

# Belle-Ile, un édifice volcanique rescapé des bouleversements de la chaîne hercynienne

Claude AUDREN

**Sous une apparence trompeuse de "schistes" ordinaires étonnamment plissés et une diversité pétrographique dont l'évidence se mérite, se cachent des coulées de laves et de gigantesques quantités de projections volcaniques émises il y a 500 millions d'années par des volcans dont la localisation demeure inconnue.**

**L**a plus grande des îles bretonnes est constituée de roches d'apparence monotone, aux couleurs ternes, affleurant le plus souvent dans de hautes falaises battues par la mer et d'accès incertain. Ces falaises âpres et austères limitent un vaste plateau entaillé de vallons profonds et ramifiés révélant les mêmes roches, mais dans un cadre verdoyant, surprenant par son calme et sa sérénité.

## Une île peu fréquentée par les géologues.

Ce contraste permanent a sans doute contribué au peu d'intérêt manifesté par les géologues pour Belle-Ile, depuis que les ingénieurs des mines Lorieux et De Fourcy aient parcouru le Morbihan, entre 1836 et 1839, afin d'en dresser la première carte géologique à l'échelle du 1/86400 (fond topographique dit de "Cassini"), publiée en 1850. La première édition de la carte de Belle-Ile à l'échelle du 1/80 000 (fond topographique dit "d'état major" en hachures) a été levée en 1895-1896 par Charles Barrois et publiée en 1897 ; accompagnée d'une légende détaillée, elle restera le seul document disponible jusqu'en 1965, date de publication de la deuxième édition établie entre

1953 et 1962 par Jean Cogné. Dans le cadre de la nouvelle carte géologique de la France à l'échelle du 1/50 000 (fond topographique de l'IGN en courbes de niveau) la feuille de Belle-Ile a été levée entre 1973 et 1976 par Claude Audren, et publiée en 1982 ; la notice explicative correspondante (Cl. Audren et J. Plaine, 1986) demeure encore une des rares sources documentaires sur la constitution lithologique de l'île et sa structure.

Jusqu'à présent les études ont progressé au rythme de parution des cartes géologiques successives, correspondant à chaque changement de l'échelle de restitution du fond topographique devenu de plus en plus précis. Il en est résulté de longues périodes de stagnation de la connaissance au cours desquelles quelques travaux épars sont publiés dans des revues très diverses.

Le contraste est grand avec l'île de Groix, sa consœur morbihannaise, où les géologues du monde entier continuent de visiter les "schistes bleus" dont les espèces minérales très particulières et très colorées (voir *Penn Ar Bed*, 1970, "les minéraux de Basse Bretagne") sont connues et étudiées depuis 1883 (près de 100 publications). Si les schistes bleus ont conservé la mémoire des stades précoces de la formation de la chaîne hercynienne (voir

*Penn Ar Bed*, 1986, "l'île de Groix"), les roches de Belle-Ile ont gardé l'empreinte de leur nature originelle, et se prêtent mieux à une reconstitution du paysage géologique avant même l'édification de cette chaîne de montagne.

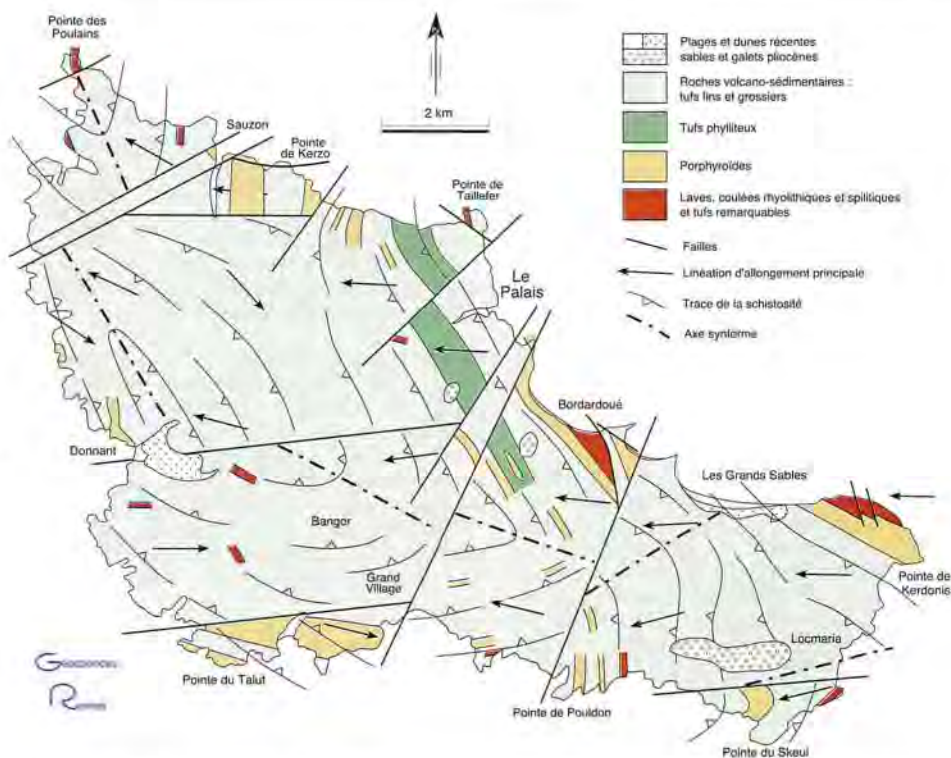
## Le cadre géologique

Située à une quinzaine de kilomètres au large de la presqu'île de Quiberon, Belle-Ile-en-Mer représente la partie émergée d'un ensemble de roches volcano-sédimentaires constituant une grande partie du plateau continental sud-armoricain. Cet ensemble, séparé des schistes bleus de l'île de Groix au nord-ouest et des granites des îles de Houat et de Hoédic au nord-est par des failles verticales, disparaît vers le sud sous les sédiments calcaires d'âge éocène. On en retrouve la trace le long de la côte ouest de la presqu'île de Quiberon, jusqu'au large de l'embouchure de la rivière d'Etel. C'est dans ce secteur que l'on a pu montrer que

les schistes bleus de l'île de Groix constituaient une "klippe" de 1 km d'épaisseur environ, charriée principalement sur les roches volcano-sédimentaires de Belle-Ile qui représentent, de ce fait, le substratum de la plus grande partie du plateau continental. L'équivalent de ce substratum affleure sur le continent dans la presqu'île de Rhuy, la presqu'île de Guérande et la Vendée littorale. Les archives volcaniques et volcano-sédimentaires que l'on se propose de déchiffrer à travers une histoire structurale complexe, concernent donc toute la partie sud-est de la Bretagne méridionale.

## La lithologie ou l'identification des roches

Belle-Ile-en-Mer est essentiellement constituée de sédiments d'origine volcano-sédimentaire dans lesquels s'intercalent quelques coulées volcaniques acides et basiques ainsi que de rares niveaux pure-



**Carte géologique simplifiée de Belle-Ile-en-Mer (d'après Audren, 1987, dessin de P. Jégouzo). On voit que près de 90 % de la superficie de l'île est constituée de roches volcano-sédimentaires monotones, les 10 % restants étant constitués de porphyroïdes et de matériaux volcaniques particuliers.**

**Alternance plissée  
de lits microquartzitiques  
blanchâtres et de lits tuffacés  
diversement colorés  
dans les falaises de  
la plage de  
Bordardoué  
(Unité inférieure,  
voir p. 9).**



ment sédimentaires. Faiblement métamorphisés mais fortement déformés, ils ont été désignés sous les termes de "schistes de diverses variétés" (1852), de "phyllades de St. Lô séricitiques" (1897) puis de "schistes et phyllades séricito-chloriteux" ou de "schistes sériciteux épi-métamorphiques" (1965).

D'un point de vue pétrographique, ce sont des tufs ou sédiments composés de tout ou partie de fragments de matière volcanique qui forment une "matrice" contenant des éléments figurés de taille variable ou "clastes". On différencie ainsi les brèches, les tufs grossiers et les tufs fins.

Les *tufs grossiers* sont des matériaux hétérogènes de couleur verdâtre à jaunâtre se débitant en feuillets d'épaisseur centimétrique. La matrice est composée de grains de quartz, de plagioclase albitique, de feldspath alcalins, de minéraux phylliteux et en quantité variable de zircon, de rutile et de tourmaline; les clastes, bien individualisés

et abondants, sont essentiellement des grains de quartz volcanique. Les tufs grossiers affleurent dans la moitié est de l'île (Ramonette, le Gros Rocher, Kerzo, etc.).

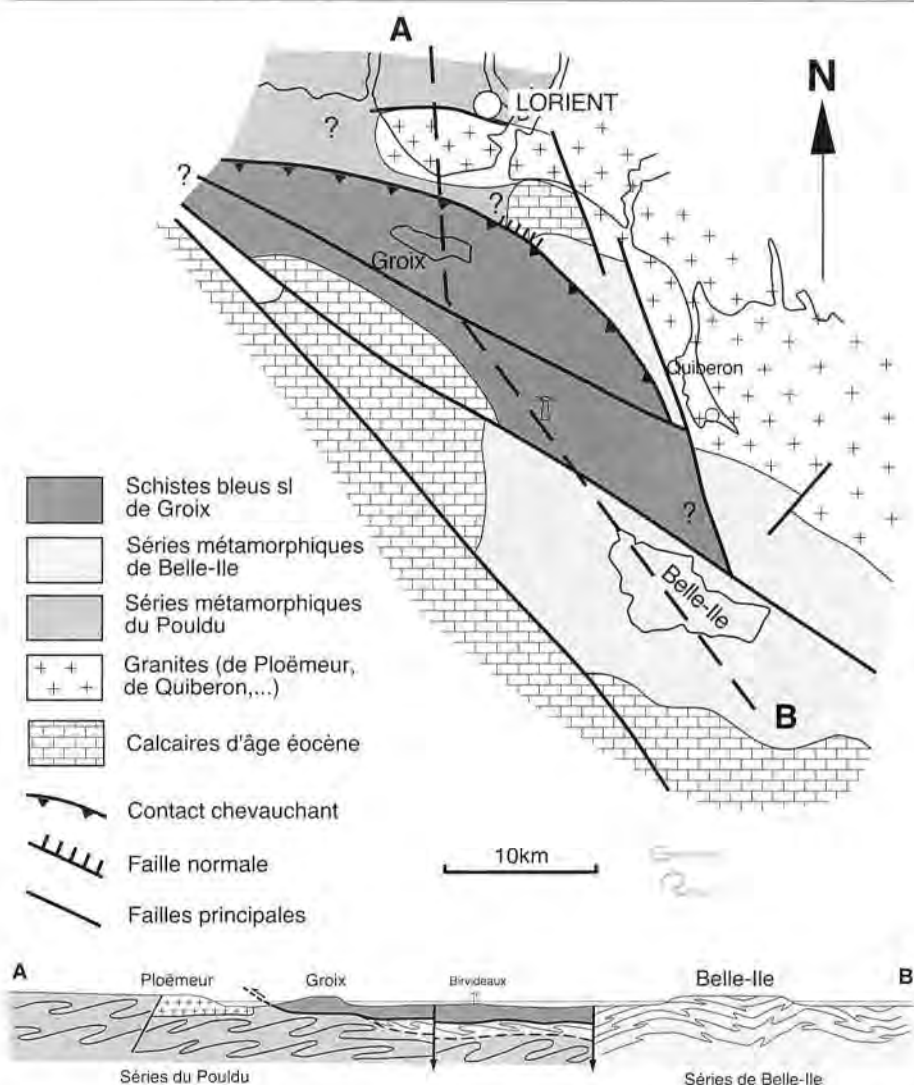
Les *tufs fins* sont des matériaux de couleur gris-verdâtre, de même nature que les précédents, mais qui s'en distinguent par la rareté ou l'absence de clastes. Leur débit planaire millimétrique leur confère une structure voisine de celle des mica-schistes du continent. Ils affleurent dans la moitié ouest de l'île où ils alternent parfois avec les tufs grossiers (Donnant, Kerledan, les Poulains, etc.). Ces deux types de tufs constituent près de 90% des roches observées à Belle-Ile, contribuant à l'apparente monotonie notée par tous les visiteurs.

Il existe cependant toute une variété de tufs remarquables par l'abondance et (ou) la taille de tel ou tel minéral, et dont la nature précise n'a pu être déterminée que par l'analyse chimique. Ils constituent des "bancs" plus ou moins résistants, d'épais-

seur métrique à plurimétrique, aisément reconnaissables dans les falaises. On distingue ainsi des *tufs quartzo-feldspathiques* blanchâtres à jaunâtres (Taillefer, les Poulains), des *tufs graphitiques* noirs à bleutés, colorés par de la matière carbonée (Bordardoué, Kerdonis, Taillefer), des *tufs rhyolitiques* jaunâtres (Pouldon, Saint Marc, Vazen, Ty Neué, Bordustar), ou des *tufs très fins* correspondant à d'anciennes cendres volcaniques consolidées

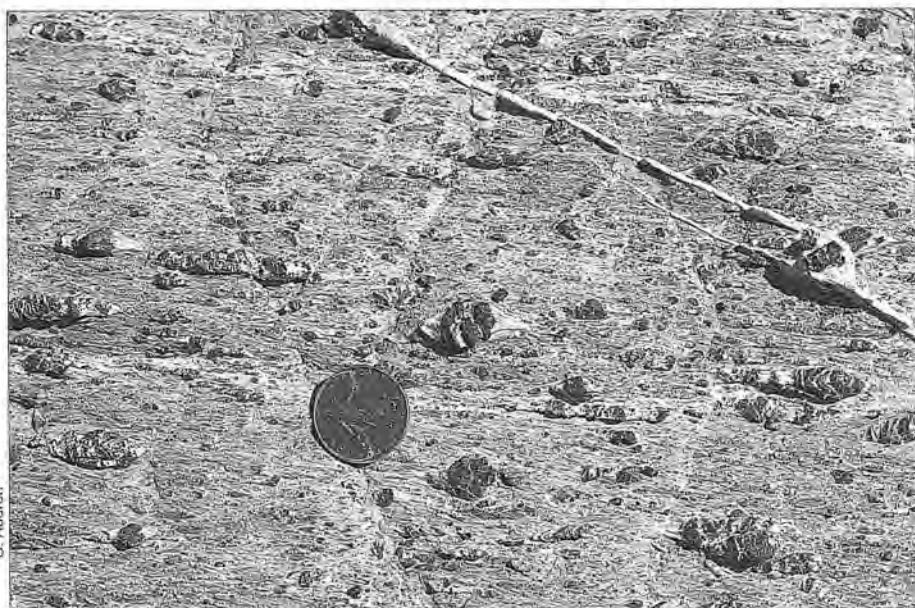
(cinérites) (Port Yorc'h, Grand-Village, Kerdonis, etc.). Seule la composition chimique permet de rapporter à des *tufs kéra-tophyriques* les roches de couleur vert-clair, blanchâtres par altération, à l'aspect de talcschistes, qui forment une grande partie de la falaise au nord-ouest de Kerdonis (Port Huelen).

A ces tufs sont associées des *brèches volcaniques* de couleur violette contenant



**L'environnement géologique de Belle-Ile-en-Mer sur le plateau continental sud armoricain et coupe géologique AB passant par Belle-Ile, l'île de Groix et le continent au niveau de Ploemeur (d'après Audren et Lefort, 1977; Lefort, Audren et Max, 1982; Audren et Jegouzo, 1988; coupe adaptée d'après la carte géologique à 1/25000<sup>ème</sup> de l'île de Groix, (1993). Dessin de P. Jegouzo). Cette coupe montre bien qu'une grande partie des roches volcano-sédimentaires de Belle-Ile est située à environ un kilomètre de profondeur, en dessous des schistes bleus de l'île de Groix.**





**Porphyroïdes de la pointe du Talut. Les clastes de feldspath potassique, colorés en noir, sont fracturés et les fragments cimentés par du quartz fibreux de couleur blanche, matérialisant la direction d'extension de la matière (linéation d'allongement).**

des galets de tufs variés, et des lentilles d'un très beau jaspe rouge, ainsi que des roches singulières constituées de billes millimétriques, de dolomite ferrifère brun foncé, incluses dans une matrice brunâtre très altérée. Ces roches représentent vraisemblablement d'anciennes *pépérites* (les billes évoquent des grains de poivre) connues dans les matériaux volcaniques plus récents. Elles résultent de l'éjection de lave à partir d'une bouche volcanique (processus pyroclastique). Une partie de la lave pulvérisée retombe dans un milieu liquide où chaque fragment prend une forme arrondie, subissant un refroidissement instantané qui donne un verre. Dans le cas présent le verre volcanique a disparu et a été remplacé par de la dolomie. La présence constante de matière carbonée suggère que le milieu liquide devait être réducteur et correspondait à des lagunes ou à des lacs.

De véritables coulées de roches volcaniques acides et basiques, ayant conservé leur texture initiale de lave, sont encore reconnaissables. Les coulées de *laves rhyolitiques* de Kerdonis forment deux niveaux d'une roche massive jaunâtre et très fracturée. La coulée de lave spilitique de la pointe d'Arzic se présente sous l'aspect d'un banc de grès verdâtre, composé essentiellement de cristaux d'albite.

Quelques roches d'origine purement sédimentaire forment des niveaux importants comme les *quartzites graphitiques* noirs des falaises de Bordardoué et de Kerdonis, ou plus discrets comme les grès feldspathiques de Kervilahouen et les *grès dolomitiques* de Port Puns (nord-est de Bordery).

Les roches les plus spectaculaires de Belle-Ile sont les *porphyroïdes* qui affleurent sur les côtes à Port Guen, Bordardoué, Port Yorc'h, Kerdonis, Port Coter, Pouldon, Grand Village, Le Talut, Donnant, Sauzon et Port Quignénec. Ils sont exploités à l'intérieur des terres dans la carrière de Mérézel. Ce sont des roches claires, riches en phénoclastes de feldspath alcalin (taille variant de 1 mm à 4 cm), et de quartz bleuté en amande (1 à 2 cm de longueur) leur conférant un aspect oeilé caractéristique. Leur matrice est uniformément composée de minéraux phylliteux, de quartz et de feldspath plagioclase. Localement les cristaux de feldspath sont colorés en noir par de la matière carbonée (Pointe du Talut). Ils se débitent suivant une surface plane portant une forte linéation d'allongement correspondant aux zones abritées qui se forment de part et d'autre des phénoclastes au cours de la déformation. Les données géochimiques mettent en évidence les caractères hyperpotassique et hyposodique des porphyroïdes qui ne peuvent donc dériver d'arkoses ou de rhyolites. La nature et la

morphologie des clastes indiqueraient plutôt que ces matériaux sont le produit d'émissions volcaniques aériennes ou subaériennes, vraisemblablement ignimbritiques. On peut les comparer à des "nuées ardentes" (mélange explosif de gaz et de magma acide très visqueux) fossilisées dont les structures originelles ont été complètement détruites par les déformations successives.

L'ensemble des composants lithologiques précédents est littéralement lardé de veines de quartz blanchâtres et de veines pegmatoïdes constituées de quartz et de feldspath alcalin rosé. Les dimensions et la forme de celles-ci sont étroitement liées aux déformations. Charles Barrois (1897, p. 237) comparait ce réseau très dense de veines à un "filet gigantesque qui enserme et retient dans ses mailles les masses schisteuses disloquées et fragmentées par les ridements orogéniques".

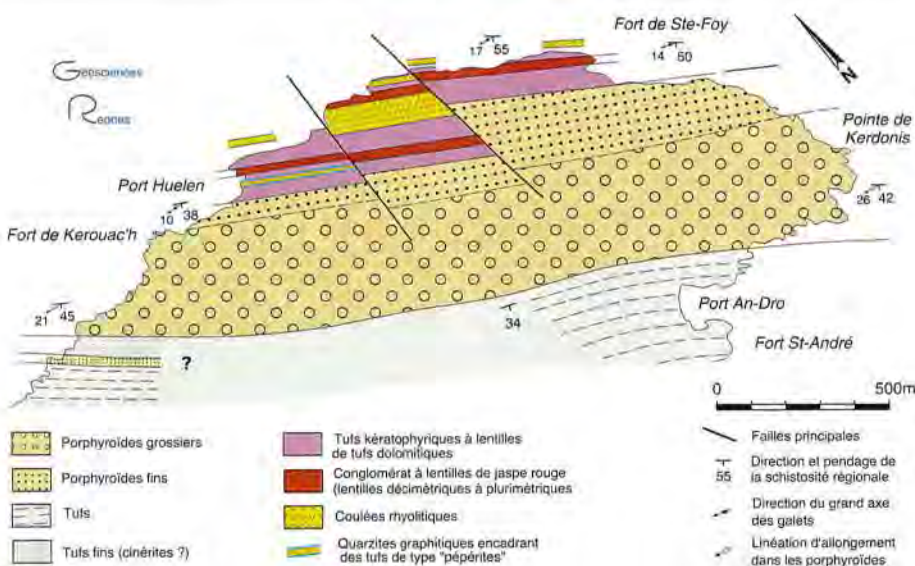
## La lithostratigraphie ou la reconstitution de l'empilement des couches

La nature et la répartition des différents types de roches permettent, en tenant compte de la structure de l'île, d'établir des successions lithologiques locales puis

une succession lithologique synthétique générale. On admet, sans pouvoir le démontrer sur les affleurements, que la polarité de l'empilement des couches est normale, c'est à dire que leur base et leur sommet ont été conservés dans leur position originelle, observable à l'échelle de la carte géologique. C'est le cas, par exemple, à Kerdonis et à Bordardoué où, de plus, la variété des matériaux représentés est particulièrement remarquable.

### Le complexe de Kerdonis.

Il affleure dans les falaises du sud-est de l'île sur une épaisseur de 500 m environ, selon un plan moyen de stratification orienté nord-ouest/sud-est et penté de 40° vers le sud-ouest ; le modelé de la côte reflète directement la nature des roches et l'orientation générale de la stratification. Le complexe de Kerdonis peut être subdivisé en deux parties nettement distinctes. • Sa partie inférieure est constituée de tufs kératophyriques à lentilles dolomitiques (100 à 150 m), de brèches à gros éléments (deux niveaux de 5 à 10 m chacun) et de coulées de laves rhyolitiques (une coulée d'une vingtaine de mètres constituant le sommet de la falaise et un coulée de 5 m formant un relief allongé émergeant sur l'estran à marée très basse). Les brèches contiennent des lentilles de jaspe rouge de taille centimétrique, et très exceptionnellement de taille plurimétrique (10 x 5 m pour la plus grande).



le complexe volcano-sédimentaire de Kerdonis (d'après Audren, 1986 ; dessin de P. Jegouzo).



Deux bancs de quartzites graphitiques encadrent un niveau de pépérites sur 5 m d'épaisseur.

- Sa partie supérieure est constituée essentiellement de 50 à 100 m de porphyroïdes fins à clastes millimétriques surmontés de 200 m de porphyroïdes grossiers (clastes de 2 à 4 cm).

### Le complexe de Bordardoué.

Sa partie inférieure, connue sous le nom de "série rythmique de Port Salin" puis de "schistes varvés graphiteux", est unique dans la lithologie de Belle-Ile. Elle est constituée d'une alternance centimétrique de lits microquartzitiques blanchâtres et de lits tuffacés verdâtres, gris, marrons ou noirs qui affleure de manière continue sur 400 m de falaises. Cette alternance répétée des milliers de fois est particulièrement spectaculaire et laisse perplexe le géologue quant à l'interprétation d'une telle régularité. Peut-être faut-il y voir d'anciens sédiments lacustres dont la nature et le dépôt sont contrôlés à la fois par des phénomènes périodiques comme les saisons (varves) et par des phénomènes volcaniques non périodiques. La partie supérieure du complexe est constituée de 200 m de porphyroïdes qui affleurent dans l'anse de Port Guen.

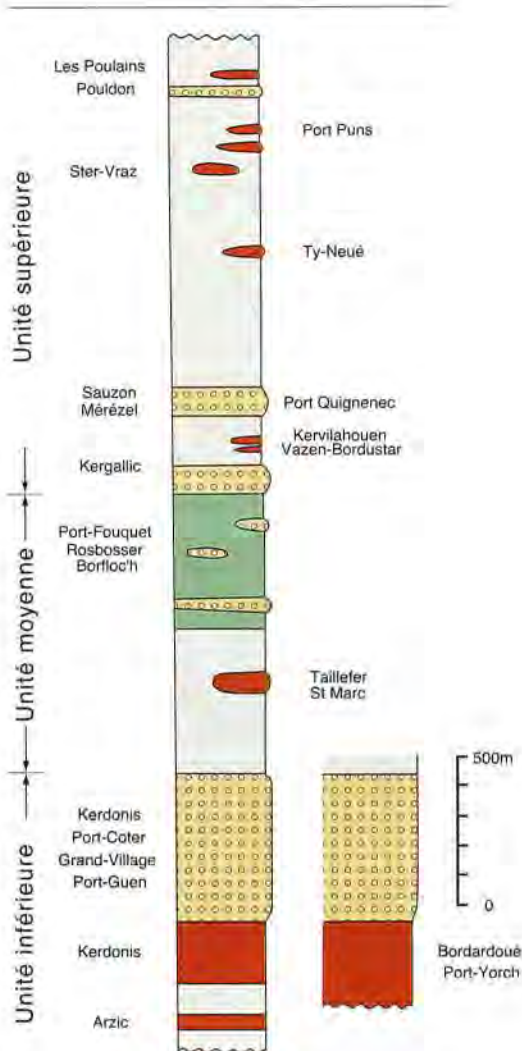
### La colonne lithologique synthétique

Les successions lithologiques établies en d'autres points intéressants de l'île comme les pointes d'Arzic, de Taillefer ou de Grand-Village (consulter la notice de la carte géologique pour un inventaire détaillé) apportent les éléments complémentaires nécessaires à la construction d'une *colonne lithologique synthétique* dont l'épaisseur maximum est évaluée à 3000 m environ. On peut y reconnaître trois unités:

**L'unité inférieure** est constituée de 200 à 500 m de porphyroïdes (Kerdonis, Port-coter, Port-Guen, Grand-Village) surmontant des formations volcanoclastiques et volcaniques diverses : brèches, tufs kératophyriques et coulées rhyolitiques (Complexe de Kerdonis), tufs/microquartzites et quartzites graphitiques (Complexe de Bordardoué), coulées spilitiques et tufs kératophyriques (Arzic).

**L'unité moyenne** comporte 700 m de tufs hétérogènes à niveaux de tufs rhyolitiques (Saint-Marc) et spilitiques (Taillefer) surmontés de 300 à 500 m de tufs phylliteux (Port-Fouquet, Rosbosser, Borfloc'h).

**L'unité supérieure** est constituée du deuxième niveau de porphyroïdes, parfois dédoublé (Kergallic, Mérézel, Port Quignénec, Sauzon), puissant de 100 à 200 m, surmonté de plus de 1000 m de tufs hétérogènes contenant quelques



**Colonne lithologique synthétique, les couleurs correspondent à celles de la carte géologique p. 4 (d'après Audren, 1986 - dessin de P. Jegouzo).**

niveaux isolés de tufs divers (Ty-Neuë, Ster-Vraz, Port Puns, Les Poulains).

### La géopoésie ou la reconstitution du paysage géologique de Belle-Ile.

Une tentative de reconstitution du paysage de Belle-Ile à l'aube de l'ère primaire relève de l'interprétation que l'on peut faire du paléovolcanisme (volcanisme fossile) par rapport aux phénomènes volcaniques

actuels. Le substratum le plus ancien de Belle-Ile était essentiellement produit par un volcanisme aérien et sub-aérien très actif. Jusqu'à présent les points d'émission, correspondant aux cheminées d'alimentation des édifices volcaniques, n'ont jamais été localisés sur l'île elle-même, sur le continent ou sur le plateau continental submergé. Le géologue n'a donc accès qu'à l'environnement immédiat ou lointain de ces volcans dont il ne connaît pas le nombre et dont il ne peut qu'imaginer la morphologie. Il en déduit qu'à cette époque Belle-Ile ne représentait qu'une partie d'une vaste terre émergée de plus de 3 500 km<sup>2</sup> de superficie s'étendant des îles de Glénan à la presqu'île de Rhuy, jusqu'à la presqu'île de Guérande et la Vendée maritime. L'île de Groix n'existait pas encore et les schistes bleus qui la constitueront ne se formeront que 50 millions d'années plus tard !



***Veines de quartz et de quartz + feldspath plissées dans les porphyroïdes de Grand-Village.***

Cette vaste terre émergée présentait un paysage de lacs et de cours d'eau serpentant au pied d'édifices volcaniques qui émettaient des coulées de lave mais surtout de grandes quantités de projections diverses lors d'éruptions à caractère explosif. Les matériaux se déposaient dans ces lacs (pépérites par exemple) ou sur la terre ferme d'où ils étaient entraînés par les cours d'eau puis re-déposés (tufs) dans des bassins sédimentaires fermés ou en relation avec la mer. Le premier événement volcanique majeur enregistré à Belle-Ile a été la production d'une masse énorme d'ignimbrites qui a complètement ennoyé le paysage existant sous une épaisseur atteignant parfois 500m (porphyroïdes de Kerdonis). Cet événement s'est réalisé vraisemblablement au cours de plusieurs éruptions successives et à partir de plusieurs bouches volcaniques sur l'ensemble des terres émer-

gées. Ce phénomène est comparable à celui observé en 1912 en Alaska lors de l'éruption du volcan Katmai qui émit une "nuée ardente" recouvrant la vallée des "dix milles fumées" sur une superficie de 140 km<sup>2</sup> et sur une épaisseur pouvant atteindre 100 m. L'activité volcanique associée au transport puis à la sédimentation des matériaux produits a permis l'accumulation de plus de 1000 m de tufs sur les porphyroïdes avant que ne se produise un événement volcanique identique au premier. Une deuxième masse ignimbritique (porphyroïdes situés à la base de l'unité supérieure dans la colonne lithologique synthétique) moins importante (100 à 200 m d'épaisseur) et d'extension plus réduite a été émise par les mêmes édifices volcaniques. Près de 1000 m de tufs s'accumulent à nouveau sur ces porphyroïdes, mettant ainsi un terme aux cycles volcano-sédimentaires mémorisés dans les roches de Belle-Ile.

L'accumulation d'une telle épaisseur de matériaux n'est concevable que si les bassins ont une origine tectonique contemporaine du volcanisme actif et que, par exemple, leur profondeur et leur superficie soient contrôlées par un jeu de failles actives lors de la sédimentation. Il est bien évident que la géométrie de ces bassins demeure inconnue car elle a été complètement détruite par les événements géologiques ultérieurs. La durée de cette accumulation demeure également inconnue. Faute de chronomètre approprié la mémoire temporelle des roches de Belle-Ile demeure, pour l'instant, inaccessible.

L'âge de ces matériaux est encore plus conjectural car aucun fossile n'y a été trouvé. Les recherches micropaléontologiques entreprises dans les milieux supposés favorables se sont révélées décevantes. Les tufs noirs riches en matière carbonée (Bordardoué) ont livré quelques débris organiques dont l'affinité inconnue permet difficilement d'envisager l'existence d'un couvert végétal organisé. Dans l'état actuel des connaissances, un âge précambrien ((Briovérien) supérieur à paléozoïque inférieur voire moyen peut être raisonnablement envisagé.

## **La structure ou l'empreinte de la chaîne hercynienne**

Le principal effet de la chaîne hercynienne a été de déformer fortement les roches de Belle-Ile après leur dépôt sans que le métamorphisme en ait modifié notablement la minéralogie originelle. Le métamorphisme







**Plis dissymétriques remarquables déformant le litage dans les falaises de Bordardoué (Unité inférieure).**

affecté ces roches volcano-sédimentaires demeure une énigme d'autant plus intéressante qu'une partie de celles-ci sont structuralement situées sous les schistes bleus de l'île de Groix (métamorphisme fort). Il est également possible que les outils actuellement à la disposition du géologue ne soient pas encore assez performants pour décrypter la mémoire temporelle et pour étudier le métamorphisme de faible degré.

En se reportant à la chronologie de la fréquentation de Belle-Ile par les géologues on constate que les interprétations proposées ici sont basées sur des investigations détaillées du terrain qui datent de près de 30 ans ! Il semble que le cycle de la connaissance géologique de cette île soit fondamentalement discontinu et sujet aux mêmes aléas que dans le passé. La carte géologique de l'île à l'échelle du 1/50 000<sup>ème</sup> représente, sans aucun doute, la dernière investigation scientifique systématique qui ne pourra se compléter que par des révisions mineures dans le futur. En effet, la cartographie géologique est une grande consommatrice de temps et d'énergie qui représente un investissement à long terme peu valorisant pour celui qui la pratique. Les systèmes actuels de recherche n'intègrent que difficilement l'activité cartographique et on se demande, et c'est un problème mondial, qui perpétuera cette activité et dans quel cadre. Il n'est cependant pas impossible que la cartographie retrouve la reconnaissance des scientifiques dans les études environnementales qui seront imposées par les nécessités de maintenir l'équilibre entre l'espèce humaine et la planète Terre.

La recherche fondamentale actuelle à Belle-Ile se focalise sur l'étude des fluides piégés dans ses roches au cours de leur histoire géologique et sur l'étude des isotopes

de l'oxygène dans les innombrables veines de quartz qui parsèment les falaises. Recherche "pointue" qui nécessite cependant la consultation de la carte géologique pour que l'on puisse répondre à la simple question: quelle est la nature de la roche sur laquelle je me trouve?

## Pour en savoir plus

Cet article synthétise en simplifiant l'essentiel des travaux de l'auteur sur Belle-Ile ; on en trouvera l'intégralité dans les publications suivantes :

- Lithostratigraphie et structure des séries volcano-sédimentaires de Belle-Ile-en-Mer, Bretagne Méridionale, Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne, 1984, (C), 16, 1, 31-44 (Juin 1986). Compte rendu illustré d'une excursion effectuée les 25 et 26 Juin 1983 par la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne sous la direction de l'auteur.
- Carte géologique de la France (1/50 000), feuille Belle-Ile-en-Mer, îles Houat et Hoëdic, n°447-477, B.R.G.M., 1983.
- Notice explicative de la feuille Belle-Ile-en-Mer, îles Houat et Hoëdic, à 1/50 000, n°447-477, B.R.G.M., 1986. Description détaillée de la lithologie.
- Evolution structurale de la Bretagne Méridionale au Paléozoïque, Mém. Soc. Géol. Minéral. Bretagne, n°31, 365 p., Rennes, 1987. Description détaillée des structures dans le chapitre Belle-Ile.
- Carte géologique de la France (1/25 000), feuille île de Groix, n°415, B.R.G.M., 1993.
- Notice explicative de la feuille île de Groix à 1/25 000, n°415, B.R.G.M., 1993. Description du contact entre les schistes bleus et les séries volcano-sédimentaires de Belle-Ile sur le plateau continental.
- Sur la formation des plis dissymétriques des falaises de Bordardoué on consultera: "Analyse géométrique de la propagation des plis dans un milieu stratifié à fort contraste de compétence au cours d'un cisaillement simple" Claude Audren et Gabriel Gorre, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, t.320, série Ila, p. 609 à 616, 1995.
- Guide géologique de la Bretagne (3<sup>ème</sup> édition), H. Lardeux, coordinateur - itinéraire 16 : Belle-Ile-en-Mer, p.184-186, 1996.
- Depuis 1998, l'auteur publie une chronique géologique dans le bulletin trimestriel de la Maison de la Nature de Belle-Ile-en-Mer.

Les photographies sont de l'auteur.

**Claude AUDREN** est chargé de recherche au CNRS, Laboratoire "Géosciences Rennes", Université de Rennes 1.