

Les volcanites d'Erquy Exemple d'étude d'une série volcanique protérozoïque

*Sylvain Blais, maître de conférences honoraire,
et Michel Ballèvre, professeur,
université de Rennes I, laboratoire Géosciences Rennes.*

Introduction

Les séries volcaniques anciennes, dites « paléo-volcanites », sont nombreuses dans le massif Armoricaïn.

Un des plus beaux – et des plus classiques – exemples est celui de la série volcanique d'Erquy, qui se situe sur le flanc est de la baie de Saint-Brieuc, où elle constitue la pointe de la Heussaye qui ferme, au sud, le port d'Erquy (figure 1).

Son intérêt réside dans :

- la qualité des affleurements et leur facilité d'accès ;
- la variété des roches ;
- la simplicité de la structure permettant une compréhension aisée.

Barrois leva la carte géologique à 1/80 000 de cette région (feuille de Saint-Brieuc, n° 59) et publia une première description détaillée des divers faciès en 1932. Il fallut attendre la thèse de Bernard Auvray (1967) pour une étude moderne des volcanites ; il cartographia en détail la séquence volcanique. De nombreux chercheurs français et étrangers ont poursuivi l'étude de cette série.



Figure 1. La pointe de la Heussaye s'avancant dans la mer, vue du côté est.

Contexte tectonique

Structure générale

Les feuilles de Saint-Cast (n° 206) et de Saint-Brieuc (n° 243) montrent que la série volcanique d'Erquy est en contact par faille, à l'est, avec le socle protérozoïque (diorite de Coëtmieux-Fort-la-Latte). Au nord, vers le port d'Erquy et le cap d'Erquy, affleurent des roches détritiques rouges (Formation des grès d'Erquy-Fréhel) dont les relations avec la série volcanique d'Erquy ne sont pas visibles à l'affleurement.

Les roches volcaniques, verticales ou subverticales, à la pointe de la Heussaye, au sud de la rade d'Erquy, se succèdent en bancs superposés et alternent avec des niveaux sédimentaires (argilites, siltites et grès). La stratification est régulière, de direction est-ouest, avec un pendage vertical, ou 80° vers le sud (figure 3). La polarité de la série peut être établie soit en utilisant le granoclasement dans les bancs gréseux, soit dans les cou-

lées sous-marines (polarité des coussins). La base de la série volcanique se trouve vers le sud, son sommet vers le nord (figure 2).

Déformation

La déformation de la série volcanique d'Erquy est faible à modérée. Elle est avant tout caractérisée par un basculement de la série, mais aussi par une schistosité discrète (figure 3).

Cette schistosité, subverticale, de direction N30-40°, est seulement exprimée dans les niveaux sédimentaires pélitiques. Elle est absente dans les laves basiques et acides et les niveaux gréseux plus compétents. La régularité des bancs est interrompue par plusieurs failles d'orientation N20-30°. Les travaux de terrain amènent à penser que ces deux déformations, ductile (schistosité) et fragile (failles), ne relèvent pas d'un même épisode tectonique.

La schistosité est probablement cadomienne, les failles sont à rapporter à l'Hercynien.

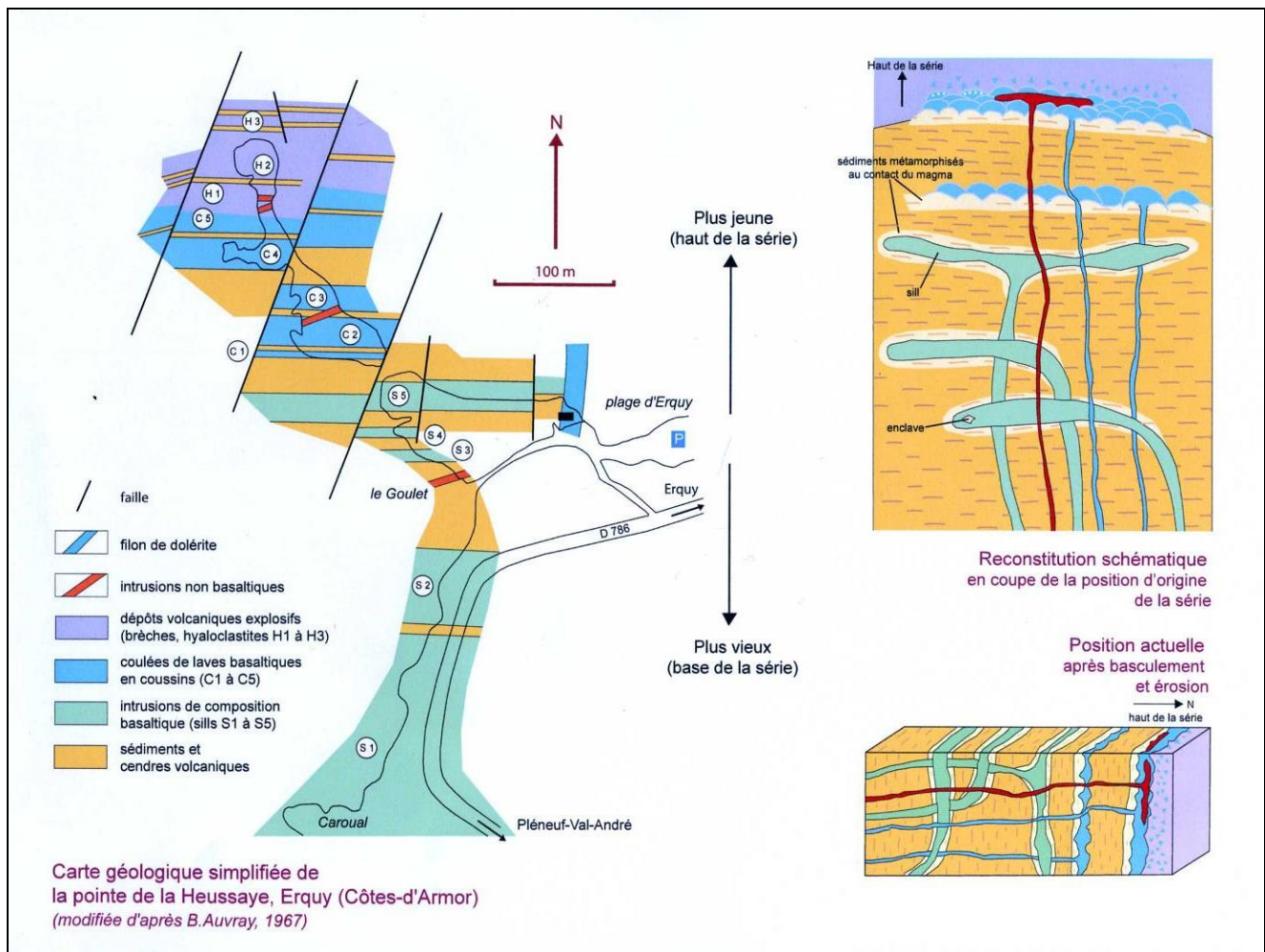


Figure 2. Carte géologique de la pointe de la Heussaye, au sud de la rade d'Erquy (d'après B. Auvray, 1967, modifiée par J. Plaine, 2014).



Figure 3. Stratification et schistosité dans les roches sédimentaires de la pointe de la Heussaye.

Diversité des volcanites constituant la série de La Heussaye

Parmi les volcanites d'Erquy, il faut distinguer :
1) des intrusions de roches basiques en couches parallèles à la stratification (sills) ; 2) des coulées de roches basiques sous forme de pillow lavas ; 3) des brèches appelées hyaloclastites ; 4) des tuffites intercalées au sein des successions sédimentaires ; 5) quelques rares filons de roches acides.

Les sills

À la partie inférieure de la séquence, d'épaisses lames, homogènes, à débit massif, affleurent au sein des sédiments qui sont métamorphisés à leur contact. Ce métamorphisme, sur quelques décimètres, transforme les sédiments en cornéennes, roches massives, dures, résistantes à l'érosion et apparaissant en relief sur l'estran. Ces sills sont des roches hypovolcaniques (figure 4).



Figure 3. Filon basaltique venu s'injecter dans les séries sédimentaires sous forme de sill.

Les coulées de lave avec un débit en coussins ou oreillers (pillow lavas)

La taille des coussins varie de 0,2 à 2 m (figures 5 et 6). De nombreux coussins montrent une auréole externe à caractère variolitique. Les varioles sont des globules de 1 à 5 mm de diamètre constitués par des microcristaux de plagioclase. Ces varioles sont interprétées comme des structures de dévitrification.



Figure 5. Coussin de lave de taille métrique, vu en coupe, montrant une dissymétrie morphologique.



Figure 6. Accumulation de coussins de lave au sein d'une coulée basaltique.

La morphologie des pillow lavas (base plane, bord supérieur arrondi - photo 4 - base moulant le pillow lava sous-jacent, pédoncule entre deux pillows) permet d'orienter la série volcanique verticalisée actuellement, le sommet de cet empilement étant vers le nord (figure 1). La matrice entre les coussins est de nature bréchique ou tuffacée. La présence de coulées en coussins est typique d'un volcanisme sous-marin.

Les brèches, ou hyaloclastites

Elles sont abondantes dans la partie nord de la pointe de la Heussaye. Ce sont des roches remarquables par leur couleur et leur structure : au sein d'une matrice de couleur vert foncé, flottent de nombreux éléments anguleux de couleur noire correspondant à des fragments de lave vitrifiée (figure 7). Ces brèches résultent d'éruptions explosives engendrées par la rencontre, à faible profondeur, entre la lave très riche en gaz et l'eau de mer qui s'est vaporisée à son contact. Ces brèches sont connues sous le nom de hyaloclastites.



Figure 7. Brèches volcaniques à nombreux fragments anguleux de coussins de lave.

Les tuffites

Entre les coulées apparaissent des roches de teinte gris clair ou légèrement verdâtre, présentant un très fin litage millimétrique ou centimétrique. La finesse de la cristallisation ne permet pas la distinction entre la phase volcanique et la phase sédimentaire. Il est vraisemblable que ces roches résultent d'un mélange, en proportions très variables, d'éléments pyroclastiques et d'une fraction sédimentaire lors de l'explosion volcanique.

Les filons tardifs

Ces filons sont bien visibles vers le sommet de la série. Il s'agit de filons de couleur claire, de quel-

ques mètres de puissance, en relief par rapport aux roches environnantes.

Ces roches constituant les termes ultimes du volcanisme, aphanitiques, à texture trachytique sont connues sous le nom de kératophyres (figure 8).



Figure 8. Filon acide venu s'injecter dans les formations volcaniques et mis en relief par l'érosion.

Pour être complet, la carte géologique (figure 2) montre l'existence, à l'est de la pointe de la Heussaye, d'un filon doléritique, large de 10 à 20 m, microgrenu, à rares phénocristaux de plagioclase, recoupant la série d'Erquy suivant une direction N0 à N160°.

Cette roche filonienne traverse perpendiculairement et à l'emporte-pièce les volcanites d'Erquy. Sur l'estran, elle est transformée en remarquables boules dont la partie externe est constituée d'enveloppes de desquamation en pelures d'oignon. Un filon de même nature recoupe la Formation des grès d'Erquy-Fréhel, sur la rive opposée de la rade d'Erquy, et représente probablement la prolongation de ce filon vers le nord. Cette dolérite appartient au cortège filonien qui s'est mis en place dans le nord-est de la Bretagne à la fin du paléozoïque (360 Ma environ) et n'appartient pas à l'histoire de la série volcanique de la Heussaye qui est beaucoup plus ancienne (610 Ma).

Texture et minéralogie des diverses formations volcaniques

Les observations microscopiques montrent que les textures (agencement des minéraux les uns par rapport aux autres) sont très variables et résultent d'une part de la vitesse de refroidissement et, d'autre part, de la nature du phénomène volcanique (phénomène effusif ou explosif). La texture pourra être ainsi doléritique, arborescente, fluidale, hyaloclastique, etc.

Parmi les aspects les plus caractéristiques, la présence, dans les laves en coussins, de très fines et longues

baguettes fourchues de plagioclase est caractéristique des roches volcaniques à refroidissement très rapide, ce qui est le cas pour ces roches épanchées sous couverture d'eau.

Toutes les roches volcaniques de cette série de la Heussaye ont des compositions minéralogiques fort semblables, seules les proportions relatives des minéraux étant variables.

Les minéraux les plus communs sont le plagioclase (albite), la chlorite, l'épidote, la calcite, des minéraux opaques et rarement du quartz. Le pyroxène est rare, seulement observé au cœur des

sills les plus épais. Contrairement aux basaltes classiques, le verre, ou mésostase, a disparu.

Ces roches paléovolcaniques, dont l'essentiel de la minéralogie est constituée par des minéraux dits de basse température, sont connues sous le nom de spilites. Les filons tardifs, clairs, associés sont eux connus sous le nom de kératophyres.

Le tableau ci-dessous résume les différences entre un exemple classique d'association volcanique, la chaîne des Puys par exemple, où les minéraux reconnus sont dits de haute température, et les composants de la série d'Erquy, minéralogie dite de basse température.

Roche basique		Roche acide	
Basalte		Trachyte (domite)	Chaîne des puys
Olivine (Silicate Fe, Mg)		Silice (tridymite)	Laves aériennes non altérées par l'hydrothermalisme sous-marin
Pyroxène augite (silicate Fe, Mg, Ca)		Feldspath sanidine (K - Na)	
Feldspath plagioclase calcique		Mica biotite (phyllosilicate OH, K, Fe, Mg)	
Magnétite (Fe ₃ O ₄)			
<i>Minéraux de haute température (1100 °C)</i>			
Spilite		Kératophyre	Erquy - La Heussaye
Pyroxène magmatique relictuel		Feldspath plagioclase sodique (albite)	Laves sous-marines altérées par l'hydrothermalisme
Feldspath plagioclase sodique (albite)		Chlorite	
Chlorite		Épidote	
Épidote		Silice (quartz) - peu -	
Calcite			
Eau			
<i>Minéraux de basse température (300-400 °C)</i>			

Figure 9. Minéralogie comparée entre les volcanites de la chaîne des Puys et celles de la pointe de la Heussaye.

Composition chimique des laves de la pointe de la Heussaye

Le tableau de la figure 10 montre la composition chimique de deux exemples de roches volcaniques d'Erquy : le cœur d'un pillow lava et un filon clair recoupant les volcanites.

La chimie du pillow lava est globalement une chimie de roche volcanique basaltique mais la

minéralogie est dite de basse température. Une telle roche est connue sous le nom de spilite.

La chimie du filon livre une richesse en SiO₂ et en alcalins (Na₂O et K₂O) : il s'agit d'un kératophyre. Une telle association paléovolcanique est connue sous le nom d'association « spilite-kératophyre ».

L'origine d'une telle association a fait, vers les années 1970-1980, l'objet de nombreuses controverses et a permis la publication de nombreux livres et articles

scientifiques. Curieusement, ces débats sont aujourd'hui « passés de mode ».

Trois hypothèses ont été émises quant à l'origine des spilites :

- 1/ le magma spilitique existe en tant que tel ;
- 2/ il s'agit d'un magma basaltique « autométamorphisé », c'est-à-dire hydrothermalisé au contact de l'eau de mer ;
- 3/ ce sont d'anciens basaltes métamorphisés dans le faciès « schistes verts ».

L'hypothèse 2, interaction entre basalte et eau de mer, semble actuellement la plus crédible.

	Cœur de pillow	Kératophyre
SiO ₂	54,78	71,12
Al ₂ O ₃	13,7	13,5
Fe ₂ O ₃	11,88	3,06
MgO	3,39	0,65
CaO	3,96	0,25
Na ₂ O	6,36	4,75
K ₂ O	0,38	3,06
TiO ₂	2,13	0,22
MnO	0,19	0,08
H ₂ O	3,11	1,52
Total	99,91	98,21

Figure 10. Composition chimique d'un cœur de pillow lava (spilite) et d'un filon tardif (kératophyre)

Âge des volcanites d'Erquy

En 2001, A. Cocherie (BRGM Orléans) a daté des zircons, par la méthode U-Pb, sur cristaux individuels, minéraux extraits d'un niveau de cinérites. L'âge obtenu est 610 Ma et est interprété comme l'âge de cristallisation des zircons dans le protolithe magmatique, c'est-à-dire celui de la série d'Erquy.

Cet âge correspond au Protérozoïque terminal, connu localement sous le nom de « Briovérien », et internationalement sous le nom d'Édiacarien.

Contexte géodynamique

Le contexte de mise en place de ce volcanisme de la Heussaye est encore discuté. Les données géologiques régionales montrent l'existence d'une vieille croûte continentale, connue sous le nom de socle icartien (2 milliards d'années), et d'un arc magmatique continental, connu sous le nom de Pentévrien. Les coulées sous-marines d'Erquy pourraient s'être développées pendant un épisode de rifting, celui-ci affectant non pas une croûte

continentale mais l'arc magmatique (le Pentévrien), lui-même possiblement construit sur l'Icartien. La zone de subduction aurait fonctionné pendant une longue période, permettant : 1) la construction d'un arc continental, puis 2) le rifting de cet arc.

Le volcanisme de la Heussaye aurait pris place dans le bassin intra-arc. La chaîne cadomienne résultera, elle, du raccourcissement de ce bassin quelques dizaines de millions d'années plus tard, la série d'Erquy étant alors basculée verticalement et schistosée.

Durant la Paléozoïque, la chaîne cadomienne érodée sera recouverte en discordance par les grès d'Erquy-Fréhel (Ordovicien), et probablement également par plusieurs autres formations paléozoïques, actuellement érodées.

Avant que ces séries ne soient elles-mêmes faiblement déformées lors de l'orogénèse hercynienne, elles seront recoupées, comme leur socle protérozoïque, par des filons doléritiques.

Note des auteurs : cet article est écrit en hommage à Bernard Auvray (1938-1997), professeur à l'Université de Rennes, dont les travaux restent à la base de toute étude concernant cette région.

Ndlr. Le professeur Sylvain Blais est intervenu, lors d'une réunion de la Commission de volcanisme de la SAGA, en avril 2014, pour parler de l'ouverture de l'océan Atlantique et du paléovolcan d'Erquy, dans les Côtes-du-Nord.

Nous le remercions vivement de nous avoir communiqué le texte de son intervention pour nous permettre de le publier dans *Saga Information*.

Rencontres 2015 amateurs et professionnels en Sciences de la Terre

Jean-Charles Campergue, président de la FFAMP.

La Fédération française amateur de minéralogie et paléontologie (FFAMP) organise, en collaboration avec la Communauté d'agglomération Rouen-Elbeuf-Austreberthe (CREA), les premières rencontres entre professionnels et amateurs en Sciences la Terre. Ces journées de rencontres se dérouleront les **jeudi 12, vendredi 13 et samedi 14 mars 2015**, à Elbeuf, en Seine-Maritime ; elles seront ouvertes à tous, membres de la Fédération ou non, pour un enrichissement des débats par la confrontation des idées et des points de vue.

Renseignements sur le site : ffamp.com

Tél. : 06 30 72 58 14

E-mail : jerome.tabouelle@orange.fr