord*, XVII : 132-142.
- BARROIS CH. 1898 - Des relations des mers dévoniennes de Bretagne et des Ardennes. *Annales de la Société géologique du Nord*, XXVII : 231-243.
- BECKER R.T. 1993 – Anoxia, eustatic changes, and Upper Devonian to Lowermost Carboniferous global ammonoid diversity. In House M.R. (ed.) *The Ammonoidea : Environment, Ecology, and Evolutionary Change. Systematics Association, Special Volume*, Clarendon Press, 47 : 115-163.
- BECKER R.T. & HOUSE M.R. 2000 – Devonian ammonoid zones and their correlation with established series and stage boundaries. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 220 : 113-151.
- BOTQUELEN A. & RACHEBEUF P.R. 2008 - Benthic paleoecology in the Givetian : an example from the Kersadiou Formation (Massif Armoricaïn, NW France). *Palaios*, 23 : 246-253.
- BRICE D. & MORZADEC P. 1983 - *Rhynchonellida* (Brachiopodes) du Dévonien moyen et supérieur de la rade de Brest (Massif Armoricaïn). *Géobios*, 16, 5 : 549-581.

- BUGGISCH W. 1972 – Zur Geologie und Geochimie der Kellwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (Unteres Oberdevon). *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung*, 62, 68 p.
- CHAURIS L., HALLÉGOUËT B. & THONON P. 1979 – Formations filoniennes diverses in Notice explicative de la Carte géologique de la France 1/50 000° Brest : 27-30.
- CHAUVEL J.-J. & ROBARDET M. 1980 - Massif Armoricaïn, avec la collaboration de J.-P. LEFORT pour la partie géophysique. *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, 1979, C, XI, 1-2 : 1-48.
- COLLIN L. 1912 - *Étude de la Région Dévonienne Occidentale du Finistère*. Thèse, 470 p., Imprimerie Bourgeon, Brest.
- COLLIN L. 1921 - Dévonien moyen et supérieur entre Le Fret et l'Île Longue. *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, II, 1 : 97-107.
- COLLIN L. 1926 - Étude Géologique de l'Anse de Rostellec (Rade de Brest). *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, VII, 1-2 : 37-45.
- DABARD M.-P., GUILLOCHEAU F., LOI A., PARIS F. & BALLÈVRE M. 2009 - Évolution de la plateforme paléozoïque centre-armoricaine de l'Ordovicien au Dévonien. 12^e Congrès Français de Sédimentologie, Rennes 2009, Livret d'excursion, Presqu'île de Crozon, *Publication ASF*, 65 : 55-102.
- DEUNFF J. 1965 – Acritarches du Dévonien supérieur de la Presqu'île de Crozon. *Compte rendu sommaire des séances de la Société géologique de France*, 5 : 162-163.
- FEIST R. 2019 – Post-Kellwasser event recovery and diversification of phacopid trilobites in the early Famennian (Late Devonian). *Bulletin of Geosciences*, 94, 1-2: 1-22.
- GUILLOCHEAU F. 1983 - La sédimentation paléozoïque ouest-armoricaine, Histoire sédimentaire ; relations tectonique-sédimentation ; avec la collaboration de J. Rolet pour le Carbonifère. *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, 1982, C, 14 : 45-62.
- JONIN M. 2008 - Géodiversité en Bretagne, un patrimoine remarquable. *Les Cahiers Naturalistes de Bretagne, Société géologique et minéralogique de Bretagne* : 160 p.
- LARDEUX H. & MORZADEC P. 1979 - Field excursion Guide, International Subcommittee on Devonian Stratigraphy. 27 p., 16 fig., 2 pl. Rennes.
- MORZADEC P. 1976 - Le Dévonien et le Carbonifère du flanc nord du Synclorium de Châteaulin (Massif armoricaïn) - une coupe le long de la voie express Brest-Quimper. *Bulletin du B.R.G.M.* 2^e sér., I, 1 : 39-48, 3 fig.
- MORZADEC P. 1982 - *Le Dévonien Emsien-Famennien de la rade de Brest (Massif Armoricaïn) et ses faunes de Trilobites*. Thèse Doctorat d'État, inédit, 183 p., 32 pl.
- MORZADEC P. 1983 - Trilobites du Dévonien, Emsien-Famennien de la rade de Brest (Massif Armoricaïn). *Palaeontographica A*, 181, 4-6 : 103-184, 32 pl. Stuttgart.
- MORZADEC P. 1984 - Le Dévonien (Emsien-Famennien) de la rade de Brest (Massif armoricaïn). Lithologie, cartographie, stratigraphie, paléogéographie. *Géologie de la France*, (2), 4, 1983 : 269-310, 25 fig. dont 11 croquis en couleurs en pochette. Orléans.

- MORZADEC P. 2010 - De l'Emsien au Famennien dans la presqu'île de Crozon *in* Y. Plusquellec & coll. : *Curiosités géologiques de la presqu'île de Crozon* : 56-57. SGMB, Éditions Apogée et BRGM Éditions.
- MORZADEC P. & BABIN C. 1976 - Présence de *Trimerocephalus caecus* (GURICH, 1896) (*Trilobita, Phacopidae*) dans le Famennien inférieur du Finistère : Intérêt stratigraphique et paléogéographique. *Géobios*, 9, 3 : 367-371, 1 pl.
- MORZADEC P., BRICE D., CYGAN C., FEIST R., MAJESTE-MENJOULAS CL., PARIS F. & RACHEBŒUF P.R. 2000 - The Devonian of France: Tentative tie with the GSSP. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 225 : 115-129.
- MORZADEC P., PARIS F., PLUSQUELLEC Y., RACHEBOEUF P.R. & Weyant M. 1988 - Devonian Stratigraphy and Palaeogeography of the Armorican Massif (NW France). *In* McMillan N.J. *et al.* (eds) *Devonian of the world*, 1, Second International Symposium on the Devonian System. *Canadian Society of Petroleum Geologist*, 14 : 401-420, Calgary.
- MORZADEC P., PARIS F. & RACHEBŒUF P.R. 1988 - Lower Devonian of the Armorican Massif. Guidebook of the Field Meeting. Subcommission on Devonian Stratigraphy. 55 p., Brest-Rennes.
- MORZADEC P. & RACHEBŒUF P.R. 1994 - The Devonian Medio-North Armorican Domain *in* Pre-Mesozoic Geology in France and related areas, J.D. Kerp *et al.* (édit) : 147-151, Springer Verlag édit. Berlin.
- MORZADEC P. & STREEL M. 1980 - Remaniement de spores dévoniennes dans le Famennien de la rade de Brest (France). *Géobios*, 13, 1 : 115-119, 1 pl.
- MORZADEC P. & Weyant M. 1978 - Succession des faunes de Conodontes et d'Ostracodes de l'Emsien supérieur au Famennien inférieur dans la rade de Brest, Massif Armoricain. International Symposium on the Devonian system. PADS, Abstracts : p. 43, Bristol.
- MORZADEC P. & Weyant M. 1982 - Lithologie et Conodontes, de l'Emsien au Famennien dans la rade de Brest (Massif Armoricain). *Geologica et Palaeontologica*, 15 : 27-46, 4 pl.
- MORZADEC-KERFOURN M.-T. 1992 - Upper Pleistocene and Holocene Dinoflagellate cyst assemblages in marine environments of the Mediterranean sea and Northwest Atlantic coast of France. *In* Head M.J., & Wrenn J.H. (eds), *Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs* : American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas : 121-132.
- OGG J.G., OGG G.M. & GRADSTEIN F.M. 2008 - The concise geological time scale. *Cambridge University Press*:1-178.
- PARIS F., LE HÉRISSE A., MORZADEC P. & PELHATE A. 1986 - Late Devonian-Early Carboniferous events in the Armorican Massif (Western France): a review. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 109 : 187-195.
- PICKETT J. & PLUSQUELLEC Y. 1998 - Éponges siliceuses du Dévonien supérieur de la rade de Brest (France). *Géobios*, 31, 6 : 715-723.
- PLUSQUELLEC Y. 1992 - Géologie de la Presqu'île de Plougastel. *Bulletin de la Société pour l'étude et la protection de la nature en Bretagne*, 144/145 : 4-63.
- PLUSQUELLEC Y. 2010 avec la collaboration de Chauvel J.-J., Darboux J.-R., Gourvennec R., Hallégouët B., Le Herissé A., Morzadec P., Paris F. & Vidal M. - *Curiosités géologiques de la presqu'île de Crozon*. BRGM Éditions, Éditions Apogée, 108 pp.

- RENAUD A. 1942 - Le Dévonien du Synclitorium Brest-Laval. *Mémoires de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, 7, 1 : 1-184 ; 2 : 1-385.
- ROLET J., PLUSQUELLEC Y., BABIN C. & DEUNFF J. 1986 - Famennian regression and Strunian grabens in the Armorican Massif. A Key-Area : Western Brittany. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 109 : 197-203.
- ROLET J. & THONON P. 1978 – La semelle d'un charriage hercynien majeur effondrée par un réseau de fractures en régime coulissant dextre ; sa mise en évidence grâce aux marqueurs filoniens de la rade de Brest (Massif armoricain). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, t. 287, Série D : 1099-1102.
- THOREZ J., DREESEN R. & STREEL M. 2006 – Famennian. *Geologica Belgica*, 9, 1-2 :27-45.
- VIDAL M., DABARD M.P., GOURVENNEC R., LE HÉRISSE A., LOI A., PARIS F., PLUSQUELLEC Y. & RACHEBOEUF P.R. 2011 - Le Paléozoïque de la presqu'île de Crozon, Massif armoricain (France). *Géologie de la France*, 1 : 3-45.
- VIDAL M. 2019 - avec la collaboration de Y. Plusquellec & P. Morzadec : *Géotourisme en Presqu'île de Crozon. Petit guide géologique pour tous* ; Éditions SGMB, Rennes : 100 p.
- WICANDER E.R. 1974 – Upper Devonian-Lower Mississippian acritarchs and prasinophycean algae from Ohio, U.S.A. *Palaeontographica*, B, 148, 1-3 : 9-43.
- Ziegler W. 1962 – Taxionomie und phylogenie oberdevonischen Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. *Abh. Hessischen Landesamtes für Bodenforschung Wiesbaden*, 38 : 166p.
- Ziegler W. & Sandberg C.A. 1990 – The Late Devonian Standard Conodont Zonation. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 121 : 115 p.
- Ziegler W. & Sandberg C.A. 2000 – Utility of Palmatolepids, and Icriodontids in recognizing Upper Devonian Series, Stage, and possible Substage boundaries. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 225 : 335-347, 3 fig. 1 pl.

ANNEXE

Tabl. 1 – Les Formations de Porsguen et du Zorn ; tableau de corrélations.

– Zonation de conodontes établie par Ziegler & Sandberg (1990) ; la zonation antérieure utilisée par Weyant (1977, 1982) est indiquée pour mémoire et les zones mises en évidence repérées par un figuré de hachures obliques dans la première colonne. Les zones de conodontes identifiées dans la presqu'île de Crozon *alias* faciès « Rade Ouest » (localités Saint-Fiacre SF37, *hassi* supérieur - *jamieae*, anse du Zorn ZO17A, *rhenana* supérieur, ZO17B et ZO21, *crepida* supérieur et dans le faciès « Rade Est » (localité Penavern PV, *rhenana* supérieur) sont indiquées dans leurs demi-colonnes respectives avec le sigle SF, ZO, PV.

– Les déterminations des goniatites sont celles proposées par Babin (1966, 1989) et leurs répartitions stratigraphiques par rapport aux zones de conodontes données d'après Becker & House (2000).

– Les subdivisions des étages sont celles proposées par Ziegler & Sandberg (1990) pour le Frasnien et par Thorez *et al.* (2006) pour le Famennien.

– Extension stratigraphique des conodontes, goniatites, trilobites et spores rencontrés dans les formations. Les formes de conodontes et de goniatites signalées antérieurement mais proposées en nomenclature ouverte n'ont pas été retenues.

– Interprétation stratigraphique des Formations de Porsguen et du Zorn. La distinction est faite entre les faciès Rade Est (Porsguen) et Rade Ouest (Zorn). Les dénominations « Membre inférieur (à bancs et sphéroïdes calcaires) » et « Membre supérieur (à nodules silico-alumineux et/ou pyriteux) » pour la Formation de Porsguen ainsi que « faciès Schistes et calcaires gréseux » pour la Formation du Zorn sont introduites ici pour la première fois.

– La base du Membre inférieur de la Formation de Porsguen est datée par conodontes (*Ancyrognathus triangularis*) de la zone à *hassi* supérieur *jamieae* (Frasnien moyen) ; son sommet est indiqué par l'apparition de *Palmatolepis perlobata schindewolfi* (sommet du Famennien inférieur). Le sommet du Membre supérieur doit se placer vraisemblablement au sommet de la zone à *rhomboidea* supérieur. En effet, au Zorn, les spores (*Grandispora famenensis*) indiquent que le faciès Schistes et calcaires gréseux se situe dans les zones de conodontes *marginifera* et *trachytera*, voire *postera* inférieur ; soit de la partie supérieure du Famennien moyen à la partie inférieure du Famennien supérieur. À Porsguen, le trilobite *Trimercephalus caecus* fournit pour le faciès Schistes beiges, un âge sensiblement identique car il apparaît dès la base de *marginifera* et monte jusqu'à *trachytera*.

– La comparaison entre la colonne lithostratigraphique représentant l'épaisseur estimée des différents faciès proposée par C. Babin *et al.* (1977, fig. 3) et celle calée sur les zones de conodontes, montre une grande distorsion entre puissance et période de dépôt. En particulier, le Membre inférieur de la Formation de Porsguen, peu épais, correspond à six zones de conodontes tandis que le Membre supérieur, plus puissant, ne s'étend guère sur plus d'une zone. Ainsi, en se basant sur l'échelle détaillée des âges proposée par Ogg *et al.* (2008), il apparaît que le Membre inférieur de la Formation de Porsguen correspond à une tranche de temps de 10 Ma, le Membre supérieur à 1,5 Ma et la Formation du Zorn à 6 Ma. Le phénomène de condensation dans les milieux noirs, dont ceux du Dévonien supérieur de la rade de Brest fournissent un bon exemple, est bien connu dans d'autres régions (Buggisch 1972).

– Les conodontes de la Formation de Porsguen étudiés par M. Weyant, antérieurement déposés à l'Université de Caen, ont été transférés au Muséum d'Histoire naturelle de Nantes.

À paraître dans le prochain numéro du Bulletin de la SGMB

En « complément » des notes de Morzadec & Plusquellec et de Pickett & Plusquellec, publiées dans le présent bulletin, respectivement pages 2 à 23 et pages 55 à 68, des travaux en cours concernant la découverte de fossiles rares et inédits dans la Formation de Porsguen, feront l'objet d'un article signalé ici sous un titre provisoire.

L'article est une version française allégée d'un travail conduit par Ch. Strullu-Derrien, paléobotaniste, chercheur associé au Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris et au Natural History Museum, Londres.

Conservation exceptionnelle d'un tronc de *Callixylon* dans la Formation de Porsguen, Dévonien supérieur de l'Île Longue en Crozon (Massif armoricain) par Christine Strullu-Derrien & Yves Plusquellec.

En bref. Le matériel récolté par Collin en 1900 dans les faciès de calcaire noir de l'Île Longue, partie inférieure de la Formation de Porsguen, était resté sans identification (coll. Géosciences Rennes, IGR 2781). Une étude de routine effectuée par l'un de nous (Y.P.) à l'aide d'empreintes à l'acétate a révélé la présence de tissus ligneux bien préservés entourant une zone médullaire réduite et un rapprochement avec le genre *Callixylon* – protogymnosperme archéoptéridiale arborescent – est proposé. Cette découverte est doublement intéressante car jusqu'alors on ne connaissait dans la formation de Porsguen que des empreintes externes de Lycophytes et de Sphenophytes.