

Cadre géologique de l'excursion

Fig.1a - Les formations paléozoïques de l'estran de Brétignolles appartiennent à la zone ouest-vendéenne du Massif Armoricain

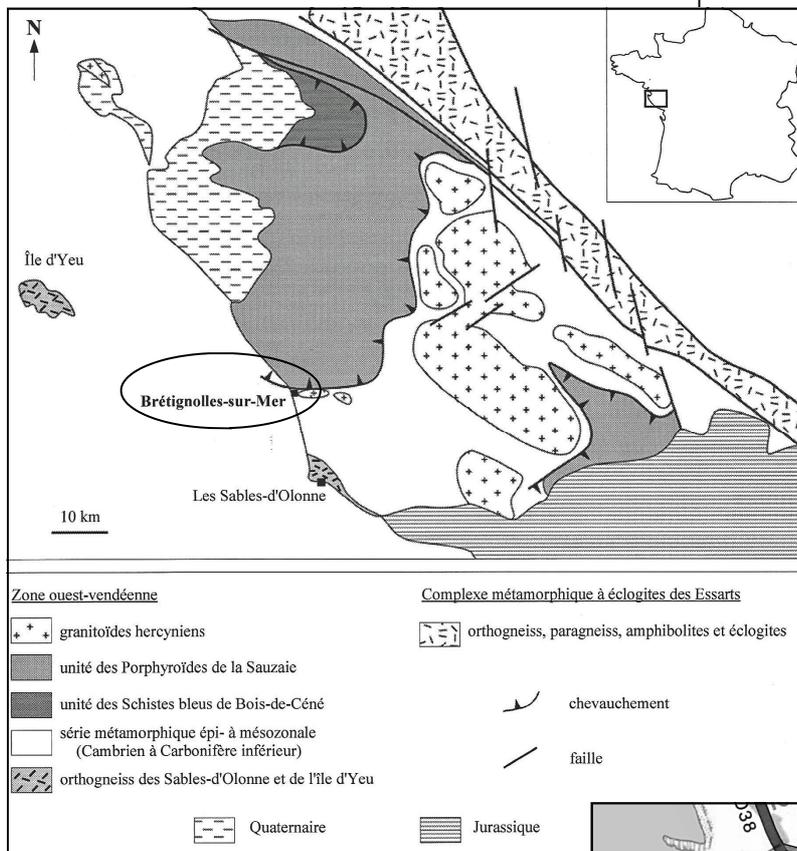


Fig.1c - Au cours de l'excursion, nous avons parcouru l'estran, de la Sauzaie à la Plage de la Parée de Brétignolles-sur-Mer.

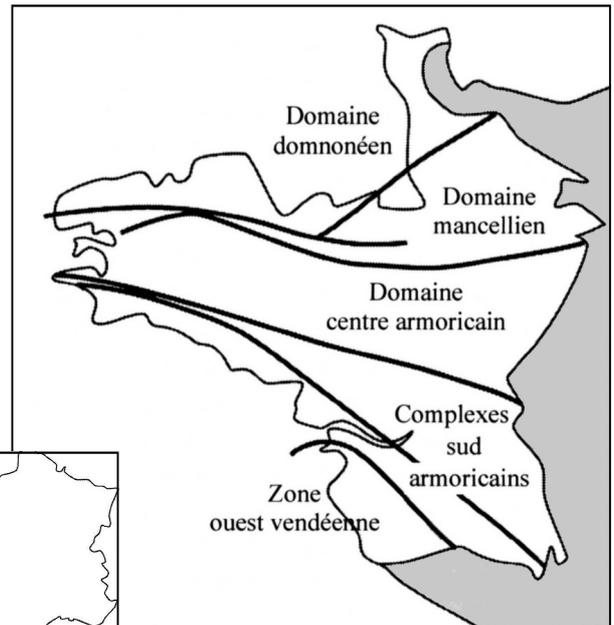
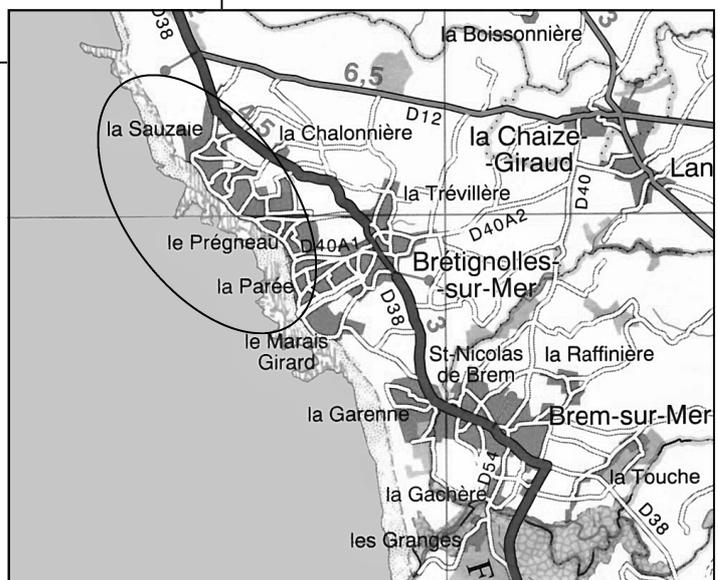


Fig.1b - Les terrains paléozoïques rencontrés au cours de l'excursion se rattachent à deux unités géologiques :

- l'unité des porphyroïdes de la Sauzaie ;
- La série métamorphique épizonale à mésozonale du bocage et du littoral Sud-ouest vendéen.

Sortie géologique à Brétignolles-sur-Mer

Les formations paléozoïques de l'estran de Brétignolles-sur-Mer

de la Sauzaie à la plage de la Parée

Le 17 Avril 2011

1. Le cadre géologique régional

La côte rocheuse de Brétignolles expose, sur environ 3 km, de la Sauzaie au Marais Girard, des formations d'âge paléozoïque, correspondant aux restes d'une ancienne chaîne de montagnes, le **Massif Armoricaïn**, né de l'orogénèse Hercynienne, entre - 390 millions d'années et - 300 millions d'années.

En parcourant l'estran, de la Sauzaie à la plage de la Parée, nous avons rencontré des terrains métamorphiques variés appartenant à 2 unités géologiques de la **zone ouest-vendéenne du Massif Armoricaïn** (Fig.1a) :

- Au nord, l'**unité des porphyroïdes de la Sauzaie** qui affleure également à Apremont, Piriac, la Pointe Saint Gildas, Belle Ile-en-mer ... Les porphyroïdes sont recouverts au Nord-ouest par les schistes de Saint Gilles, en série renversée ; au sud et à l'est, ils chevauchent le Silurien à phtanite.
- Au sud, la **série métamorphique de Brétignolles** : elle commence au Rocher Sainte Véronique et se prolonge jusqu'au Marais Girard. Elle se rattache à un vaste ensemble de terrains du Bas-bocage vendéen, faiblement métamorphisés, fossilifères, datés de l'Ordovicien, du Silurien et du Carbonifère inférieur. La série métamorphique est en contact tectonique avec l'unité des porphyroïdes de la Sauzaie au niveau du Rocher Sainte Véronique et est intrudée par des massifs de rhyolite au niveau de la Normandelière, au sud (Fig.1b).

Cette série métamorphique présente un grand intérêt historique et scientifique. Elle a été étudiée pendant près de 50 ans par Mireille Ters (1910 – 1986), brillante universitaire de la Sorbonne et de la Faculté d'Amiens. Les brillantes découvertes de cette géologue ont permis, entre autre, de revoir la datation de certains terrains [- 420 Ma (Silurien) au lieu de - 550 Ma (Briovérien) pour les phtanites].

2. Les porphyroïdes de la Sauzaie

Mode d'affleurement et composition (Fig.2)

Les porphyroïdes affleurent sous forme de nappes massives, gris-rosé, bourrées de gros **phénocristaux** (porphyroïdes) de feldspath potassique (microcline) et de quartz, dispersés dans une **matrice schisteuse** à chlorite et séricite.

Les cristaux de **feldspath** microcline forment des baguettes fracturées transversalement et alignées dans la direction d'étirement maximal de la roche soit sensiblement Est-Ouest. Dans les fractures, on peut observer une microcristallisation de chlorite et de séricite.

Le **quartz** apparaît sous formes de grains ovoïdes gris bleuté, parsemés dans la matrice schisteuse et pouvant atteindre 1 cm.

Des **lentilles quartzo-feldspathiques**, d'épaisseur décimétrique, parallèles ou légèrement obliques sur le plan d'épandage des nappes, caractérisent également cette formation des porphyroïdes.

Les nappes de porphyroïdes à gros cristaux alternent avec d'autres faciès : des bancs d'arkoses rhyolitiques, des tufs gréseux et des schistes micacés. □ (Fig. 2 à 7)

Origine des porphyroïdes (Fig.3,4,6,7)

Les porphyroïdes de la Sauzaie ont la composition de **cendres, de coulées rhyolitiques**.

La rhyolithe et par extension les tufs rhyolitiques sont des roches volcaniques contenant des cristaux d'orthose disposés de manière aléatoire dans une pâte plus ou moins bulleuse. Ces roches se mettent en place lors d'éruptions explosives que l'on peut observer au niveau de zones de subduction.

La formation des porphyroïdes est donc un **ensemble volcano-sédimentaire métamorphique**.

Les porphyroïdes de la Sauzaie peuvent être qualifiés de métarhyolites.

Leur paragenèse est celle d'un métamorphisme de faible intensité, épizonal, à quartz, albite, séricite, chlorite.

Dans sa thèse de 1984, Chalet obtient un âge de 405 +/- 5 Ma, soit le **Silurien terminal**, ce qui lui permet de proposer un âge siluro-dévonien pour le **volcanisme acide** à l'origine des cendres rhyolitiques. La mise en place des porphyroïdes sous forme de nappes ou d'écaillés superposées aurait pu se produire à la fin de l'orogénèse éodévonienne.

Plusieurs **phases de plissements**, révélées par l'étude de différentes figures tectoniques, ont affecté ces porphyroïdes :

- plissements de l'orogénèse éodévonienne : plis isoclinaux très plats fortement déversés vers le sud ;
- plissements de l'orogénèse viséenne plus profonds : plis ouverts, en chevrons, puis grands plis en S à l'échelle multi-kilométrique.

La nappe des porphyroïdes de la Sauzaie s'étend, par grands plis successifs, de Brétignolles jusqu'à Saint-Michel-Chef-Chef, Piriac.

3. La série métamorphique de Brétignolles, du Rocher Sainte Véronique à la plage de la Parée

Ainsi qu'avait pu le souligner Mireille Ters, la série métamorphique de Brétignolles est complexe par son **hétérogénéité lithologique** : elle se compose de différentes formations métasédimentaires souvent lenticulaires et d'extension réduite, difficiles à situer dans une succession stratigraphique.

Entre le Rocher Ste Véronique où débute cette série et la plage de la Parée, nous avons observé, au niveau de l'estran et de la falaise, une grande variété de terrains datés du Silurien et du Carbonifère inférieur.

Le phtanite à radiolaires du Rocher Sainte Véronique

(Silurien – Llandovérien – S1)

Le rocher Sainte-Véronique, d'une hauteur d'environ 5 m, dressé sur le haut-estran, est constitué d'une roche massive et sombre, extrêmement résistante au marteau du géologue, le phtanite (Fig.3,5,8).

Cette roche examinée en lame mince, au microscope optique, apparaît formée essentiellement de quartz en très petits cristaux moulés les uns sur les autres (structure micro-quartzitique).

Elle présente une structure tantôt homogène et tantôt finement litée, le litage étant déterminé par la dimension des grains de quartz (10 à 20 µm) ou par l'abondance de

la matière **graphiteuse ou charbonneuse** responsable de sa coloration grise à noire.

Le phtanite se révèle relativement riche en **Radiolaires***, ce qui permet de considérer cette roche comme une radiolarite.

** Les Radiolaires sont des protozoaires marins et pélagiques possédant un test (squelette externe) siliceux réticulé. Les tests siliceux des Radiolaires sont moins sensibles à la dissolution dans l'eau de mer que les tests des organismes carbonatés et persistent là où ceux-ci ont disparu, notamment dans les sédiments des grandes profondeurs comme celles des plaines abyssales.*

Le phtanite peut donc être considéré comme une roche sédimentaire siliceuse et argileuse marine.

Certains affleurements montrent des intercalations de **schistes rouges** de 1 à 10 cm d'épaisseur, disposées en plis isoclinaux serrés, à charnières aigües, qui replissent la schistosité S1 ; une forte schistosité S2 de plan axial y est développée. Ces figures tectoniques sont bien visibles sur la face sud du Rocher Ste Véronique. D'autres affleurements sont parcourus par des **filonnets de quartz** d'exsudation (Fig.9,10,11).

Le phtanite du Rocher Ste Véronique a subi un **métamorphisme épizonal**, à paragenèse quartzite-séricite et plusieurs phases de plissements. Il est rapporté à la période du Silurien (époque du Llandovérien : - 444 à - 428 Ma) par analogie avec le phtanite du synclinal d'Ancenis. (Fig. 2, 3, 5, 8,9).

Le chevauchement des porphyroïdes sur les phtanites

Du haut de la falaise et au niveau de l'estran, on peut suivre, du parking jusqu'à la grotte du Four à Cateau, une bande de phtanite qui forme une sorte de S et disparaît par laminage sur le toit de la Grotte.

Un accident important, une faille de direction E – W, inclinée à 40° vers le Nord, met en contact anormal, les phtanites siluriens au Sud avec la masse des porphyroïdes, selon une surface de chevauchement.

Le chevauchement est particulièrement net en falaise, à l'Est du Rocher Ste Véronique : les phtanites siluriennes sont surmontées par des grès schisteux et des arkoses verdâtres, appartenant au complexe des porphyroïdes.

(Fig. 3,6,7)

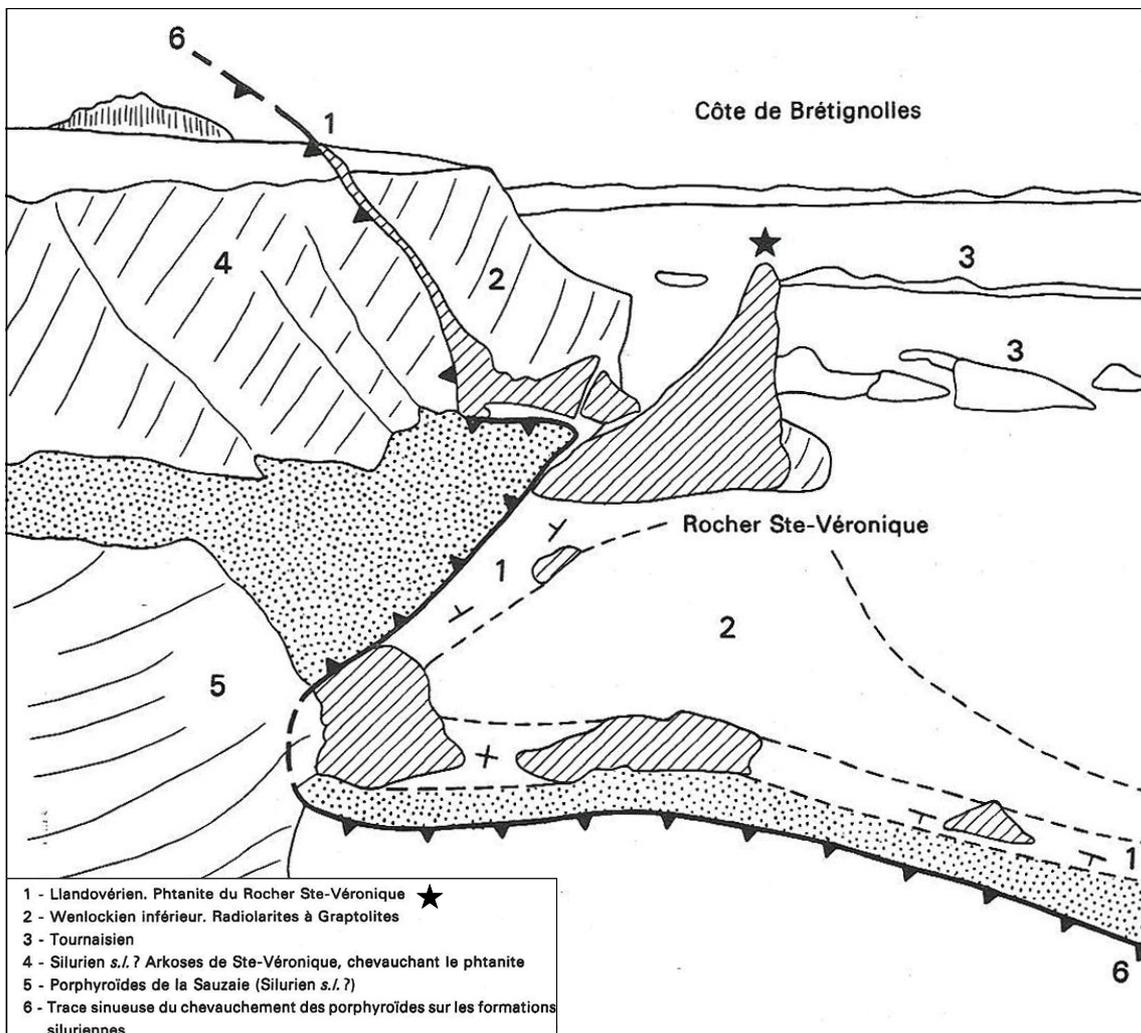
La série rythmique inférieure à nodules phosphatés et à Graptolithes

(Silurien - Wenlockien Inférieur - S2a)

Cette formation affleure en falaise, au sud du Rocher Sainte Véronique, à la grotte triangulaire ; sur l'estran, elle longe le pied des bancs de phtanite jusqu'à la mer, en direction E-W (Fig.12 à 15)



Fig.2 - Vue du parking sur le phtanite du Rocher Ste Véronique et les porphyroïdes chevauchants



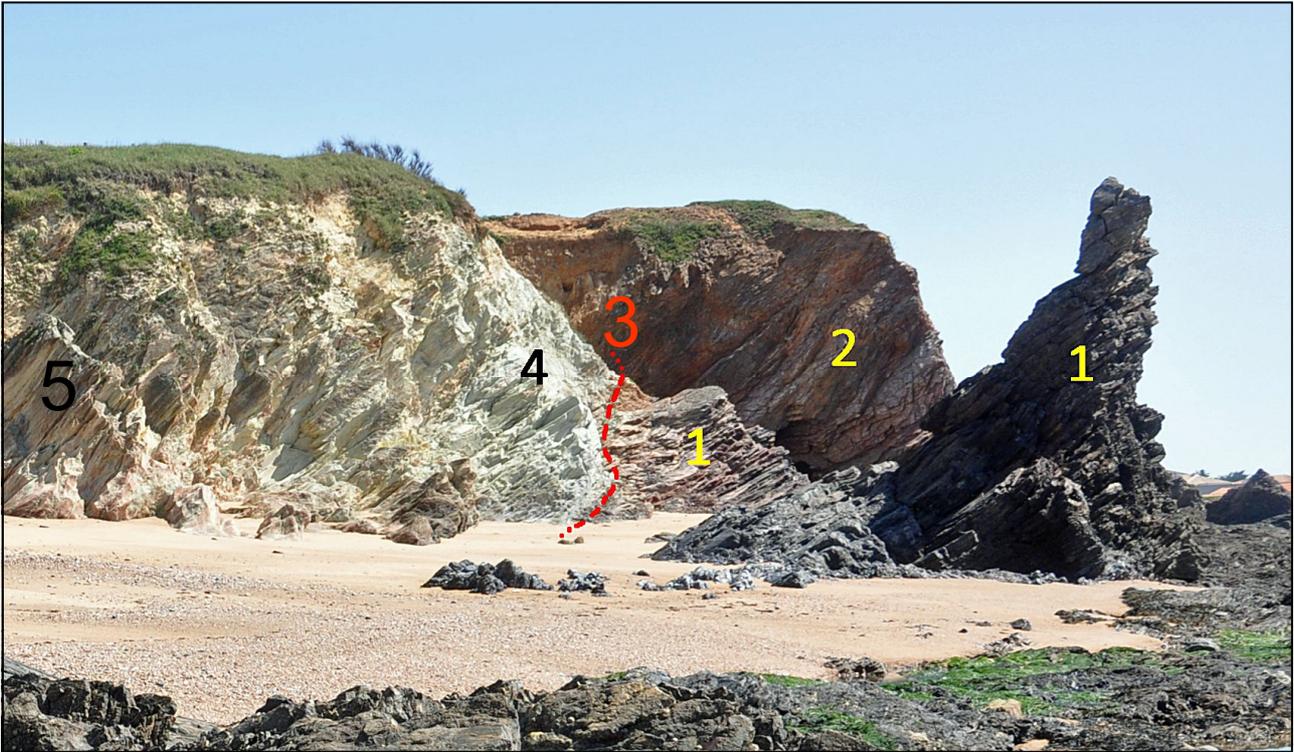


Fig.3 - Le chevauchement de la formation de la formation des porphyroïdes sur les phtanites

1. Phtanites du Llandovérien - 2. Radiolarites à Graptolites du Wenlockien inférieur - 3. Contact anormal du chevauchement



Fig. 4 - Arkoses vertes de la formation des porphyroïdes



Fig.5 - Phtanites au niveau de la zone de chevauchement

Porphyroïdes et Phtanites



Fig. 6 - Affleurement de porphyroïdes à la Sauzaie



Fig. 7 - Macrophotographie d'un échantillon de porphyroïde
Phénocristaux de Quartz (Q) et de Feldspath microcline fracturé (F)
m : matrice schisteuse contenant de la séricite et de la chlorite



Fig. 8 - Phtanite finement lité



Fig. 9 - Phtanite parcouru de filonnets de quartz d'exsudation



Fig. 10 - Phtanite avec intercalation de lits de schistes rouges disposées en plis isoclinaux

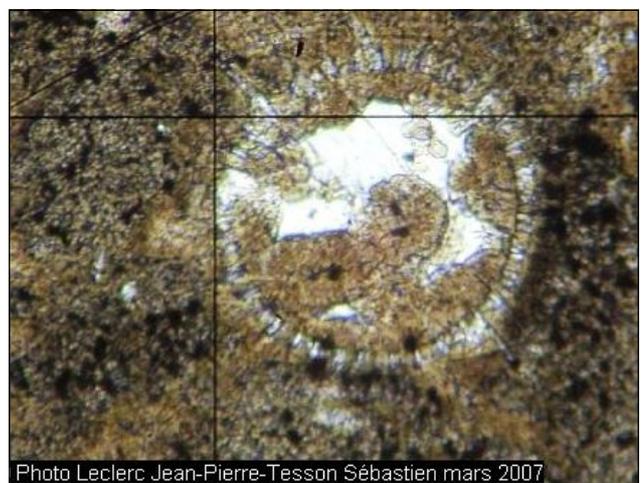


Photo Leclerc Jean-Pierre-Tesson Sébastien mars 2007

Fig. 11– Radiolaire dans une lame mince de phtanite (MOx100)

Radiolarites de la Série rythmique inférieure et Ampélites



Fig.12- Série rythmique inférieure S2a à la base de la grotte du Four à Cateau



Fig.13 - Série rythmique inférieure S2a du Wenlockien inférieur avec une alternance de lits de radiolarites graphiteuse noires et de pélites quartzo-sériciteuses rougeâtres



Fig.14-Série rythmique inférieure S2a du Wenlockien inférieur au contact de la formation de Phtanites du Llandovérien



Fig.15 - Série rythmique inférieure du Wenlockien inférieur avec des pélites jaunes et rouges et des plissements

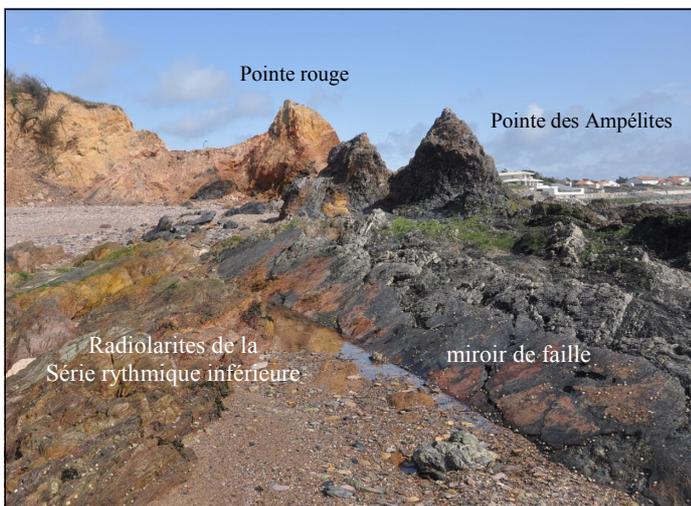


Fig.16 - Pointe des Ampélites limitée au nord par un miroir de faille



Fig.17 - Lentille d'ampélite

Cette série est constituée d'une **alternance régulière** de lits centimétriques de **radiolarites** noires (graphiteuses) ou beiges et de **lits pélitiques** quartzo-sériciteux de couleur ocre-jaune, rouge à lie-de-vin d'où son nom de « série rythmique inférieure ».

Elle se caractérise également par la présence d'un **cordon de nodules phosphatés ovoïdes** ayant livré des Graptolites* du Wenlock (Silurien) [Ters, 1970 ; Deflandre, 1972].

Le passage des bancs de phtanite à cette série rythmique est marqué par l'importance un peu plus grande des couches de phyllites rouges, mais le passage est continu.

Cette formation a été affectée par **plusieurs phases de plissement**, attestées par les déformations des lits siliceux compétents :

- Phase 1 : schistosité de flux S_1 liée au métamorphisme, concordante avec la stratification S_0 ;
- Phase 2 : schistosité de flux S_2 – formation de plis isoclinaux, étirement, boudinage, laminage ;
- Phase 3 : ondulations en chevrons accompagnées d'une forte schistosité de fracture.

La série rythmique inférieure affleure avec une puissance maximale d'une dizaine de mètres et constitue la falaise depuis le Rocher Ste Véronique jusqu'à 100 m au sud-est.

▣ (Fig. 12 à 15)

* *Microquartzite* : roche siliceuse compacte constituée de très petits cristaux de quartz intimement soudés.

* *Graphite* : variété naturelle de carbone cristallisé formée de carbone presque pur.

* *Pélite* : roche sédimentaire finement détritique, à grains très fins, généralement argileuse.

* *Graptolit(h)es* : animaux marins, surtout pélagiques, tous fossiles, dont les restes ressemblent à des traits de crayon plus ou moins dentelés dessinés à la surface des roches. Ce sont de très bons fossiles stratigraphiques en particulier pour l'Ordovicien et le Silurien.

Les ampélites à nodules phosphatés et les calcaires cristallins dolomitiques

(Silurien – Wenlockien supérieur – s2C)

La formation des **ampélites***, qui ne dépasse pas 5 m d'épaisseur, repose sur la série rythmique inférieure ; elle affleure tantôt seule, tantôt en **alternance** de sédimentation avec des **calcaires cristallins dolomitiques** beiges en bancs massifs d'épaisseur métrique qui renferment quelques fossiles (Polypiers et Entroques). Elle est largement représentée au niveau de la « **Pointe des ampélites** » limitée au nord par un **miroir de faille** accompagné d'une brèche bien visible.

Dans une anse située à 200 m au Sud-est du Rocher Ste Véronique, les bancs de calcaires dolomitiques, épais de 2m au maximum, alternent avec des couches d'ampélites, de schistes rouges à nodules siliceux noirs (à Radiolaires), de schistes à grains de quartz et d'arkose.

A 130 m, au Sud-ouest du rocher Ste Véronique, sur le bas-estran, le complexe ampélite-calcaires dolomitiques, affleure sur une largeur d'environ 60 m, correspondant aux deux flancs d'un pli anticlinal enveloppé par la série rythmique supérieure.

Le passage de la série rythmique inférieure à Graptolites à celle des ampélites est visible sur l'estran, au Nord-Ouest du rocher Sainte-Véronique, ainsi qu'en falaise, à 60 m au Sud-Est de celui-ci ; à la sédimentation silico-argileuse succède une sédimentation vaseuse riche en carbone organique, où les lentilles phosphatées sont nombreuses et forment parfois la moitié du volume. Au deuxième point indiqué, la base des ampélites se trouve à 0,80 m au-dessus de la couche de schistes rouges à nodules à Graptolites du Wenlockien inférieur.

Généralement schisteuses et un peu micacées, les ampélites comportent parfois des bancs plus siliceux, passant aux phtanites. Elles renferment de très nombreux **nodules** de 1 à 2 cm de longueur et des lentilles longues de plusieurs mètres, constitués d'**hydroxyapatite** très finement cristallisée en flocons fibreux répandus dans la trame siliceuse.

L'étude des nodules en plaques minces a révélé la présence de divers types de microfossiles d'âge silurien : **Radiolaires, Acritarches* et Chitinozoaires***.

La formation des ampélites est plissée avec les autres terrains de la série de Brétignolles.

* *Ampélite* : Roche siliceuse, noirâtre dérivée d'argiles riches en matières organiques (charbonneuses, bitumineuses) et en pyrite. Cette roche tendre noircit facilement les doigts.

* *Acritarches* : Organismes microscopiques marins ou dulçaquicoles, de classification incertaine (Protozoaires, ou pontes d'animaux ou spores de végétaux ?), conservés à l'état de matière organique surtout dans les roches siliceuses. Leur forme est généralement celle d'une sphère hérissée de formes épineuses.

* *Chitinozoaires* : Organismes chitineux de classification incertaine (Protozoaires ou parties d'organes de métazoaires ?), de taille variable (50 à 1500 μ m) ils ont une forme de bouteille ou de cylindre fermé à une extrémité (Fig.16, 17).

La série rythmique supérieure à microquartzites, schistes rouges et lentilles de phtanite

(Silurien –Wenlockien supérieur – Légende s2C)

Cette formation, disposée en **grands plis isoclinaux**, est constituée de **lits alternés de microquartzite blanc ou graphiteux et de schistes rouges**, d'épaisseur centimétrique, imitant des varves. Les lits quartzeux sont parsemés de très fines paillettes de séricite orientées et on peut, par bonheur, observer des Radiolaires écrasés (Fig.18).

Cette série rythmique est entrecoupée par :

- des **pélites** jaune-orangé marquées par la présence de petits cristaux de pyrite de 1 à 2 mm de côté ;
- des **pélites vertes** à nodules phosphatés aplatis
- des **pélites bariolées** à rares nodules phosphatés ayant fourni une abondante faune de **Conodontes***.

Elle est presque toujours **sub-verticale** et forme des chicots sur l'estran.

A l'ouest du synclinal, la série forme un double pli, dont les axes sont très redressés, ce qui dessine un Z sur l'estran. Les lits quartzeux subsistent presque seuls, les lits schisteux étant amincis ou ayant disparu par laminage. L'ensemble est replissé en **chevrons**, d'amplitude métrique. □ (Fig.18, 19)

** Conodontes : Corps denticulés de l'ordre du millimètre, connus uniquement à l'état fossile, formés de phosphate de calcium, et de nature zoologique incertaine (organes de Vertébrés primitifs , de Poissons , de vers marins , de Gastéropodes , ... ?) On en décrit plus de 1500 espèces trouvées dans des sédiments marins. Ce sont d'excellents fossiles stratigraphiques, du Cambrien au Trias.*

Arkoses à quartz rhyolitiques, schistes rutilants à phtanite (Fig.19,20,21,22)

(Silurien –Wenlockien supérieur – Légende s2C)

Dans l'anse des calcaires et le long des mégaplis qui sillonnent l'estran de la Parée, on peut observer des lentilles de méta-arkoses, longues de 1 à 10 m et épaisses de 2 m au maximum. Elles sont toujours intercalées dans le complexe ampélites – calcaires – schistes rutilants.

Les **méta-arkoses** possèdent une matrice constituée essentiellement de lits de séricite et de quartz, criblée de fragments anguleux de quartz et de grains de quartz « rhyolitiques » entiers. Les cristaux de feldspath, presque complètement altérés ont laissé des cavités souvent épigénisées par de la calcite.

En falaise, entre l'anse des ampélites et celle des calcaires, une lentille arkosique épaisse de 0.80 m et longue de 5 m, est coincée à l'intérieur d'un banc ampéliteux qu'elle partage en deux. Ceci indique que des

dépôts sédimentaires de milieux très calmes (dépôts pélitiques dans des golfes peu profonds) étaient interrompus par des apports grossiers.

Dans l'anse des calcaires, le sommet du complexe ampélites-calcaires est constitué par des **schistes ferrugineux (schistes rutilants)**, pélitiques, incluant une fine poussière de quartz, dans lesquels sont intercalés des lentilles de phtanites de 10 à 20 cm d'épaisseur. Cette formation passe aux schistes roses, placés dans le Tournaisien. □ (Fig.19)

Formation des radiolarites et des schistes rutilants, avec intercalations de calcaires, ampélites et phtanites.

(Carbonifère – Tournaisien inférieur - h1R)

La formation des radiolarites et des schistes rutilants affleure largement au nord de la Parée, sous la forme d'une écaille de plus de 200 m de longueur et 30 m de largeur. L'affleurement comporte un lit d'ampélites interstratifiées (Fig.19 et 22).

Les radiolarites sont formées de lits de microquartzites à grain très fin séparés par des joints de schistes rutilants. L'examen microscopique de lames minces de microquartzites révèle la présence de restes cristallisés de radiolaires.

Les schistes rutilants alternant avec les radiolarites sont des pélites silico-argileuses dont le litage est souligné par des débris micacés, des nodules chloriteux et des granules ferrugineux. Elles contiennent des vestiges siliceux ovoïdes qui pourraient être d'anciens radiolaires tombés dans les boues rouges qui alternaient avec des boues de radiolaires, purement siliceuses (Fig.20).

Les schistes bariolés (jaunes, rouges, violacés) intercalés entre les masses de radiolarites sont peu consolidés et constitués de poudre de quartz avec de fins débris de mica et de granules ferrugineux.

Origine des radiolarites du Tournaisien :

La masse importante de dépôts siliceux très riche en radiolaires, révèle l'existence, au Tournaisien, d'un milieu marin local particulier, très riche en silice ; celle-ci pourrait être liée à une activité sous-marine et à des remontées par « upwelling ». Leur dépôt s'est vraisemblablement effectué dans une petite avant-fosse , ultérieurement déformée et comblée par les turbidites au début de l'orogénèse viséenne.

Formation des schistes bariolés à Conodontes et Radiolaires, des schistes rutilants à lentille phtanite.

(Tournaisien moyen et supérieur- Légende h1R).

A la Pointe Rouge, à 50 m au nord du « synclinal » de la Parée nord, la formation est visible sur plus de 10 m d'épaisseur; elle est encadrée, au Nord-est et au Sud-est par des turbidites (Fig.19).

Série rythmique supérieure - Arkose à quartz rhyolitique - Schistes rutilants du Wenlockien supérieur

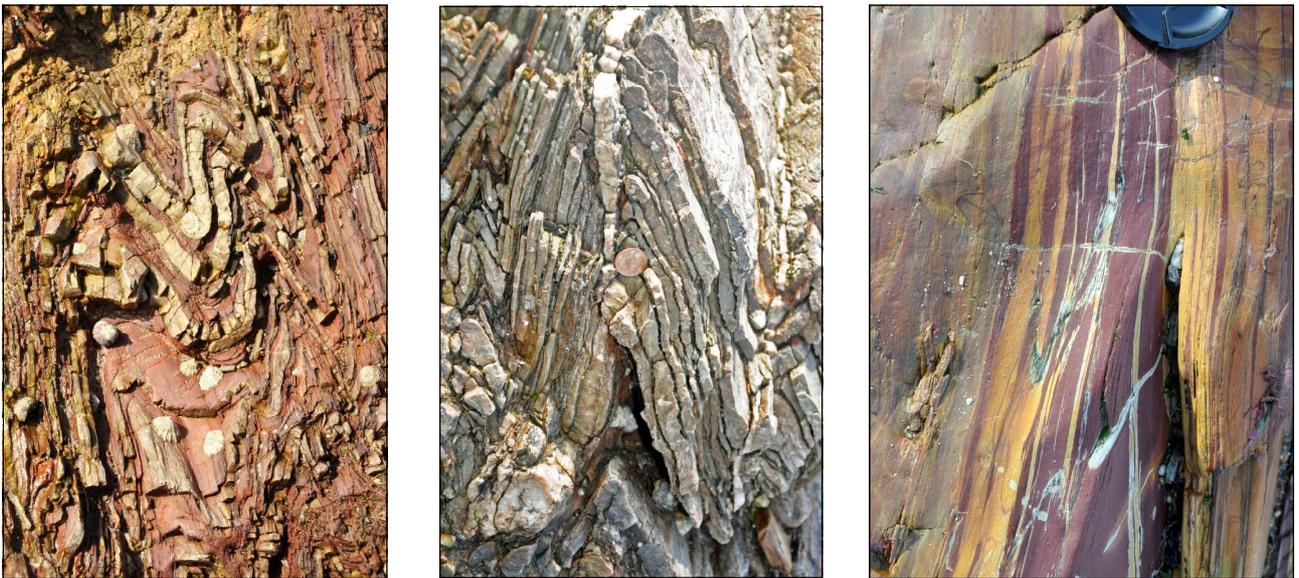


Fig. 18 - Série rythmique supérieure formée par une alternance de lits de microquartzites et de lits schistes rouges (parfois très réduits) , généralement disposée en grands plis isoclinaux. Elle peut être entrecoupée par des pélites bariolées .

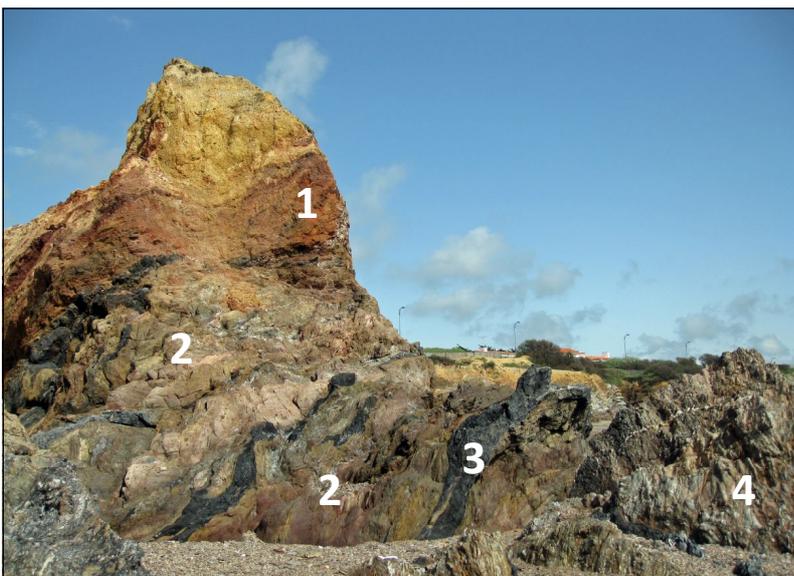


Fig. 19 - La falaise de la Pointe rouge et l’estrans

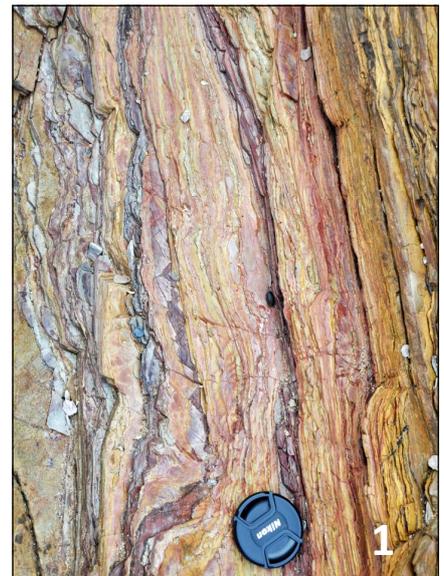


Fig.20 - Schiste rutilants - Wenlockien

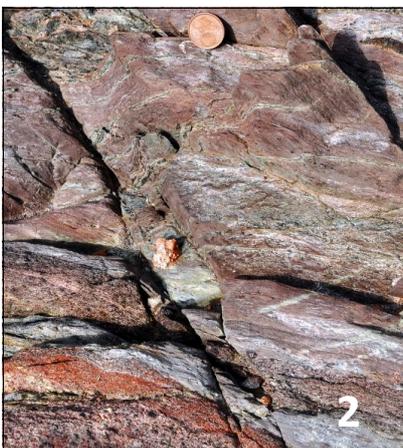
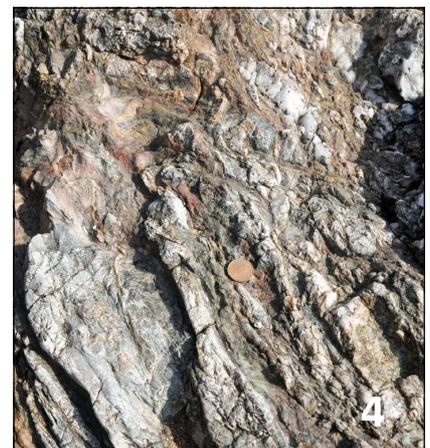


Fig.21 - Arkose à quartz rhyolitique



Fig.22 - Ampélites et Calcaires dolomitiques du Wenlockien moyen



Les arkoses de la Parée Nord : des turbidites



Fig. 23 - Flanc du « synclinal » formé par des arkoses



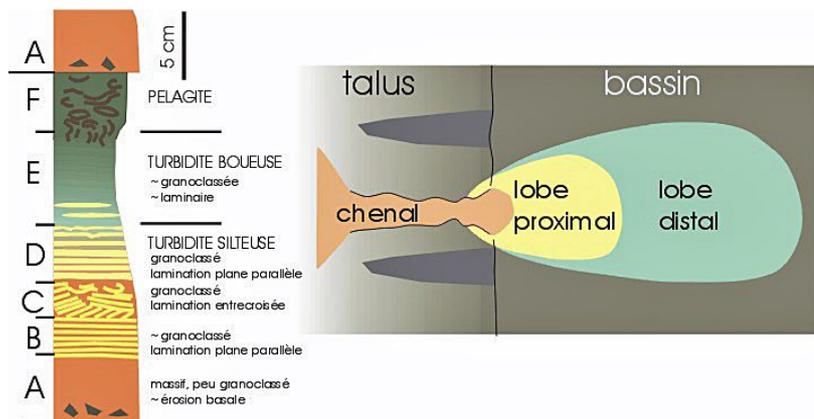
Fig.24 - Les arkoses en bancs d'ordre décimétrique



Fig.25 - Différentes figures observées dans les turbidites



Fig. 26
Schémas
d'une séquence de Bouma
et
du contexte de transport
et de dépôt des Turbidites



Elle comprend des schistes subardoisiers rouges, jaunes ou bruns, à toucher soyeux, comportant de nombreuses lentilles siliceuses, noires ou incolores et des nodules phosphatés à Radiolaires tournaisiens (sur une seule lame mince, on peut observer une centaine de restes de Radiolaires).

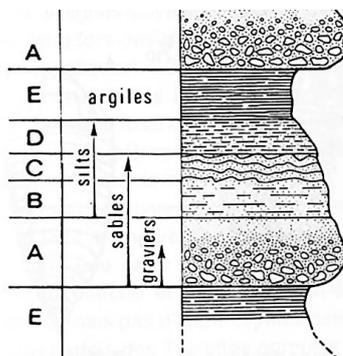
Comme les radiolarites et les turbidites, les schistes bariolés sont anchizonaux, sans recristallisation métamorphique.

Les arkoses de la Parée : des turbidites

(Carbonifère inférieur - Viséen ? - h2G)

Ils se présentent en bancs gris-verdâtre d'épaisseur décimétrique à pluridécimétrique qui alternent de manière irrégulière, avec des niveaux centimétriques de pélites à débit subardoisier, de couleur brun jaunâtre. Ils montrent des structures sédimentaires élémentaires (granoclassement, stratifications obliques, chenaux, figures de compaction...). De plus ils incorporent des fragments de shales noirs (= argilites noires). L'identification de séquences de Bouma* a permis de les interpréter comme d'anciens dépôts turbiditiques [M. Ters, 1985]. Ils pourraient représenter le Viséen (Carbonifère inférieur) (Fig.23,24,25,26).

Une séquence de Bouma [du nom du sédimentologiste Arnold H. Bouma] est une séquence type d'une turbidite * comprenant 5 intervalles de haut en bas :



- E : Intervalle argileux ;
- D : Intervalle silteux, fin et laminaire ;
- C : Intervalle fin, convoluto ou ondulé ;
- B : Intervalle gréseux, fin et laminaire ;
- A : Intervalle grossier et granoclassé ;

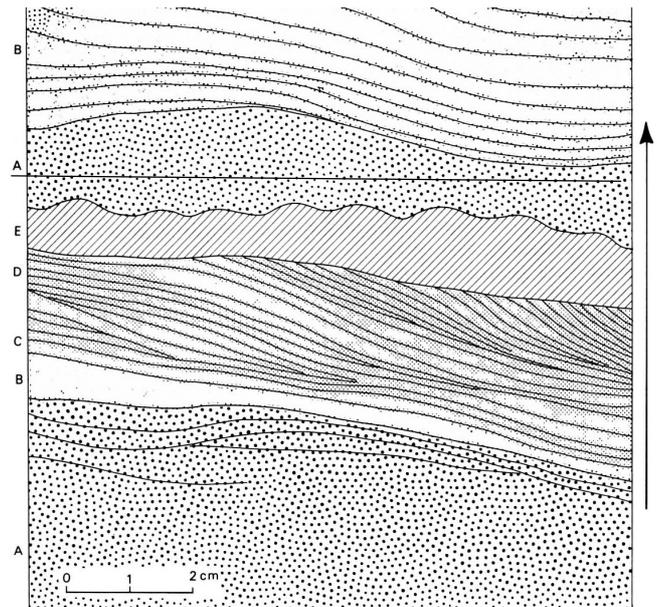
▲ Schéma d'une turbidite, en coupe verticale

Les séquences de Bouma et les stratifications obliques permettent d'établir la polarité de la série des turbidites, et ses rapports stratigraphiques avec les schistes bariolés; ces derniers sont antérieurs aux turbidites, auxquelles ils passent progressivement (par exemple à 15 m au S.W de la pointe Rouge). Les turbidites sont donc situées au sommet de la formation des schistes bariolés du

Tournaisien supérieur. Elles pourraient représenter le Viséen (Carbonifère inférieur). Elles seraient contemporaines de la phase sudète de l'orogène hercynienne.

Après le dépôt tranquille des argilites bariolées ferrugineuses sous-jacentes du Tournaisien supérieur, l'apparition soudaine des dépôts plus grossiers des turbidites, traduit une reprise brutale de l'érosion d'une bordure continentale soumise à un soulèvement.

☐ (Fig.23 à 26)



L'épaisseur totale de la séquence : 40 cm.

L'épaisseur des lits à stratification oblique : 5 cm

E : Argilites noires (shales)

D : Lits de sable fin à stratification oblique.

C : Grès finement lité, à stratification oblique ;

B : Grès feldspathique à grains fins, non structuré ;

A : Grès feldspathique à grains grossiers, non structuré ;

Séquence de Bouma dans les Turbidites du Viséen de Brétignolles

(Haut-estran de la Parée Nord, à 15 m au S, de la Pte Rouge)

4. Les déformations ayant affecté les formations de la série métamorphique de Brétignolles.

Les terrains paléozoïques de la série métamorphique de Brétignolles ont été métamorphisés et affectés par plusieurs phénomènes tectoniques au cours de **deux phases orogéniques** du cycle hercynien :

- Phase orogénique Eo-dévonienne (Ligérienne) ;
- Phase orogénique Viséo-sudète .

Les **déformations tectoniques** qui en résultent sont variées et complexes : schistosité; parmi celles-ci, on peut distinguer :

- **une schistosité de flux $S_0 - S_1$** à pendage faible ou moyen vers le nord, parallèle à la stratification et soulignée par la cristallisation de la séricite et de la chlorite ; elle porte une linéation d'étirement N-S L1 ;

- des **plis P1** à faible angle d'ouverture, avec des flancs étirés et des charnières aigües. La schistosité de flux $S_0 - S_1$ est située dans le plan axial de ces plis ;

- des **plis P2**, centimétriques à décimétriques, de géométrie variable (isopaques, semblables, à axe courbe), droits ou déversés vers le sud-ouest, qui déforment la schistosité $S_0 - S_1$ et dont le plan axial admet une **schistosité de fracture S_2** .

- des **plis P3** couchés cylindriques, des **plis P4** ouverts, en chevrons, en gouttière.

- des **écaillages** à vergence sud, des **failles** et **décrochements** qui découpent les différentes formations, certaines pouvant même être étirées et boudinée S_1s .

▣ (Fig.27 à 31)

Chronologie des phases orogéniques successives et des déformations tectoniques.

1. Phase orogénique Eo-dévonienne (ligérienne)	
Phases	Exemples des déformations tectoniques dans les terrains rencontrés
Phase de cisaillement et d'étirement N-S	Métamorphisme de faible intensité, épizonal. Schistosité de flux $S_0 - S_1$ - Plis isoclinaux centimétriques P1. Linéation d'étirement N-S L1 . Dans les Schistes siluriens (Brétignolles, Parée Nord) et Porphyroïdes de la Sauzaie.
Phase de cisaillement et d'étirement E-W	Schistosité de flux et schistosité de fracture S_2 , Plis isoclinaux P2. des terrains du Silurien, des porphyroïdes. Mégaplis de la Parée Nord. Plis décimétriques au SW du Rocher Ste Véronique. Linéation d'étirement dans les radiolarites, les porphyroïdes, les calcaires. Boudinage intense E-W dans les calcaires et les phanites. Cisaillement dans les calcaires siluriens.
Après le métamorphisme, pendant la phase de collision des deux masses continentales, arrivée de la nappe de charriage des porphyroïdes de la Sauzaie chevauchant le silurien de Brétignolles.	
2. Phase orogénique Viséo-sudète	
Phases	Exemples des déformations tectoniques dans les terrains rencontrés
Phase de serrage E-W	Plis couchés P3 dans le Tournaisien. Tournaisien – Parée Nord de Brétignolles.
Phase de serrage NE – SW	Plis en chevrons dans les Radiolarites du Silurien et du Tournaisien.
Phase de serrage N – S	« Petit synclinal » en falaise de la Parée Nord dans le Tournaisien et Viséen.
Phase d'écaillage	Ecaillage du Silurien, Tournaisien, Viséen de l'estran de Brétignolles Nouvelle avancée de la nappe des porphyroïdes sur le Silurien.

Des déformations souples et cassantes des terrains paléozoïques liées à l'orogénèse hercynienne



Fig. 27 - Plans d'écaillage au niveau du Rocher Sainte Véronique

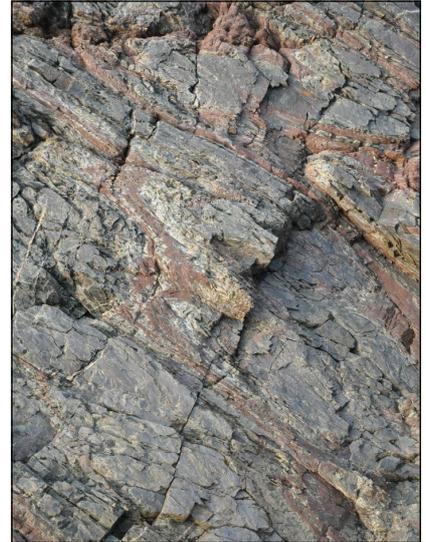


Fig.28 - Plis dans les phyllites



Fig. 29 - Plis dans les ampélites



Fig. 30 - Plis en Chevrons dans les radiolarites

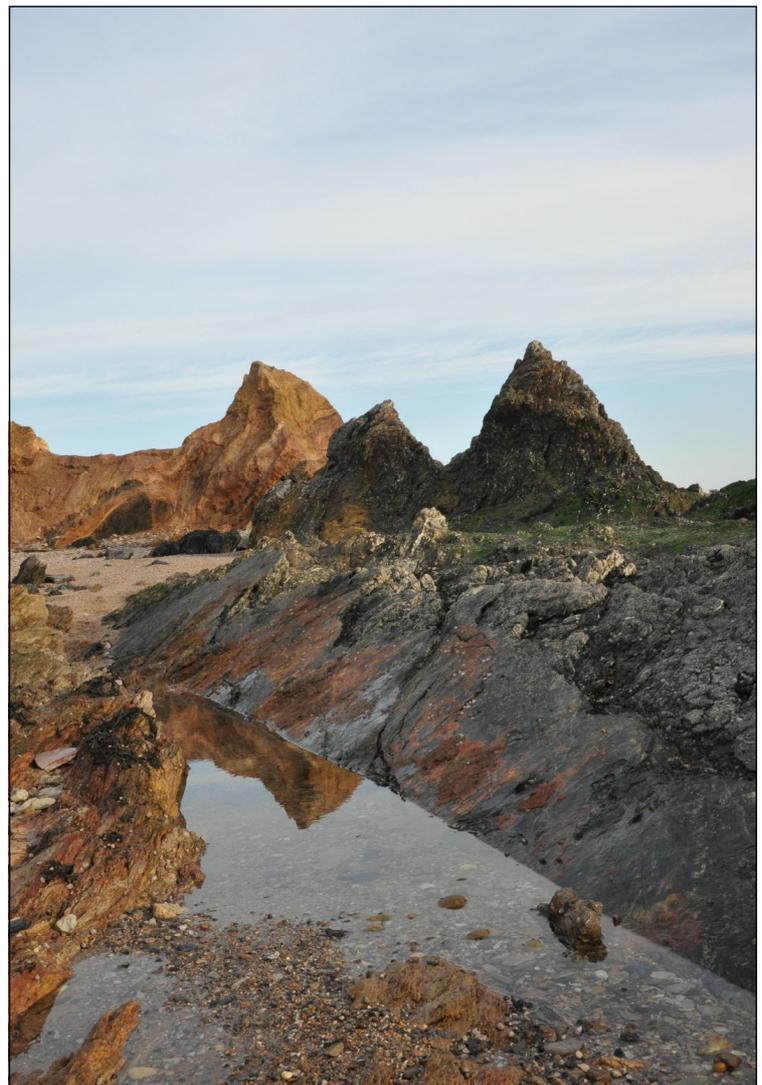


Fig. 31 - Faille en limite nord de la « pointe des ampélites »

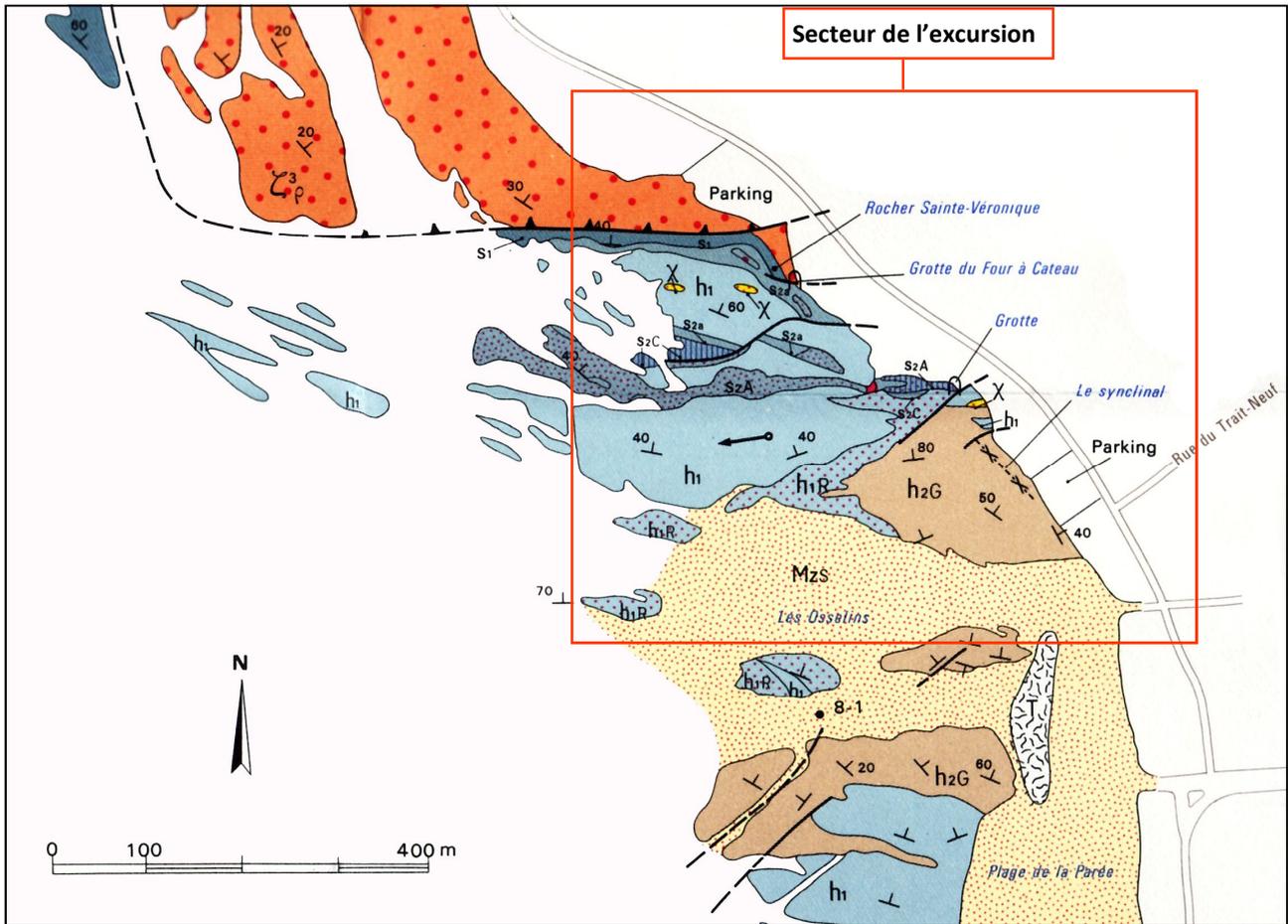


Fig. 34 - Extrait de la carte géologique de Saint-Gilles-Croix-de-Vie au 1/50 000 e

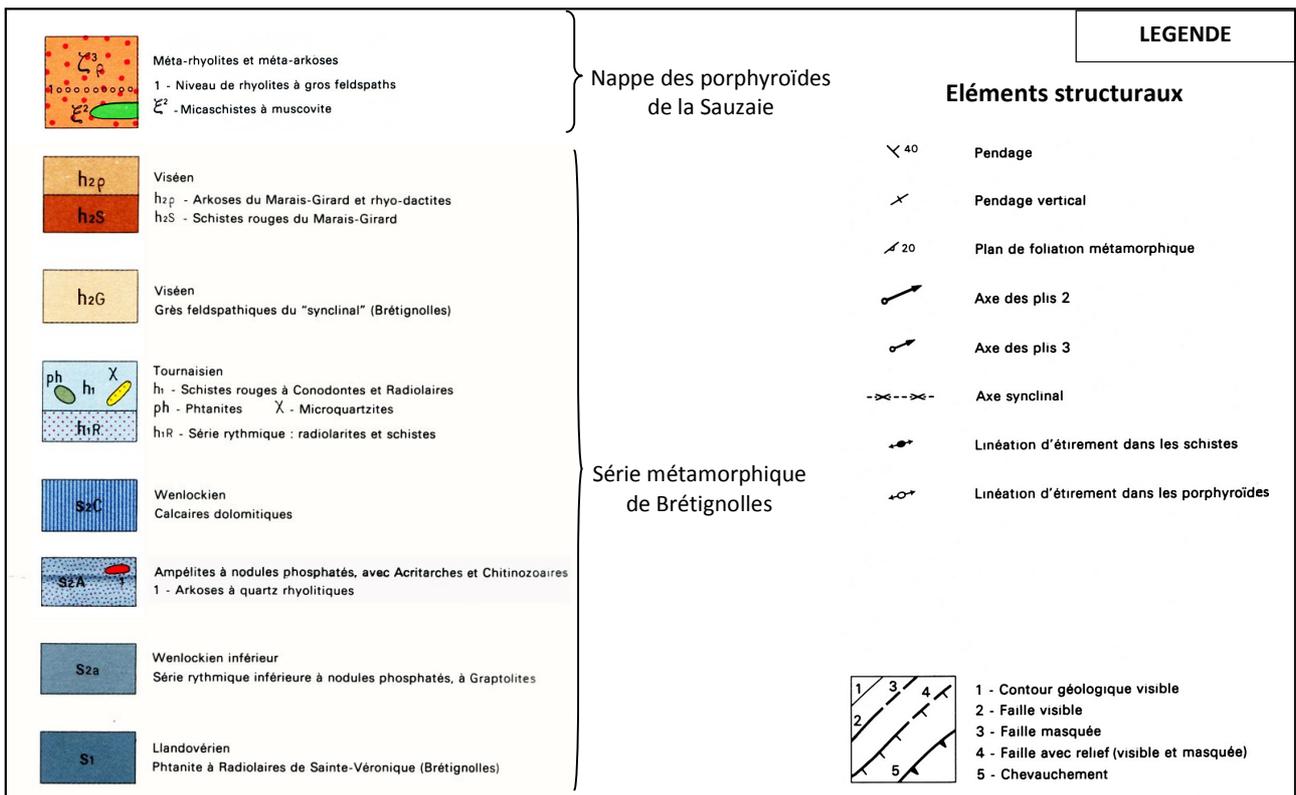
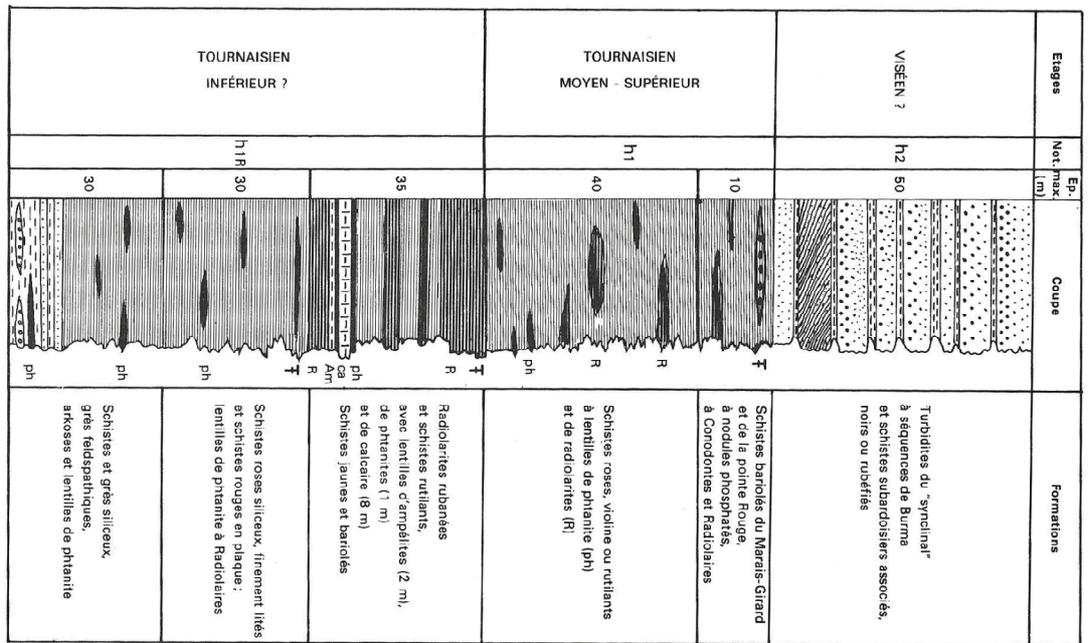
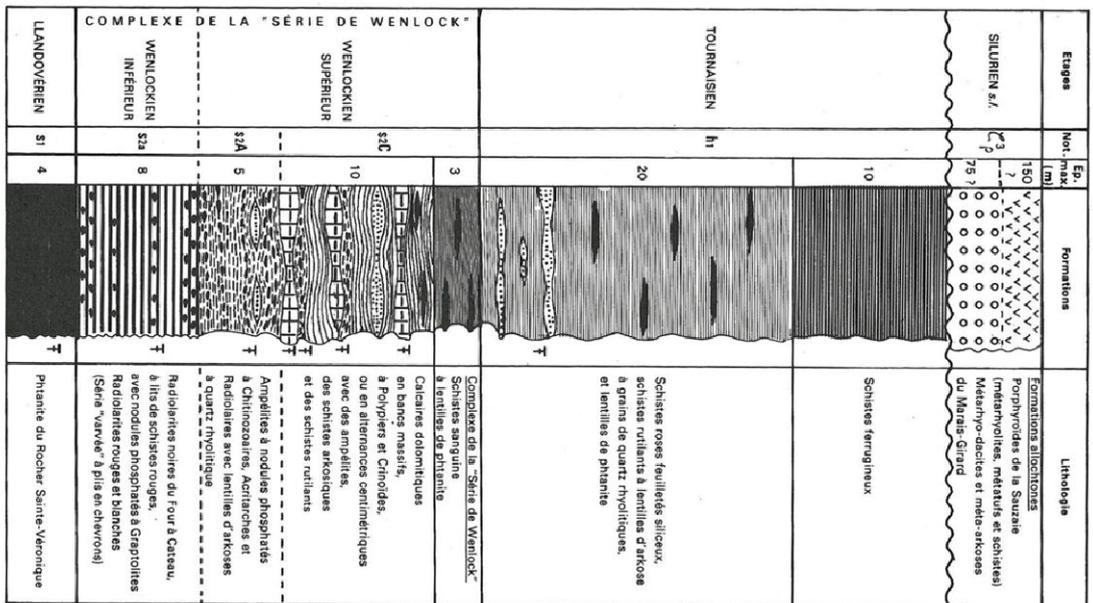


Fig.33 - Colonnes stratigraphiques

PALÉOZOÏQUE (= PRIMAIRE)				ÈRE		
SILURIEN		DÉVONIEN	CARBONIFÈRE	SYSTÈME PÉRIODE	SOUS-SYS ÉPOQUE	ÉTAGES (avec âges en Ma)
INF.	SUP.	INF.	MISSISSIPIEN	PERMIEN	LOPINGIEN	
Llandovery	Wenlock		MISSISSIPIEN	Cisuralien	GUADALUPIEN	
			INF. MOY. SUP.			
			345,3			251,0
			359,2			253,8
			374,5			260,4
			385,3			265,8
			391,8			268,0
			397,5			270,6
			407,0			275,6
			411,2			284,4
			416,0			294,4
			418,7			299,0
			421,3			303,4
			422,9			307,2
			426,2			311,7
			428,2			318,1
			436,0			328,3
			439,0			345,3
			443,7			359,2



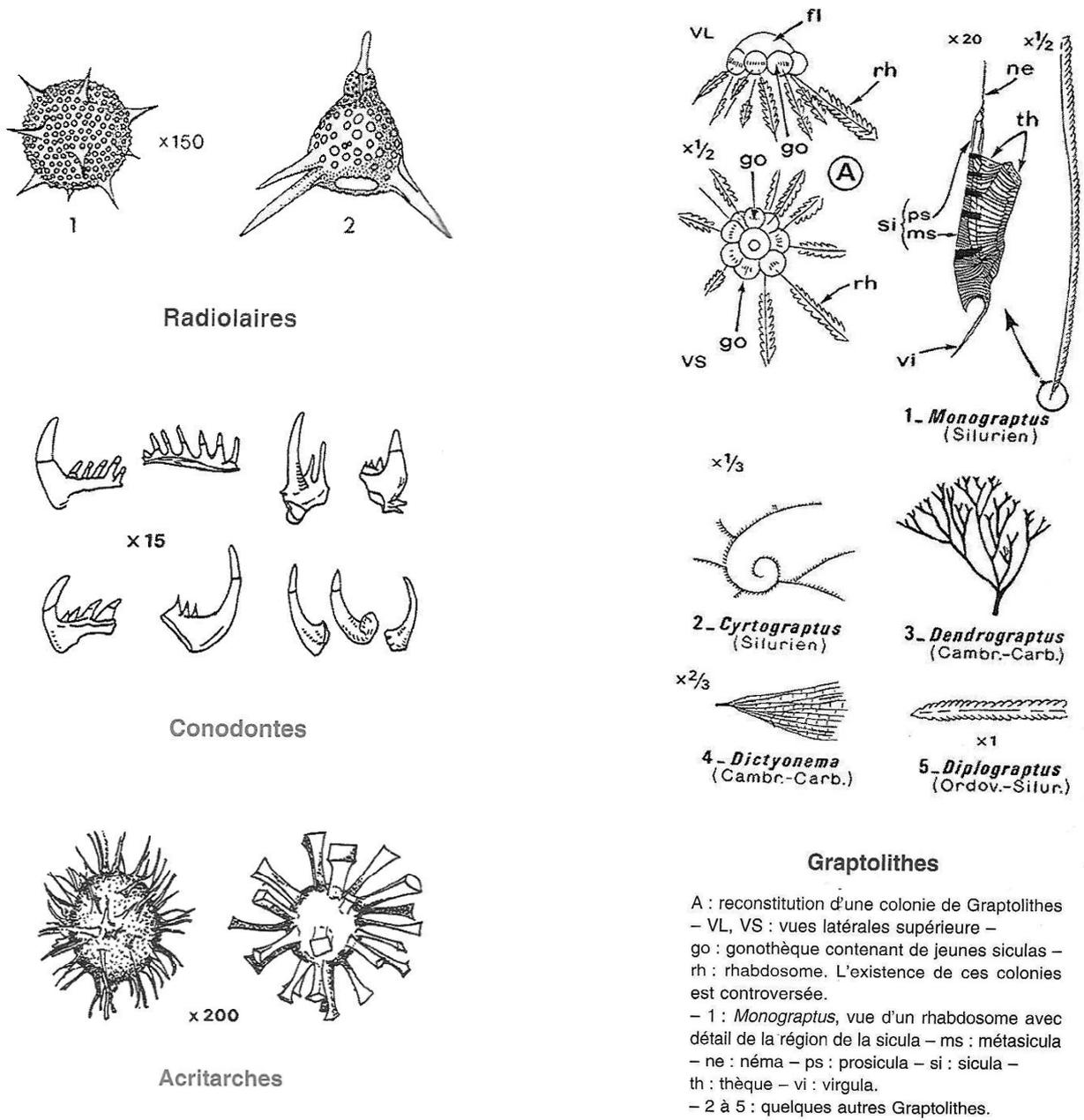
Colonne stratigraphique synthétique de la série du Carbonifère de Brétignolles



Colonne stratigraphique synthétique de la série silurienne de Brétignolles

D'après la notice de la carte géologique au 1/50 000 de Saint-Gilles-Croix-de-Vie

Fig. 35 - Différents groupes de fossiles et microfossiles découverts dans les terrains paléozoïques de Brétignolles



Radiolaires

Conodontes

Acritarches

Graptolites

A : reconstitution d'une colonie de Graptolites
 – VL, VS : vues latérales supérieure –
 go : gonothèque contenant de jeunes siculas –
 rh : rhabdosome. L'existence de ces colonies est controversée.
 – 1 : *Monograptus*, vue d'un rhabdosome avec détail de la région de la sicula – ms : métasicula
 – ne : néma – ps : prosicula – si : sicula –
 th : thèque – vi : virgula.
 – 2 à 5 : quelques autres Graptolites.

Graptolites : animaux marins, surtout pélagiques, tous fossiles, dont les restes ressemblent à des traits de crayon plus ou moins dentelés dessinés à la surface des roches. Ce sont de très bons fossiles stratigraphiques en particulier pour l'Ordovicien et le Silurien.

Conodontes : Corps denticulés de l'ordre du millimètre, connus uniquement à l'état fossile, formés de phosphate de calcium, et de nature zoologique incertaine (organes de Vertébrés primitifs, de Poissons, de vers marins, de Gastéropodes, ... ?) On en décrit plus de 1500 espèces trouvées dans des sédiments marins. Ce sont d'excellents fossiles stratigraphiques, du Cambrien au Trias.

Acritarches : Organismes microscopiques marins ou dulçaquicoles, de classification incertaine (Protozoaires, ou pontes d'animaux ou spores de végétaux ?), conservés à l'état de matière organique surtout dans les roches siliceuses. Leur forme est généralement celle d'une sphère hérissée de formes épineuses.

Radiolaires : Protozoaires marins planctoniques possédant un squelette externe (= test) siliceux réticulé à symétrie axiale ou sphérique. Les tests siliceux des Radiolaires sont moins sensibles à la dissolution dans l'eau de mer que les tests des organismes carbonatés et persistent là où ceux-ci ont disparu, notamment dans les sédiments des grandes profondeurs comme celles des plaines abyssales.

5. Une succession stratigraphique difficile à établir

Les terrains métasédimentaires de la série de Brétignolles furent tout d'abord attribués au Briovérien (Mathieu, 1937 ; Brillanceau, 1968 ; Brillanceau *et al.* 1971). La découverte de fossiles a mis en évidence successivement la présence du Silurien et du Wenlock (Deflandre et Ters, 1970 ; Ters, 1970) , (Brillanceau, 1982 ; Brillanceau *et al.*, 1985 ;), puis du Tournaisien (Comble *et al.*, 1985).

La coupe de Brétignolles était considérée alors comme une référence pour la série du Paléozoïque du Bas Bocage. Cependant, les successions proposées par les auteurs ne concordaient pas, les mêmes unités lithologiques étant en effet situées à des niveaux différents dans la série dont la polarité était parfois même totalement inversée (Ters, 1970, 1972 et 1986 ; Maillet, 1984).

L'étude des affleurements en falaise et sur l'estran et la réalisation d'une carte détaillée a conduit les géologues à interpréter une partie de la série Paléozoïque de Brétignolles comme une formation à blocs et olistolites (= olistostrome*) d'âge Ordovicien et Silurien emballés dans une matrice volcano-sédimentaire d'âge Tournaisien (Colchen et Poncet, 1989), l'ensemble étant surmonté par les arkoses de la Parée, formation détritique rapportée au Viséen (Ters, 1986).

*Olistostrome : accumulation chaotique de terrains empruntés au front d'une nappe de charriage, au cours de sa mise en place dans un bassin, par suite d'un glissement par gravité. On nomme olistolites les gros blocs appartenant à cette masse glissée et qui sont emballés dans le sédiment en cours de dépôt.

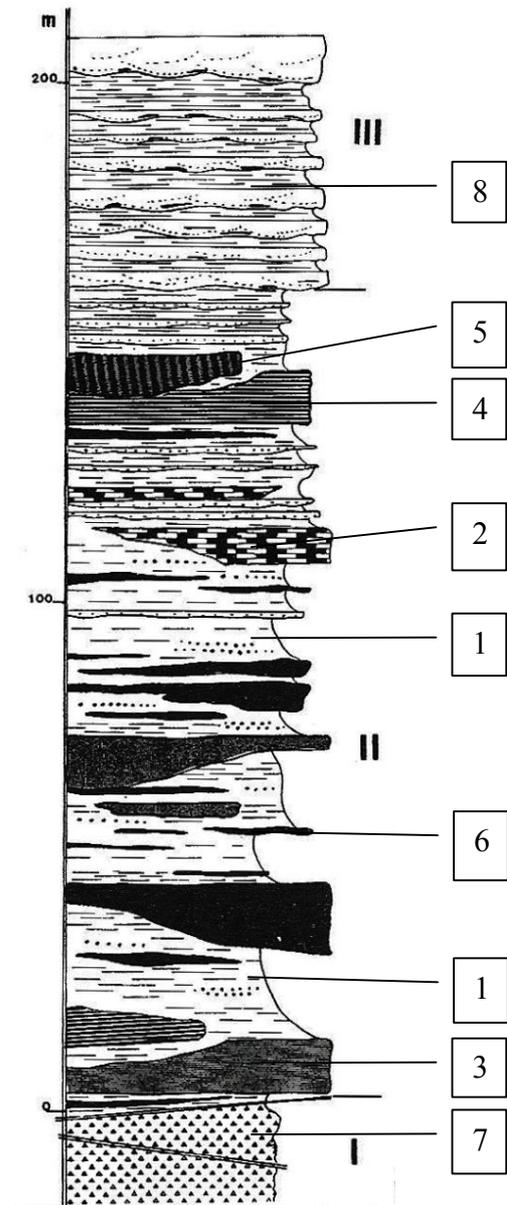
La portion du littoral Brétignollais parcourue au cours d'une belle journée ensoleillée présente un grand intérêt non seulement par sa richesse géologique mais aussi par le magnifique spectacle de couleurs et de formes des terrains rencontrés.

J.Chauvet

Références bibliographiques:

- D.Poncet : *La falaise vive et l'estran de Brétignolles entre le Prégneau et le Marais Girard – Bulletin des Naturalistes Vendéens n°4.*
- M.Ters et J.M.Viaud : *Notice explicative de la carte géologique de St Gilles-Croix-de-Vie au 1/50 000.*
- J.Gabilly : *Guide géologique Masson – Poitou Vendée Charentes.*

Photographies : J.Chauvet



- I – « porphyroïdes » de la Sauzaie ;
- II – formations à blocs et olistolites ;
- III – grès feldspathiques (Turbidites) de la Parée.

- 1. matrice à passées d'arkoses à quartz rhyolitiques ;
- 2. calcaires dolomitiques ;
- 3. phanites ;
- 4. ampélites ;
- 5. alternances microquartzites-lits argileux ;
- 6. microquartzite graphiteux ;
- 7. « porphyroïdes » de la Sauzaie ;
- 8. grès feldspathiques (turbidites) de la Parée

Succession stratigraphique des formations paléozoïques à Brétignolles-sur-Mer
(M.Colchen et D.Poncet ,1989)